

ФГБОУ ВО
«Новосибирский государственный аграрный университет»

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Новосибирский филиал ФГБОУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии» (ЗапсибВНИРО)

V
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ»

Материалы

(27–29 ноября 2019 г., г. НОВОСИБИРСК)

НОВОСИБИРСК 2019

УДК 556.1115:591+639.1
ББК 28.082

Современное состояние водных биоресурсов: материалы 5-ой международной конференции, г. Новосибирск, 27–29 ноября 2019 г. / под ред. Е.В. Пищенко, И.В. Морузи. – Новосибирск, : НГАУ. – 2019. – 338 с.

ISBN 978-5-94477-265-7

В сборнике опубликованы материалы, представляющие результаты научных исследований доложенных на 5-ой Международной конференции «Современное состояние водных биоресурсов» (27–29 ноября 2019 г., г. Новосибирск). В них рассматриваются вопросы биоразнообразия, структуры, динамики популяций и сообществ гидробионтов, состояние запасов и воспроизводство промысловых рыб. Представлены некоторые особенности технологии товарного рыбоводства и аквакультуры.

Издание представляет интерес для гидробиологов, ихтиологов, ихтиопатологов, работников рыбного хозяйства, специалистов-экологов и может быть полезно преподавателям вузов, аспирантам и студентам.

Статьи печатаются в авторской редакции.

The collection contains materials representing the results of scientific research reported at the 5th International conference «Current state of aquatic bioresources» (November 27–29, 2019, Novosibirsk). They address issues of biodiversity, structure, dynamics of populations and communities of hydrobionts, the state of stocks and reproduction of commercial fish. Some features of commercial fish farming and aquaculture technology are presented.

The publication is of interest to hydrobiologists, ichthyologists, ichthyopathologists, fisheries workers, ecologists and can be useful to University professors, graduate students and students.

Официальный спонсор ООО «Карачинский источник»
ООО НПК «Агротех», ИП Сергей Леопольдович Цвей

© Новосибирский государственный аграрный университет, 2019 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

I. БИОРАЗНООБРАЗИЕ, СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ	10
СЦИФОМЕДУЗА <i>AURELIA AURITA</i> (LINNAEUS, 1758) В ЧЕРНОМ МОРЕ: ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ЭЛИМИНАЦИЮ БИОМАССЫ. Б. Е. Аннинский, Г. А. Финенко, Н. А. Дацык	10
РЕКОНСТРУКТИВНОЕ ОПИСАНИЕ ПЛОДОВИТОСТИ БОКОПЛАВОВ (CRUSTACEA; AMPHIPODA), КАК СПОСОБ ВОЗВРАТА В НАУЧНЫЙ ОБОРОТ РЕЗУЛЬТАТОВ СОВЕТСКОГО ПЕРИОДА ИССЛЕДОВАНИЙ. А. А. Асочаков, В. И. Попова	13
МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ МУКСУНА <i>COREGONUS MUXSUN</i> (PALLAS, 1814) В БАССЕЙНЕ ХАТАНГА. Ю. В. Будин, В. А. Заделёнов	15
СООБЩЕСТВА ГИДРОБИОНТОВ ТУНДРОВЫХ БУГРИСТО-МОЧАЖИННЫХ МИКРОКОМПЛЕКСОВ ЯНО-ИНДИГИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (СЕВЕРНАЯ ЯКУТИЯ). А. П. Бурнашева, Н. К. Потапова	19
МАКРОЗООБЕНТОС ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЕР РУССКОГО АЛТАЯ. О. Н. Вдовина, Д. М. Безматерных	23
РАСПРОСТРАНЕНИЕ И БИОЛОГИЯ СИБИРСКОГО ГОЛЬЦА-УСАЧА (<i>BARBATULA TONI</i> (DYB.)) РЕКИ НИЖНИЙ СУЗУН. А. М. Визер, М. А. Дорогин	26
К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ СЕЗОННОЙ БИОМАССЫ ЗООПЛАНКТОНА ВОДОЕМОВ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ. Л. С. Визер	29
СТРУКТУРА И ФУНКЦИЯ ПОЛИБИОМА ЕНИСЕЯ. Н. Д. Гайденок, А. И. Пережилин	31
ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАС КЛАССИЧЕСКОГО МНОГОТЫЧИНКОВОГО МУКСУНА ЕНИСЕЯ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИКО – ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ. В. А. КОСТИЦИНА, Н. Д. Гайденок, В. Ф. Чумаков	41
ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЛУПРОХОДНОЙ ИХТИОФАУНЫ ВЕЛИКИХ СИБИРСКИХ РЕК Н. Д. Гайденок, В. А. Заделёнов	49
ЗАРАЖЕННОСТЬ КИТАЙСКОГО КАРАСЯ <i>SARASSIUS AURATUS</i> МЕТАЦЕРКАРИЯМИ ТРЕМАТОД СЕМЕЙСТВА DIPLOSTOMATIDAE В ЭСТУАРНОЙ ЗОНЕ ОЗЕРА ЧАНЫ. Д. И. Григорьев, Е. Н. Ядренкина, А. Э. Оштушева, Н. И. Юрлова	53
<i>CALANUS EUXINUS</i> (COPEPODA) В ЧЕРНОМ МОРЕ: ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА В РАЙОНАХ ШЕЛЬФА И ГЛУБОКОВОДНОЙ ЭПИПЕЛАГИАЛИ В 2016. г. Е. С. Губарева, Б. Е. Аннинский	56
ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИИ ПЛОТВЫ (<i>RUTILUS RUTILUS</i>) ПСКОВСКО-ЧУДСКОГО ОЗЕРА. М. Б. Данилов, Е. А. Криксунов, А. Е. Бобырев, М. М. Мельник, С. О. Северин	59
МАТЕРИАЛЫ К ФАУНЕ РУЧЕЙНИКОВ (INSECTA: TRICHOPTERA) МАЛОЙ ПОЛУГОРНОЙ РЕКИ ТАБАТ (БАССЕЙН РЕКИ АБАКАН). С. В. Драган	61
ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ И МНОЖЕСТВЕННЫХ ФОРМ КИСЛОЙ ФОСФАТАЗЫ ЖИВОРОДКИ РЕЧНОЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ ГЛИФОСАТА. Т. С. Дроганова, Л. В. Поликарпова, Е. А. Тишина	64
ПРОМЫСЕЛ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ АБОРИГЕННЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ШУЛЬБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. А. А. Евсеева, И. В. Притыкин	67
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ ГОРНЫХ ВОДОТОКОВ ХРЕБТА ХАМАР-ДАБАН. И. О. Еропова, В. В. Тахтеев, Н. А. Рожкова, Д. А. Багратин	70
ВОЗРАСТ И РОСТ СТЕРЛЯДИ <i>ACIPENSER RUTHENUS</i> L. В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ОБИ (В ПРЕДЕЛАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ). Е. И. Ефимова, И. Б. Бабкина, А. М. Бабкин, Е. А. Интересова	74
РЫБЫ БАССЕЙНА Р. ПЯСИНЫ. В. А. Заделёнов, В. В. Званцев В. В., Ю. Ю. Форина	77
РЫБОВОДНЫЕ ПЛАНШЕТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАСЧЕТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗМОЖНЫХ СОСТОЯНИЙ РЫБНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В РАМКАХ УПРАВЛЕНИЯ БИОПРОДУКЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ВОДОЕМЕ. С. Б. Купинский	80
ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРА МАРКАКОЛЬ. Л. Б. Кушникова	84
СОМЫ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ. А. В. Лугаськов	88
РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК МУКСУНА И ПЕЛЯДИ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СТАРТОВЫХ КОРМАХ, ОБОГАЩЕННЫХ ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ СЕМЕЙСТВА ω -3 А. А. Лютиков	90
ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ АРТЕМИИ МАЛЫХ ОЗЕР ОБЛАСТИ ЗАМКНУТОГО СТОКА ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ. Д. А. Маркина	94

ПОСТРОЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТОВ ЕСТЕСТВЕННОЙ СМЕРТНОСТИ РЫБ. А. К. Матковский	97
ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ В ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ. П. Б. Михеев, М. А. Бакланов, А. Ю. Пузик	101
АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРЕОПТИКО-ГИПОФИЗАРНОЙ НЕЙРОСЕКРЕТОРНОЙ СИСТЕМЫ У МОЛОДИ ГОРБУШИ <i>ONCORHYNCHUS GORBUSCHA</i> . М. В. Мосягина, П. Е. Гарлов, Т. А. Шнайдер, О. В. Зеленников	104
БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЯПУШЕК НЕКОТОРЫХ ОЗЕР ПЛАТО ПУТОРАНА. Ю. С. Никулина, В. И. Романов	106
ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ ОЗЕРНОЙ И МОРСКОЙ ФОРМ ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ <i>CLUPEA PALLASII</i> . С. Ю. Орлова, Д. С. Курносов, С. М. Расторгуев, Е. А. Чикурова, Д. М. Щепетов	110
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА ПОЛУПРОХОДНЫХ И РЕЧНЫХ РЫБ У КАЛМЫЦКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ. Д. С. Петрушкиева, А. А. Бугаков, С. А. Панфилий, А. М. Панфилий, В. Н. Браташев	113
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ ЗАПАСОВ ПЛОТВЫ <i>RUTILUS RUTILUS</i> В ОЗЕРЕ САРТЛАН. И. В. Поздняк, А. А. Ростовцев, Д. Л. Сукнев	117
ПАРАЗИТОФАУНА ГЛУБОКОВОДНОЙ ФОРМЫ ТАЙМЫРСКОГО ГОЛЬЦА <i>SALVELINUS TAIMYRICUS</i> MICHIN, 1949 («ПУЧЕГЛАЗКА») ОЗ. СОБАЧЬЕ (ПЛАТО ПУТОРАНА). К. В. Поляева	119
ФОРМИРОВАНИЕ ЗООБЕНТОСА В ПОЙМЕ СРЕДНЕЙ ОБИ И ЕЕ ПРИТОКОВ В ПЕРИОД ПОЛОВОДЬЯ. В. К. Попков	122
БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОБЛЫ В КАЗАХСТАНСКОМ СЕКТОРЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ. Н. Н. Попов, А. К. Камелов, Н. Н. Костюрин	126
СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ РОТАНА <i>PERCCOTTUS GLENNI</i> DYBOWSKI, 1877 НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ. С. Н. Решетникова, Е. А. Интересова	128
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ОЗЕРА КАМЫШОВОЕ КОШ-АГАЧСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ. Г. А. Романенко, И. Ю. Теряева, Д. Г. Елизарьев	130
ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СИГА-ПЫЖЬЯНА В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ХАНТАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. В. И. Романов	134
ПЕРСПЕКТИВЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВО-МАРИИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. С. П. Силивров, А. Г. Минеев, Т. В. Еремкина	138
ИНДЕКС МДГ/ЛДГ И СОДЕРЖАНИЕ АТФ В ТКАНЯХ МОЗГА И ЖАБР СКОРПЕНЫ <i>SCORPAENA PORCUS</i> LINNAEUS, 1758 В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИИ. А. А. Солдатов, И. В. Головина, Е. Э. Колесникова, И. В. Сысоева, А. А. Сысоев, Т. А. Кухарева, Е. С. Кладченко	141
НОЧНОЙ МИГРАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС АМФИПОД В ПРИБРЕЖНОЙ ПЕЛАГИАЛИ БАЙКАЛА И ЕГО СВЯЗЬ С СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИЕЙ НА ОЗЕРЕ. В. В. Тахтеев, Д. А. Батранин, И. О. Еропова, Е. Б. Говорухина	144
БИОМАССА ЗООБЕНТОСА В ДЖАРЫЛГАЧСКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ. А. С. Терентьев	148
ЖЕЛТЕЛЫЙ МАКРОПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ КРЫМА: ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПЛАНКТОННОЕ СООБЩЕСТВО. Г. А. Финенко, Н. А. Дацык, Б. Е. Аннинский	151
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА ПРИТОКОВ И НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ИРТЫШ. Н. Н. Барсукова, О. П. Баженова	155
СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ МЕДИЦИНСКОЙ ПИЯВКИ (<i>HIRUDO VERBANA</i> CARENA, 1825) ИЗ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ. Л. В. Черная, Л. А. Ковальчук, Н. В. Микшевич	158
РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТЕРЛЯДИ <i>ACIPENSER RUTENUS</i> L. РЕКИ ИРТЫШ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ в 2018 г. Л. А. Шиповалов, В. Ф. Зайцев, А. А. Ростовцев	161
СОВРЕМЕННОЕ ОСОЛОНЕНИЕ АЗОВСКОГО МОРЯ И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПИЩЕЙ АЗОВСКОЙ ХАМСЫ <i>ENGRAULIS ENCRASICOLUS MAEOTICUS</i> (ENGRAULIDAE) В 2006–2018 гг. Т. В. Юнева, В. Н. Никольский	164
ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ РЕЧНОЙ ЖИВОРОДКИ <i>VIVIPARUS VIVIPARUS</i> L. В НОВОСИБИРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ. Л. В. Яныгина, Д. Д. Волгина	167

К ИЗУЧЕНИЮ ИХТИОФАУНЫ ОЗЕРА ДЖУЛУКУЛЬ. Н. А. Колесов, Т. А. Акимова, С. В. Абрамов	169
ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО МОРФОБИОЛОГИИ ЯПОНСКОЙ ТРЁХИГЛОЙ КОЛЮШКИ <i>GASTEROSTEUS NIPPONICUS HIGUCHI</i> , SAKAI ET GOTO, 2014 (PISCES: GASTEROSTEIDAE) ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ О. САХАЛИН. Д. Ю. Петухова, Ю. В. Дылдин, И. Б. Бабкина, В. И. Романов	172
ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРЕПА КАРПОВ С ФЕНОДЕВИАЦИЕЙ «МОПСОВИДНОСТЬ». Р. Х. Инцибаев, И. В. Морузи, Д. В. Дорошенко, Т. А. Литош	175
II. ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЕ	182
ЗНАЧЕНИЕ АМФИПОД В ПИТАНИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ БОГУЧАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. Д. А. Батрагин, И. О. Еропова	182
ОПРЕСНЯЮЩИЙ ФАКТОР И ЗАПАСЫ ЦИСТ АРТЕМИИ В МНОГОВОДНЫЙ ПЕРИОД В ОЗЕРЕ КУЛУНДИНСКОЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ. Л. В. Веснина, Г. В. Лукерина, Д. А. Сурков, А. В. Савоськин, О. Я. Горбачевская Г. Д. Толкушкина	185
ПРОДУКТИВНОСТЬ ГАММАРИДНЫХ ОЗЕР НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ. Л. С. Визер, Т. А. Литош, Т. А. Кабиев	190
ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЕКИ ВЕРХНИЙ СУЗУН А. М. Визер, М. А. Дорогин, Л. С. Визер	193
ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛОЙ РЕКИ КАЙЗАС ПО ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ. Л. С. Визер, Ю. В. Цыганкова, Л. А. Шиповалов	196
СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ КЛЯЗЬМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА КАНАЛА ИМЕНИ МОСКВЫ. Н. А. Головина, А. Н. Можая	198
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ СУДАКА (<i>SANDER LUCIOPERCA</i>) В ОЗЕРАХ АЛАКОЛЬСКОЙ СИСТЕМЫ. Е. К. Данько	202
РОЛЬ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ САПРОПЕЛЕВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ МАЛЫХ ОЗЕР БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ. Е. Ю. Зарубина, В. Д. Страховенко	205
СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВЕРХОВЬЕВ ОБИ В МНОГОВОДНЫЙ ПЕРИОД. Н. В. Зеленцов, А. Ю. Лукерин, А. Н. Трофимов, И. Ю. Теряева	208
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА НА ПРИМЕРЕ КУТУЛУКСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА. Е. А. Зотова, В. В. Кияшко, Е. В. Левинков, Е. Э. Сониная, С. Н. Макаров, Л. В. Гусева, А. С. Пудовкина	211
ПРОМЫСЛОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ОБИ (В ПРЕДЕЛАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ). Е. А. Интересова	215
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ ЗАПАСОВ САЗАНА <i>CYPRINUS CARPIO</i> В ОЗЕРЕ ЧАНЫ. Т. А. Кабиев, С. Е. Байльдинов, И. В. Поздняк, А. А. Ростовцев, Д. Л. Сукнев	218
ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОПОЛНЯЕМОСТИ ПОСЕЛЕНИЙ МИДИИ <i>MYTILUS GALOPROVINCIALIS</i> У ОТКРЫТЫХ БЕРЕГОВ КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ). И. И. Казанкова	221
ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЫБОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ В ОТНОШЕНИИ МОЛОДИ РАЗНОГО ВОЗРАСТА НА ВОДОЗАБОРАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО И СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА. О. И. Кириченко, В. В. Фелелов, Ж. К. Куржыкаев	222
ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ. О. С. Любина, М. А. Гвоздарева	225
МЕРОПРИЯТИЯ ПО КОМПЕНСАЦИИ УЩЕРБА ВОДНЫМ БИОРЕСУРСАМ ОТ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРИМЕРЕ СТЕРЛЯДИ <i>ASIPENSERRUTHENUS</i> , ВЫПУСКАЕМОЙ В КАМСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ. О. И. Михеева, П. Б. Михеев, А. Г. Мельникова, С. Н. Казаринов, Н. Г. Петренко, О. Н. Ельченкова	229
ГЛУБОКОВОДНЫЙ ПРОМЫСЕЛ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ. А. М. Орлов	232
СОСТОЯНИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА НА КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНКЕТИРОВАНИЯ РЫБОЛОВОВ-ЛЮБИТЕЛЕЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД. 2018–2019 ГГ. Ю. А. Северов, Л. Н. Барышева, А. В. Гранин, Р. Р. Нуретдинов, Т. А. Тележникова, И. Р. Шакиров	235

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ ЗАПАСОВ ЩУКИ <i>ESOX LUCIUS</i> В ОЗЕРЕ ЧАНЫ И ОЗЕРЕ САРТЛАН Д. Л. Сукнев, Т. А. Кабиев, И. В. Поздняк, А. А. Ростовцев	238
ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ОКУНЯ (<i>PERCA FLUVIATILIS</i> L., 1758) БЕЛОГО ОЗЕРА (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ). Н. Ю. Тропин	241
ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА АРТЕМИИ В СОЛЕНОМ ВОДОЕМЕ. А. В. Убаськин, К. И. Ахметов, А. И. Луньков, Н. Т. Ержанов, Т. Ж. Абылхасанов	244
СОСТОЯНИЕ НЕРЕСТОВОГО СТАДА ОКУНЯ <i>PERCA FLUVIATILIS</i> L. В ОЗ. ИК ОМСКОЙ ОБЛАСТИ. А. В. Цапенков, В. Ф. Зайцев, Н. В. Рассказов	248
МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ПРИГОДНОСТИ ГЛУБОКОВОДНОГО МЕСТА ВОДНОГО ОБЪЕКТА К ЗИМОВКЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ПОЛУЧЕНИЯ СТАТУСА РЫБОЗИМОВАЛЬНОЙ ЯМЫ. С. П. Чехомов, В. В. Барабанов	250
ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЫБОЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА НА ВСАСЫВАЮЩЕМ ОГОЛОВКЕ ВОДОЗАБОРА (РУСЛО ВЕРХНЕЙ ОБИ). Е. Н. Ядренкина	252
III. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД В ВОДОЕМАХ	259
БИОТЕСТИРОВАНИЕ КЛАСТОГЕННЫХ ЭФФЕКТОВ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ АРМЕНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛЬНОГО ТЕСТ-ОБЪЕКТА Р. Э. Авалян, Э. А. Агаджанян, А. Л. Атоянц, Р. М. Арутюнян	259
СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ В ВОДОТОКАХ В ГРАНИЦАХ ТЕРРИТОРИЙ НЕФТЕДОБЫЧИ В ХМАО – ЮГРЕ. М. М. Арсланова, Е. А. Шорникова	260
МОНИТОРИНГ ХЛОРИРОВАННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ. А. Ю. Жилин, Н. Ф. Плотицына, А. М. Лаптева	264
САПРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОД ПО ФИТОПЛАНКТОНУ КРУПНЫХ ОЗЕР ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ В 2016–2018 гг. Н. Н. Макаре́нкова	268
ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА В ВОДАХ ГОРЛА И ВОРОНКИ БЕЛОГО МОРЯ. О. Н. Мохова, Р. А. Мельник	271
ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ОЗЁРНЫХ ВОД РЕГИОНОВ СИБИРСКОЙ СУБАРКТИКИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 40 ЛЕТ (1979-2019 гг.). Н. В. Савченко	274
IV. ИНВАЗИОННЫЕ И ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ РЫБ И ИХ ПРОФИЛАКТИКА	279
ПАРАЗИТОФАУНА СИГОВЫХ РЫБ В ОЗЁРАХ БАСЕЙНА Р. ЩУЧЬЕЙ (ЯНАО) А. Л. Гаврилов, О. А. Госькова	279
КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПАРАЗИТОФАУНЫ <i>GADUS MORHUA MARIS-ALBI</i> . Н. Д. Ишимникова	282
МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ РЫБ ПРИ ЭКТО- И ЭНДОПАРАЗИТОЗАХ. И. Н. Е. Н. Кашинская, Е. П. Симонов, М. М. Соловьев	284
КОРРЕЛЯЦИЯ УРОВНЯ ГЕМАТОКРИТА И СТЕПЕНИ ИНВАЗИИ ПАРАЗИТАМИ КАРПОВЫХ РЫБ ИЗ ТЕХНОГЕННОЙ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДООЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД СЕВЕРСКОГО ТРУБНОГО ЗАВОДА. П. В. Кочубей., А. А. Чураков, А. В. Лугаськов	286
СРАВНЕНИЕ И ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАРАЖЁННОСТИ КАРАСЯ <i>CARASSIUS AURATUS</i> (L.) ИЗ ОЗ. ИК И САЛТАИМ-ТЕННИС ОМСКОЙ ОБЛАСТИ. А. В. Морозко, А. В. Цапенков, В. Ф. Зайцев	289
ПАРАЗИТОФАУНА КОРЮШКИ <i>OSMERUS EPERLANUS</i> ВОЛХОВСКОЙ ГУБЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА. А. А. Печенкина, М. В. Мосягина	292
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ И PH ОПТИМУМОВ КЛЮЧЕВЫХ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ, А ТАКЖЕ ЭНТЕРАЛЬНОЙ МИКРОБИОТЫ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА СИМПАТРИЧЕСКОЙ ПАРЫ СИГОВ ОЗЕРА ТЕЛЕЦКОЕ. М. М. Соловьев, Е. Н. Кашинская, Н. А. Бочкарев, Н. С. Пустовалова, Е. П. Симонов, Э. Жизберт	294
ПАРАЗИТОФАУНА РЫБ РЕКИ МЕША. Н. В. Шакурова, О. К. Анохина, Р. Р. Нуретдинов, В. О. Большакова	295

V. ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО И ВОПРОСЫ ИСКУССТВЕННОГО РЫБОРАЗВЕДЕНИЯ	298
РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ШЕСТИЛЕТОК ПИЛЕНГАСА <i>LIZA NAEMATOSCHEILUS</i> В САДКАХ. Н. А. Абросимова, Е. Б. Абросимова, Т. В. Арутюнян	294
МОРСКАЯ АКВАКУЛЬТУРА КРЫМА В РЕТРОСПЕКТИВЕ (2012–2019 ГГ.) И ПЕРСПЕКТИВЕ (2020–2025 ГГ.). О. Ю. Вялова	300
ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА ЛИЧИНОК АЛТАЙСКОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА (<i>CYPRINUS CARPIO</i> L.) В УСЛОВИЯХ ЗАВОДСКОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕПАРАТА «ВЕТОМ 3». Д. В. Дорошенко, И. В. Морузи, Г. А. Ноздрин, Р. Х. Инцибаев, Т. А. Литош, С. В. Севастеев	304
ИССЛЕДОВАНИЕ НАЛИЧИЯ ЛЕТАЛЬНЫХ ГЕНОВ ПРИ СЕЛЕКЦИИ ТЕПЛОВОДНОГО КАРПА. Л. И. Законнова, И. В. Никишкин	309
ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА СИБМОС ПРО НА РОСТ СЕГОЛЕТКОВ АЛТАЙСКОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА В УСЛОВИЯХ ПРУДОВОГО ХОЗЯЙСТВА. Т. А. Литош, Е. В. Пищенко, И. В. Морузи	313
РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ ОЗЕР НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ. И. В. Морузи, Е. В. Пищенко, П. В. Белоусов, Д. В. Кропачев, С. В. Севастеев, Е. А. Архангельская, Ю. В. Цыганкова	317
ВЛИЯНИЕ ЗАМЕНЫ РЫБНОЙ МУКИ НА ВЫСОКОБЕЛКОВЫЕ СОЕВЫЕ ПРОДУКТЫ И ГАПРИН В КОРМАХ ДЛЯ СЕГОЛЕТКОВ СИГОВЫХ РЫБ. И. Н. Остроумова, В. В. Костюничев, А. А. Лютиков, А. К. Шумилина, Т. А. Филатова	322
ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБ ПРИБРЕЖЬЯ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КРЫМА В РАЗЛИЧНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ПЕРИОДЫ. Ю. А. Силкин, В. Е. Василец, Е. Н. Силкина, В. Н. Черняева, Т. Н. Петрова	325
К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕОБХОДИМЫХ УСЛОВИЙ ЗИМОВКИ (ЗИМНЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ) РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (<i>PARASALMO MYKISS IRIDEUS</i>) В ПРУДАХ ВТОРОЙ РЫБОВОДНОЙ ЗОНЫ. Р. Г. Таиров, Ф. М. Шакирова, А. Э. Калайда	327
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБНЫХ КОНСОРЦИУМОВ – ОСНОВЫ БАКТЕРИАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ДЛЯ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ. Г. П. Воронова, О. М. Таврыкина, З. М. Алещенкова, Г. В. Сафронова, О. Н. Марцунь, С. И. Ракач	331
ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАВОБЕРЕЖНЫХ ПРИТОКОВ РЕКИ ОБИ В СУРГУТСКОМ РАЙОНЕ ХМАО – ЮГРЫ. К. А. Петрашук, Е. А. Шорникова.	335



100-ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ РОССИЙСКОГО ГИДРОБИОЛОГА, ИХТИОЛОГА, ПРОФЕССОРА, ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК А. Н. ГУНДРИЗЕРА

Алексей Николаевич Гундризер после окончания в г. Канске школьного обучения поступил в 1938 г. на биологический факультет Томского государственного университета и в 1942 г. окончил его с присвоением квалификации ихтиолога-зоолога. После трех лет армейской службы его демобилизовали в звании мл. сержанта и все последующие годы (более 60 лет) он с огромным трудолюбием и плодотворно занимался научной и преподавательской деятельностью в области ихтиологии в ТГУ. С 1945 по 1968 гг. преподавал различные дисциплины на кафедре ихтиологии и гидробиологии биолого-почвенного факультета Томского государственного университета. С образованием при ТГУ в 1968 НИИ биологии и биофизики он в течение 20 лет занимал различные должности в администрации, включая руководство этим институтом. Одновременно он до 1990 г. возглавлял лаб. гидробиологии и рыбоводства института, а затем успешно работал в ней в должности ведущего научного сотрудника.

На кафедре ихтиологии и гидробиологии биолого-почвенного факультета ТГУ А. Н. Гундризер преподавал курсы истории эволюционных учений, экологии, ихтиопатологии, биологических основ рыбоводства, паразитов и болезней рыб и др. Руководил работой дипломников и аспирантов, занимался комплексным изучением биологической продуктивности водоемов Сибири, выявлением закономерностей морфологической изменчивости рыб, динамики их плодovitости, разработкой вопросов теории и практики акклиматизации рыб, научных основ рыбоводства, изучением рыбных запасов водоемов Сибири и разработкой биологических основ рационального ведения рыбного хозяйства, а также правил рыболовства. Итогом его многочисленных поездок в водоемы Обского бассейна стала диссертация «Язь Западной Сибири», после защиты которой он получил ученую степень кандидата биологических наук.

В последующие годы он продолжил изучение рыб Сибири, участвуя в проведении комплексных исследований природы и рыбного хозяйства Оби, в связи с проектированием Салехардской и Новосибирской ГЭС, в зоне затопления оз. Зайсан. Вместе с Б. Г. Иоганzenом, Г. М. Кривошековым и П. Г. Сушкевичем в начале 60-х годов прошлого столетия занимался решением проблемы охраны рыбных запасов, изучением биологии рыб и рыбного промысла Новосибирского водохранилища. Были также исследованы реки Чулым, Каргат, Барабинские озера, в составе комплексной экспедиции – оз. Чаны. Им и Б. Г. Иоганzenом были разработаны меры по ограничению вылова полупроходных рыб на р. Оби, принятые Минрыбхозом СССР в 1972 г. и способствующие упорядочению и ведению эффективного рыбного промысла.

В середине 50-х годов прошлого столетия А. Н. Гундризер приступил к исследованиям рыб Тувинской АССР. В процессе этих исследований была дана характеристика 30 видов и подвидов рыб, включая 4 вида акклиматизантов. Изучены и описаны новые для науки формы верхнененисейского тугуна, саянского и нойонхольского сига, зубастого сибирского и саян-

ского озерного хариусов, большеголового пескаря, убсунурского и кобдинского гольцов. Описаны 143 вида паразитов рыб, часть которых оказались новыми для науки либо не известными для Сибири. Освещены зоогеография и генезис ихтиофауны. Был изучен новый в ихтиологическом отношении регион, перспективный в рыбохозяйственном отношении, разработаны биологические основы организации рационального рыбного промысла и акклиматизации рыб. В 1975 г. он успешно защитил докторскую диссертацию «Рыбы Тувинской АССР».

Под его руководством сотрудники лаб. гидробиологии и рыбоводства на основе многолетних исследований в разнотипных водоемах пойменно-речной системы Средней Оби позволили выявить количественные зависимости динамики гидробиологических процессов от комплекса абиотических факторов. С помощью методов многомерного статистического анализа были разработаны модели, отражающие эти зависимости. Исследованы пищевые взаимоотношения рыб, структура основных сообществ и особенности распределения гидробионтов по типам водоемов, биотопам, а также в сезонном и межгодовом аспектах. Выявлена цикличность в динамике отдельных видов озерно-речных рыб, сообществ зоопланктона и зообентоса. Основные результаты этих исследований опубликованы в монографии «Биологические ресурсы поймы средней Оби: Динамика и прогноз» (1996 г.).

В своей деятельности А. Н. Гундризер не ограничивался теоретическими исследованиями в области ихтиологии. Он активно участвовал в становлении и развитии рыбной промышленности отдельных регионов Сибири. По разработанному им плану акклиматизации рыб в 60–70-х годах прошлого столетия не менее чем в 15 озер Тувы и Горного Алтая (в основном, в безрыбные) была вселена пелядь, в шучье-язывое оз. Чагытай – пеляль и лещ, в османье озеро на границе с Монголией – щука. Практически во всех этих озерах вселение рыб завершилось их натурализацией. Акклиматизанты стали важными объектами рыбного промысла. В самом крупном из них (оз. Чагытай) на протяжении десятилетий осуществлялся сбор икры пеляди для дальнейшей инкубации на рыбопроизводных заводах Красноярского края.

В начале 90-х годов были проведены исследования по экологическому состоянию р. Томь. В 1994 г. по составленному А. Н. Гундризером обоснованию был организован первый в бассейне Оби региональный осетрово-нельмовый заказник на одном из крупных притоков Оби – р. Чулым.

А. Н. Гундризер – автор более чем 270 научных работ, в т.ч. 8 монографий и 5 учебных пособий по различным направлениям ихтиологии, гидробиологии и рыбного хозяйства. Под его руководством студентами каф. ихтиологии и гидробиологии БПФ ТГУ выполнено несколько десятков курсовых и дипломных работ. Среди его учеников 6 кандидатов биологических наук.

В течение нескольких десятилетий он являлся предс. Западно-Сибирского отд. Ихтиологической комиссии МРХ, членом Бюро научного совета этой комиссии по осетровым рыбам, предс. Томского отделения ВГБО.

За свои заслуги А. Н. Гундризер был награжден многочисленными Почетными грамотами, несколькими юбилейными медалями как ветеран Великой Отечественной Войны, медалью «Ветеран труда», нагрудным знаком «Почетный работник Высшего профессионального образования». Ему присуждено почетное звание «Заслуженный работник рыбного хозяйства».

*В. К. Попков
НИИ биологии и биофизики
Томского государственного университета
г. Томск, e-mail: hydra@mail.tsu.ru*



I. БИОРАЗНООБРАЗИЕ, СТРУКТУРА И ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 593.8:574.7:583 (262.5)

СЦИФОМЕДУЗА *AURELIA AURITA* (LINNAEUS, 1758) В ЧЕРНОМ МОРЕ: ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ЭЛИМИНАЦИЮ БИОМАССЫ.

Б. Е. Аннинский, Г. А. Финенко, Н. А. Дацук

ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН», Севастополь, Россия, anninsky_b@mail.ru

Аннотация. Представлены данные по сезонной элиминации биомассы сцифомедузы *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758) в Черном море. Средняя скорость деструкции биомассы в феврале–ноябре 2000–2014 гг. составляла 1 % /сут. и находилась под влиянием погодных и гидрологических явлений. Интенсивная деструкция особей способствовала увеличению биомассы хетогнаты *Parasagitta setosa* J. Müller, 1847 в эпипелагиали моря.

Ключевые слова: *Aurelia aurita*, элиминация биомассы, Черное море

SCYPHOZOAN JELLYFISH *AURELIA AURITA* (LINNAEUS, 1758) IN THE BLACK SEA: EXTERNAL IMPACT ON ELIMINATION OF THE BIOMASS

B. E. Anninsky, G. A. Finenko, N. A. Datsyk

Summary. Data on seasonal elimination of the biomass of the scyphozoan jellyfish *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758) in the Black Sea are presented. In February–November 2000–2014, the mean rate of the biomass decomposition amounted 1 % / day and was dependent on the weather and related hydrological factors. Intensive destruction of medusae contributed to an increase in the biomass of the chaetognaths *Parasagitta setosa* J. Müller, 1847 in epipelagic zone of the sea.

Keywords: *Aurelia aurita*, biomass decomposition, Black Sea.

Сцифомедуза *Aurelia aurita* (Linnaeus, 1758) – массовый аборигенный вид хищного желетелого макропланктона Черного моря. Вследствие снизившейся конкуренции с гребневиком *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz, 1860) и под влиянием комплекса антропогенных и климатических факторов, биомасса медузы в море постепенно повышается. Так, в глубоководных районах она находилась на уровне 130–135 г/м² – в октябре–ноябре 2010 г., 260 г/м² – в октябре 2016 г., и 630 г/м² – в октябре–ноябре 2017 г., что по аккумулятивному $C_{орг.}$ (~ 0,5 г/м²) в 1,5 раза выше биомассы *M. leidyi* в 1990–1998 гг. А с учетом того, что в феврале–марте биомасса медузы в 3–4 раза больше осенней, весной 2016 г она могла достигать ~2 г $C_{орг.}$ /м². Приблизительно такое количество органического вещества может ежегодно элиминироваться при обновлении популяции, и через растворенные соединения (РОВ), а также нано- и микропланктон, отчасти заново распределяться по трофическим цепям. Функционально угасающие, гибнущие экземпляры *A. aurita* нередко образуют аномальные скопления в зоне прибрежного шельфа в первую половину года.

В настоящей работе мы попытались выяснить – контролируется – ли процесс элиминации биомассы *A. aurita* внешними факторами, и какой отклик это явление находит в сообществе мезозoopланктона.

Материалом для соответствующего анализа послужили данные многолетнего мониторинга, проводимого в 2000–2014 гг. в зоне внешнего шельфа Крыма у Севастопольской бухты, где на 3-х станциях, находящихся на расстоянии ~2-х миль от берега (глубина 50–70 м) ежемесячно отбирали количественные пробы мезо- и макропланктона. Желетелый макропланктон отлавливали сетью БР (входной диаметр 80 см, газ 300 мкм), вертикальными ловами от дна до поверхности моря. Диаметр зонтика свежельвованных медуз определяли с точностью до 1 мм, а массу тела находили расчетным способом – по ранее установленным зависимостям [1]. Сведения по температуре воды у поверхности моря были взяты из базы данных <http://disc.sci.gsfc.nasa.gov>, а стоку Дуная в 1999–2008 гг. – из отчета по проекту №9 ЮНЕСКО [3]. Скорость элиминации биомассы медузы рассчитывали, принимая экспоненциальный характер ее снижения в период с февраля по ноябрь.

Исследования показали, что хотя эфирь медузы могут появляться в планктоне круглый год, их массовое отделение от полипов (сцифистом) ежегодно наблюдается в феврале-марте (Рис. 1). В это же время зонтик взрослых нерестящихся особей прежнего весеннего поколения достигает максимума. Отнерестившись, эти особи на протяжении 3-х – 6-ти месяцев деградируют морфологически, разрушаясь, в конечном счете. Соответственно, в разные сезоны популяция может быть представлена особями 2-х, а в сентябре-октябре – 3-х поколений. Биомасса медузы изменяется параллельно сезонной динамике размеров особей ($r^2 = 0.27$; $p < 0.05$). Будучи максимальной в феврале-марте она снижается до минимума в сентябре-ноябре (доминирует отмирающее поколение), после чего резко усиливается обратный процесс (доминирует поколение этого года).

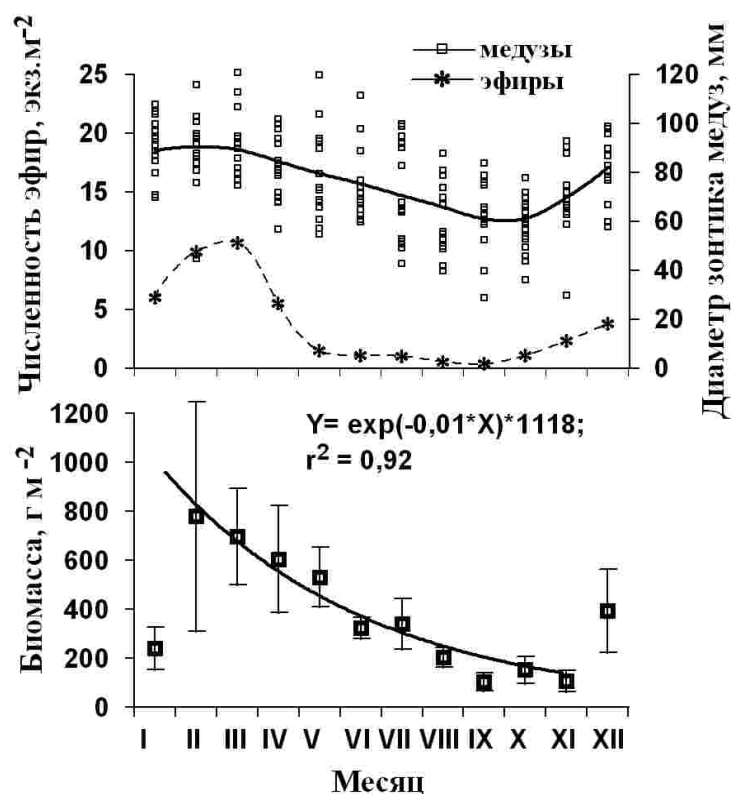


Рис. 1 Сезонная динамика численности эфир, диаметра зонтика и биомассы медузы *Aurelia aurita* в районе Севастопольской бухты Черного моря

Согласно многолетнему тренду ($r^2 = 0.92$; $p < 0.001$), ежесуточные потери биомассы в период с февраля по ноябрь в среднем близки к 1% ее величины. При диаметре зонтика медузы в июне – 75 мм (~21 г сырого вещества/ экз.) эти потери (~2,1 г обедненного сырого

вещества) эквивалентны элиминации $\sim 1,6$ мг органического вещества тела в сутки или ~ 40 Дж/сут. [1]. В то же время для компенсации обмена непитающихся особей такого размера при 15°C ($\sim 0,89$ мл O_2 /сут.) необходимо ~ 18 Дж/сут. [1]. Отсюда следует, что метаболическая деструкция коллагенового матрикса покрывает в среднем лишь около 50% элиминируемой биомассы. Потери биомассы вследствие механической утраты фрагментов тела (эпителия, щупальцев, гастральных нитей и др.), а также за счет выброса отмирающих особей в зону супралиторали в целом сопоставимы с метаболическими тратами.

При межгодовых колебаниях скорости элиминации в пределах 0,3–1,3% от массы тела мы не обнаружили какой-либо зависимости этого процесса от биомассы, численности и размеров особей в начальную фазу голодания. Это означает, что данный процесс преимущественно контролировался внешними факторами. С большей вероятностью скорость элиминации биомассы медузы зависела от температуры морской воды в период с марта по июнь ($r^2 = 0,19$), апреля по июнь ($r^2 = 0,22$) и, особенно, в июне ($r^2 = 0,30$), когда у поверхности моря она преодолевала верхнюю границу (20°C) толерантной зоны для этого вида (Рис. 2А). Более сильное повышение температуры в июле уже не имело ощутимого влияния на темпы элиминации *A. aurita*, возможно вследствие миграции жизнестойкого поколения в область термоклина, где в это время часто регистрируются скопления особей.

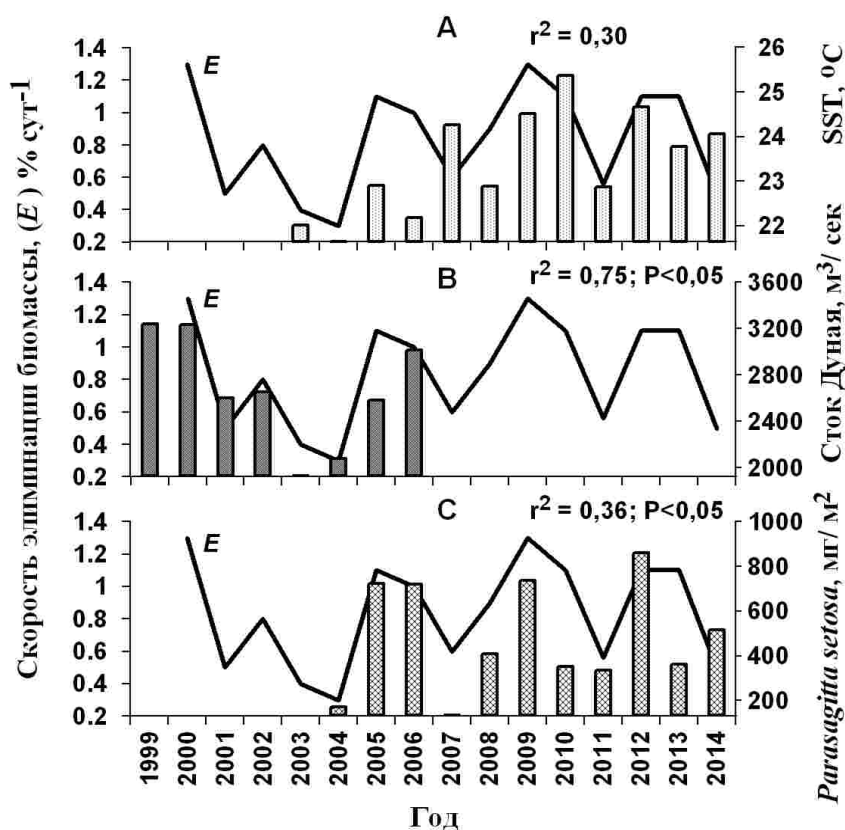


Рис. 2 Межгодовые колебания скорости элиминации биомассы медузы *Aurelia aurita* (E , %/сут.), температуры морской воды в июне (SST, $^{\circ}\text{C}$) (А), паводкового стока Дуная ($\text{м}^3/\text{сек.}$) в феврале-мае (В) и биомассы хетогнаты *Parasagitta setosa* ($\text{мг}/\text{м}^2$) (С) в Черном море

С характером температурного влияния на скорость элиминации биомассы медузы согласуется зависимость этого явления от паводкового стока Дуная и, видимо, других рек (Рис. 2В). Если сокращение речного стока всегда позитивно влияло на соматический рост, то усиление паводка в феврале-мае приводило к обратному процессу – более быстрой деструкции биомассы. Это не означает, что именно речной сток вкупе с температурой непосредственно контролируют

данные стороны популяционной динамики *A. aurita* в Черном море. Скорее всего, полученные зависимости – это лишь частные свидетельства того, что весеннее проникновение в бассейн Черного моря теплых и влажных воздушных масс с сопутствующими гидрологическими явлениями (усилением стока, циркуляции и др.) оказывает негативное влияние на популяцию медузы, тогда как проникновение холодного и сухого арктического воздуха – способствует ее росту.

Нами не обнаружено какого-либо влияния скорости элиминации биомассы медузы на структуру мезопланктонного сообщества в море. Единственное исключение – хетогната *Parasagitta setosa* J. Müller, 1847, которая встречалась чаще ($r^2 = 0,36$) в годы с интенсивной деструкцией популяции *A. aurita* (Рис. 2С). Очевидно, это связано с выделением РОВ и развитием на основе разлагаемой биомассы медузы гетеротрофного микропланктона, служащего пищей для *P. setosa* [2].

Работа выполнена в рамках темы госзадания № АААА-А18-118 021 490 093-4 и проекта РФФИ № 18-44-920 022.

Список литературы

1. Anninsky B.E. Organic composition and ecological energetics of jellyfish *Aurelia aurita* L. (Cnidaria, Scyphozoa) under the Black Sea conditions // Trophic relationships and Food Supply of Heterotrophic Animals in the Pelagic Ecosystem of the Black Sea / In G.E. Shulman et al. (Eds.) - Istanbul, Turkey: Black Sea Commission Publications, 2009. - P. 99–160).
2. Casanova J.-P. Chaetognaths feed primarily on dissolved and fine particulate organic matter, not on prey: implications for marine food webs / J.-P. Casanova, R.-M. Barthélémy, M. Duvert, E. Faure // Hypoth. in the Life Sci. – 2012. – V. 2 (1). – 20–29.
3. Pekárová P., Mikláněk P., Onderka M. et al. Flood Regime of Rivers in the Danube River Basin. (Project 9) // National report for the IHP UNESCO regional cooperation of Danube countries. Bratislava, 2008. – 51 p.

УДК 574.5

РЕКОНСТРУКТИВНОЕ ОПИСАНИЕ ПЛОДОВИТОСТИ БОКОПЛАВОВ (CRUSTACEA; AMPHIPODA), КАК СПОСОБ ВОЗВРАТА В НАУЧНЫЙ ОБОРОТ РЕЗУЛЬТАТОВ СОВЕТСКОГО ПЕРИОДА ИССЛЕДОВАНИЙ

А. А. Асочаков, В. И. Попова*

Зоологический музей ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет
им. Н. Ф. Катанова», г. Абакан, Российская Федерация,
*asochakov@mail.ru

Аннотация. Обсуждается вариант реконструктивного описания плодовитости бокоплавов, который ранее был предложен с целью возврата в научный оборот результатов биологических исследований, полученных представителями советской гидробиологической школы.

Ключевые слова: Crustacea, Amphipoda, плодовитость.

RECONSTRUCTIVE DESCRIPTION OF AMPHIPOD FECUNDITY (CRUSTACEA; AMPHIPODA), AS A WAY TO RETURN TO THE SCIENTIFIC RESEARCH OF THE RESULTS OF THE SOVIET RESEARCH PERIOD

A. A. Asochakov, V. I. Popova

Summary A variant of the reconstructive description of amphipod fecundity is discussed based on the results of studies by researchers of the Soviet hydrobiology school.

Keywords: Crustacea, Amphipoda, fecundity, reproductive effort.

Одним из основных популяционных параметров, что характеризует жизненные циклы бокоплавов, является плодовитость. Именно данный показатель, как один из важнейших, весьма часто оценивается карцинологами в ходе своих исследований [1, 2, 3 и др.]. Очевидным следствием этих усилий является множество обзорных работ, где предпринимаются попытки свести воедино итоги изучения плодовитости данной группы ракообразных, причём в основном плодовитости потенциальной. Вариант общего представления о темпах накопления фактических данных можно получить, рассмотрев динамику количества изученных видов на примере трёх сводок (см. рис.). В первой из них, подготовленной и опубликованной В. Нелсоном (W. Nelson) [1], были представлены значения, характеризующие плодовитость 65 видов (89 популяций) бокоплавов, накопленных к 1980 г. Спустя одиннадцать лет, Б. Санта-Мари (Sainte-Marie) была опубликована статья с подведением очередных итогов [2]. В его работе список видов В. Нелсона, включая повторы, был увеличен более чем в три раза и достиг уровня 214 видов (302 популяции). Чуть позже, в 1995 г., Р. Поулин и В. Хамилтон (R. Poulin, W. Hamilton) [3] опубликовали работу, где обсуждались параметры плодовитости уже 993 видов.

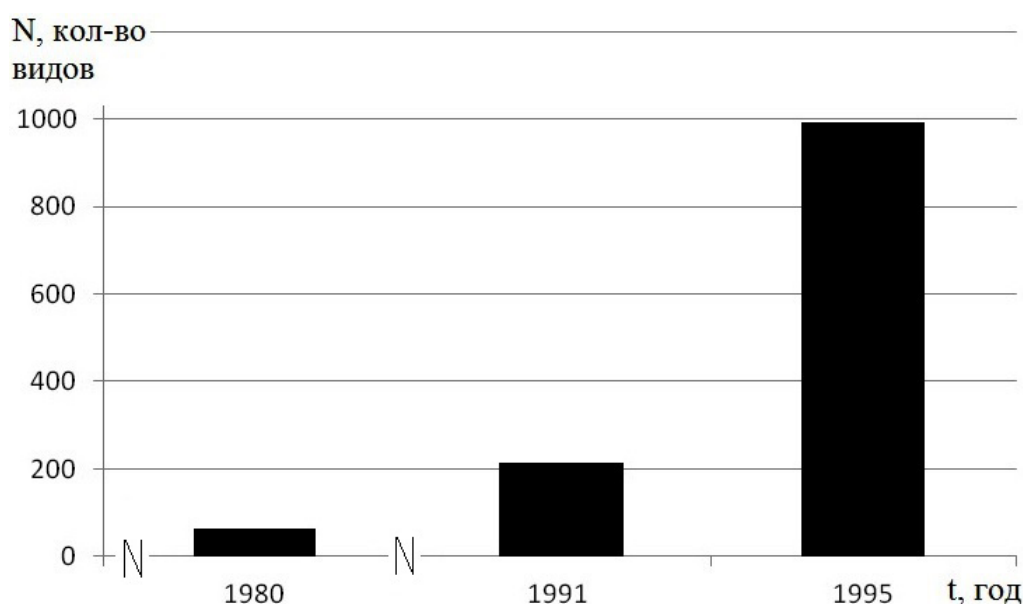


Рис. Динамика накопления результатов, характеризующих плодовитость бокоплавов (по литературным данным)

Следует отметить, что представленные в упомянутых обзорах списки видов могли оказаться ещё более представительными, если бы названные авторы учли результаты исследований, полученные представителями советской гидробиологической школы. Согласно нашим приближённым оценкам [4] было выяснено, что опубликованные к 1991 г. отечественными исследователями результаты, являлись вполне сопоставимыми с теми, что обнародовал Б. Санта-Мари [2]. Другими словами к 214 видам, включая данные о 19 изученных отечественными исследователями, Б. Санта-Мари [2] мог вполне добавить ещё более 200 таксонов «видового» ранга. Данные о плодовитости этого же количества видов должны были войти и в обзорную работу Р. Поулина и В. Хамилтона [3].

По нашему мнению основной причиной, объясняющей сложившуюся ситуацию, был и остаётся до настоящего времени очень низкий уровень доступности работ советских специалистов. Обоснования этому предположению были даны нами ранее [4]. Ещё одной весьма вероятной причиной, которая могла повлиять на практически полное «игнорирование» как зарубежными, так впрочем, и отечественными специалистами результатов, характеризующих плодовитость бокоплавов, является сама форма представления данных [см. там же]. Дело в том, что до начала 80-х

годов XX века практически все полученных в ходе исследований результаты, характеризующие плодовитость бокоплавов, публиковались в виде графиков зависимостей или данных, сведённых в таблицы. Мы полагаем, что именно такие способы представления параметров плодовитости привели к их несовместимости с теми, которые оформлялись согласно «международным стандартам». Однако, по нашему мнению даже такого вида итоги исследований, после некоторых корректных преобразований, могут вернуть в научный оборот практически забытых сегодня массивов данных. В этой связи становится актуальным предложенный ранее к обсуждению проект «Реконструктивного описания плодовитости бокоплавов (Crustacea, Amphipoda)» [5].

Ниже приводится минимальный или «необходимый» перечень показателей, с помощью которых вполне достаточно дать относительно полную характеристику плодовитости того или иного вида бокоплавов:

1. Крайние значения размерного диапазона яйценосных самок и общее количество изученных особей,
2. Значения лимитов или крайних значений, характеризующих количество яиц, вынашиваемых самками бокоплавов,
3. Уравнение регрессии, аппроксимирующее вид функциональной зависимости между размерами или относительным возрастом самок и количеством яиц в марсупиальной (= выводковой) камере.

Кроме этих данных также весьма желательна информация о датах начала и окончания периода размножения, о размерах яиц, о стадиях их эмбрионального развития в период поимки самок, а также о локальных гидрологических условиях обитания бокоплавов. Это данные о температуре воды, в период появления копулирующих пар и яйценосных самок с яйцами на первой стадии их эмбрионального развития.

Список литературы

1. Nelson W. G. Reproductive patterns in gammaridean amphipods // Sarsia. 1980. – Vol. 65. – P. 61–71.
2. Sainte-Marie B. A review of the reproductive bionomics of aquatic gammaridean amphipods: variation of life history traits with latitude, depth salinity and superfamily // Hydrobiologia, 1991. – Vol. 223. – P. 189–227.
3. Poulin R., Hamilton W. J. Ecological determinants of body size and clutch size in amphipods: a comparative approach // Functional ecology. 1995. – Vol. 9 (3). – P. 364–370.
4. Асочаков А. А. О возможных причинах отсутствия «советских» данных в сводках с параметрами плодовитости бокоплавов (Crustacea, Amphipoda). // Инновационная наука, 2016. – №8. – Ч. 3, – С. 20–22.
5. Асочаков А. А., Папинен А. Е. О проекте реконструктивного описания плодовитости бокоплавов (Crustacea; Amphipoda).. // Поступ. лат. 2018. № 12, <http://e-postulat.ru/index.php/Postulat/article/view/2232/2272>

УДК 597.5

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ РАЗНОКАЧЕСТВЕННОСТЬ МУКСУНА *COREGONUS MUKSUN* (PALLAS, 1814) В БАССЕЙНЕ ХАТАНГА

Ю. В. Будин^{1,2}, В. А. Заделёнов^{1,2}

¹Красноярский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (НИИЭРВ), ²Красноярский государственный аграрный университет, nii_erv@mail.ru, budin0510@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты морфологического анализа двух форм муксуна из бассейна р. Хатанги. Выявлено, что эти формы (речная малотычинковая и солоноватоводная многотычинковая) отличаются по ряду меристических и пластических признаков.

Ключевые слова: муксун, река Хатанга, морфология, различия, меристические признаки

MORPHOLOGICAL DIVERSITY OF MUKSUN COREGONUS MUKSUN (PALLAS, 1814) IN KHATANGA BASIN

Yu. B. Budin, V. A. Zadelenov

Summary. The results of morphological analysis of two forms of muktun from the Khatanga basin are presented. These forms have been found to differ in a number of meristic and plastic features (river small and salt-water multivariate).

Key words: muktun, Khatanga River, morphology, differences, meristic features

Река Хатанга длиной 227 км, образована слиянием двух рек – Хета (604 км) и Котуй (1409 км). В системе р. Хатанги различают речной участок, дельту, губу и залив.

Муксун *Coregonus muktun* (Pallas, 1814) – один из важнейших промысловых видов среди сиговых рыб в бассейне р. Хатанга.

Для водных объектов Таймырского полуострова (бассейны рек Енисей, Пясины, Таймыра) ряд исследователей приводят описание различных форм муксуна, называя их расами, формами, субпопуляциями и т. д. [8, 10]. Для бассейна р. Хатанги морфологическое описание этого вида проведено Ф. В. Лукьянчиковым [3, 4], который не разделял муксуна на какие-либо внутривидовые группировки.

Тем не менее, по нашим исследованиям четко прослеживаются 2 формы муксуна, различающиеся по срокам нерестовых миграций и некоторым морфологическим признакам.

Цель данной работы – попытка выяснить степень морфологической дифференциации 2-х форм муксуна бассейна р. Хатанга.

Материал и методика исследований

Материалом для подготовки публикации послужили полевые ихтиологические сборы, проведенные на р. Хатанга от истока до устья р. Новая (60 км от истока р. Хатанга) в период нерестовой миграции муксуна в 2013–2014 гг. Для описания морфологии проанализировано 42 экз. рыбы.

Отлов проводился при температуре воды от 1 до 12°C, использовались ставные жаберные сети длиной от 25 до 85 м, высотой 2, 3 и 6 м и ячейей 50–65 мм, глубина установки – от 5 до 25 метров, экспозиция – 24 часа. Всего было отловлено 17 самцов и 25 самок длиной по Смитту 392–563 мм.

Обработка материалов проводилась по общепринятым методикам [5, 9]. Достоверность различий определяли по t-критерию при $p \leq 0,001$.

Результаты и обсуждение

Морфологическая характеристика муксунов.

Солоноватоводная форма: Д III–IV 10–13, среднее 11,6; А III–IV 10–13, среднее 11,7; Р 13–16 (14,5); V 9–12 (10,1); жаберных тычинок на первой дуге 55–70 (60,4); чешуй в боковой линии 86–100 (94,2); позвонков 60–62 (61,1).

Рот нижний, рыло тупое и вытянутое. Череп спереди сужается, Большая верхняя челюсть заметно выдается над нижней. Рыло широкое, ширина рыльной площадке 1,5–2,0 раза больше ее высоты. Голова большая составляет 20,4–27,8% от длины тела по Смитту. Спина темно-серая, бока серебристо-белые, брюшко светлое, чешуя крупная, трудно спадающая.

Речная форма: Д III–IV 10–13 (11,4); А III–IV 10–12 (11,5); Р 13–15 (14,3); V 10–11 (10,1); жаберных тычинок на первой дуге 30–48 (42,9); чешуй в боковой линии 83–98 (90,0); позвонков 64–65 (64,4).

Исследование меристических признаков речной формы муксуна показало, что рыбы, идущие на нерест в период конец июля – третья декада августа (речная форма), имели меньшее число жаберных тычинок, чем у муксуна, совершающего нерестовую миграцию с первой декады сентября по первую декаду октября (солонатоводная форма). Пределы варьирования признака у этой формы муксуна составили от 30 до 48 тычинок. При сравнении двух форм можно отметить наличие хиатуса (табл. 1), поскольку самое наименьшее значение этого признака у солонатоводных муксунов составило 55. Различие значительно превысило уровень подвидового ранга ($CD=3,3$). По другим меристическим признакам существенных отличий не обнаружено, за исключением несколько большего числа чешуй ($p<0,001$) в боковой линии и числа позвонков.

Наиболее существенные различия среди пластических признаков обнаружены в пропорциях головы. Голова солонатоводного муксуна достоверно массивнее и относительно крупнее, чем у речного муксуна. Единственным признаком, который превысил уровень подвидового различия среди всех пластических – длина головы ($CD=4,12$). Вообще, более 39% пластических признаков (11 из 28 сравниваемого) отличались на самом высоком уровне значимости ($p<0,001$) по t- критерию Стьюдента.

Таким образом, речная форма отличается от солонатоводной формой небольшой верхней челюстью, укороченным и более высоким телом, наличием горба на спине позади головы, маленькой и более низкой головой, ширина рыльной площадке 1,0–1,5 раза больше ее высоты, меньшим числом чешуй в боковой линии, меньшим числом жаберных тычинок, более высокой рыльной площадкой, длинными грудными и брюшными плавниками. Спина темно-серая, бока и брюшко золотисто-желтоватые, чешуя крупная, трудно спадающая.

Таблица 1. Морфологические признаки двух форм муксуна бассейна Хатанги, август-сентябрь 2013–2014 гг.

Признак	Солонатоводный				Речной				td $p\leq 0,001$
	Lim	$M \pm m$	σ	N	Lim	$M \pm m$	σ	N	
<i>D н</i>	3–4	$3,75\pm 0,10$	0,10	20	3–4	$3,73\pm 0,10$	0,46	22	0,16
<i>D в</i>	10–13	$11,6\pm 0,18$	0,82	20	10–13	$11,4\pm 0,15$	0,73	22	0,98
<i>P</i>	13–16	$14,5\pm 0,15$	0,69	20	13–15	$14,3\pm 0,12$	0,57	22	0,93
<i>V</i>	9–12	$10,1\pm 0,12$	0,55	20	10–11	$10,1\pm 0,07$	0,35	22	0,25
<i>A н</i>	3–4	$3,25\pm 0,10$	0,44	20	3–4	$3,18\pm 0,08$	0,39	22	0,52
<i>A в</i>	10–13	$11,7\pm 0,16$	0,73	20	10–12	$11,5\pm 0,14$	0,67	22	0,92
<i>ll</i>	86–100	$94,2\pm 0,77$	3,42	20	83–98	$90,0\pm 0,81$	3,79	22	3,77
<i>Sp. br</i>	55–70	$60,4\pm 0,77$	3,45	90	30–48	$42,9\pm 1,07$	5,02	90	13,3
<i>vt</i>	60–62	$61,1\pm 0,20$	0,91	20	64–65	$64,4\pm 0,10$	0,49	22	14,2
в % длины по Смитту									
<i>H</i>	18,5–24,3	$21,6\pm 0,38$	1,72	20	18,4–26,5	$23,2\pm 0,40$	1,89	22	2,83
<i>h</i>	6,08–6,69	$6,37\pm 0,05$	0,20	20	5,94–7,45	$6,86\pm 0,08$	0,38	22	5,18
<i>aD</i>	40,4–44,1	$42,3\pm 0,23$	0,85	14	36–43,6	$41,7\pm 0,45$	1,81	16	1,20
<i>aV</i>	46,1–49,4	$47,9\pm 0,23$	0,86	14	39,8–48,6	$46,5\pm 0,48$	1,91	16	2,66
<i>aA</i>	69,2–74,3	$71,9\pm 0,33$	1,23	14	49,2–73,2	$69,6\pm 1,51$	6,03	16	1,50
<i>pD</i>	40,4–46,1	$43,7\pm 0,41$	1,52	14	39,2–47,0	$44,4\pm 0,49$	1,98	16	1,14
<i>pA</i>	11,5–14,8	$13,3\pm 0,20$	0,81	16	12,3–14,9	$13,4\pm 0,15$	0,68	20	0,56
<i>PV</i>	25,8–30,8	$27,9\pm 0,30$	1,32	20	23,1–30,8	$28,0\pm 0,33$	1,56	22	0,32
<i>VA</i>	24,0–49,4	$38,2\pm 2,51$	11,2	20	24,0–48,6	$38,0\pm 2,15$	10,1	22	0,07
<i>ID</i>	10,5–13,3	$12,0\pm 0,18$	0,79	20	10,1–13,2	$11,6\pm 0,18$	0,83	22	1,31

<i>hD</i>	12,7–16,4	14,2±0,18	0,79	20	12,7–16,7	14,7±0,22	1,02	22	1,85
<i>lA</i>	8,74–12,1	10,4±0,18	0,83	20	8,50–11,9	10,1±0,15	0,70	22	1,53
<i>hA</i>	9,26–11,7	10,4±0,16	0,73	20	10,2–13,1	11,2±0,14	0,68	22	3,58
<i>lP</i>	12,8–15,6	14,0±0,17	0,75	20	12,3–16,9	14,8±0,22	1,04	22	2,74
<i>lV</i>	12,5–15,2	13,4±0,15	0,68	20	10,6–15,7	14,4±0,26	1,22	22	3,26
<i>C</i>	20,4–27,8	22,0±0,36	1,59	20	17,5–22,2	20,3±0,21	1,00	22	4,12
<i>CC</i>	71,7–76,6	74,9±0,31	1,37	20	66,7–80,1	75,6±0,59	2,75	22	1,04
В % от длины головы									
<i>aO</i>	24,6–35,5	31,5±0,51	2,30	20	26–37,2	30,4±0,51	2,40	22	1,53
<i>O</i>	12,4–34,6	16,3±1,01	4,51	20	15,4–17,9	16,6±0,15	0,69	22	0,33
<i>pO</i>	46,1–58,5	55,3±0,59	2,66	20	48,3–68,5	56,3±0,77	3,63	22	1,03
<i>Lmx</i>	25,1–34,4	30,6±0,46	2,05	20	16,9–35,8	30,7±0,77	3,59	22	0,09
<i>Lmd</i>	31,5–47,5	43,1±0,90	4,04	20	36,3–43,6	39,2±0,42	1,98	22	3,91
<i>hmx</i>	7,80–13,6	10,2±0,27	1,22	20	9,80–13,5	11,4±0,19	0,91	22	3,48
<i>e</i>	16,0–23,5	20,6±0,41	1,83	20	16,2–23,0	20,2±0,41	1,90	22	0,59
<i>f</i>	7,60–11,4	8,95±0,22	1,00	20	9,50–13,3	10,9±0,23	1,07	22	6,18
<i>io</i>	18,7–36,1	25,0±0,69	3,06	20	23,6–28,8	26,2±0,28	1,30	22	1,63
<i>Ch₂</i>	46,9–68,9	60,5±1,09	4,88	20	49,9–71,3	64,5±0,98	4,57	22	2,72
<i>VA</i>	56,4–63,7	60,8±0,53	1,98	14	54,5–67,9	62,7±0,97	3,88	16	1,76

Примечание: Здесь и далее в таблицах. *Dn* и *Dv* – число неветвистых и ветвистых лучей в спинном плавнике; *P* – число ветвистых лучей в грудном плавнике; *V* – число ветвистых лучей в брюшном плавнике; *An* – число неветвистых лучей в анальном плавнике; *Av* – число ветвистых лучей в анальном плавнике; *lI* – число чешуй в боковой линии; *Sp.br.* – число тычинок на 1-ой жаберной дуге; *vt* – число позвонков без уростилия; *H* – наибольшая высота тела; *h* – наименьшая высота тела; *aD*, *aV*, *aA* – антедорсальное, антевентральное, антеанальное расстояния; *pD* – постдорсальное расстояние; *pA* – длина хвостового стебля; *PA*, *PV* – пектроанальное, пектровентральное расстояния; *VA* – вентроанальное расстояние; *ID* и *hD* – длина и высота спинного плавника; *lA* и *hA* – длина основания и высота анального плавника; *lP* и *lV* – длина грудного и брюшного плавника; *C* – длина головы; *CC* – длина туловища от конца головы до конца чешуйного покрова; *aO* – длина рыла; *O* – диаметр глаза; *pO* – заглазничный отдел; *Lmx* и *Lmd* – длина верхней и нижней челюсти; *hmx* – ширина верхней челюсти; *e* – ширина рыльной площадки; *f* – высота рыльной площадки; *io* – ширина лба; *Ch₂* – высота головы на уровне затылка; *VA* – вентроанальное расстояние; *Lim* – пределы изменчивости признака; $\bar{X} \pm m$ – среднее и ошибка средней; σ – стандартное отклонение; *N* – количество, экз.; *td* – коэффициент Стьюдента

Сравнивая выборки из бассейна Хатанги, с таковыми из других водных объектов Таймыра (табл. 2), наблюдается сходство с малотычиновым муксуном из оз. Лама (бассейн Пясины) [10].

Таким образом, наши материалы показывают наличие мало- и многотычинковых форм (субпопуляций, популяций, рас) муксуна в бассейне р. Хатанги. Необходимо отметить наличие хиатуса среди количества тычинок у мало- и многотычинковых форм.

Таблица 2. Пределы колебаний и среднее значение числа чешуй в боковой линии и жаберных тычинок у муксуна бассейнов рек Таймыра

Водоем, форма	II		Sp. br.		n	Источник
	Lim	M	Lim	M		
Р. Хатанга	78–104	90,0	39–72	55,0	187	[3, 4]
Р. Хатанга, речной	83–98	90,0	30–48	42,9	22/90	Наши данные

Р. Хатанга, солоноватоводный	86–100	94,2	55–70	60,4	22/90	Наши данные
Оз. Мелкое	83–100	91,7	45–78	64,4	47	[2]
Оз. Лама	86–99	92,0	41–73	59,5	?	[1]
Оз. Лама	84–96	89,2	37–49	43,0	15	[10]
Оз. Таймыр	79–98	87,1	69–70	63,5	58	[7]
Оз. Таймыр	82–94	87,6	(53) 59–75	63,9	56/55	[10]
Р. Верхняя Таймыра	82–94	88,8	59–68	62,3	17/7	[10]

Примечание: В колонке, характеризующей объем исследованного материала (n), первым стоит значение числа исследованных рыб по просчету чешуй в боковой линии.

Список литературы

1. Белых Ф. И. Озеро Лама и его рыбохозяйственное использование // Тр. НИИ полярн. земледелия, животноводства и промысл. хоз-ва. Сер.: Промысл, хоз-во. – 1940. – Вып. 11. – С. 73–100.
2. Логашев М. В. Озеро Мелкое и его рыбохозяйственное использование / Тр. НИИ полярн. земледелия, животноводства и промысл. хоз-ва. Сер.: Промысл, хоз-во. – 1940. – Вып. 11. – С. 7–71.
3. Лукьянчиков Ф. В. Морфолого-биологическая характеристика сиговых рыб р. Хатанги // Изв. Вост.-Сиб. отд. географ. об-ва СССР. Иркутск, 1962. – Т. 60. – С. 81–87.
4. Лукьянчиков Ф. В. Рыбы системы реки Хатанги // Тр. Красноярск. отд. ВНИОРХ. – 1967. – Т. 9. – С. 11–93.
5. Майр Э., Линсли Э., Юзингер Р. Методы и принципы зоологической систематики. М.: Иностран. лит., 1956. – 352 с.
6. Михин В. С. Рыбы и рыбный промысел реки Хатанги и Хатангского залива // Тр. НИИ полярн. земледелия, животноводства и промысл. хоз-ва. Сер.: Промысл. хоз-во, 1941. – Вып. 16. – С. 37–72.
7. Михин В. С. Рыбы озера Таймыр и Таймырской губы // Изв. ВНИОРХ. – 1955. – Т. 35. – С. 5–43.
8. Остроумов Н. А. Рыбы и рыбный промысел р. Пясины // Тр. Полярн. комис. АН СССР, 1937. – Вып. 30. – С. 7–114.
9. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
10. Романов В. И. К вопросу о популяционной структуре муксуна (*Coregonus muksun* (Pallas)) водоемов Таймыра // Вест. Томского гос. ун-та. – 1999. – № 7 (16). – С. 38–43

УДК 574.52:551.525 (571.56–17)

СООБЩЕСТВА ГИДРОБИОНТОВ ТУНДРОВЫХ БУГРИСТО-МОЧАЖИННЫХ МИКРОКОМПЛЕКСОВ ЯНО-ИНДИГИРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ (СЕВЕРНАЯ ЯКУТИЯ)

А. П. Бурнашева, Н. К. Потапова

ФИЦ «Якутский научный центр СО РАН», Институт биологических проблем криолитозоны
СО РАН, Якутск, Россия, e-mail: a_burnacheva@mail.ru

Аннотация. Впервые для низовий р. Индигирки приводятся характеристики сообществ гидробионтов бугристо-мочажинных микрокомплексов, которые сравнены

с таковыми озёр. Так, состав беспозвоночных, включающий виды из 10 семейств и 8 отрядов, распределен почти равномерно в двух типах водоемов – озёрах и мочажинах. Высока частота встречаемости Mollusca, Amphipoda и Trichoptera в мочажинах, тогда как в озёрах – Trichoptera. В обоих типах водоемов значение плотности для большинства групп гидробионтов сходны.

Ключевые слова: гидробионты, бугристо-мочажинные микрокомплексы, южная тундра, р. Индигирка, Якутия.

COMPOSITION OF HYDROBIONTS IN THE TUNDRA WATER BODIES OF THE HILLY-HOLLOW MICROCOMPLEX OF THE YANO-INDIGIRKA LOWLAND (NORTHERN YAKUTIA)

A. P. Burnasheva, N. K. Potapova

Summary. Characteristics of hydrobionts composition in the tundra water bodies of the hilly-hollow microcomplex, which are compared with those of lakes, for the river Indigirka they are given for the first time. The composition of invertebrates, including species from 10 families and 8 orders, is distributed almost evenly in two types of water bodies – lakes and hollow. The frequency of occurrence of Mollusca, Amphipoda, and Trichoptera in hollow is high, while in lakes it is Trichoptera. The density values for most groups of aquatic organisms in both types of water bodies are similar.

Key words: hydrobionts, hilly-hollow microcomplex, southern tundra, Indigirka River, Yakutia.

В Якутии известно свыше 700 тысяч озёр, большинство которых расположено на северо-востоке региона. В литературе имеются сведения о составе гидробионтов некоторых озёр низовий рек Лены и Индигирки [1, 2, 3, 4, 5]. Между тем, водные микрокомплексы, являющихся производными озёрных, в северных регионах республики в этом плане совсем не исследованы. В отличие от озёр в этих водоемах из-за небольшой глубины складывается благоприятный температурный режим и отсутствие рыб, что имеет большое значение для поддержания биоразнообразия гидробионтов водных экосистем в зоне тундры.

Цель работы – изучить состав и основные характеристики гидробионтов мелких тундровых водоемов в подзоне южных субарктических тундр Яно-Индигирской низменности.

Исследования проводились общепринятыми методами [6, 7] на территории ресурсного резервата «Кыталык»: 1) в междуречье рр. Бёрелёх – Гусиная (с 21 июня по 12 июля 2017 г.) и 2) в пойме р. Елонь (с 26 июня по 6 июля 2018 г.). Исследован 41 мелкий водоем бугристо-мочажинного комплекса в понижении редкокустарниковой влагилищнопушицевой или кустарничково-травяной зеленомошной тундры [5]. Мелкие водоемы объединены в 5 групп по их расположению: **a** – у оз. Дьюкарское (N70°56'27», E147°59'50»); **b** – у оз. Бакул (N70°56'49», E147°57'54»); **c** – у оз. Круглое (N70°57'10», 148°01'29»); **d** – у озера без названия (N70°49'51», E147°50'05»); **e** – у оз. Мишкина лайда (N70°49'13», E147°49'53»). Число учетов по годам составило: 2017 г. – 31, 2018 г. – 30, собрано 597 и 619 особей соответственно.

Для анализа данных применен показатель частоты встречаемости (ЧВ, pF) по Н. А. Ташлыковой [8]; систематическое положение таксонов дано по И. Х. Шаровой [9].

Состав гидробионтов исследуемой территории представлен беспозвоночными из 10 семейств, относящихся к 8 отрядам, 5 классам и 3 типам (табл. 1).

Таблица 1. Состав гидробионтов тундровых озёр и бугристо-мочажинных микрокомплексов в низовье р. Индигирки

Таксоны	Озера		Мочажины	
	2017	2018	2017	2018
Тип Кольчатые черви – Annelida	86	—	5	—
Тип Моллюски – Mollusca				
Класс Двустворчатые – Bivalvia	—	2	—	2
Класс Брюхоногие – Gastropoda				
Сем. Прудовики – Lymnaeidae	—	1	5	—
Сем. Физиды – Physidae	52	5	2	56
Сем. Катунки – Planorbidae	76	5	5	13
Тип Членистоногие – Arthropoda				
Класс Ракообразные – Crustacea				
Отряд Бокоплавы – Amphipoda	28	13	151	39
Отряд Листоногие – Phyllopoda	—	—	—	46
Класс Паукообразные – Arachnida				
Отряд Пауки – Araneae	1	2	—	—
Отряд Клещи – Acari	1	—	2	—
Класс Насекомые – Insecta				
Отряд Веснянки – Plecoptera				
сем. Perlodidae	—	2	—	—
сем. Nemouridae	24	—	—	—
Отряд Жесткокрылые – Coleoptera	3	2	6	16
Отряд Ручейники – Trichoptera	41	25	7	104
Отряд Двукрылые – Diptera	1	5	—	39
Сем. Хаобориды – Chaoboridae	—	—	—	12
Сем. Звонцы – Chironomidae	59	2	69	9
Сем. Комары – Culicidae	—	—	21	10
Сем. Болотницы – Limoniidae	4	—	1	—
Сем. Долгоножки – Tipulidae	7	1	1	—
	383	65	275	346

Как видно из таблицы, состав гидробионтов этих типов водоемов во многом идентичен друг другу. Так, распределение состава моллюсков сходно в обоих типах водоемов – единичны находки Bivalvia и Lymnaeidae, и широко представлены Physidae и Planorbidae. Почти равномерно распределены сообщества бокоплавов (Amphipoda), а находки паукообразных (Arachnida) единичны, как в озёрах, так и в мочажинах. Личинки веснянок (Plecoptera) обнаружены только в озёрах, амфибионтные насекомые из других отрядов представлены в обоих типах водоемов.

ЧВ (pF) сообществ гидробионтов в водоемах имеет следующие показатели (табл. 2). Так, ЧВ сообществ моллюсков в 2018 г. характеризовалась как второстепенная в озёрах и константная – в мочажинах. Этот показатель подвержен погодным колебаниям. В сем. Physidae в 2017 г. он регистрировался как второстепенный ($pF = 35\%$), а в 2018 как константный – 63% . В оба года наблюдений ЧВ Amphipoda наиболее высокой была в мочажинах, чем в озёрах. Для большинства отрядов насекомых ЧВ их сообществ характеризуются как второстепенная, за исключением Trichoptera и Diptera. Максимальное значение ЧВ ручейников (Trichoptera) зарегистрировано в 2018 г., как в озёрах, так и мочажинах. В отряде двукрылых максимальной ЧВ отличаются комары Culicidae ($pF = 60\%$), развитие которых проходит только в мочажинах, а также Chironomidae ($pF = 30\%$), которые встречаются в обоих типах водоемов.

Таблица 2. Частота встречаемости (pF) и средняя плотность (D), гидробионтов в озёрах и бугристо-мочажинных микрокомплексах в низовье р. Индигирки

Таксоны	Встречаемость, в %				Средняя плотность, экз./м ²			
	Озёра		Мочажины		Озёра		Мочажины	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018	2017	2018
Oligochaeta	2	-	16	3	7	-	7,9	2,1
Mollusca	29	45	39	73	57,9	6,3	8,6	35,1
Amphipoda	37	10	77	70	10	16,8	91,2	45,3
Arachnida	-	5	10	3	-	0,7	4,2	2,1
Plecoptera	37	10	7	33	8,9	1,4	0,6	-
Coleoptera	2	5	10	3	1,4	0,7	1,9	8,4
Trichoptera	29	80	13	87	11,6	14,7	1,9	64,4
Diptera	12	-	50	50	5,8	0,7	12,2	11,7

Плотность гидробионтов в мочажинных микрокомплексах, сгруппированных возле озёр: **a** – у оз. Дьюкарское; **b** – у оз. Бакул; **c** – у оз. Круглое; **d** – у озера без названия; **e** – у оз. Мишкина лайда распределялась следующим образом. Максимальная плотность гидробионтов отмечена в у оз. Круглое ($D_c=155,1$ экз./м²), озера без названия ($D_d=154,5$) и оз. Мишкина лайда ($D_e=152,2$). Низкие значения регистрировались возле озёр Бакул ($D_b=97,1$) и Дьюкарское ($D_a=73,3$). Среди таксономических групп гидробионтов высокой плотностью отличались Mollusca, Amphipoda и Trichoptera, причем у первых этот показатель регистрировали в озёрах, а у двух последующих – в мочажинах (табл. 2). У других таксономических групп эти показатели были значительно ниже и сходны в двух исследованных типах водоемов.

Таким образом, сравнение таксономического состава гидробионтов в озёрах и мочажинах показало их почти равномерное распределение в этих двух типах водоемов, за исключением личинок веснянок (Plecoptera), которые обнаружены только в озёрах. Высокие показатели ЧВ в озёрах характерны для Trichoptera, а в мочажинах – Mollusca, Amphipoda и Trichoptera. Среди таксономических групп гидробионтов высокой плотностью отличались Mollusca, Amphipoda и Trichoptera, причем у первых этот показатель регистрировали в озёрах, а у двух последующих – в мочажинах. Эти данные указывают на то, что **бугристо-мочажинные микрокомплексы имеют большое значение для поддержания разнообразия гидробионтов в зоне тундры.**

Исследования выполнены в рамках проекта НИР ИБПК СО РАН
рег. № АААА-А17-117 020 110 058-4.

Список литературы

1. Аржакова С.К., Жирков И.И., Кусатов К.И., Андросов И.М. Реки и озера Якутии: краткий справочник / С.К. Аржакова, И.И. Жирков, К.И. Кусатов, И.М. Андросов. – Якутск: Бичик, 2007. – 136 с.
2. Ларионова А.М. Личинки хирономид озёр Тит-Аринской группы и оз. Долган // Гидробиологический журнал. – 1968. – Т. 4, №3. – С. 59–63.
3. Ларионова А.М. Роль моллюсков в биомассе бентоса и питании рыб озёр тундры и Центральной Якутии // Вопросы малакологии Сибири /Материалы межвузовской научно-методической конференции по изучению пресноводных моллюсков Сибири. Томск: Изд-во Томского университета. – 1969. – С. 127–128.
4. Гуков А.Ю. Гидробиология устьевой области реки Лена. – М.: Научный мир, 2001. – 288 с.
5. Бурнашева А.П., Потапова Н.К. Сообщества макрозообентоса тундровых водоемов в низовьях р. Индигирка (Северная Якутия) DOI: <https://doi.org/10.14258/abs.v5.i2.5931> // Acta Biologica Sibirica, – 2019. – №5 (2). – С. 40–49.

6. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1983. – 51 с.
7. Чертопруд М. В. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России /М. В. Чертопруд, Е. С. Чертопруд – М., 2011. – 219 с.
8. Ташлыкова Н. А. Состав водорослей весенне-летнего планктона озера Арахлей (Забайкальский край) DOI: <https://doi.org/10.14258/abs.v5.i1.5190>// Acta Biologica Sibirica. – 2019. – №5 (1). – С. 47–52.
9. Шарова И. Х. Зоология беспозвоночных. – М.: Владос, 2003. – 592 с.

УДК 574.587:57.044

МАКРОЗООБЕНТОС ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЕР РУССКОГО АЛТАЯ

О. Н. Вдовина, Д. М. Безматерных

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия,
e-mail: olgazhukova1984@yandex.ru, bezmater@iwep.ru

Аннотация: В 2018 г. исследованы сообщества донных макробеспозвоночных 11 озер Русского Алтая. Охарактеризованы таксономический состав и количественные характеристики зообентоса. В исследованных озерах выявлено 39 видов донных беспозвоночных из 6 классов. Доминирующей таксономической группой в изученных озерах были хирономиды.

Ключевые слова: донные беспозвоночные, озера, Республика Алтай.

MACROZOOBENTHOS OF HIGH-ALTITUDE LAKES FROM THE RUSSIAN ALTAI

O. N. Vdovina, D. M. Bezmaternykh

Summary. Communities of bottom macroinvertebrates of 11 lakes from the Russian Altai were studied in 2018. The taxonomic composition and quantitative characteristics of zoobenthos are characterized. Only 39 species of bottom invertebrates from 6 classes were identified in the studied lakes. Chironomids were the dominant taxonomic group in the studied lakes.

Keywords: bottom invertebrates, lakes, Altai Republic.

Изучение беспозвоночных водоемов Алтая ведется с начала XX века [2]. При организации экспедиций в верховья Оби традиционно большее внимание уделялось изучению озер, и в первую очередь – Телецкому озеру. Из-за труднодоступности сведения о зообентосе средних и малых высокогорных озер (на высоте более 2 км над уровнем моря) зачастую отрывочны или отсутствуют. Инвентаризация фауны озер Алтая до сих пор не завершена.

Материалы и методы. В 2018 г. исследованы сообщества донных макробеспозвоночных 11 озер Русского Алтая (административно – Республика Алтай): Аргамджи, Безымянное, Бол. Тархатинское, Зерлюколь-Нур, Игисту-Куль, Красное, Мал. Тархатинское, Мал. Узенколь, Придорожное, Подкова, Теплый ключ. Материал для исследований отбирали и обрабатывали по стандартным методикам [5]. Всего отобрано и проанализировано 35 количественных и 6 качественных проб макрозообентоса.

Уровень развития зообентоса оз. **Аргамджи** очень низкий. В его составе выявлен всего один вид беспозвоночных из семейства комаров-звонцов *Polypedium (T.) scalaenum* (Schränk). В озере отмечены низкие значения численности (0–0,14 тыс. экз./м²) и биомассы (0–0,01 г/м²) донных сообществ. Продуктивность бентоса «самая низкая», что соответствует ультраолиготрофному типу водоемов.

Оз. **Безымянное** характеризовалось невысоким видовым разнообразием макробеспозвоночных, обнаружено 4 вида гидробионтов из 3 таксономических групп (2 вида хирономид, и по 1 виду моллюсков и нематод). Доминировали по численности и по биомассе хирономиды *Chironomus* sp. Значения численности зообентоса в озере изменялось в пределах 0,71–2,14 тыс. экз./м², биомассы – 0,57–1,22 г/м². Продуктивность донных зооценозов от «самой низкой» до «очень низкой», что соответствует олиготрофному типу водоема.

В оз. **Большое Тархатинское** обнаружено 6 видов гидробионтов из 4 таксономических групп (2 вида хирономид, и по 1 виду пиявок, ракообразных, ручейников и мшанок). Видовой состав зообентоса беден (не более 3 видов в пробе), индекс Шеннона – 0,6 бит/экз. Уровень развития зообентоса озера также достаточно низкий, численность донных беспозвоночных не превышала 0,42 тыс. экз./м², а биомасса – 2,42 г/м². Продуктивность донных зооценозов – от «самой низкой» до «низкой», что соответствует ультраолиготрофному и бета-олиготрофному типам водоемов.

Уровень развития зообентоса озера **Зерлюколь-Нур** невысокий. Среди донных беспозвоночных выявлено 3 вида из 3 таксономических групп (по 1 виду моллюсков, нематод и хирономид). Уровень видового разнообразия низкий – индекс Шеннона 0,25 бит/экз. В озере отмечены низкие значения численности (0,14–0,28 тыс. экз./м²) и биомассы (0,01–0,02 г/м²) зообентоса. Продуктивность донных зооценозов «самая низкая», что соответствует ультраолиготрофному типу водоемов.

В составе зообентоса оз. **Игисту-Куль** обнаружено 4 вида гидробионтов из 4 таксономических групп (по 1 виду хирономид, губок, ракообразных и моллюсков). Значения численности колебались в пределах 0,14–0,28 тыс. экз./м², биомассы – 0,01–0,02 г/м². Продуктивность донных зооценозов «самая низкая», что соответствует ультраолиготрофному типу водоемов.

В зообентосе оз. **Красное** обнаружено 14 видов беспозвоночных животных из 6 таксономических групп: 8 видов хирономид, 2 вида олигохет и по 1 виду моллюсков, нематод, мшанок и ракообразных. Видовое богатство зообентоса было относительно высоким (по 6 видов в пробе), индекс Шеннона 1,85 бит/экз. Для озера характерен высокий уровень развития зообентоса, значения численности колебались в пределах 2,57–11,85 тыс. экз./м², биомассы – 2,57–5,57 г/м². Доминировали по численности хирономиды родов *Chironomus* и *Cladotanytarsus*, по биомассе – моллюски. Продуктивность донных зооценозов – от «умеренного» до «среднего», что соответствует мезотрофному типу водоемов.

В составе зообентоса оз. **Малое Тархатинское** обнаружено 7 видов беспозвоночных из 3 таксономических групп (3 вида хирономид, 2 – моллюсков и 1 – ракообразных). Видовое богатство зообентоса было невысоким (от 1 до 5 видов в пробе), индекс Шеннона – 1,1 бит/экз. Значения численности колебались от 0,42 до 7,00 тыс. экз./м², биомассы – от 0,28 до 7,07 г/м². По численности и по биомассе доминировали хирономиды *Chironomus* sp. Продуктивность донных зооценозов – от «самой низкой» до «средней», что соответствует ультраолиготрофному и мезотрофному типам водоемов.

В оз. **Малый Узенколь** обнаружено 10 видов гидробионтов из 5 таксономических групп (5 видов хирономид, 2 – олигохет, и по 1 виду пиявок, ручейников и поденок). Видовое богатство зообентоса было сравнительно высоким (до 8 видов в пробе), индекс Шеннона – 1 бит/экз. Численность донных беспозвоночных отмечена в пределах 2,20–2,86 тыс. экз./м², биомасса – 0,32–0,66 г/м². По численности доминировали хирономиды *Cricotopus* sp. Продуктивность донных зооценозов соответствовала «самой низкой», что соответствует ультраолиготрофному типу водоемов.

В оз. **Придорожное** обнаружено 5 видов зообентонтов из 5 таксономических групп (по 1 виду пиявок, мшанок, ракообразных, ручейников и хирономид). Видовое богатство зообентоса было низким (не более 2 видов в пробе), индекс Шеннона – 0,3 бит/экз. Уровень развития зообентоса озера невысокий, численность донных беспозвоночных зафиксирована в пределах 0,71–1,32 тыс. экз./м², биомасса – 0,5–2,26 г/м², основу биомассы составляли ручейники сем. *Apataniidae*. Продуктивность донных зооценозов – от «самой низкой» до «низкой», что соответствует ультраолиготрофному и бета-олиготрофному типам водоемов.

В оз. **Подкова** обнаружено 15 видов гидробионтов из 8 таксономических групп (6 видов хирономид, по 2 вида пиявок и поденок, по одному виду нематод, олигохет, мшанок, ракообразных и моллюсков). Видовой состав зообентоса был сравнительно богатым (от 4 до 11 видов в пробе), индекс Шеннона – 1,06 бит/экз. Значения численности менялись в пределах 0,14–5,0 тыс. экз./м², биомассы – 0,01–11 г/м². По численности доминировали хирономиды р. *Cladotanytarsus*, по биомассе – ракообразные *Gammarus lacustris* Sars. Продуктивность донных зооценозов – «самая низкая» и «повышенной», что соответствует ультраолиготрофному – альфа-эвтрофному типам водоемов.

Уровень развития зообентоса оз. **Теплый ключ** невысокий. В составе зообентоса выявлено 5 видов гидробионтов из 2 таксономических групп (5 видов хирономид и 1 вид олигохет). Видовой состав зообентоса был небогатым (не более 4 видов в пробе), индекс Шеннона – 0,9 бит/экз. Значения численности (0,57–1,57 тыс. экз./м²) и биомассы (0,14–1,14 г/м²) были также небольшие. Продуктивность донных зооценозов – «очень низкая», что соответствует олиготрофному типу водоемов.

Всего в исследованных озерах выявлено 39 видов донных макробеспозвоночных из 6 классов: *Nematoda* (1), *Oligochaeta* (5), *Hirudinea* (2), *Bivalvia* (3), *Gastropoda* (1), *Crustacea* (1), *Insecta* (26). Среди насекомых наибольшим видовым разнообразием отличались двукрылые (21 вид, все они относились к сем. хирономид), также из насекомых встречались поденки и ручейники. Доминирующей таксономической группой в изученных озерах были личинки комаров-звонцов (*Chironomidae*).

Выявленные характеристики зообентоса дополняют данные, полученные ранее другими исследователями [4], а также подтверждают, что озера этого региона относятся к Алтайско-Саянской биолимнологической области, которая в основном близка к фауне озер и рек Сибири [1, 3].

Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИВЭП СО РАН (регистрационный номер АААА-А17-117041210244-5) при частичной поддержке гранта РФФИ (17-05-00404а). Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам Лаборатории водной экологии, Лаборатории гидробиологии и Новосибирского филиала ИВЭП СО РАН за помощь в сборе и анализе материала, особенно к.б.н. Н. И. Ермолаевой.

Список литературы

1. Герд, С.В. Опыт биолимнологического районирования территории Союза ССР / С.В. Герд // Труды VI совещания по проблемам биологии внутренних вод. – М., Л.: АН СССР, 1959. – С. 131–138.
2. Гундризер, А.Н. Ихтиология и гидробиология в Западной Сибири / А.Н. Гундризер, Б.Г. Иоганзен, В.В. Кафанова, А.П. Петлина. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1982. – 318 с.
3. Жадин, В.И. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора / В.И. Жадин, С.В. Герд. – М.: Учпедгиз, 1961. – 600 с.
4. Попов, П.А. Состояние гидробиоценозов высокогорий Алтая / П.А. Попов, Н.И. Ермолаева, Л.М. Киприянова, Е.Ю. Митрофанова // Сиб. экол. журн. – 2003. – Т. 10, N 2. – С. 181–192.
5. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И БИОЛОГИЯ СИБИРСКОГО ГОЛЬЦА-УСАЧА (*BARBATULA TONI* (DYB.) РЕКИ НИЖНИЙ СУЗУН

А. М. Визер, М. А. Дорогин

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Новосибирск, Россия

Аннотация. Обнаружена и изучена изолированная популяция гольца за пределами основного ареала. Получены данные по биологии вида и его роли в экосистеме р. Нижний Сузун.

Ключевые слова: сибирский голец-усач; красная книга; р. Нижний Сузун; распространение; биология

DISTRIBUTION AND BIOLOGY OF *BARBATULA TONI* (DYB.) IN NIZHNIY SUZUN RIVER

A. M. Vizer, M. A. Dorogin

Summary. An isolated population of *Barbatula toni* (Dyb.) was discovered and studied outside the main range. The data on the biology of the species and its role in the ecosystem of the Nizhniy Suzun river was collected.

Keywords: *Barbatula toni* (Dyb.), Red Data List, Nizhniy Suzun river, distribution, bioiogy.

Сибирский голец является представителем бореально-предгорного фаунистического комплекса и широко распространен в горных и предгорных водоемах бассейна Верхней Оби на территории Томской и Кемеровской областей, Алтайского края и республики Алтай [5]. На территории основного ареала обычный, местами многочисленный вид [5].

В водоемах Сибири он мало изучен. В тоже голец играет важную роль в экосистеме водоемов, потребляя донные организмы, он является конкурентом бентосоядных рыб и сам служит пищей хищников [5].

В преимущественно равнинной Новосибирской области количество возможных мест обитания для этого реофила ограничено. До настоящего времени голец был отмечен лишь в ихтиофауне малых рек, правых притоков Новосибирского водохранилища, а так же в бассейне рек Иня и Бердь [3, 4]. Фактические данные о его численности отсутствуют. Голец внесен в Красную книгу Новосибирской области, но отсутствие исследований по его экологии и биологии не позволяют разработать мероприятия по охране и поддержанию численности этого редкого вида. Поэтому представляют значительный научный и практический интерес факты обнаружения гольца в других водоемах области и изучение его локальных популяций.

В данной работе приводятся результаты исследования изолированной популяции гольца из правобережного притока Оби – р. Нижний Сузун, расположенного выше Новосибирского водохранилища.

Река Нижний Сузун имеет протяженность 132 км и относится к типично-равнинным водотокам. Ширина русла реки составляет 7–15 м и перед впадением в Обь увеличивается до 22 м. Средняя глубина 1,0–1,8 м, скорость течения – 0,2–0,3 м/сек. Основные исходные грунты представлены песками с заилением на плесах. Водоем находится под влиянием зарегулирования. К естественному состоянию наиболее близок завершающий участок реки, протяженностью около 22 км, с высокими скоростями течения и песчаными грунтами, расположенный ниже плотины р.п. Сузун. В черте р.п. Сузун, на отрезке реки протяженностью около 1,5 км

исходные русловые пески перекрыты многолетними (вековыми) каменистыми отходами плавильного производства [1]. Эти грунты не поддаются размыву, поэтому река на этом участке мелководна 0,5–0,7 м и с очень быстрым течением.

Ихтиофауну реки Нижний Сузун составляют 16 видов: щука, лещ, серебряный карась, сазан, пескарь, верховка, язь, елец, плотва, линь, сибирский голец – усач, щиповка, налим, ерш, окунь и судак.

Результаты и обсуждение

Установлено, что единственное место постоянного обитания гольца в этой типично-равнинном водотоке приурочено к участку нижнего течения, с каменистыми и галечниковыми грунтами. Рыба держится очень скрытно и прячется между камнями. Даже на этом ограниченном отрезке реки распределение гольца не равномерно и максимальная численность наблюдается на трех каменистых перекатах глубиной около 0,5 м и сильном течении. Общая протяженность этих перекатов составляет всего около 170 и при ширине русла 10–12 м. Между перекатами голец встречался единично и полностью отсутствовал на заросших и заиленных участках побережья.

В уловах на каменистом русле реки встречалось 7 видов рыб, из 16 обитающих в нижнем течении. Все они относились к аборигенным видам: щука, плотва, елец, пескарь, щиповка, голец и окунь. Разновозрастный голец составлял 64% (рисунок 1). Все виды кроме гольца тяготели к плесам между перекатами и прибрежной зоне. Большинство видов было представлено молодью, помимо гольца половозрелые особи встречались только у пескаря и щиповки.

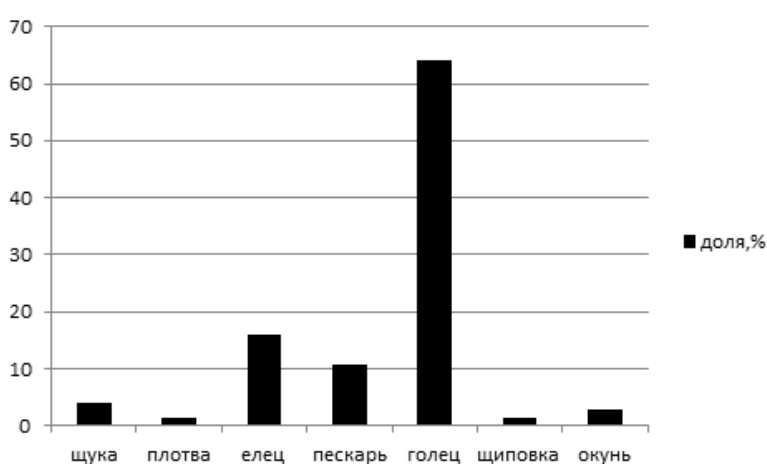


Рисунок 1 – Видовой состав ихтиофауны каменистого участка

Средняя численность гольца летом 2018 г. составляла 0,52 экз./м². Общая численность локальной популяции, без учета сеголетков, составляла более 8,5 тыс. экз. Среди исследованных рыб преобладали половозрелые особи – 80%. Соотношение самцов и самок составляло 1:2. Самки были значительно крупнее самцов и имели развитые половые продукты (таблица 1). Размеры тела рыб составляли 3,5–10,7 см, а масса 0,49–14,52 г.

Таблица 1. Половой и размерно-весовой состав популяции гольца из р. Нижний Сузун

Показатели	самцы	самки	молодь
Длина, см	7,7±0,3	8,9±0,2	4,0±0,1
Масса, г	5,611±0,595	8,353±0,654	0,737±0,084
Количество, экз.	8	16	6

Масса икры составляла 3,2–8,8% ($5,5 \pm 0,4\%$) от веса рыб. Плодовитость самок колебалась от 2314 до 9183 икринок, при средних показателях 5542 ± 664 . Установлена достоверная положительная связь между плодовитостью, размерами ($r=0,69$) и массой ($r=0,72$) самок.

Анализ содержимого желудков всех возрастных групп гольца свидетельствует о прохождении нагула в пределах ограниченного каменистого участка реки, так как в составе потребленных кормов находились только литофильные реофильные организмы, отсутствующие на других биотопах. Основу потребленной пищи составляли личинки мошек. Их доля по весу в потребленных кормах не имеет существенных возрастных отличий и составляет 61,4–69,2%.

Вторую по значимости группу у рыб старших возрастов составляли ручейники 19,4–22,6%. Для молоди в качестве кормового объекта большую значимость имеют поденки и мелкие реофильные личинки хирономид. Псамофильные, пелофильные и фитофильные организмы, доминирующие на основной акватории реки, в питании гольца совершенно отсутствовали. Накормленность гольца имела высокие значения, у взрослых рыб она составляла $302,40 \pm 46,53\text{‰}$, у молоди – $515,97 \pm 95,72\text{‰}$.

Высокие скорости течения, каменистое дно и отсутствие растительности не создают условий для концентрации других бентосоядных рыб. Эти же факторы наряду с мелководностью, препятствуют обитанию щуки и окуня, что фактически исключает истребление гольца хищниками.

Таким образом, голец наиболее приспособлен к обитанию на каменистом биотопе и является единственным постоянным обитателем этого высококормного участка реки. Возможно, более широкому распространению гольца в реке препятствует конкуренция со стороны многочисленных бентофагов и преследование хищниками, так как за пределами каменистого дна их преимущественно пестрая окраска становятся сильно заметной на фоне светлых песчаных грунтов. В подледный период, когда промерзают значительные площади каменистого мелководного участка, голец гораздо шире распространен в нижнем течении реки, но его подъему выше по руслу препятствует плотина в поселке Сузун.

Вопрос образования этой изолированной популяции, на десятки километров удаленной от остальных известных мест обитания, остается достаточно открытым. Это может быть реликтовая популяция, сохранившаяся на месте исторически более обширного ареала, но этому противоречит отсутствие этого вида в соседних подобных реках и в самой реке Н. Сузун за пределами каменистого рукотворного биотопа. Вероятнее всего заселение гольцом низовьев р. Н. Сузун произошло в результате постоянного ската его ранней молоди по р. Оби из ее горных и полугорных притоков на территории Алтайского края, где он является обычным и многочисленным видом [2].

В существующих условиях процветанию изолированной популяции гольца ничего не угрожает. В настоящее время он не испытывает влияние любительского рыболовства, как из-за появления широкого ассортимента искусственных приманок почти полностью утратил свое значение как наживка при ловле хищных рыб.

Единственная, крайне серьезная угроза самому существованию вида связана с сохранностью плотины на реке в самом Сузуне, так как при ее ремонте и прорыве, которой, как и при спуске образованного ее пруда, неизбежно приведет к заилению единственного места обитания гольца, что в прошлом уже приводило к резкому снижению численности вида.

Выводы

Установлено обитание сибирского гольца – усача в правобережном притоке Оби р. Нижний Сузун, на удалении более 80 км выше по течению от ближайшего известного места обитания.

Район обитания гольца в летнее-осенний период 2017–2018 гг. ограничен единственным каменистым участком реки протяженностью 1,5 км. На этом биотопе голец составляет 64% всей ихтиофауны

Популяция гольца малочисленна и составляет около 8,5 тыс. экз.

Размеры тела рыб составляют 3,5–10,7 см, а масса – 0,49–14,52 г. Индивидуальная плодовитость колеблется от 2314 до 9183 икринок.

Питание состоит из лито-реофильных личинок насекомых, которые обеспечивают высокие индексы наполнения у всех размерных групп.

Текущее антропогенное воздействие носит минимальный характер.

Список литературы

1. Дорогин М. А. Река Нижний Сузун в условиях длительного антропогенного воздействия / М. А. Дорогин, А. М. Визер, Л. С. Визер // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2018. – №3 (146). – С. 18–27.
2. Журавлев В. Б. Рыбы бассейна Верхней Оби/ В. Б. Журавлев. – Барнаул, 2003. – 292 с.
3. Интересова Е. А. Непромысловые виды рыб Новосибирской области / Е. А. Интересова, Е. Н. Ядренкина // Современное состояние водных биоресурсов: материалы международной конференции. – Новосибирск, 2008. – С. 142–144
4. Красная книга Новосибирской области: Животные, растения, грибы. – Новосибирск: Арта, 2008. – 528 с.
5. Попов А. П. Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов/ А. П. Попов – Новосибирск, 2007. – 526 с.

УДК 574.55

К МЕТОДИКЕ ОЦЕНКИ СЕЗОННОЙ БИОМАССЫ ЗООПЛАНКТОНА ВОДОЕМОВ ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Л. С. Визер

Новосибирский филиал всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Новосибирск, Россия, vizer51@mail.ru

Аннотация. В озерах Обь-Иртышского междуречья установлены месяцы, когда биомасса зоопланктона максимально приближена к среднесезонной. Расчитаны коэффициенты, позволяющие оценить среднесезонную биомассу зоопланктона при разовых гидробиологических обследованиях водоемов.

Ключевые слова: методика, оценка, зоопланктон сезонная биомасса

TO THE METHOD OF EVALUATION OF ZOOPLANKTON SEASONAL BIOMASS OF THE OB-IRTYSH INTERFLUVE WATER BODIES

L. S. Vizer

Summary. In the lakes of the Ob-Irtysh interfluve, months are established when the zooplankton biomass is as close as possible to the seasonal average. Calculated coefficients allow us to estimate the average seasonal biomass of zooplankton during one-time hydrobiological surveys of water bodies.

Keywords: method, evaluation, zooplankton, seasonal biomass.

Оценка потенциальной рыбопродуктивности внутренних водоемов на основе расчета сезонной продукции кормовых организмов давно вошла в практику рыбохозяйственных исследований. В соответствии с «Методическими рекомендациями...» [3] точный расчет потенциальной рыбопродуктивности базируется на многократных сборах фактического гидробиологического материала в течение всего сезона, позволяющий определять среднесезонную

биомассу кормовых организмов. Однако практика показывает, что в рыбохозяйственных целях часто используется метод кратковременных – кадастровых обследований (1–2 раза в сезон). При этом фактические данные по биомассе из водоема умножаются на величину сезонного Р/В-коэффициента, полученного для этого водоема, либо установленного ранее для сходного по морфологии и трофности водоема-аналога той же ландшафтно-климатической зоны.

По такому же принципу осуществляется и расчет рекомендованных объемов вылова (добычи) беспозвоночных из промысловых водоемов [6].

При кадастровом обследовании водоема наибольшую трудность представляет оценка среднесезонной биомассы, которая является исходной величиной как для расчета сезонной продукции, так и для оценки «кормности» и трофности водоема по зоопланктону [4, 7]. Метод кратковременных кадастровых обследований при всем удобстве его применения может приводить к большим погрешностям в расчетах в связи с тем, что одно-двухкратный сбор материала в течение сезона может существенно занижать или завышать среднесезонную биомассу и продукцию кормовых и промысловых организмов.

Известно, что биомасса и продукция зоопланктона может значительно различаться в разные годы, как и то, что эти показатели существенно меняются в течение года. Основная часть продукции зоопланктона за год (95%) создается в вегетационный период, при температуре выше 10°C, которая может считаться границей биологических сезонов весна-лето и лето-осень [5]. На основании этого началом вегетационного периода в Обь-Иртышском междуречье можно считать последнюю декаду мая, концом – первую декаду октября.

На развитие зоопланктона в течение вегетационного периода влияют многие факторы: колебание водности, температура, состав и численность ихтиофауны, «цветение» воды и т.д. Именно поэтому сезонная динамика зоопланктона меняется в зависимости от усиления либо ослабления какого-то определенного фактора и имеет не поступательный, а неровный характер. Не анализируя влияние отдельных факторов на общую продуктивность водоемов в течение вегетационного периода, например, в Новосибирской области было установлено отношение максимальной летней биомассы к среднесезонной как 1,7:1, минимальной к среднесезонной – как 0,3:1. При этом соотношение максимальных значений к среднесезонной изменялось от 1,5 до 3,8, минимальных к среднесезонной – от 0,03 до 1,1.

Исследуя литературные и неопубликованные собственные данные по сезонной динамике зоопланктона в Новосибирской и Омской областях [1, 2, 8, 9], были установлены месяцы, когда его биомасса была максимально приближена к среднесезонной. В Новосибирской области такой период соответствует июлю, в Омской области – августу. Дальнейшая статистическая обработка данных позволила получить коэффициенты относительных величин ежемесячных биомасс к среднесезонным: $K_{сез.} = B_{зооп.} / B_{сез.}$ (таблица).

Таблица. Коэффициенты ($K_{сез.} \pm 0,2$) перевода среднемесячной биомассы зоопланктона ($B_{зооп.}$) в среднесезонную ($B_{сез.}$)

Месяцы	Новосибирская область	Омская область
Май (последняя декада)	0,3	0,5
Июнь	1,5	1,3
Июль	1,0	0,7
Август	1,3	1,0
Сентябрь	0,5	1,1
Октябрь (первая декада)	0,2	0,3

С помощью этих коэффициентов для оценки среднесезонной биомассы зоопланктона ($B_{сез.}$) необходимо биомассу зоопланктона в месяц обследования ($B_{зооп.}$) делить на коэффициент соответствующего месяца ($K_{сез.}$).

Метод оценки сезонной биомассы зоопланктона с использованием переводных коэффициентов при разовых гидробиологических съемках позволяет оперативно и надежно применять его в кадастровых и биоресурсных исследованиях многочисленных водоемов Обь-Иртышского междуречья.

Список литературы

1. Зайцев В. Ф. Некоторые вопросы биологии и хозяйственного значения окуня *Perca fluviatilis* L. о. Ик Омской области / В. Ф. Зайцев, А. А. Ростовцев, А. В. Цапенков, Рассказов Н. В. Рассказов, Л. С. Прусевич // Вестник рыбохозяйственной науки, 2015. – Т. 2. №2 (6). – С. 29–37.
2. Иванов Н. М. Макарецва Е. С. Зоопланктон / Н. М. Иванов Е. С. Макарецва // Пульсирующее озеро Чаны, 1982. – 304 с.
3. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 33 с.
4. Китаев С. П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон // V съезд Всесоюз. гидробиол. о-ва: тез. докл. (г. Тольятти, 15–19 сент. 1986 г.). Куйбышев, 1986. – Ч. 2. – С. 254–255.
5. Козлова И. В. Методика оценки сезонной биомассы и продукции зоопланктона при кадастровом обследовании водоемов Урала / Вестник рыбохозяйственной науки. – 2014. – Т. 1. – №4 (4). С. 14–19.
6. Определение общих допустимых уловов (ОДУ) амфиподы *Gammarus lacustris* (Методические указания), Тюмень, 2004. – 18 с.
7. Пидгайко М. Л., Александров Б. М., Иоффе Ц. И., Максимова Л. П., Саватеева Е. Б., Салазкин А. А. Краткая биолого-продуктивная характеристика водоемов Северо-Запада СССР. // Улучшение и увеличение кормовой базы для рыб во внутренних водоемах СССР, Т. 67; Ленинград, 1968. – с. 205–228.
8. Тимофеева М. В. Зоопланктон озера Малые Чаны / Экология озера Чаны. – 1986. – С. 115–127.
9. Померанцева Д. П. Зоопланктон / Озеро Убинское (биологическая продуктивность и перспективы рыбохозяйственного использования). – 1994. – С. 48–57

УДК 574.5

СТРУКТУРА И ФУНКЦИЯ ПОЛИБИОМА ЕНИСЕЯ

Н. Д. Гайденок¹, А. И. Пережилин²

Россия, Красноярск. ¹ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск, Россия, ndgay@mail.ru. ²ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева»

Аннотация. В работе приводятся результаты исследований экологической системы Енисея. Показано ее соответствие статусу полибиома.

Ключевые слова: Енисей, экосистемный континуум, полибиом

THE STRUCTURE AND FUNCTION ENISEY'S POLYBIOM

N. D. Gaydenok, A. I. Perezhilin

Sammary. The results of investigation of Enisey's ecosystem has cited in article. A its conformity to polyboim's status has shown.

Keywords: Enisey, ecosystem continuum, polybiom

Понятие полибиом является дальнейшим развитием и детализацией термина реобиом, предложенного в 1995 г. В. В. Богатовым [3]. Прообразами понятия реобиома послужили работы К. Р. Таунсенда [15, 16] и Р. Л. Ваннота [17], в которых он представляется аналогом экосистемного континуума (рис. 11) и такое положение дел вполне пригодно для целей таксономии и изучения локальной продуктивности, но крайне недостаточно для обобщающих системных исследований, особенно изучения переноса субстанции на границе «река – море» (рис. 10), отражающего связь реобиома с другими подразделениями биосферы.

В связи с этим возникает необходимость для введения более общих категорий системной экологии и для представления базиса проблемы приведем описание экологической системы Енисея, имеющей статус полибиома.

Материалами исследований послужили как опубликованные в литературе данные, так и результаты собственных исследований особенностей функционирования экологической системы Енисея.

Река Енисей, замыкающая пятерку Великих рек Планеты, имела в период естественного стока протяженность 4,1 тыс. км, площадь бассейна 2,58 млн км², что составляет 6% от территории Азии; по объему стока 595–623 км³ он занимает первое место среди рек Сибири. Неся свои воды в Карское море, Енисей пересекает девять природных зон.

На правом берегу Енисея находятся в основном горные области, а левый берег, начиная со Среднего течения, – болотистый.

Береговые особенности территории бассейна определяют характер поступления тепла, аллохтонной органики и биогенных элементов. Кроме того, реки со спокойным течением обеспечивают значимые объемы поступления аллохтонных организмов. В то время как правобережные притоки носят охлаждающе-обедняющий характер.

Первые енисейские исследователи в структуре акватории Енисея в гидробиологическом плане В. Н. Грезе [5] и Н. П. Бахтин [2] выделили элементы различающиеся как по свойствам экотопа, так и биоценоза – Верхнее, Среднее и Нижнее течение, Дельту, Губу (в том числе Горло). Морскую границу Енисея, как гидрографического (а не экологического) объекта, проводят по створу п. Сопочная Карга.

В результате создания водохранилищ при гидроэнергетическом строительстве протяженность Енисея сократилась на 1,6 тыс. км. Водосборная площадь бассейна реки, за счет выпадения участков зарегулированного стока (80% бассейна Ангары, практически 90% бассейна Верхнего течения Енисея, бассейнов рек Хантайки и Курейки), составляет 54% от первоначальной. Планируемое строительство Мотыгинской, Нижне-Курейской и Эвенкийской ГЭС с контррегулятором уменьшит площадь речного бассейна до критически малых величин – 0,85 млн км².

По протяженности Енисея с Юга на Север происходит падение уклона местности и соответствующее ему падение скорости воды и формирования, состав которых, представленный на рис. 1, является важным показателем, используемым при детерминации границ полибиома Енисея (ПБЕ). Общей закономерностью здесь является уменьшение доли твердых грунтов (камни, галька) от Верхнего течения к устьевой области.

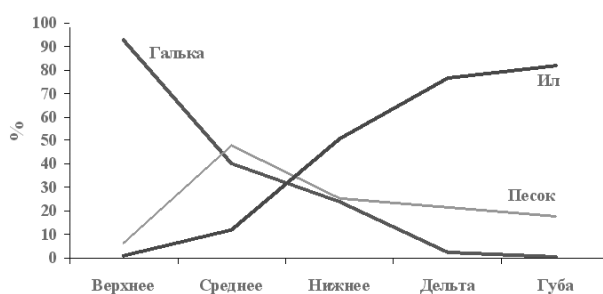


Рис. 1. Распределение грунтов речного участка ПБЕ

Ее причины состоят в уменьшении уклона местности и как следствие, скорости течения воды. В зависимости от типа грунтов локализованы различные трофико-таксономические группы зообентоса, где основной тенденцией является переход от реофильного ценоза, локализованного в Верхней части Енисея, к пелофильному в Низовой области и ихтиофауны (рис. 6). Особенно сложной является картина распределения грунтов в Дельте и эстуарном районе ПБЕ – рис. 2.

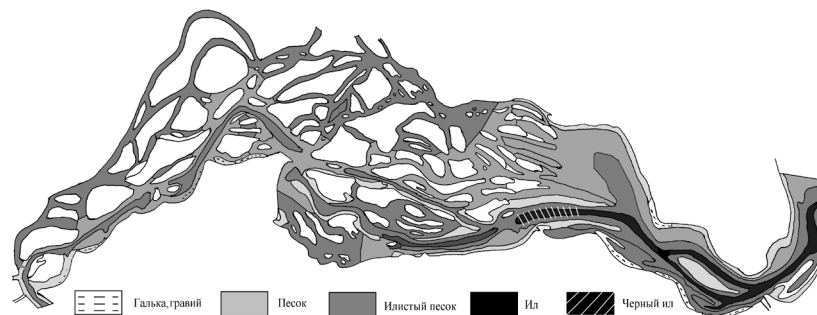


Рис. 2. Схема грунтов устьевой области Енисея

Анализ распределения глубинного ила показывает не только границы соответствующего зообентоценоза, но и верхние (зимние) границы маргинального фильтра, когда в эти области проникает соленая вода и происходят процессы агрегирования и седиментации минеральной и органической субстанции, поступающей из выше расположенных участков акватории ПБЕ.

Кроме того, в фарватерной части губы по траверзу западной, морской границы дельты на глубинах свыше 20 м находится практически единственная обширная область закисных процессов с положительными величинами редокс-потенциала. Ее генезис обусловлен наличием придонного клина соленой морской воды бедной кислородом, который тратится на химическое и биологическое окисление.

Кроме градиентов скорости и грунтов на акватории Енисея существует также градиент солености воды. Данный показатель является принципиальным в детерминации, как морской границы ПБЕ, так и особенностей функционирования маргинального фильтра Енисея. Исторической основой, вызывающей необходимость изучения режима солености воды послужили ихтиологические и рыбопромысловые аспекты [7, 12] потребовавшие включения верхней (южной) части Енисейского залива (область маргинального фильтра – рис. 5) в состав ПБЕ, которая является кормовым регионом для 7 из 8 видов полу-проходной ихтиофауны (рис. 3).

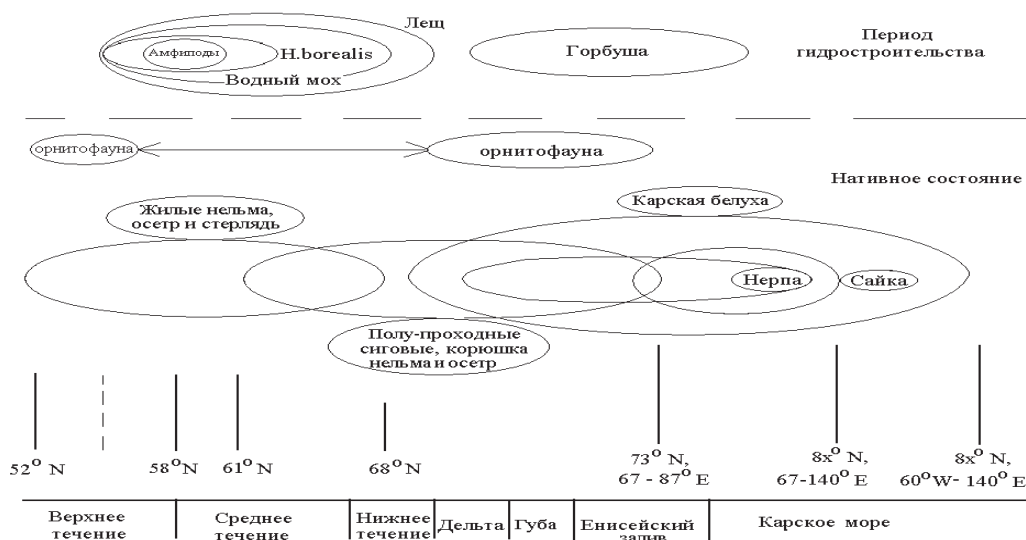


Рис. 3. Границы протяженности ареалов некоторых аборигенных видов и вселенцев на акватории Енисея

Здесь стоит обратить внимание на факт проникновения горбуши за два года (1960–1963) из Белого моря в Устьевую область Енисея, которая в конце 1990-х гг. стала постоянно встречаться в уловах по всему Обско-Пясинскому мелководью [6, 8].

Феноменологическим базисом, подтверждающим это, послужили гидрографические [1] и океанологические исследования [9], согласно которым функциональные (биогеохимические) границы Енисея следует проводить, по крайней мере, по концу устьевых бара, являющегося элементом маргинального фильтра Енисейского залива, в котором происходит интенсивная агрегация и последующая седиментация вещества за счет физико-химических процессов (рис. 5), обусловленная микрофитобентосом – далее МФБ (рис. 13), являющимся ядром консорции ПБЕ – рис. 4.

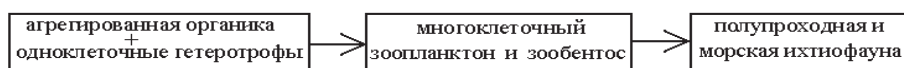


Рис. 4. Структура пространственно-разобщенной консорции маргинального фильтра

Таким образом, продукционные показатели зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны маргинального фильтра и предшествующих районов Губы Енисея находятся в прямой зависимости от продукции МФБ вышерасположенной акватории и МФБ является детерминантом консорции маргинального фильтра – рис. 5.

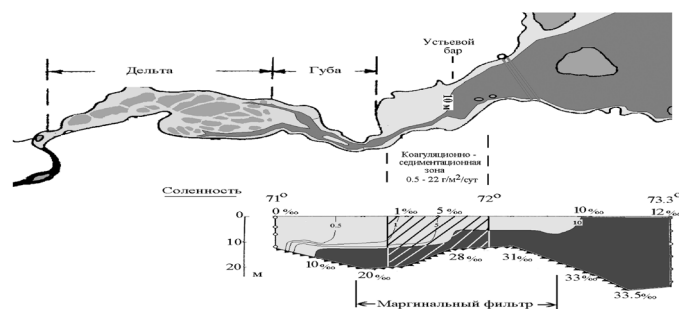


Рис. 5. Маргинальный фильтр Енисея в летней период

Получив сведения о географо-гидрологических аспектах ПБЕ приступим к регламенту границ и построению концептуальной схемы, где на основании анализа сведений об особенностях распространения отдельных элементов биоценоза ПБЕ проведем детерминацию его границ.

Основная проблема здесь заключается в том, что для лотических водоемов, к которым несомненно относится Енисей, очень трудно провести нижнюю (здесь северную) границу. Положение дел заключается в том, что она должна иметь конкретную гидрографическую привязку. Для этого необходимо выбрать такой элемент биоценоза, который является достаточно привязанным к определенной акватории. В ПБЕ таким может быть только население бентали, из которого, в соответствии со степенью изученности, выбирается зообентос. В связи со значительными колебаниями уровня солености в эстуарном районе Енисея необходимо определить две границы: минимальную зимнюю, когда сокращается сток и морские воды заполняют акваторию Губы, и максимальную летнюю, когда пресные воды проникают далеко на север от границ дельты.

Минимальную границу достаточно точно можно определить по изобате проникновения соленых вод – это 5–7 м. Здесь доминанты солоноватоводного зообентоса изоподы вытесняются выше указанного уровня.

Детерминация летней границы более трудоемка – здесь необходимо сделать заключение для двух границ – профильной и плановой. Профильную границу определим по распростране-

нию зоопланктона и ихтиофауны. Плановую границу опять определим по уровню солености – летом, как известно в Енисейском заливе пресная вода распространена в среднем до изобаты 10 м. Объединение выше перечисленных границ показано на рис. 6.

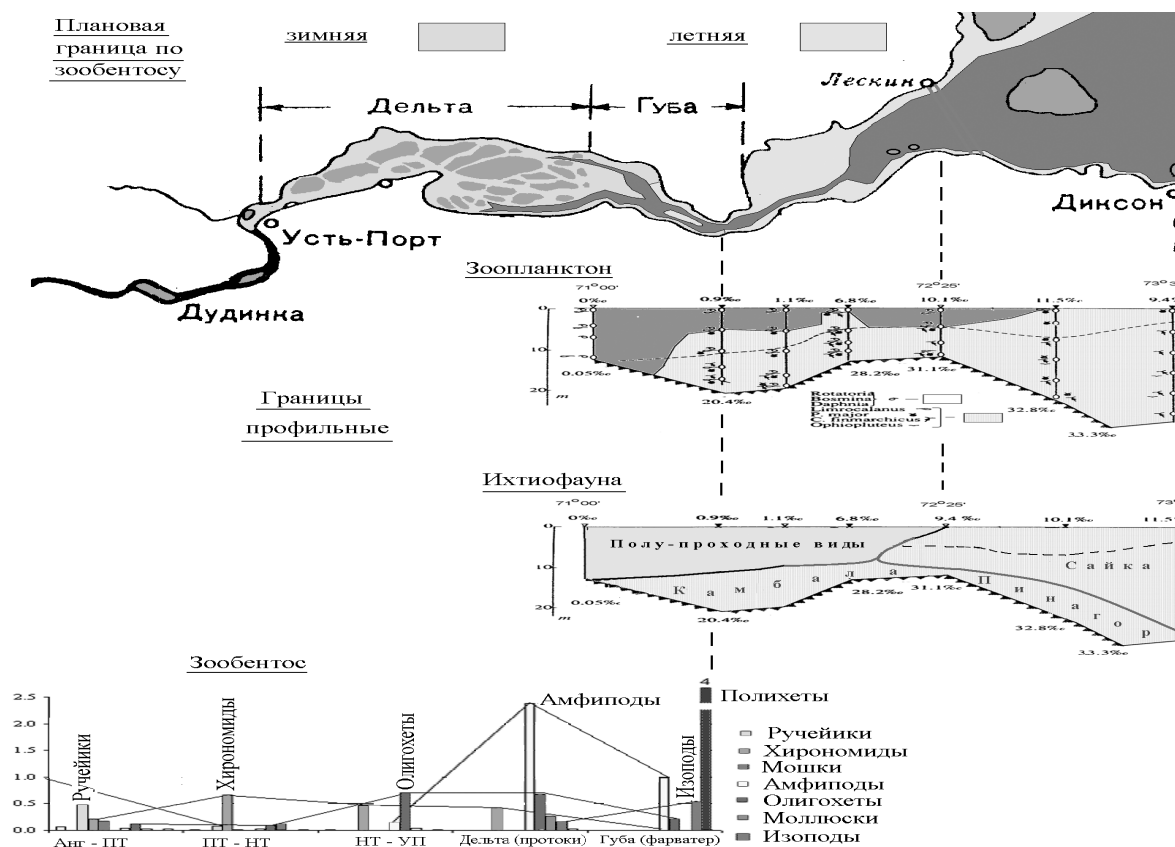


Рис. 6. Нижняя граница биоценоза ПБЕ

Общей закономерностью экологической системы Енисея, как лотической системы, отличающей его от лимнических систем, является различная пространственно-гидрографическая ориентация экосистемы (рис. 7), хотя в обоих случаях наблюдается реализацию одного и того же фактора – силы тяжести, проявляющегося как бы во взаимно-перпендикулярных направлениях.

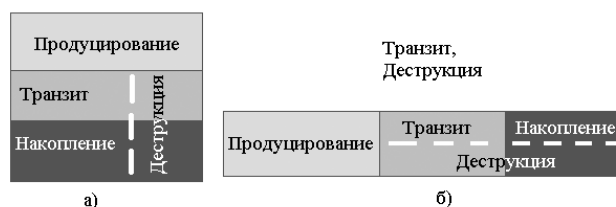


Рис. 7. Продукционно-деструкционная структура лимнической (а) и лотической (б) экосистемы

Перейдем к анализу особенностей продукционно-деструкционной структуры Енисея. Действительно, классическая лимническая экосистема (море, озеро, водохранилище) имеет вертикальные горизонты или слои, простирающиеся реально на метры или десятки метров (океаны – на километры).

Лотическая экосистема Енисея имеет уже не слои, а зоны или участки течения, занимающие сотни километров или географические градусы. Выделение зон или слоев происходит по принципу доминирования процессов. Синтезировав сведения, содержащиеся на рис. 1 – рис. 7, получим, что применительно к Енисею гидрографическая проекция рассматриваемой структуры выглядит следующим образом – рис. 8.

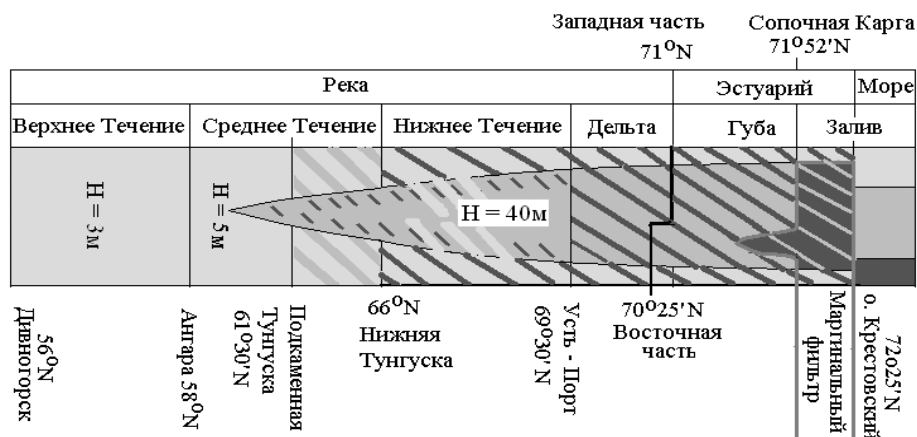


Рис. 8. Продукционно-деструкционная структура Енисея

Формальным образом продукционно-деструкционной структуры Енисея (рис. 8) служит диссипативная структура – стационарное решение уравнения диффузии (1), представляющая собой классический объект системной экологии и используемая для описания следующего комплекса процессов «реакция – диффузия – конвекция» [13]. Наглядным прообразом данной продукционно-деструкционной структуры является пламя газовой горелки. Реакция выражается в биологическом новообразовании вещества; диффузия – биологическое «разравнивание» вещества, как внутри экосистемы между глубинными горизонтами, так и между отдельными экосистемами; конвекция – механическая катадромия и противодействующие ей анадромные миграции. Здесь надо обратить внимание на тот факт, что коэффициенты диффузии $a(t, l, X)$ и конвекции $c(t, l, X)$ являются функциями, не только от расстояния и времени (l, t), но и от активного обмена и биомассы популяций видов мигрантов X [4]:

$$\partial X/\partial t = \partial (a(t, l, X) \partial X/\partial l)/\partial l - \partial (c(t, l, X) X)/\partial l + f(b(t, l, X)) \quad (1)$$

Диффузия, обусловленная, как высокими скоростями воды (от 1,5 м/с в Верхнем течении до 0,5 м/с в Нижнем течении), олицетворяющие агента действия турбулентности, так и значительными глубинами – 40 м в районе п. Дудинки в Нижнем течении – отвечающие за пространство и амплитуду действия, является причиной не столько высокой смертности многоклеточного зоопланктона, как на это указывал В. Н. Грезе [5], а главным образом крайне низкой первичной продуктивности фитопланктона, когда последний функционирует в основном в деструктивной зоне, теряя накопленную в зоне фотосинтеза энергию. Причем, максимальные величины первичной продуктивности наблюдаются в Среднем течении – рис. 9, где рис. 9.б, полученный независимым путем, является полным аналогом соответствующей иллюстрации из основополагающей работы В. В. Богатова [3].

Действительно, оценить время пребывания фитопланктона в фотической зоне можно с помощью феномена «Зона Ф 100» – условной зоны, где фотосинтез равен 100% от возможного (рис. 9.а). Она в среднем соответствует глубине одной прозрачности. Далее, взяв отношение указанной зоны к глубине реки получим ту долю первичной продукции, которая пойдет на увеличение биомассы фитопланктона. Причем эта величина является верхней оценкой – еще присутствуют процессы, выноса, выедания и отмирания.

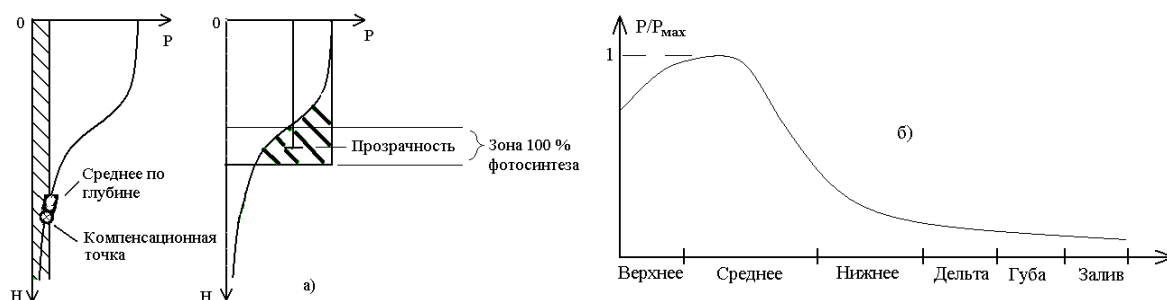


Рис. 9. Распределение первичной продукции: а) по глубине и локализация зоны 100% фотосинтеза; б) доля от максимально возможной величины по участкам Енисея

Итак, все выше приведенное замечания, как по продукционно-деструкционной структуре Енисея, и ее формальному образу является в определенной мере достаточным для описания континуума. Но, их, как это уже сказано выше, не хватает для адекватного описания функционирования в плане взаимодействия с внешним экосистемным окружением не только рассматриваемого в настоящем исследовании Енисея, но и для примера иллюстрации понятия реобиома, выбранного В. В. Богатовым – реки Амура – как здесь смотрятся нерестовые миграции тихоокеанских лососей?

Поэтому перейдем к конкретизации понятия полибиома. В вышеизложенном тексте при использовании понятия полибиома каких-либо иных объяснений, кроме того, что это определенное обобщение экосистемного континуума не дается. Но, рассмотренный далеко не полный список наиболее важных особенностей функционирования экологической системы Енисея позволяют конкретизировать термин «полибиом».

Первое, на куда надо обратить внимание, является феномен взаимодействия собственно речной системы с сопредельной акваторией, рассматривая ее как элемент более широкой системы «суша – река – море» (рис. 10). Причем это взаимодействие осуществляется не столько гидрологическими процессами, сколько путем миграции видов. Примером сему может служить кормовая миграция сайки из Баренцева моря, расположенного уже на другом континенте. Миграция карской белухи в устьевую область Енисея происходит уже через континент от берегов Северной Америки и Гренландии [10].



Рис. 10. Структура системы «суша – река – море»

Полная экологическая система Енисея – это набор экосистем отдельных гидрографических участков его акватории, связанных, как между собой, так и с территорией бассейна с процессами поверхностного и подземного смыва, водообмена, пассивной и активной миграции организмов. Причем миграция происходит не только линейным (соседние экосистемы), но и, что главное, сетевым образом – через ряд экосистем (рис. 11). Что ярко иллюстрируется анадромной миграцией ихтиофауны и нижеизложенными миграциями орнитофауны, где происходит, как перенос косной субстанции, так и биоразнообразия (*Heteroscope borealis*).

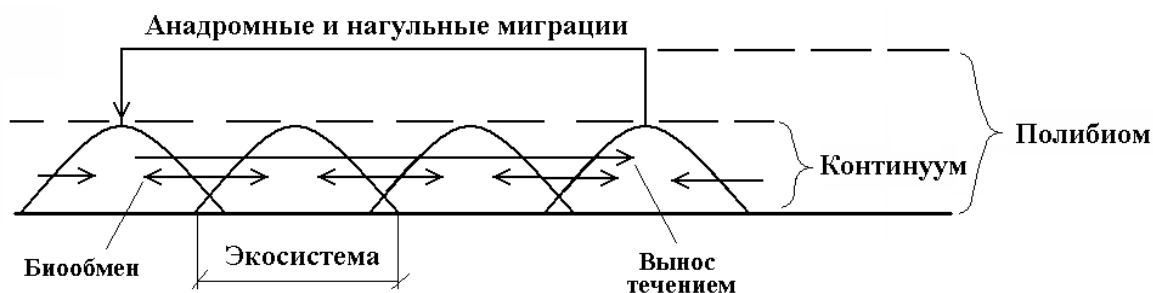


Рис. 11. Схема соотношения экосистемного континуума и полибиома

Наиболее наглядным образом полибиома является миграционное пространство орнитофауны, где птицы размножаются и нагуливаются в тундровой природной зоне (Ямало-Таймырский регион в нашем случае), а зимуют в Африке или южной Азии.

В качестве экологической структуры Енисея не может быть использован даже экологический континуум – однородная структура, образованная цепочкой последовательно связанных потоками энергии экосистем (рис. 11), которые легко могут быть выделены по скоростному и, как следствие, грунтовому градиенту – в виду наличия нерестовых и нагульных миграций восьми видов полу-проходной ихтиофауны (рис. 3), обитающих в низовьях и участвующих в функционировании верхнего и среднего Енисея, перенося органическое вещество и энергию в весьма удаленные друг от друга экосистемы указанных участков акватории Енисея даже через бассейны других рек (орнитофауна) – рис. 11 и 13.

Кроме полупроходной ихтиофауны в пределах выделенных выше границ присутствуют с той или иной продолжительностью сугубо морские виды, как млекопитающих, так и ихтиофауны. Причем в промысловых объемах.

Интересным фактом, иллюстрирующим эволюционную сопряженность экологических процессов является тот факт, что нерестовые миграции полу-проходной ихтиофауны начинаются во время прихода карской белухи в Енисейский Залив. За исключением Печерского омуля, три остальные стада нерестятся на участке нерестилищ от Подкаменной Тунгуски до Хантайки и после нереста часть особей остается на зимовку в Енисее, например, в устье Нижней Тунгуски [11]. Поэтому легко можно представить на сколько территорий бассейнов других рек, где нагуливаются стада омуля, увеличивается пространство взаимодействия популяций биоценоза Енисея, не говоря уже о морских акваториях, где обитают сайка, карская белуха и кольчатая нерпа. Кроме омуля в анадромной миграции участвуют еще осетр, нельма, корюшка, муксун, сиг, карская и туруханская ряпушки. Правда последние виды с достаточной степенью полноты укладываются в «енисейские» границы ПБЕ – рис. 6 граница распресненного слоя.

Введенное ранее К. Р. Таунсендом [16] и далее развиваемое в России В. В. Богатовым [3] понятие полибиома, как совокупности «различных форм жизни», которые в нашем случае можно, не только отождествить с оседлыми и мигрирующими видами, но и отметить феномен нарушения однородности экологического континуума – здесь уже появляется сетевая, гетерогенная, нелинейная структура реализуемая в виде потока субстанции через ряд соседних экосистем.

Перед детерминацией количественных аспектов функционирования ПБЕ необходимо в дополнении показанным выше гидрографическим аспектам рассмотреть и экологические последствия гидростойкости на Енисее.

Появление двух водохранилищ в Верхнем течении Енисея коренным образом нарушившее характер миграции осетровых и гидротермику, вопреки ожиданиям возымело также и положительный аспект в виде стабилизации уровней в нижних бьефах и повышения прозрачности воды за счет аккумуляции терригенной субстанции в своих ложах. Это привело к ра-

дикальным изменениям в фитобентоценозе – здесь не только резко возросла продуктивность МФБ (в зоне Верхнего, Среднего течения увеличилась в 1,5–2,5 раза – рис. 12), но и появился новый элемент – водный мох, представляющий собой ясельное пространство для амфипод, биомасса которых в нижнем бьефе Красноярского водохранилища на участке «Дивногорск – Лесосибирск» достигает на осеннем пике 100 г/м². Причем, амфиподы подобно морским ракообразным совершают анадромные миграции вдоль берега на глубинах 0,2–0,7 м.

Лещ, интродуцированный в Красноярское водохранилище во время многочисленных сбросов воды проник в нижний бьеф и распространился в Енисее следующими темпами – 1997 г. Среднее течение, 2013 г. – Нижнее течение. Причем, из рис. 3 видно, что енисейский каскад водохранилищ является своеобразным источником или посредником распространения биоразнообразия – аналогом диссипативной структуры.

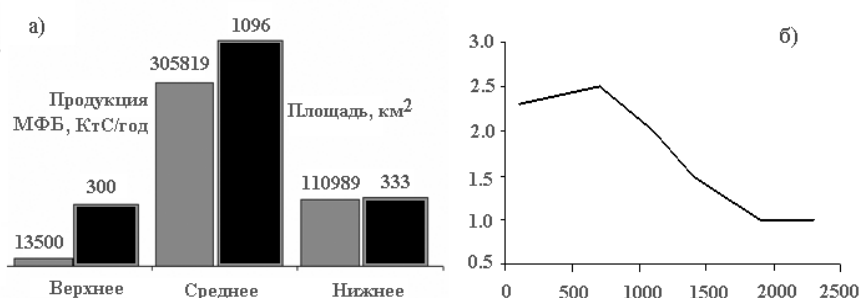


Рис. 12. Распределение продукции МФБ (серый цвет) и площади твердых грунтов (черный цвет) (а) и соотношения продукции в период естественного и регулируемого стока (б) по участкам течения Енисея

Что касается развития экосистем самих водохранилищ, то в продукционном отношении сопоставление их с экосистемами нижних бьефов равносильно сравнению пустынных барханов с оазисами в ней находящимися. Здесь основными причинами олиготрофности водохранилищ являются:

1. Низкая прозрачность (3 м), обусловленная поступлением минеральной взвеси из берегового колювия;
2. Сработка уровня порядка 10–12 м, приводящая к ингибированию развития макрофитов (ясельное пространство) и МФБ;
3. Низкими биомассами фактически соответствующими уровню пороговых для зоопланктона (0,3 г/м³) и зообентоса (до 2 г/м², причем ниже уровня сработки). Причем, если зоопланктон получил возрастание биомассы на 2 порядка, зообентос практически остался на уровне речного Енисея. Амфиподы, не смотря на статус нектобентоса, не получили развития из-за отсутствия макрофитов и МФБ.

Кроме выше приведенных продукционных аспектов необходимо рассмотреть влияние водоплавающей орнитофауны (преимущественно тундровый лебедь и гусь гуменник). Положение дел заключается в том, что уже через два года после заполнения Красноярского водохранилища в составе планктонного сообщества на вершине трофической сети появился типичный обитатель тундровой зоны крупный хищный рачок *Heteroscope borealis*, который в последствии распространился по крайней мере до середины Среднего течения Енисея. Красноярскими гидробиологами был предложен ряд гипотез по путям проникновения его в Красноярское водохранилище. Но, базовым механизмом реализации большинства из них является миграция водоплавающей орнитофауны.

На основании выше изложенных особенностей экотопа и биоценоза ПБЕ была построена схема основных потоков ПБЕ (рис. 13).

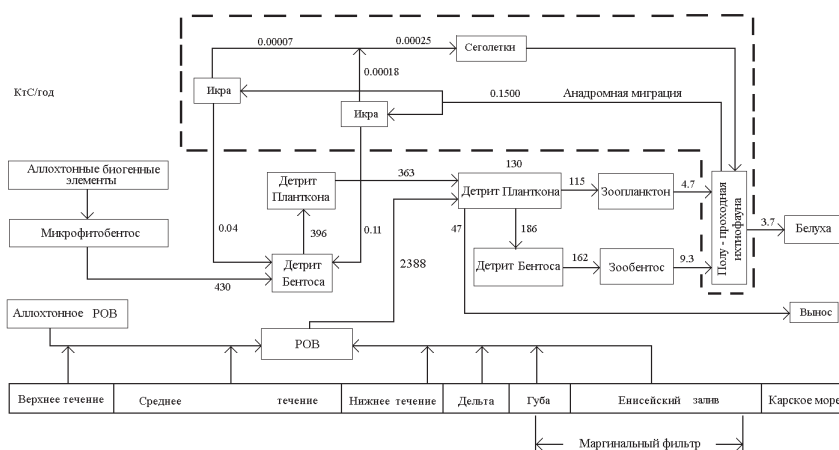


Рис. 13. Величины основных потоков ПБЕ (КтС/год)

Как видно из представленных материалов энергетической основой продукционных процессов в Енисее является детритная (МФБ 70–80%) и квазипастбищная цепь (малоактивный фитопланктон 20–30%).

Не смотря на тот факт, что соотношение величин потоков «континуальной» (поступления продукции МФБ) и «полибиомной» (анадромная миграция) стадий имеет значение 0,35 тС/год, последние потоки несут большой вклад в функционирование ПБЕ. Действительно, как уже сказано выше, район максимальных значений первичной продукции и формирования автохтонного зоопланктона Енисея (рис. 9.б) и локализации верхних нерестилищ полу-проходной ихтиофауны Енисея находятся на одном участке – Среднем течении – и ихтиофауна, заботясь о будущем благополучии своего пополнения, выполняет уже и системные функции, выражающиеся в снабжении придонного зоопланктона [5] высоко-энергетической субстанцией.

Действительно, ихтиофауна возвращает в ПБЕ отнюдь не высококонденсированную органику – аналог бытовых полимеров – лигнин, смолы, воска, стойкие фракции водного гумуса, поступающие с территории бассейна и требующие значительных затрат энергии на расщепление, а биогены и легкоусваиваемые органические вещества, которые незамедлительно включаются в оборот.

Конечно, здесь можно привести контр-довод – нерест полу-проходной ихтиофауны Енисея происходит «под шугу» и степень вклада генеративных продуктов в увеличение первичной продукции проблематичен.

С этим можно согласиться только в плане водорастворимой фракции молок – она действительно через 10–15 суток окажется в маргинальном фильтре (рис. 6), однако далеко не в полном составе – значительная часть ее останется в курьях, Дельте и Губе Енисея, что касается икры, то ее до выклева личинок ждет процесс продолжительного потребления хищниками и разложения микробными гетеротрофами, продукты деятельности которых при низких зимних температурах вернутся в круговорот по весне или ко времени функционирования ледового комплекса фитопланктона (включая криоперифитон).

К примеру, на реке Амур, проходной лосось нерестится в августе, когда еще температура воды сравнительно высока по всей толще, ситуация более стремительная и в годы большого нереста возникают грибковые эпидемии икры, увеличивающие выход биогенов к осеннему пику и времени развития ледового комплекса фитопланктона, продукция которого на Амуре достигает 15 гС/м²/ледовый период или 20–25% годовых величин [14].

Список литературы

1. Антонов В.С. Енисей: Гидролого-навигационный очерк реки и подходов к ней по Карскому морю // Тр. АНИИ. – Л.: Морской транспорт, 1962. – Т. 245. – 99 с.

2. Бахтин Н. П. Река Енисей. – Л.: Гидрометеиздат, 1961. – 122 с.
3. Богатов В. В. Комбинированная концепция функционирования речных экосистем // Вестник ДВО РАН. – 1995. – №3. – С. 51–61.
4. Гайденок Н. Д. О полибиоме Енисея // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: тр. III Всерос. науч. конф.: в 4 т. – Барнаул, 2017. – Т. 1. – С. 75–90.
5. Грезе В. Н. Кормовые ресурсы рыб реки Енисей и их использование // Изв. ВНИОРХ. – М.: Пищепромиздат, 1957. – Т. 51. – 236 с.
6. Зуев И. В. Питание хариуса *Thymallus* sp. в среднем течении р. Енисей // И. В. Зуев, Е. М. Семенова, С. П. Шулепина и др. // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. – 2011. – Т. 4, №3. – С. 281–292.
7. Куклин А. А. Биологическая характеристика муксуна р. Енисей и перспективы его рыбохозяйственного использования: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.10. – Красноярск, 1982. – 158 с.
8. Куклин А. А. Ихтиофауна водоемов бассейна Енисея: изменения в связи с антропогенным воздействием // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири: мат. науч.-практ. конф. – Красноярск, 1999. – С. 52–62.
9. Лисицын А. П. Маргинальный фильтр океанов // Океанология. – 1994. – Т. 34, №5. – С. 735–747.
10. Огнетов Г. Н. Белуха арктических морей России: популяционный статус и ресурсный потенциал // Рыбное хозяйство. – 2005. – №5. – С. 66–69.
11. Остроумов Н. А. Рыбы и рыбный промысел р. Пясины. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – Вып. 30. – 115 с.
12. Подлесный А. В. Муксун *Coregonus muksun* (Pallas) р. Енисея (промыслово-биологический очерк) // Тр. Сиб. отд. ВНИОРХ. – 1948. – Т. 7, Вып. 2. – С. 151–202.
13. Свирежев Ю. М. Нелинейные волны, диссипативные структуры и катастрофы в экологии. – М.: Наука, 1987. – 368 с.
14. Юрьев Д. Н. Экология ледовых водорослей Нижнего Амура и их роль в экосистеме: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.18. – М., 1992. – 27 с.
15. Townsend C. R. The patch dynamics concept of stream community ecology // J. N. Am. Benthol. Soc. – 1989. – V. 8, №1. – P. 36–50.
16. Townsend C. R., Hildrew A. G., Schofield K. Persistence of stream invertebrate communities in relation to environmental variability // J. Anim. Ecol. – 1987. – V. 56, №2. – P. 597–613.
17. Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W., et al. The river continuum concept // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 1980. – V. 37, №1. – P. 130–137.

УДК 712.025

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ РАС КЛАССИЧЕСКОГО МНОГОТЫЧИНКОВОГО МУКСУНА ЕНИСЕЯ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИКО – ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ В. А. КОСТИЦИНА

Н. Д. Гайденок, В. Ф. Чумаков

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева»

Аннотация. В работе рассматриваются результаты исследования динамики рас классического многотычинкового муксуна Енисея на основе генетико – экологической модели и решается вопрос об определении локализации нерестово-выростного хозяйства, эквивалентен решению проблемы – какую субпопуляцию усиливать посредством искусственного воспроизводства.

Ключевые слова: многотычинковый муксун Енисея, генетико – экологическая модель
В. А. Костицина, организация НВХ

THE ANALYSIS OF CLASSIC MULTIRAKERED MUKSUN RASSE DYNAMICS ON THE BASE OF GENETICS – ENVIRONMENTAL MODEL OF V.A. COSTIN

N. D. Haydenok, V. F. Chumakov

Summary: This research article presents the results of the analysis of classic multirakered mucksun rasse dynamics on the base of genetics – environmental model and method of solution the problems of the nursery farm allocation and increasing the population by artificial breeding.

Keyword: multirakered mucksun of enisey, genetics – environmental model, the organization of nursery farm

В стадию Новой Экономической Формации в Сибири прокатилась серия запретов на полупроходную ихтиофауну:

1. 1998 г – сибирский осетр Енисея;
2. 2014 г – обской муксун;
3. 2019 г – нельма, муксун и омуль Енисея.

Период запрета на енисейского осетра с 1998 г в силу гипертрофированного потребительского лова, не только не принес ожидаемого увеличения его численности, но и определил необходимость искусственного воспроизводства вышеперечисленных промысловых объектов. В связи с этим встает следующий конкретный вопрос: – где отбирать производителей для искусственного воспроизводства и строить НВХ?

В отношении Енисея районом организации НВХ практически для всей полупроходной ихтиофауны должен быть отрезок Верхнего Плеса Нижнего Течения Енисея от Нижней Тунгуски до р. Хантайки – рис. 1.

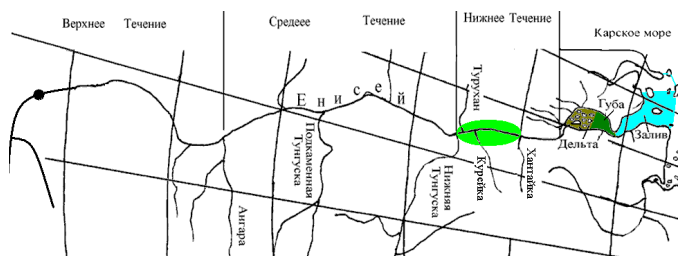


Рис. 1. Участки отбора производителей для искусственного воспроизводства промысловых объектов.

Данное заключение определяется, как актуальными в настоящее время экономическими причинами – наличие Хантайской и Курейской ГЭС, так и экологическими

1. наличием различных форм (*стад, субпопуляций*) у каждого из видов – «от двух»;
2. особенностями их нерестовых миграций – нерест на различных нерестилищах;
3. характером промысла с 1900 г.

Исходя отсюда вопрос об определении локализации НВХ эквивалентен решению проблемы – «Какое стадо (субпопуляцию) усиливать посредством искусственного воспроизводства?»

Анализ перечисленных выше факторов представляет задачу настоящего исследования.

Далее, вопрос о детерминации района локализации НВХ эквивалентен исследованию проблемы расообразования (*более глубокой дифференциации подвидов или тех таксономических рангов, которые определяются формальными принципами таксономии*) у полупроходной ихтиофауны Енисея.

Положение дел в плане исследования проблемы расообразования затрудняет наличие внешне различных, но феноменологически эквивалентных терминов для обозначения понятия «раса», как – то: стадо, субпопуляция, форма, морфа, разновидность, тип миграции, репродуктивно изолированные сезонная группировка, носитель конкретной репродуктивной стратегии и т.д.

Рассмотренное многообразие терминов безусловно не является плодом праздной затеи – они отражают соответствующие аспекты расообразования.

Прогрессивным подходом для решения проблемы расообразования в ихтиологии, сдвинувшем положение дел в объяснении ее сущности со стадии «хождения по кругу сугубо эколого – ихтиологических аспектов» и подтверждающим сведения о целесообразности использования генетики для исследования КММ послужила работа [3], где исследуется динамика носителей репродуктивных стратегий (в данном случае – млекопитающие), которые являются практическим тождеством классических в ихтиологии рас, динамике рас внутривидового континуума муксуна Енисея.

Однако здесь необходимо сделать следующее сообщение, касающиеся особенностей использования аппарата генетики к изучению расообразования. Всю генетику в плане исторического развития можно разделить на три области – экспериментальную (изначально вопросы селекции), формальную и инструментальную или физико – химическую.

Реальным фактом здесь является – инструментальная генетика пока еще не работает в общей массе «не только глубже подвида, но и вида в ряде случаев», и только в ведущих мировых лабораториях намечаются подходы к «увеличению глубины».

Кроме того, вопрос о гарантии того, что полученная сигнатура отвечает именно за определенных экологический показатель остается открытым.

В силу чего для исследования динамики рас, как внутривидовых взаимоотношений, в нашем распоряжении остаются результаты исследований первых двух областей. Точнее – в основном формальной.

Но, не смотря на довольно не оптимистическую перспективу инструментальная генетика определила следующее «рабочее» правило для продолжительности образования расы, как внутривидового феномена: в первом приближении справедлива закономерность – отношение десятичных логарифмов продолжительностей образования вида (В) и расы (Р) равно внутривидовому порядку расы, а именно: $\lg [B] / \lg [P] = 3$

Итак, определив фрейм методики перейдем к исследованиям аспектов расообразования муксуна рек Сибири от Оби до Лены с основным акцентом на муксуна Енисея.

Данную проблему рассмотрим на примере внутривидового континуума муксуна Енисея, использования законов генетики для объяснения внутривидовой структуры.

Действительно, «сезонные расы КММ, практически не разделяемые морфометрически, являются примером менделеевского расщепления КММ в моногибридном скрещивании, где в качестве дискриминантного признака вместо цветов гороха, желтого и зеленого, рассматривается Озимая и Яровая расы дифференцируемые по длине нерестовой анадромии, которую классические енисейские ихтиологии от В. Л. Исаченко до А. А. Кукина [5] связывают ее со степенью зрелости гонад (рис. 2), соответствующей типам нерестилищ и генетически закрепленной во врожденных инстинктах, отражающих такой аспект биологического феномена – «давление жизни – в виде расширения площади ареала существования», как эндолимитирование по плотности популяции в отношении кормобеспеченности [1]».

Естественным образом наличие в нерестовом стаде особей с различной степенью зрелости гонад и идущих на разные нерестилища крайне далеко от такого генетического показателя, как «норма реакции» – в популяции при определенном среднем размере есть медленно и быстро растущие особи, которые исходя из принципов ламаркизма составляют соответствующие расы. Здесь положение дел заключается в классическом феномене г и К стратегии. Т.е., говоря с/х – языком «не крупные и мелкие особи одной породы, а две различные

медленно и быстро растущие породы, в каждой из которых, в свою очередь, есть крупные и мелкие особи».

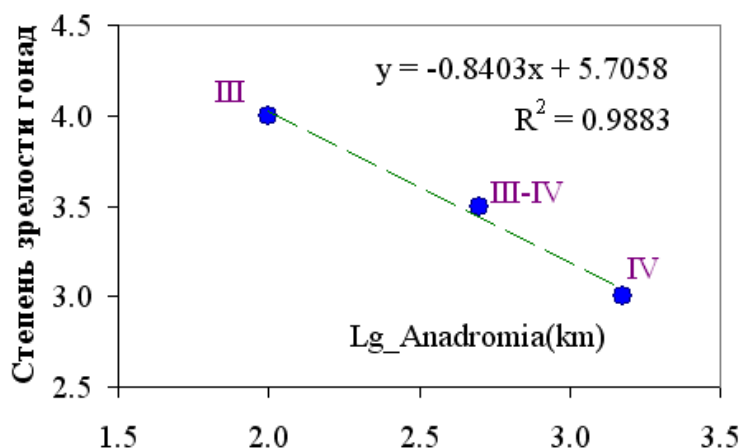


Рис. 2. Зависимость степени зрелости гонад от длины по длине нерестовой анадромии.

Исследования динамики рас КММ проведем с помощью математического моделирования, где в качестве базовой модели используется модифицированная генетико – экологическая модель В. А. Костицина [7] (цит. стр.99).

Прежде чем перейти к ее анализу сделаем следующее замечание – классическим положением является тот факт, что такие трофо- демографические характеристики, как рост, вес, скорость продуцирования живого вещества определяются не одним геном (участком ДНК), а комплексом генов – кластером, который может находиться в нескольких состояниях, называемых применительно к гену аллелями.

Поэтому, было бы более корректным вместо термина «ген» говорить комплекс или кластер генов или тип кластера генов. Но, в дань традиции здесь по – прежнему употребляется термин «ген» и «генотип»

Пусть согласно [7, стр.101]: N_1 , N_2 , N_3 – численности особей с генотипами АА, Аа и аа; $N = N_1 + N_2 + N_3$ – общая численность.

Тогда, динамика N_1 , N_2 , N_3 описывается следующей системой дифференциальных уравнений (1) [7]

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

где j , m_j , m – коэффициенты «рождаемости» или «функции приспособленности», смертность i – го генотипа и эндолимитирования.

В основу построения (1) положены: 1 закон Г. Менделя и методологии для описания – а) уравнения Ферхюльста – Перла общих закономерностей динамики генотипа и б) – методология системы Лотки – Вольтера эндолимитирования и конкуренции генотипов.

Действительно, первые члены в уравнениях образуются на основе баланса аллелей – табл.1.

Таблица 1. Баланс аллелей

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

	A	a
A	AA	aA
a	Aa	aa

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

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

Величины «коэффициента рождаемости» или «функций приспособленности» не смотря на их крайнюю неопределенность в генетике [7] (стр.96) с демографических позиций представляют собой «чистую скорость роста популяции» r [6], определяемую на основе возрастных распределений половозрелости самок, доли самок в возрастном классе, плодовитости и смертности.

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

Совокупный коэффициент межгенотипной конкуренции и эндолимитирующая, определяемый через произведение общей численности и численности определенного генотипа учетом посредством влияния уровня корма на r через зависимость плодовитости (пропорциональной рациону особи C) от уровня корма B (3), представляющую собой третий тип функциональной реакции Холлинга – рис. 3.

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

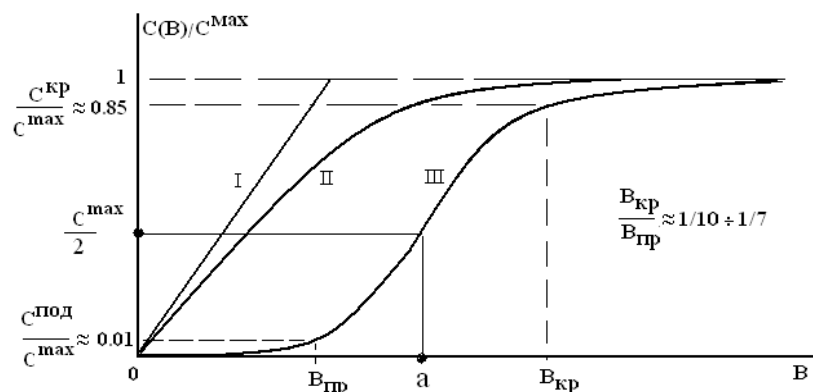


Рис. 3. Типы функциональной реакции Холлинга (1969)

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

$$P_i(B/N) = P^m B^n / (B^n + (a_i N)^n) = P^m / (1 + (a_i N/B)^n), n \approx 2 \quad (4)$$

От уровня кормообеспеченности несомненно изменится доля половозрелых – возрастное распределение сдвинется в сторону больших возрастов, как минимум, на год.

Прежде чем переходить к дальнейшему анализу принципов модификации сделаем привязку указанных выше генотипов к элементам внутривидовой структуры КММ – генотипы АА и Аа поставим в соответствие доминирующей яровой расе КММ, а генотип аа – подчиненной озимой (рис. 4), ибо она появляется на Верхних Нерестилищах только при достаточно высокой общей численности. Такое соответствие полностью определяется, как былыми объемами промысла в районе соответствующих нерестилищ, так и особенностями нерестовой миграции рас.

В соответствии с характером привязки рас к генотипам определяются и величины промысловой смертности – в виду того, что озимая раса идет с осени по осень в большинстве массы, либо подо льдом, либо по большой воде, когда она труднодоступна орудиям лова, то ее промысловая смертность ниже, чем у яровой, идущей в летнее время. Т.е., m_1 и $m_2 > m_3$.

Но, самое радикальное изменение чистой скорости роста популяции r произойдет в результате изменение величины смертности «икра – 0+» в силу многократного (5/2) отношения протяженностей катадромии – рис. 4.а

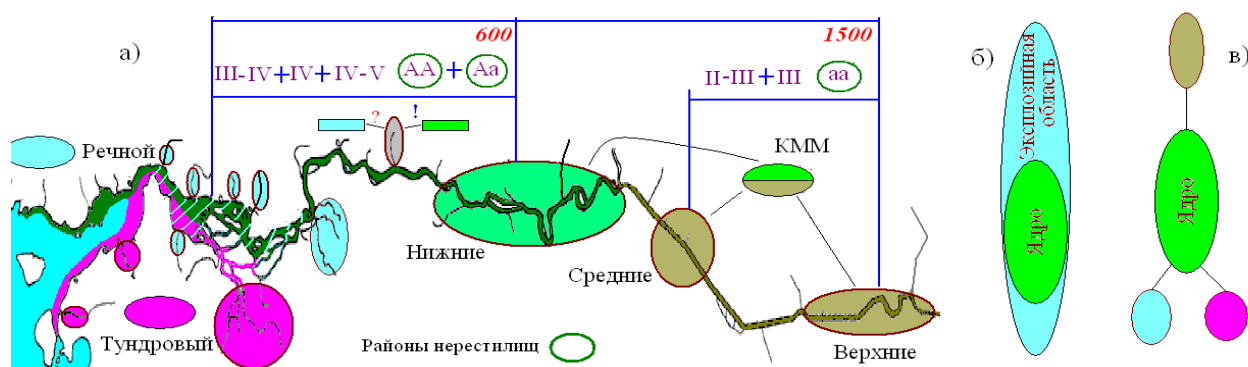


Рис. 4. Соответствие генотипов нерестилищам и протяженности нерестовой анадромии, км

Даже при самом простом линейном декременте повышение смертности «икра – 0+» произойдет в 2.5 раза. Но, поскольку 0+ с Верхних Нерестилищ подойдет к Нижним уже весьма потрепанным и дальше также будет подвергаться воздействию бурного потока, то здесь уже наблюдается кумулятивный эффект, выражающийся в экспоненциальном декременте, величина которого по самым осторожным оценкам увеличит отношения протяженностей катадромии с 2.5 до 3–4.

Тогда величина чистой скорости роста популяции r , которая для КММ равна 0.17 [2] уменьшится в середину интервала 3–4, т.е. 3.5 раза в соответствии с принципом «недостаточного основания» Лапласа.

Однако, если учитывать Средние Нерестилища, то декремент r следует принять равным нижней границе изменения – 3.

Вышеизложенные особенности увеличения смертности 0+ и снижения чистой скорости роста популяции позволяют определить общую структуру Нерестилищ. Она имеет два элемента – базовое ядро и периферийную область эксплозии или диффузии в зависимости от темпов проникновения – рис. 4.б.

Причем, область эксплозии – диффузии в реальности м.б. далеко не односвязной или непрерывной – как правило она имеет иерархическую структуру (рис. 4.а, в), где возможен контакт даже иными морфами или подвидами.

Итак, детерминировав самый «проблемный» из базовых генетических показателей r проанализируем общий фрейм (1).

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

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

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

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

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

Вернемся к особенностям модификации системы В. А. Костицина принятой в настоящем исследовании. В правой части системы (1) остаются всего два члена, первый из которых ответственен за описание динамики переходов между генотипами с учетом эндолимитирования по корму, и второй – отражает влияние промысловой смертности на каждый генотип. Характер эндолимитирования по корму для каждого генотипа, выражаемый через падение r_i , которая пропорциональна плодовитости i – го генотипа P_i (4), показан на рис. 5.а, где различие в величинах N , при которых происходит снижение r генотипов N_1 и N_2 (приняты в соответствие с 1 – м законом Менделя тождественными) и N_3 , обусловлено следующим – при низкой кормообеспеченности происходит замедление, как общего прироста, так и снижается скорость созревания гонад. У N_3 она согласно данной работе на старте нерестовой миграции меньше, чем у N_1 и N_2 – II–III и III против III–IV, IV и IV–V – рис.4.

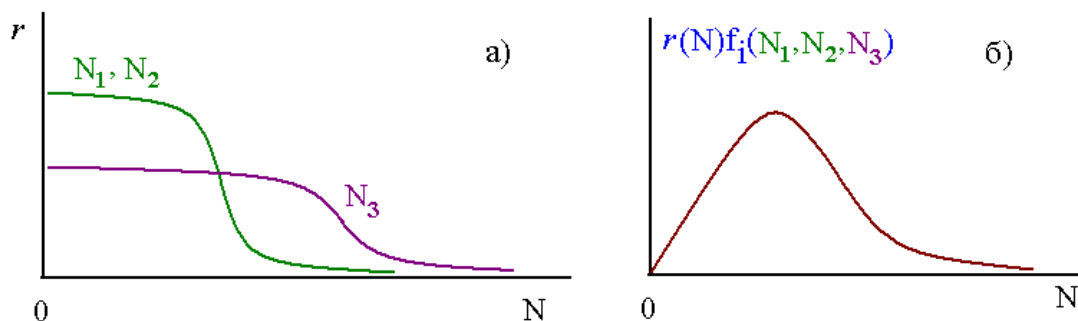


Рис. 5. Зависимость $r_i(N)$ от N

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

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

показан на рис. 5.б. Как легко видеть он тождественен качественному виду классической зависимости [6] Риккера «потомок – родитель».

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

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

Получив систему уравнений, описывающую динамику переходов генотипов в зависимости от эколого – промысловых условий, приведем результаты моделирования динамики генотипов (рис. 6) при реальных объемах промысла на основе трофодемографических параметров и промысловых статистик [2]. Здесь результаты моделирования сами говорят за себя:

1. «В 1950 – е гг положение популяции было наитяжелейшим» [8];
2. «К концу 1980 – х – началу 1990 – х гг после долгого перерыва на Верхних Нерестилищах стали появляться производители КММ» [4].

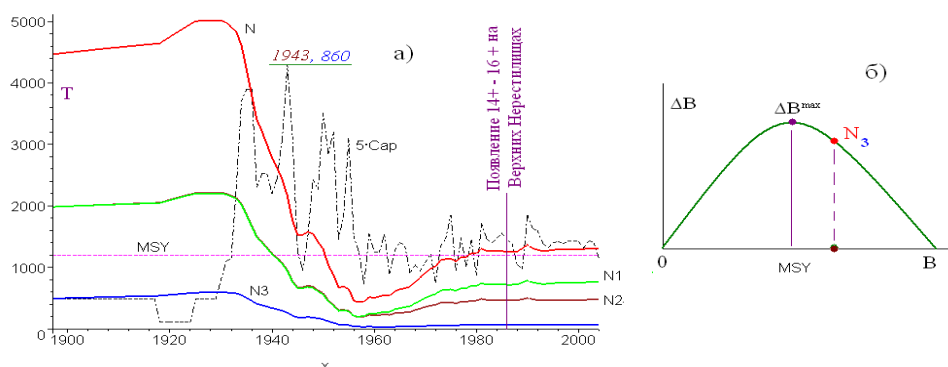


Рис. 6. Динамика генотипов и пятикратного (масштаб) вылова (Cap), т;
1943 г – реальный вылов – 860 т

Из рис. 6. отчетливо видно, что при биомассе популяции, соответствующей MSY (оптимальный уровень промысла) КММ равной ~ 1200 т N_3 особи 14+ – 16+ появляются на Верхних Нерестилищах. Это, как легко заметить, происходит только тогда, когда общая биомасса N^3 1.2 MSY – точка N_3 , рис. 6.б.

Д.с., появления генотипа N_3 на Верхних Нерестилищах является индикатором достижения КММ уровня MSY, который, как показывает введенный запрет надо существенно превышать в виду высокого потребительского лова.

В заключении рассмотрим эколого – генетическую роль рас КММ. Яровая, доминирующая раса получает свой статус в виду экономии энергии на нерестовую анадромия и она явно доминирует в период низкой общей численности КММ.

Озимая раса с экологических позиций представляет собой «носитель эксплозии» и достигает сколь значимых уровней только в годы высоких численностей [2] – повышение ее численности приводит к отрицательным эффектам – высокой трате энергии на анадромия и повышению смертности возрастного класса 0+. Ее жизненная ниша обусловлена следующими феноменами – более высокой константой полунасыщения (рис. 5а) и более низкой промысловой смертностью в сравнении с яровой.

К положительному вкладу озимой расы следует отнести разве, что значительное увеличение площади нерестилищ, которое при изменении экологических условий обеспечивает дополнительную стабильность популяции [1].

Список литературы

1. Гайденок Н.Д. Енисейский муксун – эндолимитирование и расы, формы, субпопуляции, популяции, континуум / Н.Д. Гайденок, П.М. Клементенок, А.А. Кукулин // Рыбное хозяйство 2014. – №1. – С. 70–76.

2. Гайденок Н.Д. Моделирование экология и промысел ихтиофауны Енисея и Оби и морских млекопитающих Карского моря/ Н.Д. Гайденок, А. Н., Баранов Г.М. Чмаркова. – Красноярск: СибГАУ, 2014. – 452 с.
3. Жданова О.Л. Математическое моделирование механизма дифференциации репродуктивных стратегий в естественных популяциях (на примере песцов, *Alopex lagopus*)/ О.Л. Жданова, Е.Я. Фрисман. // Компьютерные исследования и моделирование 2016. – Т. 8, №2. – С. 213–228.
4. Заделенов В.А. Практические мероприятия по сохранению биологического разнообразия водных биоресурсов в водоемах красноярского региона / В.А. Заделенов, В.В. Заворуев, Е.Н. Шадрин // Рыбоводство и рыбное хозяйство 2011. – №8. – С. 29.
5. Куклин А.А. Биологическая характеристика муксуна р. Енисей и перспективы его рыбохозяйственного использования: дисс. канд. биол. наук. – Л., 1982. – 158 с.
6. Риклевс Р. Основы экологии. – М., 1979. – 424 с.
7. Свирежев Ю.М., Основы математической генетики/ Ю.М. Свирежев, В.П. Пасеков. – М.: Наука, 1982. – 512 с.
8. Тюльпанов М.А. Анализ состояния запасов и реорганизация промысла ценных рыб в низовьях Енисея // Проблемы рыбного хозяйства водоемов Сибири. – Тюмень, 1971. – С. 102–12.

УДК 597–19

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ПОЛУПРОХОДНОЙ ИХТИОФАУНЫ ВЕЛИКИХ СИБИРСКИХ РЕК

Н.Д. Гайденок², В.А. Заделёнов^{1, 2}

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») (НИИЭРВ), Красноярск, Россия, nii_erv@mail.ru;

²ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» (КрасГАУ), г. Красноярск, Россия, ndgay@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены особенности нереста полупроходной ихтиофауны в соответствии с геологическим прошлым сибирских рек.

Ключевые слова: геологическая история, полупроходная ихтиофауна, сиговые рыбы, трансгрессия

GEOLOGICAL FEATURES OF DEVELOPMENT OF SEMI-TRANSIT ICHTHYOFAUNA GREAT SIBERIAN RIVERS

N. D. Gaydenok, V. A. Zadelenov

Summary. The paper deals with the features of spawning semi-migratory ichthyofauna in accordance with the geological past of the Siberian rivers.

Keywords: geological history, semi-migratory ichthyofauna, whitefish, transgression

В работах енисейских ихтиологов А.В. Подлесного, П. Л., Ю.В. Михалева, А.Ф. Устюгова, А.А. Кукулина, В.И. Романова проведен сравнительный анализ полупроходной ихтиофауны великих Сибирских рек – Оби, Енисея и Лены, который показывает довольно тесное сходство отдельных видов [4, 5, 8, 9, 13]. Действительно, здесь отмечено следующее: – согласно Куклину [4], енисейский многотычинковый муксун наиболее близок с ленским многоты-

чинковым муксуном; – малотычинковый муксун пудоранской системы озер (оз. Лама) также наиболее близок с ленским малотычинковым муксуном [10]; – обитающая в Гыданском и Енисейском заливах карская ряпушка наиболее близка к ленской [13].

Для полупроходных сиговых и корюшки существуют районы верхних и нижних нерестилищ [7, 9]. Районы верхних нерестилищ расположены на участке «Ворогово – Бахта». Нижние нерестилища сиговых рыб и корюшки локализованы в нижнем течение, в основном, на участке «Нижняя Тунгуска – Хантайка» (рис. 1). Причем: ««нерестилища сиговых разных бассейнов расположены примерно на одной географической высоте ...» [7].

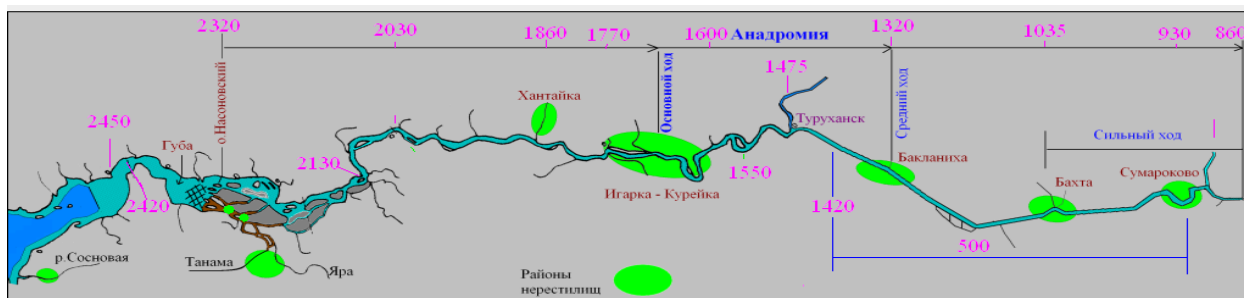


Рис. 1. Гидрографическая структура Енисея и локализация основных нерестилищ полупроходной енисейской ихтиофауны

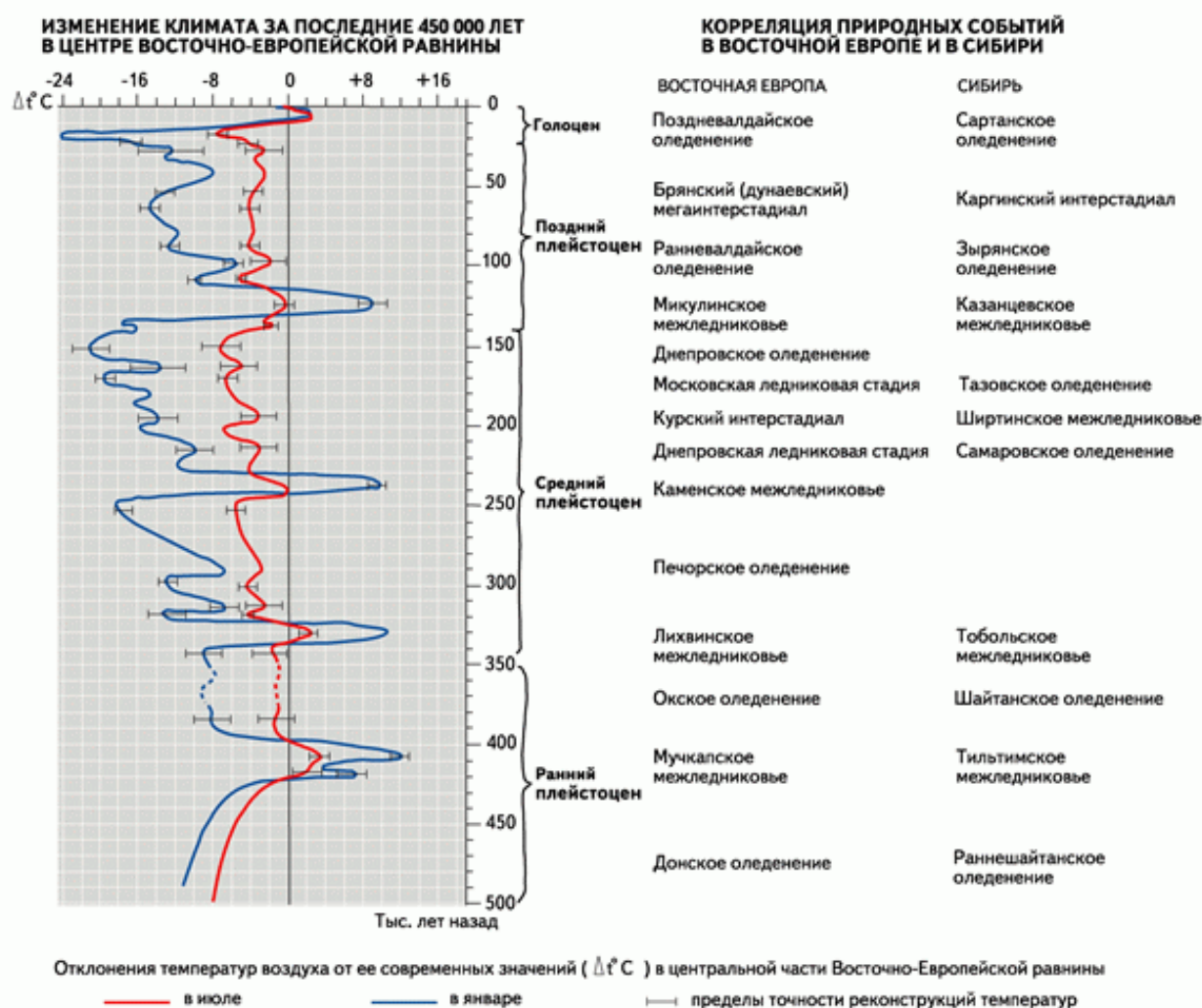


Рис. 2. Заимствован из <https://национальныйатлас.рф/cd2/26–27/26–27.htm>

Отмеченные факты говорят о сообщении в прошлом рассматриваемых речных бассейнов, которое естественным образом могло быть обусловлено особенностями их геологической истории. И действительно, на территории западносибирской низменности и Среднесибирского плоскогорья на протяжении последних 500 тыс. лет происходила с довольно строгой периодикой (рис. 2) последовательность следующих серий «ледник – подпорный водоем – потепление – таяние, прорыв ледника исчезновение подпорного водоема – эвстатический прогиб – морская трансгрессия – осушение территории».

Прежде чем переходить к дальнейшему анализу геологических особенностей, необходимо обратить внимание на следующий факт, который широко освещается в географической литературе. Если провести аналогию между современной локализацией ледовых шапок планеты – Северный и Южный полюса, то в указанный временной период Северный полюс находился по отношению к современному на несколько сотен километров южнее. Или все нынешние территории находились на соответствующую дистанцию севернее.

Элементы серии «ледник-подпорный водоем» проиллюстрирован в работе Гроссвальда [2]. Детализируя рисунок 2 воспользуемся результатами исследований Стрелкова [12], описывающего границы борельной трансгрессии, во время которой происходило наиболее существенное событие – объединение бассейнов Печеры, Оби, Енисея и Лены.

Однако, не одна борельная трансгрессия наложила свой отпечаток на функционирование полупроходной ихтиофауны. Согласно Казьмина и Волкова [3] около 3–6 тыс.л. назад происходила фландрская (голоценовая) трансгрессия, когда уровень моря был выше современного на 2–10 м. В сравнительном плане отметим, уровень дна Енисея у п. Туруханск (устье Нижней Тунгуски) (глубина 7 м) совпадает с уровнем моря морского края дельты Енисея.

Формальный анализ положения устья Енисея в период 125–0 тыс.л. назад, мало отличался от предшествующих геологических серий в период 500–375 тыс.л. назад, построен на основании сведений, показан на рисунке 3 [1, 2, 11, 12].

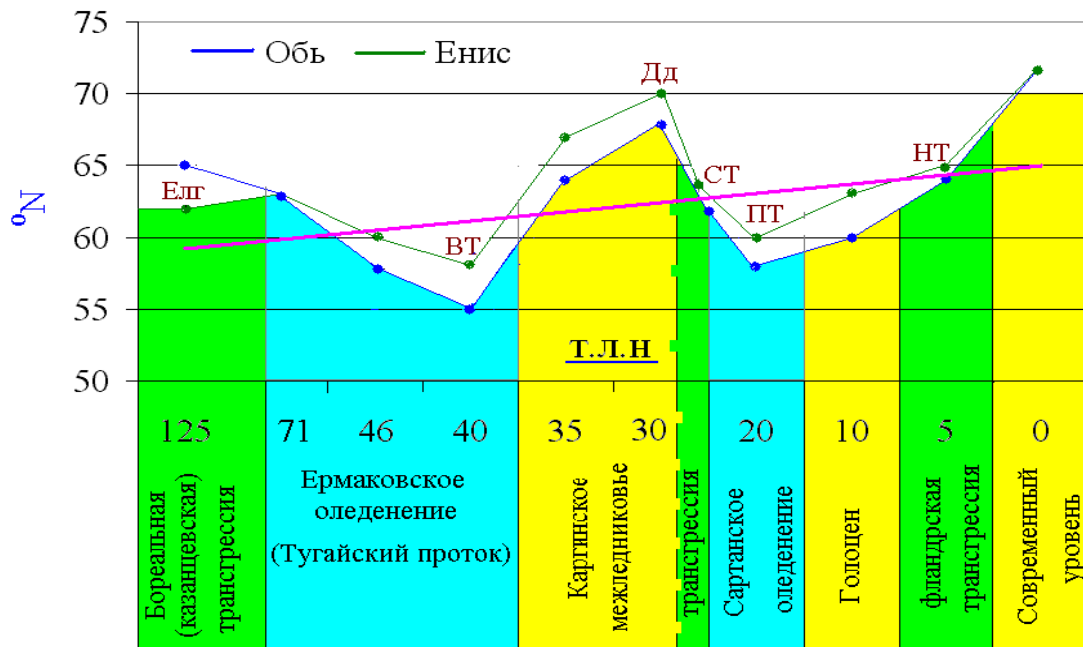


Рис. 3. Положение устья Енисея в геологические периоды

Рассмотрим особенности нереста полупроходной ихтиофауны в соответствии с полученными результатами. Наличие нерестовых площадей на протяжении 500 тыс.л. назад протяженностью 1000–2000 км, характерное для межстадиальных периодов, включая современный, наблюдается в среднем 1/6 часть времени – около 80 тыс.лет.

Все остальное время положение с общей площадью нерестилищ было довольно скромным. Нерест полупроходной ихтиофауны происходил преимущественно на участках верхних течений Оби, Енисея и Лены и впадающих в них притоках.

Поэтому, для избегания эндолимитирования по площади нерестилищ происходило развитие субпопуляций (фенотипов), способных к удлинению нерестовых миграций пусть даже не с такой высокой эффективностью как на ближних участках. Для этого необходимы, как запасы энергии на анадромную миграцию, так и более позднее созревание гонад – старт на нерест происходит на стадии III против классической IV для короткой миграции.

Следует обратить внимание на особенности ареала распространения енисейского осетра. Сибирский осетр в Енисее является одним из широко распространенных видов рыб. Наиболее обширным его ареал существовал до конца XIX столетия: на протяжении более 3 тыс. км – от Большого Порога (52° N) до бухты Широкой (Енисейский залив – 72°20' N), т. е. на протяжении более 3 тыс. км. В настоящее время, из-за антропогенных причин, ареал сибирского осетра сократился на 1600 км до с. Ворогово, где находятся его верхние нерестилища [5, 9].

Если сравнить расстояние от южной границы бывшего ареала осетра с южной границей подпорного озера на Енисее (около 700 км, см. [2]) с протяженностью верхних нерестилищ (рис. 1, около 500 км), то получим величины одного порядка. Это позволяет высказать предположение о том, что участок ареала енисейского осетра от Ангары до Большого Порога, на котором в сартанское время также нерестились и полупроходные сиговые, механически сместился вниз по течению без существенного изменения своей протяженности. Это в настоящее время и определяет базис хомминга полупроходной ихтиофауны. Более того, если виртуально совместить нерестилища и подпорное озеро в сартанскую эпоху с современным временем (распрямив соответствующие участки), то получим не только их практическое совпадение с современным ареалом нерестилищ и нагула полупроходной ихтиофауны, но и факт механического смещения приблизительно на 1400 км или со скоростью приблизительно 200 км/тыс. лет или 200 м/год.

Список литературы

1. Архипов С. А. Палеогеография Западно-Сибирской равнины в максимум позднезырянского оледенения/ С. А. Архипов, В. И. Астахов, И. В. Волков, В. С. Волкова, В. А. Паньчев //Новосибирск: Наука, 1980. – 109 с.
2. Гросвальд М. Г. Оледенение Русского Севера и Северо-Востока в эпоху последнего великого похолодания // Материалы гляциологических исследований. – М.: «Наука», 2009. – Вып. 106. – 152 с.
3. Казьмин С. П., Волков И. А. Характер природных процессов в азиатской части России во время последней ледниковой стадии// География и природные ресурсы. – 2010. – №3. – С. 5–10.
4. Куклин А. А. Биологическая характеристика муксуна р. Енисей и перспективы его рыбохозяйственного использования: дисс. ... канд. биол. наук. Л., 1982. – 158 с.
5. Михалев Ю. В. К биологии и регулированию промысла проходного осетра р. Енисей// Рыбы и кормовые ресурсы бассейнов рек и водохранилищ Восточной Сибири / Тр. Кр. от-ния СибНИИРХ. – Красноярск, 1967. – Т. 9. – С. 343–361.
6. Пирожников П. Л. Река Пясины и ее рыбные ресурсы//За индустриализацию Советского Востока. – 1933. – Вып. 3. – С. 166–209.
7. Пирожников П. Л. Полупроходные рыбы и речной сток//Изв. ТИНРО. Владивосток, 1949. – Т. 29. – С. 56–78.
8. Пирожников П. Л. О распределении и численности сиговых в реках и эстуарных районах Сибири//Изв. ГосНИИОРХ. – Л., 1967. – Т. 62. – С. 6–15.
9. Подлесный А. В. Осетр (*Acipenser baeri stenorrhynchus* a. Nikolski) р. Енисей // Вопр. ихт., 1955. – Вып. 4. – С. 21–40.

10. Романов В. И. К вопросу о популяционной структуре муксуна водоемов Таймыра // Вест. ТГПУ. – 1999. – Вып. 7 (16). – С. 38–43.
11. Сакс В. Н. Условия образования донных осадков в арктических морях СССР//Тр. НИИ-ГА. – Л.-М., 1952. – 140 с.
12. Стрелков С. А. История ландшафтов низовьев Енисея в четвертичный период. – Л. – М.: Изд. ГСМП, 1951. – 150 с.
13. Устюгов А. Ф. Экологические формы ряпушки реки Енисей//Проблемы экологии, 1973, Томск. – т.3. – С. 187–192. – т.4. – С. 6–15.

УДК 576.89.591.69

ЗАРАЖЕННОСТЬ КИТАЙСКОГО КАРАСЯ *CARASSIUS AURATUS* МЕТАЦЕРКАРИЯМИ ТРЕМАТОД СЕМЕЙСТВА DIPLOSTOMATIDAE В ЭСТУАРНОЙ ЗОНЕ ОЗЕРА ЧАНЫ

Д. И. Григорьев ¹, Е. Н. Ядренкина ^{1,2}, А. Э. Оштушева ¹, Н. И. Юрлова ¹

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск. ²Новосибирский государственный аграрный университет, denis.grigorev.78@inbox.ru

Аннотация. Исследована зараженность глаз китайского карася *C. auratus* (Cyprinidae) метацеркариями сем. Diplostomatidae на опресненных участках солоноватоводного озера Чаны (Западная Сибирь). Выявлены высокие показатели зараженности хрусталика и стекловидного тела (экстенсивность инвазии (ЭИ) составила, соответственно, 50% и 90% половозрелых рыб).

Ключевые слова: метацеркарии, Diplostomatidae, китайский карась, Западная Сибирь

INFESTATION OF THE CHINESE CRUCIAN *CARASSIUS AURATUS* WITH METACERCARIAE OF DIGenea (DIPLOSTOMATIDAE) IN THE ESTUARINE ZONE OF CHANY LAKE

D. I. Grigoriev, E. N. Yadrenkina, A. E. Oshtusheva, N. I. Yurlova

Summary. The infestation of the eyes of the Chinese crucian *C. auratus* (Cyprinidae) with metacercariae of Fam. Diplostomatidae at estuarine zone of the saltwater Chany Lake (Western Siberia) was investigated. High level of fish infestation in the eyes lens and vitreous (extent of invasion (EI) were revealed, respectively, 50% and 90% of adult fishes).

Keywords: metacercariae, Diplostomatidae, Chinese crucian, Western Siberia

Диплостомоз – широко распространенный гельминтоз карповых в озерном комплексе Обь-Иртышского междуречья. Возбудителями диплостомоза рыб являются метацеркарии дигенетического сосальщика из сем. Diplostomatidae. Первый промежуточный хозяин – моллюски рода *Lymnaea*, дефинитивный хозяин – рыбоядные птицы [1,2,6,7]. Заболевания протекают в двух формах: в острой (церкариозные диплостомозы) и в хронической (паразитарная катаракта) [3]. Первая вызывается внедрением церкарий в тело рыб и их миграцией по внутренним органам, включая нервную и кровеносную системы, вторая – развивающимися и инвазионными метацеркариями. При хронической форме поражаются, главным образом, хрусталики глаз, донная часть глазного яблока (между склерой и ретиной), вызывая помутнение хрусталика и нарушение зрительной функции [4]. Проведенное исследование направлено на изучение роли чужеродного вида рыб озера Чаны – китайского карася *C. auratus* – в трансмиссии диплостомид.

Материалы и методы

Рыб отлавливали разнотечными ставными жаберными сетями с размером ячеи от 30×30 мм до 70×70 на участках эстуарной зоны озера Чаны (в системе заливов, соединяющих р. Каргат с оз. Малые Чаны), а также в проточном озере Фадиха, расположенном в низовьях реки Чулым. Средняя температура воды составляла +4+7 градусов Цельсия, минерализация воды 0.5 гр/л. В лаборатории проведен общий биологический анализ рыб по И. Ф. Правдину, 1966 [5], в т. ч. – размерно-возрастной и половой состав рыб, оценено общее состояние внутренних органов. Паразитологическое исследование рыб проведено по методике М. Н. Дубининой.

Исследовано 23 половозрелые особи китайского карася. Также проведено прижизненное исследование первого промежуточного хозяина диплостомид-моллюсков р. *Lymnaea*. Определение родовой принадлежности обнаруженных метацеркарий трематод проводили по А. А. Шигину [6,7].

Результаты и обсуждение

По данным Н. И. Юрловой, в 1981–1990 гг., у моллюсков р. *Lymnaea* в оз. Фадиха зарегистрировано четыре вида диплостомид – *D. chromatophorum*, *D. volvens*, *D. spathaceum*, *D. helveticum*. Там же указано, что в рыбах встречено 9 видов диплостомид Экстенсивность инвазии моллюсков р. *Lymnaea* трематодами *Diplostomum chromatophorum* составляла 1.2% [8,9].

В период с 12–20.10.2019 на оз. Фадиха был проведен сбор и анализ моллюсков *L. stagnalis* на зараженность трематодой *D. chromatophorum*, экстенсивность инвазии составила 3%.

Важно отметить, что китайский карась *Carassius auratus*, интродуцированный в оз. Чаны в начале 90-х годов, в настоящее время входит в группу доминантов ихтиофауны озера Чаны (рис. 1):

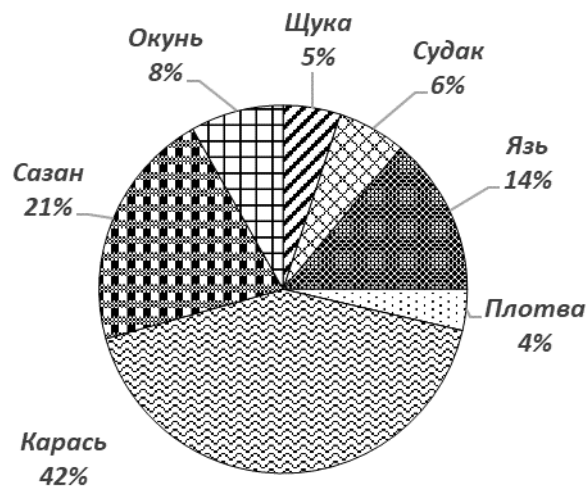


Рис. 1. Видовой состав рыб в эстуарной зоне озера Чаны по биомассе, август-октябрь 2019

Ранее (до 1990 г.) на территории Обь-Иртышского междуречья популяции серебряного карася были представлены триплоидной формой самок, размножающихся гиногенезом. Показатели их зараженности метацеркариями р. *Diplostomum* в большинстве озер были относительно невысокими (Табл. 1).

Таблица 1. Показатели зараженности глаз серебряного карася *Carassius auratus* L. метацеркариями р. *Diplostomum* в озерах степной зоны Новосибирской области (по С. Д. Титовой, 1965)

Вид	оз. Мал. Чаны, %	оз. Сартлан, %	оз. Убинское, %	оз. Хорошее, %
<i>D. spataceum</i>	20	13,2	13,2	66,6
<i>D. clavatum</i>	20	6,6	-	6,6

В настоящее время показатели экстенсивности заражения китайского карася увеличились (табл. 2). Паразитологическое исследование глаз карасей показало высокий уровень заражения рыб старших возрастных групп. 90% исследованных карасей оказались инвазированы трематодами р. *Diplostomum*, паразитирующими в полости тела глаза. 50% обследованных экземпляров, обнаружены диплостомиды в хрусталике глаза. Средняя интенсивность инвазии (ИИ) в полости глаза составила –3.28, хрусталика – 2.6. Индекс обилия (ИО) диплостом из полости глаза составил 2.95, из хрусталика – 1.3 (Табл.2).

Таблица 2. Зараженность китайского карася *C. auratus* в эстуарной зоне оз. Чаны метацеркариями р. *Diplostomum*, октябрь, 2019 г.

Место локализации	ЭИ	ИИ	ИО
Стекловидное тело,	90	3,28	2,95
Хрусталик	50	2,6	1,3

Оценивая возможные причины увеличения показателей зараженности рыб во временном аспекте, целесообразно принимать во внимание следующие: динамику циркуляции инвазии под влиянием флуктуаций гидрологического режима озера Чаны, динамику численности первого промежуточного и дефинитивного хозяев, климатические изменения и некоторые другие факторы. Полученные нами результаты показали, прежде всего, успешное включение этого массового чужеродного вида рыб в циркуляцию трематод сем. *Diplostomidae* в бассейне озера Чаны.

Благодарности

Авторы выражают благодарность А. В. Ядренкину, кандидату геолого-минералогических наук, с.н.с. Института геологии и геофизики СО РАН, за организацию и проведение отлова рыб в зоне проведения работ.

Работа выполнена при финансировании базовых проектов ИСиЭЖ СО РАН, № госрегистрации АААА-А16-116 121 410 124-8 и АААА-А18-118 122 219 010-8.

Список литературы

1. Беэр С. А. О диагностике, медико-экологической экспертизе и профилактике церкариозов / С. А. Беэр, Б. С Колосовский. – Минск, 1995. – 13с.
2. Гинецинская Т. А. Трематоды, их жизненные циклы, биология и эволюция. Ленинград: Наука, 1968. – 412 с.
3. Дайтер А. Б. Паразитарные болезни / А. Б. Дайтер, А. Ф. Тум. – М, 1980–116 с.
4. Иешко Е. П. Определение воздействия диплостомозной инвазии на остроту зрения рыб / Е. П. Иешко, Ю. С. Шустов // Паразитология. – СПб., 1982 – Т. 12 Вып. 1 – С. 81–83.
5. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб / 4-е издание под ред. П. А. Дрягина, В. В. Покровского. – М.: Изд-во: «Пищ. пром-ть», 1966. – 375 с.
6. Шигин А. А. Трематоды фауны СССР. Род *Diplostomum*. Метацеркарии / А. А. Шигин. – М.: Наука, 1986 – Т. XIV – 254 с.
7. Шигин А. А. Трематоды фауны России и сопредельных регионов. Род *Diplostomum*. Мариты / А. А. Шигин. – М.: Наука, 1993–208 с.
8. Юрлова Н. И. Трематоды *Diplostomum chromatophorum* (Brown, 1931) в условиях оз. Чаны/Экология гельминтов позвоночных Сибири.-Новосибирск: Наука, 1989. – С.64–76.
9. Юрлова Н. И. Зараженность моллюсков рода *Lymnaea* партенитами *Diplostomum volvens* (Nordmann, 1832) в бассейне озера Чаны / Паразиты и болезни гидробионтов ледовитоморской провинции. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 98–107.

CALANUS EUXINUS (COPEPODA) В ЧЕРНОМ МОРЕ: ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА В РАЙОНАХ ШЕЛЬФА И ГЛУБОКОВОДНОЙ ЭПИПЕЛАГИАЛИ В 2016 Г.

Е. С. Губарева, Б. Е. Аннинский

ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН», Севастополь, Россия,
ehubareva@mail.ru

Аннотация. Представлены данные по распределению копеподы *Calanus euxinus* в северо-восточных, центральных и западных районах Черного моря в сентябре – октябре 2016 г. Распределение вида было неоднородным и в основном зависело от глубины биотопа, а также макромасштабной гидрологической циркуляции. В глубоководной части моря средняя численность и биомасса *C. euxinus* составляли соответственно $8,3 \pm 0,8$ тыс. экз. м^{-2} и $7,1 \pm 0,7$ г м^{-2} .

Ключевые слова: *Calanus euxinus*, численность, биомасса, Черное море

CALANUS EUXINUS (COPEPODA) IN THE BLACK SEA: ABUNDANCE AND BIOMASS IN THE SHELF AND DEEP PELAGIC REGIONS IN 2016

E. S. Hubareva, B. E. Anninsky

Summary. Data on the distribution of a copepod *Calanus euxinus* in the north-eastern, central and western regions of the Black Sea in September – October 2016 are presented. The distribution of the species had a heterogeneous character and depended mainly on the depth of a biotope and also on the macroscale hydrological circulation. In the deep-sea areas the average abundance and biomass amounted to 8300 ± 800 ind. m^{-2} and $7,1 \pm 0,7$ g m^{-2} , respectively.

Key words: *Calanus euxinus*, abundance, biomass, Black Sea

Calanus euxinus Hulsemann, 1991 (Copepoda) – ключевой вид холодноводного зоопланктона Черного моря, составляющий по биомассе до 62% мезопланктона в глубоководных районах [1] и служащий здесь основным компонентом рациона мелких пелагических рыб. Биомасса этого вида сократилась до 1–3 г м^{-2} в период массовой экспансии гребневика *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz, 1860) в начале 1990-х гг. [1, 6], однако уже в ближайшие годы восстановилась ($6,5 \pm 1,1$ г м^{-2}) [1] до практически прежнего уровня (8–10 г м^{-2}). Цель настоящей работы – оценка современного состояния популяции *C. euxinus* в Черном море.

В исследованиях, проведенных на 62-х станциях в 89-ом рейсе НИС «Профессор Водяницкий» (30 сентября – 9 октября 2016 г.), зоопланктон отбирали сетью Богорова – Рассы (БР) (площадь входного отверстия 0.5 м^2 , ячея 300 мкм) методом тотальных вертикальных ловов от дна до поверхности моря в области мелководного шельфа и от нижней границы кислородной зоны ($s_t = 16,2$, по данным зонда «Sea-Bird»s CTD plus») до поверхности моря в глубоководных районах. Пробы фиксировали 4% раствором формалина и обрабатывали в лабораторных условиях, просматривая и измеряя копепод в камере Богорова под микроскопом. Индивидуальный сырой вес копеподитов и половозрелых особей *C. euxinus* (WW, мг) рассчитывали по формуле $WW = 0.58 l d^2 \rho$, где l – длина просомы (мм), d – ширина просомы (мм), ρ – средняя плотность тела (г см^{-3}) [3]. Результаты статистической обработки данных представлены в виде средних величин и их ошибок ($M \pm SE$).

Поскольку сеть БР с используемой ячейей сита не относится к стандартным орудиям отбора мезопланктонных проб, в параллельных ловах на двух станциях была сопоставлена уловистость разных размерно-возрастных стадий калануса этой сетью и сетью Джеди (площадь входного отверстия 0.1 м^2 , ячейя 112 мкм). Результаты исследований, с учетом ранее полученных аналогичных данных [1], представлены на рис. 1.

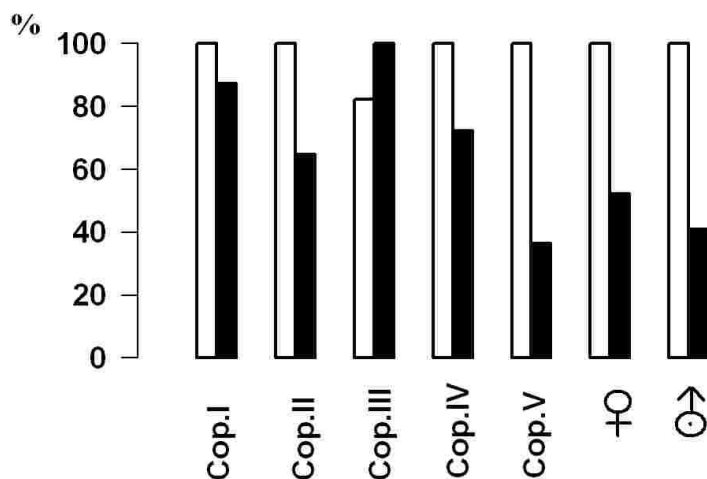


Рис. 1. Сравнительная уловистость копеподы *Calanus euxinus* сетями Джеди (черные столбцы) и Богорова-Расса (БР) (белые столбцы) в параллельных вертикальных ловах в Черном море в сентябре – октябре 2005 и 2016 гг.

В целом из 10-ти параллельных ловов, проведенных в разных условиях и районах, следует, что ранние и средние копеподитные стадии (I–IV) *C. euxinus* улавливались обеими сетями одинаково эффективно, копеподиты V стадии развития и взрослые рачки – вдвое эффективнее сетью БР. Очевидно, что это может быть связано 1) с меньшим фильтрационным сопротивлением сети БР и 2) с менее успешным избеганием сети БР старшими копеподитами (IV–V стадии развития) и взрослыми каланусами.

Сходный характер пространственного распределения численности и биомассы *C. euxinus* (рис. 2) указывает на то, что структура популяции этого вида в сентябре – октябре 2016 г. была довольно однородной и слабо зависимой от макромасштабной гидрологической циркуляции, а также предельной глубины в биотопе обитания копеподы. В районах глубоководной эпипелагиали доминировали копеподиты V стадии развития (59% численности и 55% биомассы популяции). Вместе с самками и самцами они составляли в среднем 91% всей численности и 96% всей биомассы выловленных копепод. Такой популяционный структура типична для данного вида в глубоководном секторе моря [3, 4, 5], однако на внешнем шельфе она несколько изменяется: больше становится ранних возрастных стадий и сокращается доля копеподитов V стадии, а также половозрелых особей (до 67 и 86% общей численности и биомассы, соответственно). Подобные, но еще более выраженные изменения в структуре популяции *C. euxinus* проявляются на внутреннем шельфе.

В пространственном распределении *C. euxinus* (рис. 2) прослеживается явная зависимость от глобальной гидрологической циркуляции в море. Более плотные скопления копепод (до ~ 21 тыс. экз. м^{-2} и $\sim 18.9 \text{ г м}^{-2}$) были обнаружены по периферии восточного циклонического круговорота, а также в «ядре» антициклонического вихря западнее Крыма. В центральных районах восточного и северной части западного циклонических круговоротов рачков было меньше. При заглублении нижней границы кислородной зоны от 100–120 м до 120–180 м численность *C. euxinus* повышалась от $7,6 \pm 1,3$ до $8,6 \pm 1,0$ тыс. экз. м^{-2} . Аналогичным образом изменялась и биомасса этого вида: от $6,5 \pm 1,3$ до $7,3 \pm 0,9 \text{ г м}^{-2}$ соответственно.

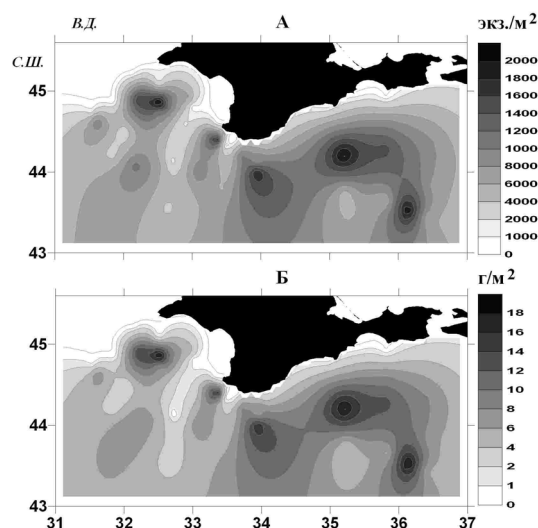


Рис. 2. Численность (А) и биомасса (Б) копеподы *Calanus euxinus* в северо-восточных, центральных и западных районах Черного моря в сентябре – октябре 2016 г.

С удалением от глубоководной эпипелагиали к районам внешнего (глубины 50–150 м) и внутреннего (глубины < 50 м) шельфа численность *C. euxinus* снижалась соответственно от $8,3 \pm 0,8$ до $4,2 \pm 1,4$ и $0,1 \pm 0,04$ тыс. экз. м^{-2} , а биомасса – от $7,1 \pm 0,7$ до $3,3 \pm 1,2$ и $0,09 \pm 0,03$ г м^{-2} .

Биомасса *C. euxinus* в глубоководных центральных ($6,5 \pm 1,1$ г м^{-2}) и северо-восточных ($8,9 \pm 1,3$ г м^{-2}) районах моря была приблизительно такой же, как в октябре 1999 г. [2]. В глубинных западных районах биомасса калянуса ($5,9 \pm 1,2$ г м^{-2}) не отличалась ($p > 0.05$) от биомассы в октябре 2005 г. ($6,2 \pm 1,1$ г м^{-2}) [1]. В западном глубоководном секторе моря и численность, и биомасса *C. euxinus* были выше максимальных показателей его численности (3,9 тыс. экз. м^{-2}) и биомассы (2,8 г м^{-2}) в октябре 2010 г. [3].

Работа выполнена в рамках темы госзадания № АААА-А18-118 021 490 093-4 и проекта РФФИ № 18-44-920 022.

Список литературы

1. Аннинский Б. Е. Распределение зоопланктона в западном секторе Черного моря в октябре 2005 г. Б. Е. /Аннинский, Ф. Тимофте // Морской экологический журнал. – 2009. – Т. 8, №1. – С. 17–31.
2. Арашкевич Е. Г. Распределение мезопланктона в связи с особенностями циркуляции в северо-восточной части Черного моря /Е. Г. Арашкевич, А. В. Дриц, Э. И. Мусаева, П. Ю. Сорокин // Комплексные исследования северо-восточной части Черного моря / ред. Зацепин А. Г., Флинт М. В. – М.: Наука, 2002. – С. 257–272.
3. Светличный Л. С Состояние популяции *Calanus euxinus* (Copepoda) в северо-западной части Черного моря в октябре 2010 г. /Л. С. Светличный, Е. С. Губарева // Морской экологический журнал. – 2014. – Т. 13, №1. – С. 69–71.
4. Arashkevich E. G. Mesozooplankton in the open Black Sea: Regional and seasonal characteristics / E. G. Arashkevich, K. Stefanova, V. Bandelj, I. Siokou, T. Terbiyik Kurt, Y. Ak-Orek, F. Timofte, A. Timonin, C. Solidoro // Journal of Marine Systems. – 2014. – Vol. 135. – P. 81–96.
5. Isinibilir M. Population dynamics and morphological variability of *Calanus euxinus* in the Black and Marmara Seas / M. Isinibilir, L. Svetlichny., E. Hubareva, F. Ustun, I. N. Yilmaz, A. E. Kideys, L. Bat // Italian Journal of Zoology. – 2009. – Vol. 76. – P. 403–414.
6. Vinogradov M. E. Temporal (seasonal and interannual) changes of ecosystem of the open waters of the Black Sea / M. E. Vinogradov, E. A. Shushkina, A. S. Mikaelyan, N. P. Nezlin // Environmental Degradation of the Black Sea: Challenges and Remedies /S. Besiktepe, U. Unluata, A. S. Bologa (Eds.) – Dordrecht et al.: Kluwer Academic Publishers, 1999. – Vol. 56. – P. 109–129.

ДИНАМИКА ПОПУЛЯЦИИ ПЛОТВЫ (*Rutilus rutilus*) ПСКОВСКО-ЧУДСКОГО ОЗЕРА

М. Б. Данилов¹, Е. А. Криксунов¹, А. Е. Бобырев², М. М. Мельник³, С. О. Северин³

¹ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, Российская Федерация, danilov84@rambler.ru, krikunov@mail.ru. ² Институт проблем экологии и эволюции РАН им. А. Н. Северцова, Москва, Российская Федерация, abobyrev@mail.ru.

³ Псковский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Псков, Российская Федерация, pskovniorkh@list.ru

Аннотация. С помощью когортных моделей выполнено исследование динамика популяции плотва, *Rutilus rutilus*, в Псковском и Чудском озёрах в 1980–2009 гг. В Чудском озере запасы плотвы находились на относительно стабильном уровне и не испытывали существенных колебаний. В Псковском озере в 1980-е гг. запас был на стабильном уровне, на протяжении 1990-х гг. наблюдались низкие значения запаса, в 2000-е гг. происходило постепенное повышение запаса до уровня 1980-х гг.

Ключевые слова: плотва, *Rutilus rutilus*, состояние запасов, пополнение, Псковско-Чудское озеро.

POPULATION DYNAMICS OF ROACH, *RUTILUS RUTILUS*, IN LAKE PEIPSI-PIHKVA

М. Б. Данилов¹, Е. А. Криксунов¹, А. Е. Бобырев², М. М. Мельник³, С. О. Северин³

Summary. Population dynamics of roach, *Rutilus rutilus*, in Lakes Peipsi and Pihkva for the period from 1980 to 2009 has been studied by means of cohort models. In Lake Peipsi roach stock was on a relative stable level without trend. In Lake Pihkva low level of stock was noted in 1990s then in 2000s a trend has been detected towards an increase of stock up to the level of 1980s.

Keywords: roach, *Rutilus rutilus*, stock status, recruitment, Lake Peipsi-Pihkva

Целью исследования является оценка характеристик обилия и основных популяционных параметров плотвы Псковско-Чудского озера, являющегося важным промысловым видом. Исходными данными являлись материалы промыслово-биологической статистики, включающие сведения о динамике вылова плотвы в период 1980–2009 гг., возрастном и размерном составе уловов. Относительная обособленность Псковского и Чудского озёр и независимость деятельности рыбодобывающих предприятий, ведущих промысел в отдельных частях водоема, дают основания для раздельного анализа двух субъединиц запаса плотвы.

Ретроспективный анализ динамики запаса и характеристик промысловой нагрузки выполнен с помощью виртуального популяционного анализа (модель ADAPT-VPA) с настройкой по данным об улове на единицу промыслового усилия.

Значения мгновенных коэффициентов естественной смертности плотвы в Чудском озере выше, чем в Псковском и лежат в пределах 0,81–0,19 год⁻¹ в Чудском озере, 0,66–0,16 год⁻¹ – в Псковском, монотонно снижаясь с увеличением возраста. Средневзвешенные оценки естественной смертности составили 0,23 год⁻¹ для Чудского озера и 0,21 год⁻¹ для Псковского.

За исследуемый период 1980–2009 гг. минимальный улов плотвы в Чудском озере (299,9 т) зарегистрирован в 1985 году, а максимальный (742,3 т) зарегистрирован в 2003 году, составляя в среднем 495 т (рис. 1), т.е. изменялся в 2,5 раз. В Псковском озере уловы плотвы варьировали от 58,4 (1994 г.) до 410,4 т (1998 г.), составляя в среднем 214,2 т, т.е. изменялись

почти в 7 раз. Годовые уловы плотвы в Чудском озере превышают уловы в Псковском озере от 1,2 до 5,4 раз, в среднем – 2,5 раза. В обоих озерах на протяжении исследуемого периода в динамике уловов прослеживается слабый положительный тренд, более ярко выраженный в Псковском озере. Высокие уловы наблюдались начиная с конца 1990-х и в 2000-е гг. Хотя в конце 2000-х гг. наметилась тенденция к их снижению.

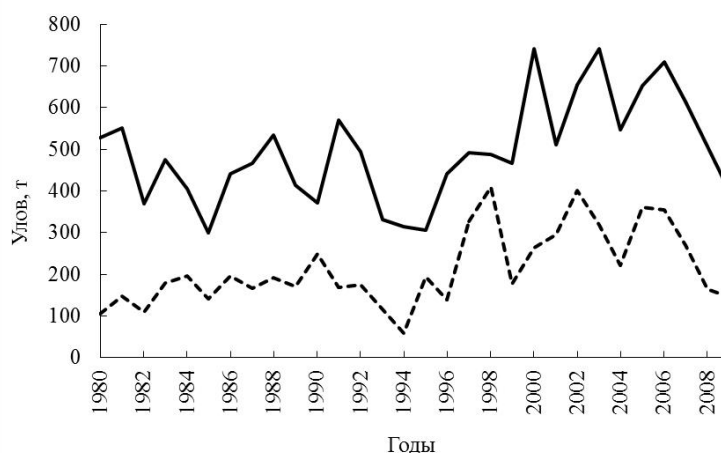


Рис. 1. Уловы плотвы в Чудском (—) и Псковском (- - -) озерах.

Взаимный анализ динамики уловов плотвы в обоих озерах показал высокий уровень связи – коэффициент корреляции $r=0,63$ (уровень значимости $p=0,0002$).

В каждом из озер динамика улова и запаса имели слабую отрицательную связь: в Чудском озере $r=-0,14$ ($p=0,47$), в Псковском – $r=-0,25$ ($p=0,17$).

В период 1980–2009 гг. в Чудском озере оценки запаса варьировали от 9,1 (1999 г.) до 12,9 тыс. т (1991 г.), составляя в среднем 11,2 тыс. т (рис. 2), т.е. увеличивались в 1,4 раза; в Псковском – от 2,1 (1999 г.) до 4,0 тыс. т (1983 г.), средняя биомасса составила 3,1 тыс. т, т.е. изменялись в 1,9 раза. Запасы плотвы в Чудском озере превышают запасы в Псковском озере примерно в 3,7 раза.

Осреднённая оценка общей численности популяции плотвы без сеголетков (возрастные группы 1+ – 10+) в Чудском озере варьировали от 194,6 (1984 г.) до 269,5 млн. экз. (1986 г.), составляя в среднем 213,9 млн. экз., в Псковском – от 51,2 (1999 г.) до 90,9 млн экз. (1983 г.), составляя в среднем 68,7 млн. экз. Доля сеголетков варьирует от 27 до 57% и в среднем составляет около 37–42% от общей численности запаса.

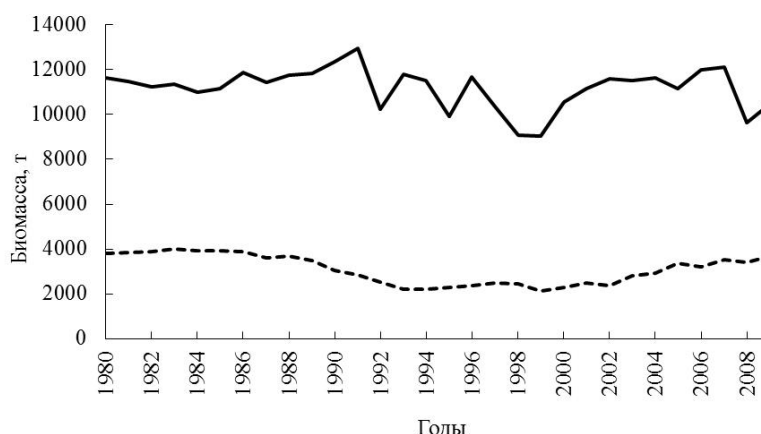


Рис. 2. Запас плотвы в Чудском (—) и Псковском (- - -) озерах.

Взаимный анализ динамики запаса плотвы в обоих озерах показал низкий уровень связи: для биомассы – $r=0,31$ ($p=0,099$), для численности – $r=-0,11$ ($p=0,54$).

На протяжении исследуемого периода в Чудском озере запаса плотвы находились на стабильном уровне и не испытывали существенных колебаний. В Псковском озере в 1980-е гг. запас был на стабильном уровне, на протяжении 1990-х гг. наблюдались низкие значения запаса, в 2000-е гг. происходило постепенное повышение запаса до уровня 1980-х гг.

В обоих озёрах наибольший вклад в улов вносят возрастные группы 4–8 лет, составляя 75–78%; в общую биомассу запаса вносят возрастные группы 3–7 лет, составляя 58%.

Мгновенный коэффициент промысловой смертности плотвы (средняя оценка для всех возрастных групп, вступивших в промысел, – 3+ – 10+) в Чудском озере варьировал в пределах 0,036–0,108 год⁻¹ (среднее – 0,067); в Псковском озере – 0,038–0,380 год⁻¹ (среднее – 0,134). В среднем в Псковском озере коэффициент промысловой смертности выше, чем в Чудском. Взаимная динамика промысловой смертности имела средний уровень связи в обоих озерах – $r=0,65$ ($p<0,001$).

Максимальные значения промысловой смертности плотвы приходится на средние и старшие возрастные группы – 5–10 лет.

В Чудском озере межгодовые изменения численности пополнения плотвы (возраст 0+) варьируют в пределах от 102 до 282 (среднее – 156) млн. экз.; в Псковском озере диапазон варьирования этого показателя существенно меньше – 24,2–58,5 (среднее – 41,5) млн. экз. Динамика пополнения в обоих озёрах практически не связана $r=-0,008$ ($p=0,99$). В Чудском озере высокочисленная генерация зарегистрирована в 1985 г., в остальное время численность пополнения оставалась на стабильном уровне. В Псковском озере высокая численность пополнения отмечалась в начале 1980-х и в 2000-е гг.

УДК 591.9

МАТЕРИАЛЫ К ФАУНЕ РУЧЕЙНИКОВ (INSECTA: TRICHOPTERA) МАЛОЙ ПОЛУГОРНОЙ РЕКИ ТАБАТ (БАСЕЙН РЕКИ АБАКАН)

С. В. Драган

ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова», г. Абакан, Россия,
dragan@khsu.ru

Аннотация. Исследована локальная фауна ручейников в малой полугорной р. Табат (бассейн р. Абакан). Выявлены 19 видов ручейников из 10 семейств.

Ключевые слова: ручейники, малая река, Хакасия, Сибирь.

MATERIALS TO THE FAUNA OF CADDISFLIES (INSECTA: TRICHOPTERA) IN A SMALL RIVER TABAT (ABAKAN RIVER BASIN)

S. V. Dragan

Summary. Caddisflies were studied in the small river Tabat (Abakan River basin). The present list includes 19 species belonging to 10 families.

Keywords: caddisflies, Trichoptera, small river, Khakassia, Siberia.

Река Табат – правый приток реки Абакан (бассейн р. Енисей), относящийся к малым полугорным рекам. Длина водотока от места слияния р. Арбатская и Чазрыг до устья составляет около 35 км, а с наиболее длинным притоком в верхнем участке бассейна – р. Чазрыг составляет около 53 км. Водосборный бассейн, площадь которого составляет 540 км², расположен на территории Бей-

ского района (Республика Хакасия) [7]. Истоки реки расположены на северо-западном макросклоне Джойского хребта, на высоте 1200 м над ур. м. Река впадает в протоку Конуринская (р. Абакан) на высоте 347 м над ур. м., в 2 км от с. Усть-Табат. Водоток относится к рекам со смешанным питанием с преобладанием снегового и со стоком преимущественно весной [6]. Река Арбатская – малый горный водоток, приток р. Табат. Длина водотока около 11 км. Исток реки располагается на высоте около 750 м над ур. м., устье – на высоте примерно 556 м над ур. м.

Для отбора гидробиологических проб в русле р. Табат и р. Арбатская выбраны 5 участков: S1 – нижний участок р. Арбатская (52°51'»21.0» N 90°44'»37.4» E; 598 м над ур. м.); S2 и S3 – верхний участок русла р. Табат (52°53'»15.6» N 90°44'»29.4» E и 52°55'»09.0» N 90°43'»10.4» E, 549 и 514 м над ур. м., соответственно); S4 – средний участок русла р. Табат (53°01'»42.2» N 90°38'»49.9» E; 401 м над ур. м.); S5 – нижний участок русла р. Табат (53°04'»52.0» N 90°33'»05.8» E; 353 м над ур. м.). В каждом участке пробы отбирали с 2–3 гидробиологических станций, охватывая рипаль и медиаль реки. Отбор проб проводили 18 июля и 5 октября 2019 г. Преимагинальные стадии ручейников и их дериваты собраны с помощью гидробиологического скребка. Всего было изучено 1294 личинки, 166 куколок и 28 чехликов. Идентификация ручейников проведена с помощью определителей и описаний [1–5, 8, 9, 12, 13]. Личинки и куколки с несформировавшимися имагинальными склеритами у ручейников из родов *Glossosoma*, *Hydropsyche*, *Rhyacophila*, *Goera* известных из Сибири в настоящее время плохо поддаются опознанию и приведены в настоящем сообщении до уровня рода. Таксономическое положение и названия видов приняты согласно Trichoptera World Checklist [11] и сводке ручейников России [10]. В приведённом ниже списке видов приняты следующие сокращения: *l* – личинка; *p* – куколка; *c* – чехлик с личиночными склеритами. Фамилии сборщиков приводятся в сокращённом виде: ЕШ – Е.Ю. Шурышев, СД – С.В. Драган.

В результате исследования обнаружены 19 видов ручейников из 13 родов и 10 семейств.

Rhyacophilidae Stephens, 1836

Rhyacophila angulata Martynov, 1910

Материал. 5 *p* (♂), 4 *l*, S3, 18.07.2019 (СД), 2 *l*, там же, 5.10.2019 (СД); 13 *l*, S4, 5.10.2019 (СД); 1 *p* (♂), S5, 18.07.2019 (СД), 40 *l*, там же, 5.10.2019 (СД).

Rhyacophila impar Martynov, 1914

Материал. 5 *l*, S3, 5.10.2019 (СД), 2 *l*, там же, 5.10.2019 (ЕШ).

Rhyacophila retracta Martynov, 1914

Материал. 1 *p* (♂), S1, 18.07.2019 (ДС).

Rhyacophila sibirica McLachlan, 1879

Материал. 2 *p* (♂), 6 *l*, S1, 18.07.2019 (СД); 1 *l*, S2, 18.07.2019 (СД); 1 *l*, S3, 5.10.2019 (СД).

Rhyacophila sp.

Материал. 2 *l*, S3, 5.10.2019 (СД).

Stenopsychidae Martynov, 1924

Stenopsyche marmorata Navas, 1920

Материал. 1 *p* (♂), 9 *l*, S3, 18.07.2019 (СД), 11 *l*, там же, 5.10.2019 (ЕШ); 11 *l*, S4, 5.10.2019 (СД); 1 *l*, S5, 18.07.2019 (СД), 3 *l*, там же, 5.10.2019 (СД).

Hydropsychidae Curtis, 1835

Hydropsyche kozhantschikovi Martynov, 1924

Материал. 1 *p* (♂), S2, 18.07.2019 (СД); 10 *p* (♂), S3, 18.07.2019 (СД), 1 *p* (♂), там же, 5.10.2019 (СД); 1 *p* (♂), S5, 18.07.2019 (СД).

Hydropsyche pellucidula (Curtis, 1834)

Материал. 26 *l*, S4, 5.10.2019 (СД); 1 *p* (♂), 1 *l*, S5, 18.07.2019 (СД), 89 *l*, там же, 5.10.2019 (СД).

Hydropsyche spp.

Материал. 1 *l*, S2, 18.07.2019 (СД); 63 *p*, 204 *l*, S3, 18.07.2019 (СД), 86 *l*, там же, 5.10.2019 (СД), 15 *l*, там же, 5.10.2019 (ЕШ); 141 *l*, S4, 5.10.2019 (СД); 5 *p*, 3 *l*, S5, 18.07.2019 (СД), 101 *l*, там же, 5.10.2019 (СД).

Glossosomatidae Wallengren, 1891

Agapetus sp.

Материал. 2 *l*, S3, 18.07.2019 (СД).

Glossosoma altaicum (Martynov, 1914)

Материал. 2 *p* (♂), S3, 18.07.2019 (СД).

Glossosoma angaricum (Levanidova, 1967)

Материал. 1 *p* (♂), S1, 18.07.2019 (СД); 1 *p* (♂), S2, 18.10.2019 (СД); 1 *p* (♂), 2 *p* (♀), S3, 5.10.2019 (СД).

Glossosoma spp.

Материал. 8 *p*, 12 *l*, S1, 18.07.2019 (СД); 10 *p*, 10 *l*, S2, 18.07.2019 (СД); 10 *p*, 15 *l*, S3, 18.07.2019 (СД), 1 *p*, 197 *l*, там же, 5.10.2019 (СД); 6 *l*, S4, 5.10.2019 (СД).

Brachycentridae Ulmer, 1903

Brachycentrus (Oligoplectrodes) sp.

Материал. 2 *p*, 8 *l*, S1, 18.07.2019 (СД); 1 *l*, S2, 18.07.2019 (СД); 24 *p*, 116 *l*, S3, 18.07.2019 (СД), 1 *l*, 4 *c*, там же, 5.10.2019 (СД); 2 *c*, S4, 5.10.2019 (СД); 2 *c*, S5, 18.07.2019 (СД), 1 *l*, там же, 5.10.2019 (СД).

Lepidostomatidae Ulmer, 1903

Lepidostoma sp.

Материал. 1 *c*, S1, 18.07.2019 (СД); 1 *c*, S2, 18.07.2019 (СД).

Thremmatidae Martynov, 1935

Neophylax ussuriensis (Martynov, 1914)

Материал. 3 *c*, S1, 18.07.2019 (СД); 1 *p*, 1 *c*, S3, 18.07.2019 (СД).

Goeridae Ulmer, 1903

Goera tungusensis Martynov, 1909

Материал. 2 *p* (♂), S1, 18.07.2019 (СД).

Goera sp.

Материал. 1 *p*, S1, 18.07.2019 (СД); 1 *p*, 1 *l*, S2, 18.07.2019 (СД); 3 *p*, 1 *l*, S3, 18.07.2019 (СД), 42 *l*, там же, 5.10.2019 (СД); 1 *p*, 1 *l*, S4, 18.07.2019 (СД), 1 *l*, там же, 5.10.2019 (СД); 2 *c*, S5, 18.07.2019 (СД), 1 *l*, там же, 5.10.2019 (СД).

Apataniidae Wallengren, 1886

Apatania sp.

Материал. 1 *c*, S3, 18.07.2019 (СД), 1 *l*, там же, 5.10.2019 (ЕШ).

Limnephilidae Kolenati, 1848

Dicosmoecus palatus (McLachlan, 1872)

Материал. 3 *l*, S1, 18.07.2019 (СД); 2 *l*, S2, 18.07.2019 (СД); 2 *l*, S3, 18.07.2019 (СД), 2 *p* (♂), 1 *p* (♀), 13 *l*, там же, 5.10.2019 (ЕШ).

Halesus tessellatus (Rambur, 1842)

Материал. 5 *l*, S1, 18.07.2019 (СД); 3 *l*, S2, 18.07.2019 (СД); 6 *l*, S3, 18.07.2019 (СД).

Potamophylax rotundipennis (Brauer, 1857)

Материал. 3 *c*, S3, 18.07.2019 (СД), 47 *l*, там же, 5.10.2019 (СД), 19 *l*, там же, 5.10.2019 (ЕШ); 6 *c*, S4, 5.10.2019 (СД); 2 *l*, S5, 18.07.2019 (СД).

Список видов не является исчерпывающим и содержит массовые и часто встречающиеся в водотоках Сибири виды ручейников. Исследование проведено во второй половине года и не охватывает весенний и весенне-летний аспекты фауны, что привело к недоучёту некоторых видов ручейников. Отсутствуют представители семейства Hydroptilidae и недостаточно представлено семейство Limnephilidae. Ожидаемым является преобладание восточнопалеарктического элемента в локальной фауне (43%).

Автор выражает благодарность Н.М. Зеленец за содействие в организации выездов в район исследования, Е.Ю. Шурышеву, У.А. Хаджиевой, О.А. Макаренко и М.Э. Иванову за помощь в проведении исследования.

Список литературы

1. Иванов В.Д. Trichoptera (Ручейники). Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5: Высшие насекомые /В.Д. Иванов, В.Н. Григоренко, Т.И. Арефина. – СПб.: Наука, 2001. – С. 7–73.
2. Качалова О.Л. Отряд Trichoptera – Ручейники. Определитель насекомых европейской части СССР. Том IV. Большекрылые, верблюдки, сетчатокрылые, скорпионовые мухи и ручейники. Шестая часть. – Л.: Наука, 1987. – С. 107–193.
3. Лепнева С.Г. Фауна СССР. Ручейники. Т. II. Вып. 1. Личинки и куколки подотряда кольчатощупиковых (Annulipalpia). – М.: Наука, 1964. – 560 с.
4. Лепнева С.Г. Фауна СССР. Ручейники. Т. II. Вып. 2. Личинки и куколки подотряда цельнощупиковых (Integripalpia). – М.: Наука, 1966. – 560 с.
5. Определитель насекомых Дальнего Востока России. Т. V. Ручейники и чешуекрылые. Ч. 1. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 540 с.
6. Средняя Сибирь. – М.: Наука, 1964. – 480 с. (Природные условия и естественные ресурсы СССР).
7. Энциклопедия Республики Хакасия: В 2 т. -Красноярск: Поликор, 2008. – Т. 2: О-Я. – 320 с.
8. Aoya K. Cycles of Two Species of Stenopsyche (Trichoptera: Stenopsychidae) in Tohoku District /K. Aoya, N. Yokoyama // Japanese Journal of Limnology. – 1987. – 48 (1). – P. 41–53 (in Japanese).
9. Hur J. M. Association of Larval and Adult Stages of Hydropsyche valvata Martynov (Hydropsychidae, Trichoptera) / J. M. Hur, J. H. Hwang, Y. J. Bae // Entomological Research Bulletin (KEI). – 1999. – №25. – P. 13–15.
10. Ivanov V. D. Caddisflies of Russia: Fauna and biodiversity // Zoosymposia. – 2011. – №5. – P. 171–209.
11. Morse J. C. Trichoptera World Checklist. [электронный ресурс]. – <http://entweb.clemson.edu/database/trichopt/index.htm> (Дата доступа 25 November 2019).
12. Neu P. J. Die Bestimmung der in Deutschland vorkommenden Hydropsychidae (Insecta: Trichoptera) / P. J. Neu, W. Tobias // Lauterbornia. – 2004. – № 51. – P. 1–68.
13. Tanida K. Trichoptera // Illustrated Book of Aquatic Insects of Japan. – Tokyo: Tokai University Press, 1985. – P. 167–215 (in Japanese).

УДК 577.151.63+57.033

ИЗМЕНЕНИЕ АКТИВНОСТИ И МНОЖЕСТВЕННЫХ ФОРМ КИСЛОЙ ФОСФАТАЗЫ ЖИВОРОДКИ РЕЧНОЙ ПОД ВЛИЯНИЕМ ГЕРБИЦИДОВ НА ОСНОВЕ ГЛИФОСАТА

Т. С. Дроганова, Л. В. Поликарпова, Е. А. Тишина

*ГОУ ВО МО Московский государственный областной университет, Мытищи, РФ,
ecolab@mgou.ru*

Аннотация. Получены экспериментальные данные о динамике активности кислой фосфатазы живородки речной в норме и при воздействии глифосата. Выявлено изменение множественных форм кислой фосфатазы. Полученные результаты свидетельствуют об адаптационных процессах.

Ключевые слова: пресноводные моллюски, кислая фосфатаза, активность фермента, глифосат, адаптация.

CHANGES IN THE ACTIVITY AND MULTIPLE FORMS OF ACID PHOSPHATASE OF THE RIVER SNAIL UNDER THE INFLUENCE HERBICIDES ON THE BASIS OF GLYPHOSATE.

T. S. Droганova, L. V. Polikarpova, E. A. Tishina

Summary. Experimental data on the dynamics of the activity of acidic phosphatase of the river snail in normal conditions and under the action of glyphosate were obtained. The change of multiple forms of acid phosphatase was revealed. The results obtained indicate adaptation processes.

Keywords: river snail, acid phosphatase, enzyme activity, glyphosate, adaptation.

В настоящее время для борьбы с вредителями и болезнями растений, а также для защиты культурных растений от сорняков используют пестициды, наносящие наименьший вред окружающей среде. В частности, широко применяются фосфорорганические пестициды, характеризующиеся высокой эффективностью и сравнительно быстрой инактивацией во внешней среде.

Для борьбы с нежелательной растительностью наиболее часто используются препараты на основе глифосата, обладающие широким спектром активности и малой устойчивостью в почве, но устойчивые в водной среде [6]. В результате смыва с поверхности обработанной растительности, сноса при лесохозяйственном или сельскохозяйственном применении глифосат может попадать в поверхностные воды и переноситься водным потоком на несколько километров вниз по течению от места обработки [1].

В последнее время все чаще появляется информация о токсичности глифосата для обитателей водоемов, в связи с чем нами было исследовано его влияние на ферментные системы пресноводного моллюска живородка речная, широко распространенного в водоемах. Содержание гербицида в воде при проведении эксперимента соответствовало 10 ПДК_{вод}. Экспозиция опыта составляла 2, 4, 6, 12, 24, 48, 72 и 96 часов. В качестве контроля использовались животные, содержащиеся в воде без токсиканта при прочих равных условиях, а также отобранные из аквариума непосредственно перед началом эксперимента.

По истечении времени экспозиции у моллюсков методом вивисекции извлекали пищеварительную железу, из которой получали белковые экстракты. Концентрацию белка в полученных экстрактах определяли по методу Лоури [8], активность кислой фосфатазы (КФ) спектрофотометрически [7]. Множественные формы фермента выявляли при помощи энзим-электрофореза в полиакриламидном геле (ПААГ) [3;4;6].

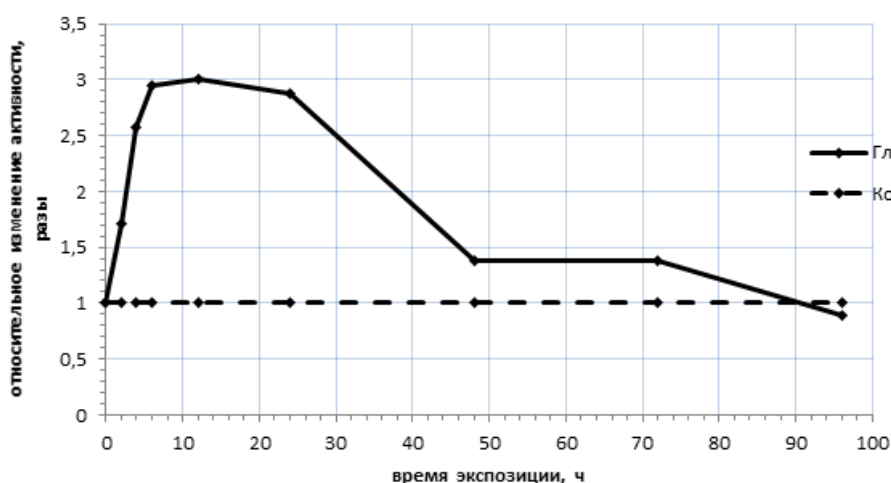


Рис. 1. Изменение удельной активности КФ в норме и при токсическом воздействии.

Исследование по изменению активности ферментов (рис. 1) показало, что в первые сутки экспозиции глифосат вызывает увеличение активности КФ в 3 раза по сравнению с контрольными значениями. Однако в дальнейшем наблюдается снижение активности, и к концу эксперимента она возвращается к исходным значениям, что может объясняться адаптивными реакциями моллюсков на острое токсическое воздействие. Следует отметить, что ранее нами была выявлена активация протеаз в печени живородки речной под воздействием высоких концентраций токсикантов [2]. Мы полагаем, что активация протеолитических ферментов может приводить к разрушению эндогенного ингибитора фосфатаз, распаду комплекса фермент-ингибитор, тем самым повышая удельную активность ферментов.

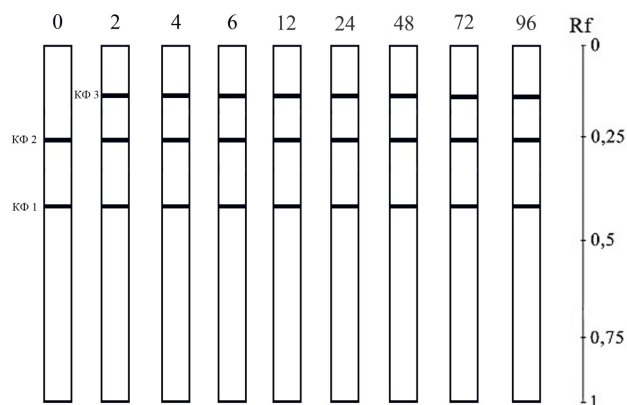


Рис. 2. Схема энзим-электрофореграммы множественных форм КФ печени живородки речной в норме и при воздействии глифосата; 0 – начало эксперимента, 2–96 время экспозиции с глифосатом, Rf – относительная электрофоретическая подвижность; КФ 1-КФ 3 – зоны активности фермента.

Анализ энзим-электрофореграммы (рис. 2) выявил 3 формы КФ с $Rf_1 = 0,4$; $Rf_2 = 0,26$; $Rf_3 = 0,13$ у опытной группы моллюсков и 2 формы в контрольной группе. Действие глифосата привело к появлению множественной формы КФ с самой низкой электрофоретической подвижностью, которая сохранялась на протяжении всего эксперимента.

Установленные нами колебания активности КФ и перераспределение её между множественными формами указывают на перестройку метаболизма моллюсков, индуцированную воздействием глифосата, и являются компонентами формирования адаптации.

Список литературы

1. Груздев Г.С. Химическая защита растений. // Под редакцией Г.С. Груздева – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 415 с.
2. Конин Д. Н. Изучение комплекса протеолитических ферментов при воздействии токсикантов различной химической структуры в печени живородки речной: автореф. Дисс. ... канд. биол. наук. – М., 2011. – 21 с.
3. Коничев А.С. Практикум по молекулярной биологии/ А.С. Коничев, И. Л Цветков., А. П. Попов и др. – М.: Колосс, 2012. – 151 с.
4. Лойда З. Гистохимия ферментов. Лабораторные методы. / З. Лойда, Р. Госсрау, Т. Шиблер / Пер. с англ. – М.: Мир, 1982.
5. Цветков И. Л. Биохимические параметры стресс-редуцирующей реакции гидробионтов при интоксикации: автореферат дисс. ... доктора биологических наук. – М., 2009. – 46 с.
6. Charles M. Benbrook. Trends in glyphosate herbicide use in the United States and globally (En) // Environmental Sciences Europe. – 2016-02-02. – Т. 28, вып. 1. – ISSN 2190–4715.

7. Heinonen J. K. A new and convenient colorimetric determination to the assay of inorganic pyrophosphatase /K. Heinonen, R. A Lahti. // Anal. Biochem. – 1981. – Vol. 113 (№2). – P. 313–317.
8. Lowry O. H. Protein measurement with the Folin Phenol Reagent /O. H Lowry., N. J. Rosenbrought, A. L. Farr, R. L. Rangel // J. Biol. Chem. – 1951. – Vol. 193. – №2. – P. 265–275.

УДК 574.5

ПРОМЫСЕЛ И СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ АБОРИГЕННЫХ ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБ ШУЛЬБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А. А. Евсеева, И. В. Притыкин

*Алтайский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»,
г. Усть-Каменогорск, Казахстан, e-mail: annaeco@mail.ru*

Аннотация. В статье приведены данные по состоянию запасов аборигенных промысловых рыб (щуки, плотвы, окуня, карася) в Шульбинском водохранилище, дан анализ статистики уловов аборигенных видов рыб за последние 15 лет.

Ключевые слова: промысел, водохранилище, рыбные запасы

FISHERY AND STATE OF RESOURCES OF ABORIGENOUS FISHING FISHES OF THE SHULBIN RESERVOIR

A. A. Yevseyeva, I. V. Pritykin

Summary. The article presents data on the status of stocks of indigenous commercial fish (pike, roach, perch, crucian carp) in the Shulba reservoir, and analyzes the statistics on catches of indigenous fish species over the past 15 years.

Key words: fishing, reservoir, fish stocks

Шульбинское водохранилище образовано в 1989 г., является третьим, последним в Верхне-Иртышском каскаде водохранилищ. Водохранилище относится к категории среднепродуктивных, его продуктивность оценивается на уровне 10–12 кг/га.

На основании Постановления [3] по Шульбинскому водохранилищу существует 10 участков. В настоящее время рыбоучастки 1, 2, 4, 5, 9, 10 являются резервными.

На сегодняшний день промысел рыбы на Шульбинском водохранилище осуществляют три рыбодобывающих организации (ТОО «Нептун», ТОО «Океан рыбы», ТОО «Шығыс Балық») и используют следующие орудия лова: 63 ставных сети, 7 закидных неводов. Промысел ведется круглый год за исключением запретного нерестового периода с 10 мая по 10 июня [2]. Разбивка годового лимита между пользователями производится ГУ «Зайсан-Иртышской межобластной бассейновой инспекцией рыбного хозяйства», согласно рейтинговому коэффициенту. Освоение лимитов по рыбоучасткам неравномерно, относительно благополучная картина отмечается на всех участках нижней и средней части водохранилища, более продуктивных, кроме верхней, менее продуктивной части водохранилища.

Промысел на водохранилище ведется преимущественно ставными сетями, невода имеются на каждом рыбоучастке, однако используются слабо и не во все сезоны года. Более активно невода стали применяться промысловиками с 2009 г., это позволило более равномерно использовать рыбные запасы водоема.

Ихтиофауна Шульбинского водохранилища на современном этапе развития насчитывает 25 видов рыб, 20 из которых относятся к аборигенам, остальные интродуценты. Ихтиофаунистический комплекс водоема составляют хозяйственно-ценные промысловые и непромысловые виды рыб. Массовыми промысловыми видами являются лещ, плотва, окунь и судак. В небольших количествах в уловах присутствует карась, щука, относительно стабильно, но единично встречается в уловах сазан и рипус; линь и пелядь очень редко. Сибирская минога немногочисленна, придерживается специфических стадий обитания (бывшее русло Иртыша), является объектом питания хищных рыб (окунь). Стерлядь, таймень и нельма относятся к категории исчезающих и потому особо охраняемых видов, случаи их поимки редки. Из малоценных видов в последние годы заметно выросла численность ерша и чужеродного вида уклей. Популяция карася представлена преимущественно китайским подвидом, который скрещивается с серебряным карасем и успешно с ним конкурирует. Типичными обитателями придаточной системы водохранилища являются сибирский голец, налим и елец, последние из которых мигрируют в предустьевые пространства рек.

В данной статье рассмотрим состояние запаса и промысла таких аборигенных видов как щука, карась, плотва, окунь.

Каждый вид рыб характеризуется специфичной для него численностью и структурой, особенностями динамики численности. Численность, биомасса и состав рыб постоянно варьируют в связи с изменением условий жизни и, прежде всего, условий внешней среды, условий размножения и обеспеченности пищей, а также под влиянием промысла. Одна из основных задач рыбохозяйственной науки и практики состоит в поддержании запасов на уровне, который обеспечивает их рациональное использование. Наиболее часто при этом ставится задача устойчивого получения максимально возможной биомассы с учетом качества улова и экономических показателей рыболовства.

Поддержание запасов промысловых рыб в близком к оптимальному состоянию и регулирование запасов возможно различными способами [1].

Интенсивность и селективность являются основой рационального рыболовства, которые, с одной стороны, влияют на воспроизводство промысловых стад, с другой – на эффективность использования запасов, особенно путем сочетания регулирования селективности и интенсивности рыболовства [5].

Структура популяций рыб и ее динамика является одним из индикаторов состояния развития и устойчивости промысловых ресурсов водоема. Так как одной из наиболее ярких и существенных черт ихтиофауны Шульбинского водохранилища является сравнительная бедность видового состава, при численном доминировании 3–4 видов (плотва, окунь, лещ и судак), это делает ихтиоценоз водохранилища весьма уязвимым.

Щука желанный объект промысла, но численность её в водохранилище, в результате неудовлетворительных условий воспроизводства и небольшой популяционной плодовитости, низкая. В уловах по водохранилищу щука встречается единично, преимущественно в весенний нерестовый период. Основные места её обитания в водохранилище – приустьевые пространства рек и немногочисленные заливы. Так как популяция щуки довольно уязвима, вылов устанавливался только в качестве прилова в объеме 0,5–1,0 тонн, а в последние годы лимит выдается только на научно-исследовательский лов. Карась серебряный в уловах немногочислен, что объясняется дефицитом специфических биотопов. Плотва и окунь имеют сравнительно высокую численность в водохранилище (таблица 1).

Таблица 1 – Абсолютная численность аборигенных промысловых видов рыб в Шульбинском водохранилище по данным последних 10 лет

Виды рыб	Абсолютная численность, тыс.экз.											
	Биологическая емкость водоема, тыс. экз.	Минимальная устойчивая численность, тыс. экз.	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018

Плотва	15 093	1188	1188	2172	5327	6009	4540	3694	6673	6147	11 061	15 093
Окунь	56 953	1738	3750	1738	3842	3317	3586	4961	6650	56 953	8438	6038
Щука	87	13	54	15	53	87	40	13	13	36	-	-
Карась	268	39	268	53	61	86	118	39	93	106	-	81

Лимит вылова и процент освоения по годам абортгенных рыб за последние 15 лет приведен в таблице 2. Общий лимит включает спортивно-любительское рыболовство.

Как видно из данных статистической отчетности, освоение квот по отдельным видам рыб по годам выглядят неоднозначно. Освоение лимита вылова по щуке по годам варьировало от 29 до 96%, в среднем за последние 15 лет составляет 63,6%; окунь – освоение от 47% до 97%, в среднем – 76,4%; плотва – освоение в диапазоне 33–97%, в среднем – 69,8%; карась – от 38% до 93%, в среднем 65,8%.

**Таблица 2 – Статистика уловов абортгенных видов рыб Шульбинского водохранилища, включая промысловый лов, спортивно-любительский, научно-исследовательский и лов в воспроизводственных целях за 2005–2019 гг., тонн
(1 – ПДОИ (ОДУ), тонн; 2 – вылов, тонн; 3 – процент освоения, %)**

Годы промысла	Щука			Окунь			Плотва			Карась		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2005	2,0	1,63	81,5	67,8	44,17	65	129,3	100,93	78	2,7	1,88	70
2006	3,0	2,88	96	61,2	50,81	83	83,7	73,07	87	2,5	2,33	93
2007	0,5	0,22	44	62,7	51,16	82	81,3	70,7	87	0,5	0,23	46
2008	0,5	0,4	80	66,1	62,7	95	76,7	71,2	93	2,0	1,8	90
2009	0,5	0,45	90	70	68,3	97	69	66,9	97	2,0	1,8	90
2010	0,3	0,2	67	64	55	86	64	56,7	89	4,0	3,6	90
2011	0,3	0,13	43	54	38,7	72	63	43,4	69	5,0	3,5	70
2012	0,5	0,198	39	59	30,042	48	65	29,647	43	4,5	1,875	42
2013	1,0	0,293	29	53	35,148	66	69	37,956	55	6,0	2,963	49
2014	1,0	0,528	53	70	47,152	67	72	47,484	66	7,0	4,368	62
2015	1	0,757	76	71	45,570	64	68	40,700	60	4	2,002	50
2016	1,0	0,897	90	80	65,616	82	62	50,667	82	3,7	3,278	89
2017	2,0	0,784	39	70	67,064	96	82	47,716	58	8	3,362	42
2018	0,02*	-	-	11	10,617	96	84	41,9	50	-	0,007*	-
2019 (9 мес.)	0,02*	-	-	82	38,572	47	170	55,531	33	9	3,454	38
Примечание: * – научно-исследовательский и лов в воспроизводственных целях												

Так, в случае, когда интенсивность промысла недостаточна и не позволяет в полной мере использовать запасы промысловых рыб, происходит снижение степени эксплуатации водоема и отмечается повышенная естественная смертность промысловых рыб [4].

Плотва и окунь изымаются промыслом не в полном объеме, что сказывается на состоянии структуры популяции, что выражается в росте среднестатистических показателей стада и среднего возраста популяций этих видов. Отмечается увеличение средних навесок плотвы и окуня в уловах, на фоне роста плодовитости и урожайности молоди. Доминирование самок в популяции плотвы и окуня и традиционно высокие показатели урожайности молоди этих видов обеспечивает хороший уровень воспроизводительного потенциала. К тому же, данные виды рыб весьма лабильны к внешним воздействиям и при благоприятных условиях способны к быстрому увеличению численности популяции. В данной ситуации целевым ориентиром при оценке предельно допустимого объема изъятия является увеличение интен-

сивности промысла, в целях предотвращения потери ихтиомассы по причинам естественной смертности.

Трудности изъятия отдельных видов состоят в следующем; популяции карася приурочены, к запретным и зарослевым зонам и на рыбоучастки выходят лишь в периоды миграций. Освоение таких видов, как плотва и окунь, сдерживается искусственно – сказывается слабая маркетинговая политика в отношении рынков сбыта.

Список литературы:

1. Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 447с
2. Приказ «О введении ограничений и запретов на пользование животного мира, их частей и дериватов, установлении мест и сроков их пользования» от 24 июля 2015 г. № 190.
3. Постановление Восточно-Казахстанского областного Акимата №558 от 17.03.2006 г. «О закреплении рыбохозяйственных водоемов (участков) за пользователями по Бухтарминскому, Шульбинскому водохранилищам, реке Ертис (в пределах границы Восточно-Казахстанской области)»
4. Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 408 с
5. Судаков Г.А. Значение управления запасами промысловых рыб и рыболовством // Юг России: экология, развитие. – №2. – 2012. – С. 60–62

УДК 574.587 (235.35)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВ МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫХ ГОРНЫХ ВОДОТОКОВ ХРЕБТА ХАМАР-ДАБАН

И. О. Еропова^{1, 2}, В. В. Тахтеев^{1, 2}, Н. А. Рожкова³, Д. А. Батранин²

¹ Байкальский музей ИНЦ СО РАН, пос. Листвянка, Иркутская обл., Россия, e-mail: eropova.irina@yandex.ru. ² Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия.

³ Лимнологический институт СО РАН, г. Иркутск, Россия

Аннотация. Впервые приводятся данные о составе фауны и количественная характеристика бентосных сообществ макробеспозвоночных некоторых горных водотоков хребта Хамар-Дабан. Анализ структуры сообществ макрозообентоса выявил, что на разных участках горных водотоков в рипали они часто имеют высокие показатели биоразнообразия, численности и биомассы. Показано, что основную биомассу в сообществах составляют либо планарии (до 29,06 г/м²), отличающиеся высоким обилием (до 10 118 экз./м²), либо амфиподы (до 117 г/м² и 12 176 экз./м²), а также имеются сообщества с преобладанием олигохет.

Ключевые слова: горные водотоки, макрозообентос, структура сообществ, численность, биомасса, Прибайкалье, хребет Хамар-Дабан.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF THE STRUCTURE OF COMMUNITIES OF MACROINVERTEBRATES IN MOUNTAIN WATERSTREAMS OF THE KHAMAR- DABAN RIDGE

I. O. Eropova^{1, 2}, V. V. Takhteev^{1, 2}, N. A. Rozhkova³, D. A. Batranin²

Summary. For the first time, data on the composition of fauna and quantitative characteristics of benthic communities of macroinvertebrates of some mountain streams of the Khamar-Daban

Ridge are presented. The analysis of the structure of macrozoobenthos communities revealed that in different parts of mountain streams in ripal they often have high indicators of biodiversity, abundance and biomass. It is shown that the main biomass in the communities is either Planariidae (up to 29.06 g/m²), characterized by high abundance (up to 10 118 ind./m²), or amphipods (up to 117.00 g/m² and 12 176 ind./m²), and there are communities with a predominance of oligochaetes.

Keywords: mountain watercourses, macrozoobenthos, community structure, abundance, biomass, Baikal Region, Khamar-Daban ridge.

Зообентос является удобным объектом для мониторинга пресноводных экосистем. Донная фауна характеризуется конкретной приуроченностью к определенным биотопам. Именно поэтому особый интерес к исследованию донных сообществ малых горных водотоков обусловили выбор цели нашей работы. В Прибайкалье эти водотоки характеризуются слабым антропогенным воздействием. Несмотря на то, что изучение состава фауны горных водотоков ведется уже давно [3], почти отсутствуют количественные данные о структуре сообществ макробеспозвоночных рек и ручьев, стекающих с хребта Хамар-Дабан. Их исследования представляют значительный интерес, поскольку они вносят существенный вклад в формирование качества воды оз. Байкал. Начало работ по изучению количественного обилия фауны водотоков Байкальского заповедника было положено в 1998–2000 гг. сотрудниками Лимнологического института СО РАН и студенткой А. В. Бойченко, однако материалы этой работы остались неопубликованными.

Цель работы – описание распределения сообществ макрозообентоса малых горных водотоков северного макросклона хребта Хамар-Дабан (ручьи и малые реки на участке от г. Байкальска до пос. Мурино). Исследования проводили в июне – июле 2017–2019 гг. в нижнем течении водотоков (реки Семиречка, Шанхаиха и Ширингаиха, ручьи Травянистый и два безымянных); на р. Семиречка также в среднем течении, на ручье Травянистый в верхнем и среднем (рис.). В каждом водотоке отобраны количественные пробы макрозообентоса складными бентометрами ($S = 0,017$ и $0,021$ м²), качественные пробы для выявления состава фауны, а также пробы воды на химический анализ (выполнен Е. Р. Хадеевой).

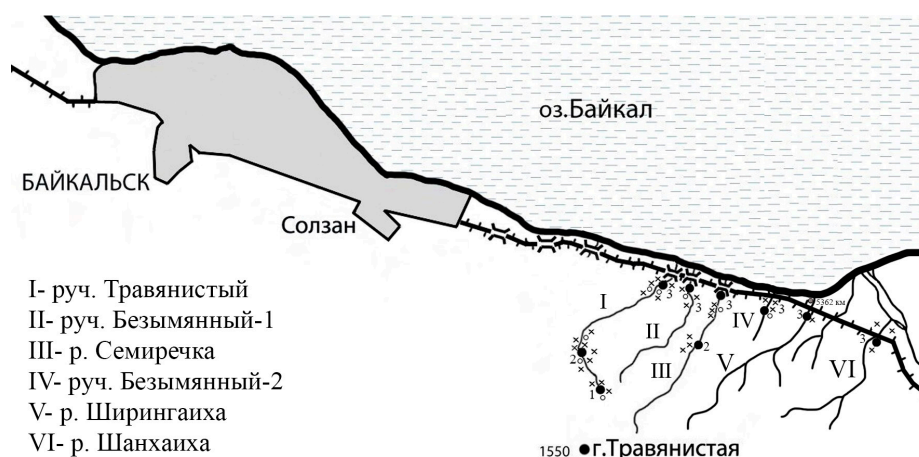


Рис. Район отбора проб. 1 – точки сбора материала в верховьях водотока, 2 – в средней, 3 – в устьевой части.

Отличительной чертой исследованных горных водотоков является очень низкая минерализация воды: она составляет 0,03–0,04 г/л, что гораздо ниже байкальской (0,09–0,10 г/л). Бентометр вдавливали в грунт, из него ровным слоем вынимали субстрат толщиной 2–3 см и отмывали через сачок из мельничного сита. Материал фиксировали 4% формалином. Всего собрано 32 количествен-

ные пробы и 9 качественных. Лабораторная обработка осуществлялась по общепринятой методике [1]. Пробы разбирали по таксономическим группам, определяли их численность и биомассу в расчете на 1 м². Ручейников и амфипод определяли до вида с помощью микроскопа МБС-9. Тип сообщества зообентоса определяли по таксономической группе, доминирующей по биомассе.

В макрозообентосе горных водотоков хребта Хамар-Дабан выявлено 11 таксономических групп. Результаты обработки количественных проб из руч. Травянистый, собранных в 2017 г., представлены в табл. 1. Ручей Травянистый – водоток длиной 8 км, шириной 1–3 м, глубина в разливах 10–20 см, скорость течения от 10 см/с до 0,5–1,0 м/с. Грунт представлен в виде щебня и песка. По берегам местами обильны заросли мха. При этом пробы под номером 208 собраны в среднем течении ручья в разных биотопах, проба № 297 – в нижнем течении перед устьем. На стрежне ручья (станция 208/1) при сильном течении обилие зообентоса небольшое, как по биомассе, так и по численности, доминируют олигохеты; находясь в грунте, эти организмы не испытывают особого влияния сильного течения. На их долю приходится 65% численности и 53% биомассы. Биомасса зообентоса была минимальной в средней части ручья (ст. 208/2) при быстром течении (см. табл. 1). По численности доминировали олигохеты (30%). Амфиподы эндемичного для хребта Хамар-Дабан вида *Gammarus dabanus* Tacht. et Mekhanikova имели наибольшие показатели в среднем течении ручья (станция 208/3) в мелком геокрене, среди густых подушек мха и обильного детрита (117,00 г/м²). В устьевой части среди полуводного мха (ст. 297/1) биомасса составляла 33,49 г/м², где наблюдалось большое обилие турбеллярий *Phagocata sibirica* Sabussov (87% биомассы). Впервые для притоков Байкала в верхнем течении ручья Травянистый выявлены личинки ручейников *Rhyacophila cedrensis* Schmid., *Rhyacophila sibirica* McL. и *Ecclisomjia digitata* Mart., последний широко распространен в нижнем течении притоков южной части Байкала.

В 2018 г. для устьевых участков двух ручьев и реки Семиречка также были характерны высокие показатели, с биомассой свыше 13 г/м² (табл. 2), что соответствовало α-эвтрофному уровню водоемов по шкале С.П. Китаева [2]. Ручей Безымянный – горный водоток шириной до 1 м, глубина 3–5 см, скорость течения до 10 см/с. Грунт представлен заиленным песком, илом с детритом. Река Семиречка – водоток длиной около 10 км, шириной от 1 до 4 м, глубина в разливах 4–11 см, скорость течения от 10 см/с до 1,0 м/с. Грунт – заиленный и слюдистый песок, дресва и мелкий бурый детрит.

Таблица 1. Количественные характеристики макрозообентоса (численность и биомасса) ручья Травянистый на различных станциях в 2017 г.

Таксономическая группа	Численность (N, экз./м ²), биомасса (B, г/м ²) по станциям							
	208/1		208/2		208/3		297/1	
	N	B	N	B	N	B	N	B
Oligochaeta	2648	2,06	471	0,23	2823	2,70	2412	0,94
Amphipoda	118	0,06	235	0,47	12 176	117,00	118	0,53
Planariidae	0	0	412	0,29	3765	9,35	10 118	29,06
Trichoptera	0	0	0	0	176	2,65	0	0
Plecoptera	118	0,06	0	0	235	0,12	59	0,12
Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	176	0,18
Ceratopogonidae	59	0,06	412	0,35	118	0,06	59	0,06
Chironomidae	59	0,06	0	0	4294	0,70	0	0
Diptera прочие	1059	1,60	59	0,12	0	0	0	0
ВСЕГО	4061	3,90	1589	1,46	23 587	132,60	14 001	33,49

Примечание: нумерация проб согласно полевому дневнику.

Таблица 2. Количественные показатели макрозообентоса (численность и биомасса) в устьевой части водотоков в 2018 г.

Таксономическая группа	Водотоки					
	Ручей Травянистый		Ручей Безымянный-1		Река Семиречка	
	N	B	N	B	N	B
Planariidae	0	0	255±110	0,51±0,18	250±166	0,24±0,29
Oligochaeta	4627±3207	4,66±4,19	8157±4102	5,04±2,06	8725±3744	9,92±5,46
Amphipoda	0	0	20±24	0,07±0,08	0	0
Trichoptera	353±242	4,53±4,24	59±29	0,53±0,18	19±17	0,02±0,02
Chironomidae	2137±2081	2,53±2,36	5823±3495	5,57±4,89	2392±2122	1,69±1,55
Psychodidae	0	0	59±72	0,09±0,23	1059±658	1,16±0,76
Прочие*	314±176	1,45±0,80	1157±916	1,64±0,18	274±143	0,45±0,37
ВСЕГО	7431±2046	13,17±2,56	15 530±4105	13,45±3,10	12 719±4029	13,48±4,49

Примечание: N – численность, экз./м²; B – биомасса, г/м². *Прочие: Gastropoda, Plecoptera, Ephemeroptera, Ceratopogonidae, Athericidae. Число проб во всех случаях n=3.

Для р. Семиречка было свойственно олигохетное сообщество (субдоминанты – хирономиды), для ручья Травянистый – трихoptероидно-олигохетное с субдоминированием хирономид, в ручье Безымянном – хирономидное с субдоминированием олигохет. Для истока ручья Травянистого было свойственно олигохетное сообщество, субдоминанты – хирономиды и ручейники, общая биомасса $3,29 \pm 3,08$ г/м². В качественной пробе доминировали хирономиды, субдоминанты – планарии и ручейники. В 2019 г. в устье р. Ширингаиха в боковом затишном разливе макрозообентос был бедным (0,81 г/м²), общая численность была низкая (477 экз./м²), доминанты не выявлены. В мелкой заводи устьевой части р. Шанхаиха в сообществе доминировали амфиподы по биомассе (20,29 г/м²) и по численности (5190 экз./м²), от них резко отставали олигохеты и планарии (по 0,57 г/м²). В среднем течении р. Семиречка доминировали олигохеты (48% численности, 26% биомассы), субдоминантами были турбеллярии (17% биомассы) и хирономиды (13%).

Таким образом, в бентосе малых горных водотоков хребта Хамар-Дабан нами выявлена неоднородность и большое разнообразие донных сообществ, в том числе сообщества, основанные на резком доминировании планарий или эндемичных амфипод с высокими уровнями биомассы. Сообщество с преобладанием турбеллярий обнаружено в ручье Травянистом в зарослях водного мха. В его среднем течении в мелком геокрене сложилось амфиподное сообщество; в среднем течении р. Семиречка – олигохетное. Уровень биомассы зообентоса в рипали этих водотоков, как правило, очень высок и находится на уровне эвтрофных водоемов. Мы считаем, что исследование количественной структуры бентосных сообществ малых горных водотоков необходимо продолжать для выявления более полной картины разнообразия их сообществ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 19-34-90 062-Аспиранты, 17-29-05 067-офи).

Список литературы

1. Абакумов В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В. А. Абакумов. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
2. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов / С. П. Китаев. – П.: КарНЦ РАН, 2007. – 395 с.
3. Флора и фауна заповедников. Вып. 92. Флора и фауна водоемов и водотоков Байкальского заповедника. – М., 2001. – 82 с.

ВОЗРАСТ И РОСТ СТЕРЛЯДИ *ACIPENSER RUTHENUS* L. В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ОБИ (В ПРЕДЕЛАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Е.И. Ефимова², И.Б. Бабкина^{1,2}, А.М. Бабкин^{1,2}, Е.А. Интересова^{1,2}

¹ Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Новосибирск, Россия

² Томский государственный университет, г. Томск, Россия, tomsk.fish.science@mail.ru

Аннотация. Основу промыслового стада стерляди *Acipenser ruthenus* L. в бассейне Средней Оби составляют пяти – шестилетние особи. К настоящему времени произошло снижение размерных характеристик стерляди по сравнению с данными наблюдений XX века.

Ключевые слова: р. Обь, стерлядь, *Acipenser ruthenus*, рыболовство

STERLET *ACIPENSER RUTHENUS* L. IN THE MIDDLE OB RIVER BASIN (WITHIN THE TOMSK REGION). AGE AND SIZE

E.I. Efimova², I.B. Babkina^{1,2}, A.M. Babkin^{1,2}, E.A. Interesova^{1,2}

Summary. Data about age and size composition of starlet *Acipenser ruthenus* L. in the Middle Ob basin (within the Tomsk region) are presented. By now, there has been a decrease in the dimensional characteristics of the sterlet of the Middle Ob in comparison with the data of observations of the 20th century.

Keywords: Ob river; sterlet; *Acipenser ruthenus*; fishery

При эксплуатации запасов стерляди *Acipenser ruthenus* L. Обь-Иртышского бассейна принято выделять среднеобское промысловое стадо данного вида [6], хотя его обособленность пока не нашла подтверждения при исследовании разнообразия митохондриальных гаплотипов [9]. До настоящего времени в бассейне Средней Оби стерлядь остается ценным промысловым видом рыб [7], не смотря на то, что ее уловы по сравнению с серединой XX века снизились более, чем в 12 раз, что, вероятно, вызвано значительным переловом на фоне снижения естественного воспроизводства данного вида [3,4]. Вследствие этого состояние популяции стерляди Средней Оби требует тщательного наблюдения.

Основой для настоящей работы послужили многолетние данные, собранные Новосибирским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» на стрелевом промысле в среднем течении р. Обь (в Парабельском районе Томской области), осуществляемом рыбопромышленниками в сентябре – октябре.

По литературным данным, в бассейне Средней Оби (в р. Чулым) известна стерлядь до 22+ лет [8]. Однако доля старших возрастных групп в уловах всегда была не велика [1,2,5].

По данным 80-х годов, основу промысловых уловов с незначительными колебаниями составляли особи в возрасте 4+ (в среднем 28,4%) и 5+ (в среднем 22,4%) (рис. 1).

При этом обращает внимание факт относительно низкой доли в уловах пятилетних особей в 1984–1986 годах (17,3–23,6%). Интересно отметить, что годы появления этих поколений (1980-1982) характеризовались пониженной водностью весеннего половодья.

По данным 2000-х годов, основу уловов составляли особи в возрасте 4+ (в среднем 25,3%), 5+ (в среднем 19,8%) и 3+ (19,1%) лет (рис. 2).

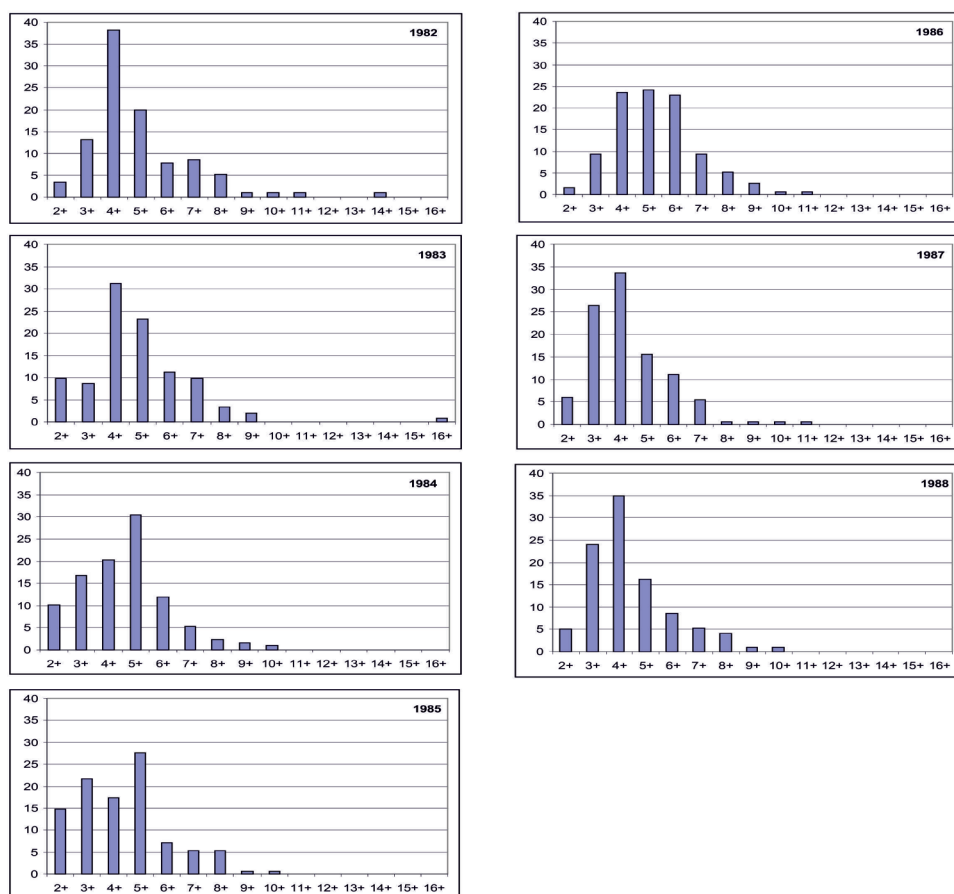


Рис. 1. Возрастной состав уловов стерляди *Acipenser ruthenus* Парабельского стрежневовода в 80-е годы (р. Обь, Парабельский район Томской области)

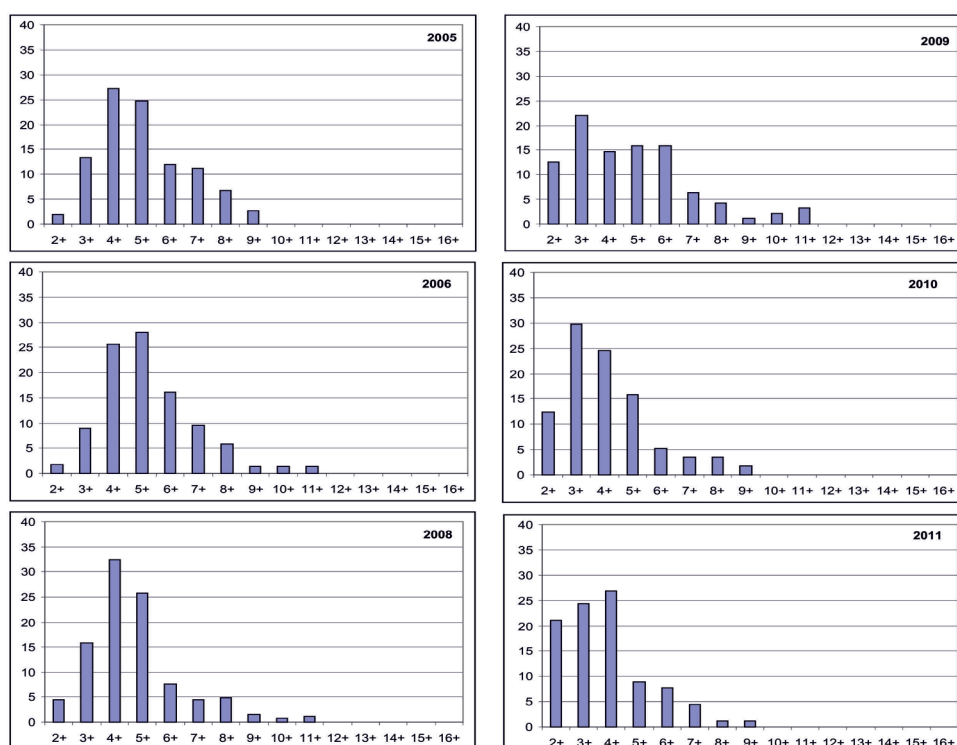


Рис. 2. Возрастной состав уловов стерляди *Acipenser ruthenus* Парабельского стрежневовода в 2000-е годы (р. Обь, Парабельский район Томской области)

В данный период наблюдается общее снижение доли пятилетних особей относительно 80-х годов, уровень которых был достигнут только в 2008 году ($4+ - 32,4 \%$). Год появления данного поколения (2004) был самым многоводным с 2003 по 2006 годы. В следующий многоводный год, 2007, появилась генерация, которая начинает играть роль в промысле в 2009 году в возрасте $2+$ ($12,6 \%$ улова), является наиболее многочисленной в уловах 2010 года ($3+ - 29,8 \%$) и 2011 года ($4+ - 26,8 \%$).

Отмеченные факты свидетельствуют о важной роли водности во время весеннего половодья в формировании численности генераций стерляди. Однако коэффициент корреляции Спирмена между долей пятилетних особей в уловах Парабельского стрежневода и водностью паводка в год появления соответствующих поколений не достигает пороговых величин ($r_{sp} = 0,489$, $p = 0,09$).

В результате анализа данных о длине и массе разновозрастных особей стерляди Средней Оби в разные периоды наблюдений (по наиболее многочисленным возрастным группам) выявлено снижение размерных характеристик данного вида в начале XXI века (рис. 3).

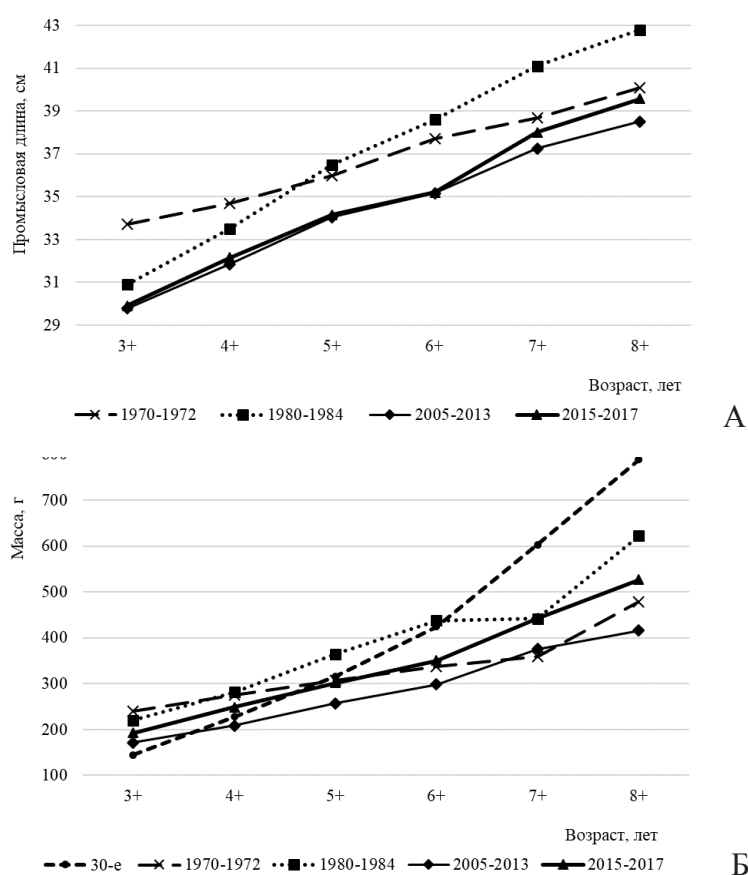


Рис. 3. Промысловая длина (А) и масса (Б) разновозрастной стерляди *Acipenser ruthenus* Средней Оби в разные периоды наблюдений. Примечание: 30-е годы – данные Б.Г. Иоганзена [5]; 1970-1972 и 1980-1984 – С.А. Еньшиной [2]; 2005-2013 – архивные данные ЗапСибНИРО; 2015-2017 – наши данные

Таким образом, основу промыслового стада стерляди в бассейне Средней Оби составляют пяти – шестилетние особи. В формировании численности генераций данного вида, очевидно, большую роль играет водность во время весеннего половодья – в годы многоводного паводка образуются многочисленные поколения. К настоящему времени произошло снижение размерных характеристик стерляди по сравнению с данными наблюдений XX века.

Список литературы

1. Гундризер А.Н. Состояние промысловых запасов стерляди в бассейне средней Оби // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование. Новосибирск, 1997. – С. 83-85.
2. Еньшина С.А. Динамика численности и перспективы промысла сибирской стерляди Средней Оби // ГосНИОРХ. Сб. научн. трудов. 1986. – Вып. 243. – С. 4-13.
3. Интересова Е. А. и др. К вопросу о естественном воспроизводстве стерляди *Acipenser ruthenus* L. Верхней Оби / Е. А. Интересова, А. Н. Блохин, В. В. Сусяев и др // Современное состояние водных биоресурсов: материалы 3-й международной конференции 9–11 декабря 2014 г. (г. Новосибирск, 2014). – С. 113–116.
4. Интересова Е.А. Стерлядь *Acipenser ruthenus* L. в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области). Распространение, динамика промысла, возраст и рост / Е. А. Интересова, И. Б. Бабкина, В. В. Сусяев и др. // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2018. – Т. 5. – №2 (18). – С. 60–71.
5. Иоганзен Б.Г. Стерлядь бассейна р. Оби // Труды Томского ун-та. 1946. – Т. 97. – С. 151-179.
6. Крохалевский В. Р. Состояние запасов осетровых рыб в водных объектах Сибири / В. Р. Крохалевский, И. Б. Бабкина, А. М. Визер и др. // Вопросы рыболовства. – 2018. – Т. 19. №3. – С. 269–284.
7. Ростовцев А. А. Рыбные ресурсы Томской области / А. А. Ростовцев, Е. А. Интересова // Рыбное хозяйство. – 2015. – №5. – С. 48–49.
8. Усынин В.Ф. Биология стерляди *Acipenser ruthenus* L. р. Чулым // Вопр. ихтиологии. 1978. Т. 18. Вып. 4. – С. 624-635.
9. Pobedintseva M.A. Population genetic structure and phylogeography of sterlet (*Acipenser ruthenus*, *Acipenseridae*) in the Ob and Yenisei river basins / M.A. Pobedintseva, A. I. Makunin, I. G. Kichigin et al. DOI.org/10.1080/24701394.2018.1467409.// Mitochondrial DNA Part A. 2019. – 30 (1). – P. 156–164.

УДК 597–19

РЫБЫ БАСЕЙНА Р. ПЯСИНЫ

В. А. Заделёнов^{1,2}, В. В. Званцев В. В.¹, Ю. Ю. Форина^{1, 2}

¹ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») (НИИЭРВ), Красноярск, Россия, nii_erv@mail.ru; ²ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» (КрасГАУ), г. Красноярск, Россия, zadelenov58@mail.ru

Аннотация. Проведено исследование ихтиофауны бассейна р. Пясины. В список видов рыб реки внесены виды, обнаруженные в ходе полевых исследований 2013–2019 гг.

Ключевые слова: Река Пясины, Пясинский залив, гольцы, горбуша, муксун, нельма, чир, сиг-пыжьян

FISH OF THE RIVER BASIN OF THE PYASINA RIVER

V. A. Zadelenov, V. V. Zvantsev, Yu. Yu. Forina

Summary. The study of fish species of the Pyasina river basin was carried out. The list includes fish species found during field studies 2013–2019.

Key words: River Pyasina, Pyasinsky Bay, Arctic char, pink salmon, muksun, Siberian white salmon, broad whitefish, Siberian whitefish

Материал и методы

Материалом для подготовки публикации послужили полевые сборы рыбы на водных объектах бассейна р. Пясины (р. Пяси́на с притоками, Большие Норильские озера (Лама, Собачье), Пясинский залив) в 2013–2019 гг. Лов рыбы осуществлялся ставными сетями с ячейей 12–90 мм, мальковым неводом и спиннингом. Кроме того, использованы источники открытой печати.

Введение

Пяси́на – река на полуострове Таймыр. Её длина 818 км, площадь бассейна 182 тыс. км². Верховья речной системы Пясины находятся на плато Путорана. Бассейн реки находится в пределах сплошного распространения многолетней мерзлоты. При впадении в Пясинский залив Карского моря образует эстуарий длиной 170 км. Цель работы – обзор современного состава ихтиофауны бассейна р. Пясины.

Сибирская минога – *Lethenteron kessleri* (Anikin, 1905). Нами отмечена в Пясинском заливе.

Сибирский осетр – *Acipenser baerii* Brandt, 1869. В бассейне Пясины осетр известен как в реке, так и в Больших Норильских озерах, везде редок, особенно, в озерах [1, 5, 7, 10].

Горбуша – *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792). По наблюдениям В. А. Заделёнова на р. Пяси́не (июль–август 2016–2017 гг.) производители горбуши регистрировались от устья р. Дуды́пты (674 км от устья р. Пясины) до дельты. Отмечается как постепенное нарастание численности горбуши, так и увеличение протяжённости нерестовых миграций этого вида вверх по течению р. Пясины и в ее притоки.

Ленок – *Brachymystax lenok* (Pallas, 1773). В бассейне Пясины ленок отмечался П. Л. Пирожниковым [9]. О. Л. Олышанская [7] подтвердила наличие этого вида в Норило-Пясинской системе.

Обыкновенный таймень – *Hucho taimen* (Pallas, 1776). Отмечается в Норило-Пясинской системе (р. Рыбная).

Род голец *Salvelinus* (Nilsson) Richardson, 1836. Современной систематикой голец рассматриваются в составе сложнокомплексного вида – *Salvelinus alpinus complex* [1], объединяющего 9 видов, 5 из них (арктический *Salvelinus alpinus* (Linnaeus, 1758), боганидский голец *Salvelinus boganidae* Berg, 1926, голец Дрягина *Salvelinus drjagini* Logashev, 1940, таймырский голец *Salvelinus taimyricus* Michin, 1949, есейская паalia *Salvelinus tolmachoffi* Berg, 1926) нами отмечены в р. Пяси́не, Пясинском заливе и Больших Норильских озерах.

Сиг (обыкновенный) – *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758). В Сибири выделяют один подвид – *Coregonus lavaretus pidschian* – сиг-пыжьян [1]. В водных объектах бассейна Пясины сиг образует полупроходные, озерные, озёрно-речные и речные формы, существенно различающиеся внешним видом, размерами, продолжительностью жизни, сроками наступления половой зрелости.

Муксун – *Coregonus muksun* (Pallas, 1814). В водных объектах **бассейна реки образует 2 формы: пресноводную (р. Пяси́на, оз. Собачье, Лама), полупроходную (Пясинский залив, дельта р. Пясины).**

Омуль – *Coregonus autumnalis* (Pallas, 1776). Ледовитоморский, или арктический омуль – полупроходная рыба, в низовьях р. Пясины представлен енисейским (нагуливается в Пясинском заливе) стадом.

Чир – *Coregonus nasus* (Pallas, 1776). Широко распространенный вид. Выделяются озерно-речная форма чира, обитающая в озерах и связанных с ними речных системах, и речная из русловой части р. Пясины [8].

Пелядь – *Coregonus peled* (Gmelin, 1789). Нами зарегистрирована в р. Пяси́не и ее приточных водоемах, в Больших Норильских озерах.

Сибирская ряпушка – *Coregonus sardinella* Valenciennes, 1848. **В водных объектах бассейна Пясины отмечены** полупроходные, озерные, озёрно-речные и речные формы, различающиеся размерами, продолжительностью жизни, сроками наступления половой зрелости [7].

Тугун – *Coregonus tugun* (Pallas, 1814). Самый мелкий представитель сиговых рыб. Обнаружен в Больших Норильских озерах, р. Пяси́не.

Обыкновенный валец – *Prosopium cylindraceum* (Pallas, 1874). Обитает повсеместно (за исключением Пясинского залива). Заселяет горные озера и участки рек с каменистым и песчано-галечным дном.

Нельма – *Stenodus leucichthys nelma* (Guldenstadt, 1772). Отмечена в оз. Лама, р. Пясины от р. Норилки до Пясинского залива включительно.

Хариус сибирский – *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776). Широко распространенный вид. Встречается как в реках, так и в озерах.

Азиатская зубатая корюшка – *Osmerus mordax* (Mitchill, 1815). **Отловлена в Пясинском заливе. Немногочисленна.**

Обыкновенная щука – *Esox lucius* Linnaeus, 1758. В бассейне Пясины встречается повсюду, вплоть до устья.

Серебряный карась – *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758). **Отмечен в оз. Собачьем, пойменных водоемах р. Норильской.**

Язь – *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758). Встречается в верхней (озёрной) части бассейна Пясины [7, 9].

Обыкновенный елец – *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758). В бассейне Пясины елец встречается в верхней озерно-речной части, в русле р. Пясины редок. Отмечен в р. Агапе – левом крупном притоке Пясины.

Род голяны *Phoxinus*. Голяны – обычные представители ихтиофауны рек и озёр Сибири. В водоемах бассейна Пясины известны три вида – голян Чекановского *Phoxinus czekanowskii* (Dybowski, 1869), озерный голян *Phoxinus perenurus* (Pallas, 1814) и обыкновенный (или речной) голян *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758) [3].

Плотва – *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758). Малочисленный вид в водных объектах бассейна реки. Зарегистрирован в оз. Лама.

Налим – *Lota lota* (Linnaeus, 1758). В бассейне Пясины встречается повсюду.

Девятииглая колюшка – *Pungitius pungitius* (Linnaeus, 1758). Нами отмечена в тундровых озерах нижнего течения реки (вблизи устья р. Мокоритто),

Обыкновенный ерш – *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758). Обычный представитель ихтиофауны бассейна Пясины [7]. Регистрируется в р. Пясины до устья р. Пура, в оз. Лама и Собачье.

Речной окунь – *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758. Редкий вид в водоемах и водотоках бассейна реки. Отловлен в оз. Собачьем.

Пестроногий подкаменщик – *Cottus poecilopus* Heckel, 1836. Отмечен в оз. Лама и Собачье.

Сибирский подкаменщик – *Cottus sibiricus* Kessler, 1899. Сибирский подкаменщик – обычный вид для изученных водоемов. **Четырехрогий бычок, рогатка** – *Trigloopsis (Myoxocephalus) quadricornis* (Linnaeus, 1758). Обитает в Пясинском заливе. От четырехрогого бычка произошла пресноводная форма – рогатка Кравчука *Trigloopsis (Myoxocephalus) quadricornis krawtshuki* Michalev, 1962 [6]. В водоёмах бассейна реки нами обнаружена в оз. Собачье и Глубокое.

Полярная камбала – *Liopsetta glacialis* (Pallas, 1776). **Встречается в Пясинском заливе. Немногочисленна.**

Полярная треска – *Boreogadus saida* (Lepetchin, 1774). **Отмечена в Пясинском заливе, дельте Пясины.** Основной компонент питания арктического голяца и горбуши.

Кроме того, в Пясинском заливе обнаружен гибрид муксуна и омуля, в р. Агапе – гибрид муксуна и сига.

Заключение

По результатам полевых исследований 2013–2019 гг. в водных объектах бассейна р. Пясины обитает 38 видов рыбообразных и рыб.

В сводках по составу ихтиофауны бассейна р. Пясины, опубликованных ранее, обычно включено не более 33 видов рыбообразных и рыб [1, 7–12]. Таким образом, настоящая публикация расширяет представление о видовом составе ихтиофауны одной из крупных речных систем п-ва Таймыр.

Список литературы

1. Атлас пресноводных рыб России / Под ред. Решетникова Ю. С. М.: Наука, 2002. – Т. 1. – 379 с.
2. Заделёнов В. А. Голец-пучеглазка оз. Собачьего (Норильские озера) / В. А. Заделёнов, Е. Н. Шадрин, В. В. Матасов, В. И. Романов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2015. – №4. – С. 11–15.
3. Зуев И. В. Гольяны рода *Phoxinus* (Cyprinidae) Восточной Сибири: распространение, морфология / И. В. Зуев, А. А. Вышегородцев // Изв. КрасГУ. Серия Естественные науки. – Красноярск, 2004. – №7. – С. 82–88.
4. Красикова В. А. Тугун *Coregonus tugun* (Pallas) из Норильских озёр // Вопр. ихтиологии, 1967. – Т. 7. – Вып. 4. – С. 601–608.
5. Логашев М. В. Заполярное озеро Мелкое (бассейн р. Пясины) и его рыбохозяйственное использование // Тр. НИИ полярного земледелия, животноводства и промыслового хозяйства Главсевморпути. – Игарка, 1938. – 106 с.
6. Михалёв Ю. В. Бычок вида *Myoxocephalus quadricornis* (Linne) из оз. Кета (бассейн Пясины) (Морфо-биологическая характеристика) // Тр. Сиб. отд. ГосНИОРХ. – 1964. – Т. 8. – С. 171–183.
7. Ольшанская О. Л. Обзор ихтиофауны р. Пясины // Вопр. ихтиологии. – 1965. – Т. 5. – Вып. 2 (35). – С. 262–278.
8. Остроумов Н. А. Рыбы и рыбный промысел р. Пясины // Тр. Полярной комиссии. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – Вып. 30. – 115 с.
9. Пирожников П. Л. Река Пясины и ее рыбные ресурсы // За индустриализацию Советского Востока. М.: Изд-во Об-ва изучения Советской Азии, 1933. – Кн. 3. – С. 166–209.
10. Пресноводные рыбы Средней Сибири: монография / Н. А. Богданов, Г. И. Богданова, А. Н. Гадинов, В. А. Заделёнов, В. В. Матасов, Ю. В. Михалёв, Е. Н. Шадрин / под общей редакцией Е. Н. Шадрина. – Норильск: АПЕКС, 2016. – 200 с.
11. Разнообразие рыб Таймыра: Систематика, экология, структура видов как основа биоразнообразия в высоких широтах, современное состояние в условиях антропогенного воздействия / Павлов Д. С., Савваитова К. А., Груздева М. А. и др. М.: Наука, 1999. – 207 с.
12. Романов В. И. Ихтиофауна плато Путорана // Фауна позвоночных животных плато Путорана. М., 2004. – С. 29–89.

УДК 597: 57.087.1

РЫБОВОДНЫЕ ПЛАНШЕТЫ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ РАСЧЕТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ВОЗМОЖНЫХ СОСТОЯНИЙ РЫБНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ В РАМКАХ УПРАВЛЕНИЯ БИОПРОДУКЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ В ВОДОЕМЕ

С. Б. Купинский

Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Астраханский государственный технический университет» (ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»), пос. Рыбное, Россия,
e-mail: kafvba@mail.ru

Аннотация. Показаны методы анализа состояния популяций рыб путем расчетного моделирования естественной рыбопродуктивности водоема и массы тела рыб с использованием стандартных моделей рыбопродуктивности и их графических моделей – рыбоводных планшетов.

Ключевые слова: стандартные модели, рыбоводные планшеты, расчетное моделирование продуктивности водоема и рыб.

PISCICULTURE NOMOGRAMS AS AN INSTRUMENT FOR ESTIMATION MODELLING OF POSSIBLE STATES OF FISH POPULATION IN WIDE RANGE OF ENVIRONMENTAL FACTORS IN THE CONTEXT BIO-PRODUCTION PROCESS IN PONDS

S. B. Kupinsky

Summary. This article describes a set of methods for analysis of fish population state via estimation modeling of fish weight and natural-production capacity of ponds using standart models of fish weight gain and their graphical representation – Pisciculture nomograms.

Keywords: standart model, standart model of fish weight-gain, standart models, pisciculture nomogram, estimation modeling, fish weight-gain, fish-production capacity of ponds.

Эффективная эксплуатация рыбных популяций возможна только в случае точного знания продукционных возможностей рыбохозяйственного водоема и обитающих в нем рыб. Их определение традиционными опытными методами затратно, а в случае нестабильного состояния экосистемы – не очень надежно. Поэтому известные закономерные связи «запас-промысел» [6] желательно дополнять закономерными связями в системе «продукционные возможности объектов рыбоводства – факторы внешней среды», а также методами априорного расчетного моделирования возможных состояний экосистемы водоема и рыбных популяций.

В лаборатории теоретических основ рыбоводства ВНИИПРХа была разработана система имитационных моделей, количественно характеризующих продукционные возможности р/х водоема, функционирующего на базе планктонного фитоценоза, а также рыб разных видов на ювенольной стадии их развития. Она успешно используется при подготовке профессиональных кадров рыбной отрасли в виде расчетных номограмм – рыбоводных планшетов [3,4]. Однако потенциал этих инструментов не исчерпывается решением учебных задач. Как показала практика, их применение может быть полезным при оценке ожидаемых характеристик рыбных популяций в искусственных и естественных водоемах с различным набором условий обитания, а также при оценке состояния всей экосистемы водоема в целом.

Перечень решаемых с помощью рыбоводных планшетов задач обширен. В их числе определение естественной рыбопродуктивности водоема (экологический планшет), величины и направленности кислородного баланса (гидробиологический планшет), расчет и ретроспективный анализ параметров роста рыб различных видов на глубину от нескольких дней до нескольких месяцев (тактический и оперативно-тактический планшеты), оперативная корректировка режима кормления карпа при его интенсивном выращивании, в том числе в прудовых условиях (технологический планшет).

Особенностью всех планшетов является наличие в них количественных стандартов продуктивности, т.е. опорных (реперных) точек, к которым привязаны природные закономерности «достаточно строго и многократно проверенные в прошлом» [1]. Планшеты, моделирующие продукционные процессы в водоеме, построены на основе стандартных корреляций (связей) между базовыми характеристиками и состояниями водоема, а планшеты моделирующие рост рыб – на видовых константах роста, а именно – на показателе предельной скорости массонакопления (Kg).

В таблице 1 приведены представленные в экологическом планшете закономерные связи между глубиной прозрачности рыбохозяйственного водоема, функционирующего на базе планктонного фитоценоза, и его рыбопродуктивностью для разных ихтиоценозов (РЯР – на базе растительоядных, Х – на базе крупных хищников, РВ – с разными видами).

Таблица 1. Стандартные корреляции между прозрачностью водоема (Н) и его естественной рыбопродуктивностью ($P_{\text{ест}}$, ц/га) для разных ихтиоценозов в стандартных условиях (100 дней, $T=20^{\circ}\text{C}$)

Различные ихтиоценозы	Н, метры							
	40	10	5	1	0,5	0,1	0,05	0,01
$P_{\text{ест}}$ РЯР (ц/га)	2,1	4,6	6,8	15	22	50	70	150
$P_{\text{ест}}$ РВ (ц/га)	0,002	0,005	0,007	0,015	0,02	0,05	0,07	0,15
$P_{\text{ест}}$ Х (ц/га)	0,01	0,04	0,1	0,5	1	5	10	45

* Выделенные значения имеют повышенный уровень погрешности

Значения естественной рыбопродуктивности из таблицы 1 можно рассматривать как систему отправных точек для оценки возможного совокупного прироста рыб того или иного уровня трофности, обитающих на данной территории. Иными словами – сколько рыбы может «прокормить» водоем без снижения их темпа роста (в кг общего прироста). Для перехода от этих значений к оценке количества рыб требуется знать реально возможный индивидуальный прирост. Для надежного определения индивидуальных характеристик роста рыб, в том числе – возможного прироста, могут быть использованы тактический и оперативно-тактический планшеты, которые сконструированы на основе стандартной модели массонакопления [5]:

$$dM/dt = K_m M^{2/3} = K_g K_e M^{2/3} \quad (1)$$

В данной формуле коэффициент пропорциональности, связывающий мгновенный прирост с текущей массы тела (K_m), структурно разделен на две части – генетический коэффициент (K_g), показывающий предельные видовые значения K_m (таблица 2), и общий экологический коэффициент (K_e), показывающий степень комфортности среды обитания.

Таблица 2. Ориентировочные значения K_g различных видов рыб в порядке возрастания их теплолюбивости

Вид рыбы	K_g	Вид рыбы	K_g
Семга	0,074	Лещ	0,151
Радужная форель	0,087	Осетр сибирский	0,190
Сиг волховский	0,114	Буффало большеротый	0,190
Кубенская нельма	0,115	Бестер	0,190
Окунь	0,129	Пестрый толстолобик	0,195
Щука	0,134	Белый толстолобик	0,214
Пелядь	0,136	Карп	0,235
Омуль байкальский	0,138	Белый амур	0,240

Рост рыб на уровне $K_m = K_g$ возможен лишь при идеальном сочетании факторов внешней среды. Такой уровень комфортности среды обитания (100% или $K_e = 1$) встречается редко. Чаще всего реальная скорость массонакопления рыбы определяется лимитирующим воздействием целого ряда факторов внешней среды, в первую очередь температуры и кормовой обеспеченности. Стандартная модель массонакопления позволяет учесть количественное воздействие этих факторов на скорость массонакопления рыб через соответствующие частные экологические коэффициенты: температурный – K_T (таблица 3) и кормовой обеспеченности – $K_{\text{КК}}$.

Таблица 3. Коэффициенты продуктивного действия температуры (K_T)

T°С	K_T для разных видов рыб						T°С	K_T для разных видов рыб					
	К	БА	СО	Л	Щ	РФ		К*	БА	СО	Л	Щ	РФ
4			0			0	22	0,90	0,80	0,80	0,95	1	0,80
6			0,05	0	0	0,20	24	0,94	0,90	0,90	1	0,85	0,2
8			0,10	0,10	0,20	0,40	26	0,98	0,97	1	0,80	0	0
10	0		0,15	0,20	0,40	0,55	28	1	1	0,90	0,45		
12	0,20		0,20	0,30	0,53	0,70	30	0,80	0,95	0,60	0		
14	0,40	0	0,30	0,40	0,67	0,80	32	0,50	0,50	0,20			
16	0,60	0,10	0,40	0,60	0,80	0,90	33	0,30	0	0			
18	0,70	0,35	0,50	0,75	0,90	1	34	0,1					
20	0,80	0,55	0,60	0,85	0,97	0,90	35	0					

(*) Виды рыб: К – карп; РФ – радужная форель; БА – белый амур; СО – сибирский осетр; Л – лещ; Щ – щука.

Алгоритм расчета возможного роста с учетом K_T и K_{KO} – по формуле 2:

$$M_k = (M_0^{0,333} + K_T K_{KO} t / 3)^3 \quad (2)$$

где M_0 и M_k – начальная и конечная массы (г), t – время (сутки).

Коэффициент кормовой обеспеченности (K_{KO}) не может быть представлен графиком или таблицей. Чаще всего его значение для расчетов ожидаемых параметров роста рыбных сообществ и популяций задается произвольно, хотя в ряде случаев (известно точное количество рыб в водоеме и их распределение по размерным группам) K_{KO} можно определить путем сравнения возможного совокупного прироста рыб с «приемной емкостью» водоема, т.е. с его реально возможной рыбопродуктивностью (p_{ecT}).

При необходимости решения обратной задачи, т.е. при оценке уровня комфортности среды обитания для рыб по скорости их массонакопления, может потребоваться рассчитать целую линейку возможных траекторий их роста, для каждой из которых задается свой уровень кормовой обеспеченности. На рисунке 1 представлен спектр таких траекторий роста, полученных [2] для молоди леща второго года жизни ($M_0=10$ г) в реальных температурных условиях Рыбинского водохранилища за период с мая по октябрь включительно. Значения K_{KO} были заданы в диапазоне от 1 (100% кормовой обеспеченности) до 0,2 (20% кормовой обеспеченности).

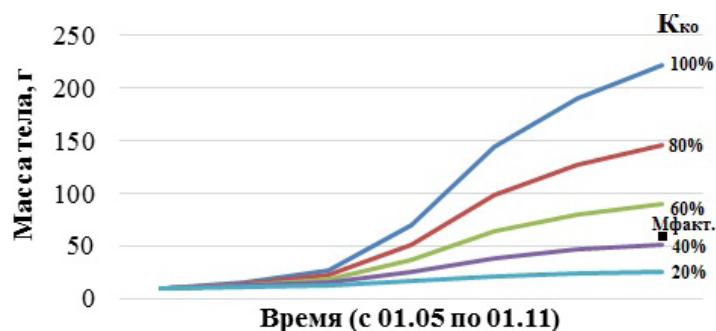


Рис. 1. Траектории роста молоди леща при разных уровнях кормовой обеспеченности – K_{KO} (от 100 до 20%)

Сравнение расчетных траекторий роста с фактической $M_{ср.} = 59,2$ г в конце сезона для рассматриваемой возрастной группы леща Рыбинского водохранилища показывает, что наиболее вероятный уровень кормовой обеспеченности для этой части популяции леща составляет 45%.

Список литературы

1. Баранов С. А. Стандартные корреляции и константная база теоретической гидробиологии // Теоретические основы аквакультуры: тез. докл. всес. симпозиума. – М., 1983. – С.9–11.
2. Купинский С. Б., Купинский А. С. Скорость массонакопления леща в онтогенезе// Сб.науч.тр. ВНИИПРХ. М.: ВНИИПРХ, 2015. – Вып.88. – С.116–141.
3. Купинский С. Б. Биологические основы рыбоводства. Лабораторный практикум: учебно-методическое пособие/ С.Б. Купинский, М.М. Усов, Р.М. Цыганков // Горки. БГСХА, 2018. – 152 с.
4. Купинский С. Б. Продукционные возможности рыбохозяйственных водоемов и объектов рыбоводства: учебное пособие. – СПб: Издательство «Лань», 2019. – 232с.
5. Резников В. Ф. Стандартная модель массонакопления рыбы. Сб.н.тр. ВНИИПРХ. Вып. 22. М. ВНИИПРХ, 1978. – С.182–196.
6. Шибаев С. В. Промысловая ихтиология: учебник. – СПб.: Проспект Науки, 2007. – 400 с.

УДК 574.51

ЗООПЛАНКТОН ОЗЕРА МАРКАКОЛЬ

Л. Б. Кушникова

Алтайский филиал ТОО «Научно-Производственный центр рыбного хозяйства»,
г.Усть-Каменогорск, Казахстан,
lbk249157@mail.ru

Аннотация. В статье дана характеристика таксономического состава зоопланктона озера Маркаколь и проведена оценка «трофности» водоема по количественным показателям развития зоопланктона на современном этапе (2017–2019 гг).

Ключевые слова: зоопланктон, таксономический состав, «трофность»

ZOOPLANKTON OF MARKAKOL LAKE

L. B. Kushnikova

Summary: The article describes the taxonomic composition of the zooplankton of Lake Markakol and assesses the «trophicity» of the reservoir by quantitative indicators of the development of zooplankton at the present stage (2017-2019).

Keyword: zooplankton, taxonomic composition, «trophicity».

История изучения зоопланктона оз. Маркаколь насчитывает более 80 лет и берет свое начало в 1936 году. За период 1936–2009 гг материал был проанализирован и обобщен отечественными учеными. В опубликованных работах отечественных ученых приведен аннотированный список зоопланктона, дан анализ видового состава зоопланктона и его распределения по акватории озера, динамике количественных показателей в различных участках и на различных глубинах озера [4,5]. Последний опубликованный материал датирован 2011 годом [3], поэтому анализ современного состояния зоопланктона озера Маркаколь актуален. Значимость биоценотических исследований зоопланктона определяется еще и тем фактом, что зоопланктон входит в состав пищевого рациона хариуса и составляет от 23,0% по весу при 58% встречаемости летом, и 97,0% по весу при 100% встречаемости в осеннее время. Основу пищевого комка хариусов составляют крупные *Bythotrephes longimanus* и *Daphnia longispina* [1].

Целью наших исследований было изучение таксономического состава зоопланктона оз. Маркаколь, анализ динамики численности и биомассы зоопланктона в пространстве и времени, а также оценка «трофности» озера по показателям зоопланктона в период 2017–2019 гг.

Исследования проводили с мая по август 2017–2019 гг, на четырех участках озера – Урунхайка, Матабай, Еловка, Тополевка (в приустьевых участках основных нерестовых рек) с охватом литорали и пелагиали.

За три года исследования в составе зоопланктона зарегистрировано 27 таксонов, в том числе: 12 Rotifera, 5 Copepoda и 10 Cladocera (таблица 1).

Таблица 1. Таксономический состав и частота встречаемости (%) зоопланктона оз. Маркаколь в 2017–2019 гг.

Таксон	Период исследования. Год, месяц		
	2017 июнь-июль	2018 август	2019 май,август
<i>Rotifera</i>			
<i>Synchaeta pectinate Ehrenberg</i>	13	38	8
<i>Trichocercapusilla (Lauterborn)</i>	13	38	-
<i>Asplanchnapriodonta Gosse</i>	88	100	33
<i>Lecaneluna (Muller)</i>	25	13	8
<i>BrachionuscalyciflorusPal.</i>	13	-	-
<i>Brachionusangularis Gosse</i>	13	-	-
<i>Keratellacochlearis (Gosse)</i>	100	100	67
<i>Keratellaquadrata (Muller)</i>	88	25	-
<i>Kellicottialongispina (Kellicott)</i>	88	50	-
<i>Conochilusunicornis (Rous)</i>	100	100	15
<i>Filinalongiseta (Ehrenberg)</i>	25	75	8
<i>Polyarthradolichoptera (Idel.)</i>	-	38	8
<i>Copepoda</i>			
<i>Eucyclops serrulatus (Jurine)</i>	63	75	15
<i>Cyclops vicinus (Uljanine)</i>	50	13	8
<i>Eudiaptomusgracilis (Sars)</i>	13	50	25
<i>Acantocyclops sp.</i>	-	13	-
<i>Acanthodiptomusdenticornis (Wie.)</i>	63	50	67
<i>Cladocera</i>			
<i>AlonarectangulaSars</i>	25	13	-
<i>Chydorus sphaericus (Muller)</i>	38	25	-
<i>Ceriodaphnia quadrangula (Muller)</i>	13		8
<i>Daphnia longispina (Muller)</i>	75	88	75
<i>Daphnia cucullata (Sars)</i>	38	50	58
<i>Scapholeberis mucronata (Muller)</i>	13	-	-
<i>BythotrepheslongimanusLilljeborg</i>	13	-	-
<i>Eurycercus lamellatus (Linnaeus)</i>	-	38	-
<i>Leptodora kindty (Focke)</i>	-	-	15
<i>Diaphnysoma bracheirumLievin</i>	-	-	8
Всего количество видов в год	22	20	16

Таксономический состав зоопланктона в 2017–2018 году сходен. На всех станциях исследования наблюдалось массовое развитие коловраток *C.unicornis* (100%), *K.cochlearis* (100%), *A.priodonta* (88–100%).

Из веслоногих рачков наиболее высокие показатели частоты встречаемости отмечены для *E.serrulatus* (63–75%). Из ветвистоусых рачков чаще других видов встречалась *D. longispina* (75–88%) (таблица 1).

В 2019 году отмечено снижение таксономического богатства до 16 таксонов, что на 20% меньше прошлого года. Из коловраток только *K.cochlearis* имела высокую частоту встречаемости (67%), а остальные таксоны встречались единично. Такой же частотой встречаемости в 67% характеризуются веслоногие рачки *A.denticornis*, а вот частота встречаемости и ветвистоусые рачки *D. longispina* составила 75%.

Количественные показатели зоопланктонных организмов в 2017 г. находились на низком уровне, при средних значениях 199,5 тыс. экз./м³ и 0,448 г/м³ (таблица 2).

Таблица 2. Динамика показателей численности (Ч, тыс. экз./м³) и биомассы (Б, мг/м³) зоопланктона оз. Маркаколь в 2017–2019 гг

Период исследований	Урунхайка		Топалевка		Еловка	
	Ч	Б	Ч	Б	Ч	Б
2017 г.	286,6	454	83,2	430	354,5	272
2018 г.	39,6	325	59,6	491	95,6	517
2019 г.	64,4	1352	113,6	1432	31,1	1388

Продолжение таблицы 2

Период исследований	Матабай		В среднем		Класс «трофности»
	Ч	Б	Ч	Б	
2017 г.	73,6	633	199,5	448	Очень низкий
2018 г.	66,0	349	65,2	420	Очень низкий
2019 г.	109,5	1585	79,7	1439	Умеренный

По численности доминировали мелкоразмерные виды коловраток (94%), далее следовали веслоногие рачки (5%) и лишь 1% приходился на долю *Cladocera*. Вследствие массового развития, по биомассе доминировали коловратки (45%), субдоминировали ветвистоусые рачки (35%) за счет крупных форм *D. longispina*.

В 2018 году наблюдалось значительное снижение численности зоопланктона (в три раза), при сохранившихся показателях биомассы.

По биомассе доминантную группу выделять не целесообразно, так как показатели имеют близкие значения – коловратки составляют 29%, веслоногие рачки 34% и ветвистоусые рачки 37%.

Совершенно по иному развивался зоопланктон в 2019 году. По численности лидировали веслоногие рачки (64%) на науплиальной стадии развития, затем коловратки (24%) и далее ветвистоусые рачки. Низкая численность ветвистоусых рачком может объясняться выедаемостью их молодью рыбы, которая в это время скатывается в озеро. Крупные формы веслоногих и ветвистоусых рачков дали высокие показатели биомассы и повысили в среднем уровень «трофности» по озеру Маркаколь в 2019 году до категории «умеренный» [2].

Показатели «трофности» по зоопланктону в различных экологических зонах (литораль и пелагиаль) имеют не одинаковые характеристики. На двух станциях – это Урунхайка и Тополевка мелководная и глубоководная зоны относятся к одному классу, соответственно «низкому» и «среднему» (таблица 3).

Таблица 3. Средние показатели численности (Ч, тыс. экз./м³) и биомассы (Б, мг/м³) зоопланктона в различных зонах оз. Маркаколь в 2017–2019 гг.

Название станции	Литораль		Класс «трофности»	Пелагиаль		Класс «трофности»
	Ч	Б		Ч	Б	
Урунхайка	83,0	830	низкий	35,6	701	низкий
Тополевка	82,4	2117	средний	110	3921	средний
Матабай	121,1	1271	умеренный	54,3	661	низкий
Еловка	82,0	1328	умеренный	44,9	576	низкий

На станциях Матабай и Еловка запасы зоопланктона в литорали в несколько раз выше, чем в пелагиали и соответственно литораль характеризуется «умеренным» классом, а пелагиаль «низким».

Заключение

1. Доминантный комплекс зоопланктона оз.Маркаколь довольно стабилен в течение последних десяти лет и представлен такими таксонами как –*C.unicornis*, *K. cochlearis*, *A. denticornis*, *D. longispin*. Однако в 2019 году отмечено снижение таксономического богатства зоопланктона озера Маркаколь с 22 таксонов до 16.

2. В период исследования (2017–2019 гг) наблюдается увеличение биомассы зоопланктона (за счет развития крупноразмерных видов *A. denticornis*, *D. Longispina*), поэтому согласно шкале «трофности» по средним значениям биомассы всего сообщества зоопланктона озеро Маркаколь в 2019 году соответствовало умеренному классу, α-мезотрофному.

3. Литоральная часть приустьевых участков основных нерестовых рек характеризуется умеренным классом «трофности», что благоприятно для скатывающейся в это время молодежи ценных видов рыб- ленка маркакольского и хариуса.

Список литературы

1. Кириченко О. И. Кормовая база, питание и обеспеченность рыб пищей // Биологическое обоснование «Изучения состояния рыбных запасов и рекомендации по проведению любительского лова на озере Маркаколь» / О. И. Кириченко, В. И. Девятков / Фонды Каз. НИИРХ. – Усть-Каменогорск, 1999.
2. Китаев С. П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон// V съезда ВГБО: тез.докл, Тольятти (15–19 сентября 1986 г.) – Куйбышев, 1986. – С. 254–255.
3. Рақыбаева А. А. К оценке современного состояния зоопланктона озера Маркаколь А. А. Рақыбаева, А. С. Джантасова, М. Т. Баймуканов // Вестник КазНУ, Серия биологическая. – 2011. – №4 (50). С. 98–102.
4. Стуге Т. С. История исследования зоопланктона и макрозообентоса озера Маркаколь // Труды Маркакольского заповедника. Усть-Каменогорск. – 2009. – Т.1. – Ч.1. – С. 44–48.

СОМЫ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

А.В. Лугаськов

Уральский филиал «ВНИРО» («УралНИРО»), г. Екатеринбург, Россия,
lugaskoff2011@yandex.ru

Аннотация. С целью товарного выращивания в садковых хозяйствах на водоемах-охладителях ГРЭС в Свердловской области в 80-х – 90-х годах прошлого столетия были завезены личинки американского канального сома *Ictalurus punctatus* и европейского сома *Silurus glanis*. К настоящему времени оба вида успешно натурализовались в тепловодном Рефтинском водохранилище, а европейский сом проник в реки Тавда, Тура, Пышма, являющиеся притоками р. Тобол, тем самым пополнив состав чужеродных видов Обь-Иртышского бассейна.

Ключевые слова: Свердловская область, Обь-Иртышский бассейн, водоемы-охладители, рыбы, сомы, вселенцы, чужеродные виды.

CATFISHES IN THE MIDDLE URAL

A.V. Lugaskov

Summary. For the purpose of commercial cultivation in cage farms at the reservoirs-coolers of the state district power station in the Sverdlovsk Region, larvae of the American channel catfish *Ictalurus punctatus* and European catfish *Silurus glanis* were introduced in the 80 – 90 ages of the last century. To date, both species have successfully naturalized in the warm Reftinskoye reservoir, and European catfish penetrated in the rivers Tavda, Tura, Pyshma, which are tributaries of the river Tobol, thereby replenishing the composition of alien species of the Ob-Irtysh basin.

Keywords: Sverdlovsk region, Ob-Irtysh basin, cooling ponds, fish, catfish, invaders, alien species.

На территории Среднего Урала находится большая часть Свердловской области и Пермского края, а также к нему относится север Челябинской области. В западных водотоках Среднего Урала, в частности, в бассейне р. Кама, европейский сом является обычным аборигенным видом. На Южном Урале, в бассейне р. Тобол (р. Уй) сформировалась самовоспроизводящаяся популяция канального сомика [3].

В водных объектах Свердловской области, относящихся к Обь-Иртышскому бассейну, сомы были завезены на тепловодные рыбные хозяйства водоемов – охладителей с целью индустриального выращивания и пастбищного рыбоводства, основанного на высокой биологической продуктивности водоемов.

Канальный сом личинками из Краснодарского края был вселен в 1979–1980 гг. в Верхне-Тагильский пруд (р. Тагил, бассейн р. Туры) и Рефтинское водохранилище (р. Рефт, бассейн рек Пышмы, Туры). Европейский сом был завезен личинками с Волги в конце 90-х годов в Рефтинское и Нижне-Туринское (р. Тура) водохранилища.

К настоящему времени самовоспроизводящиеся популяции канального сомика существуют в Верхне-Тагильском пруду и Рефтинском водохранилище. В последнем водоеме, примерно за 20 лет произошла натурализация европейского сома.

Материалом для настоящей работы послужили данные по рыбам, собранные в весенне – летний период при проведении контрольных сетных обловов и любительских уловов

в Рефтинском водохранилище в период 2013–2015 гг. Всего было отловлено и обработано на биологический анализ 41 экз. европейского сома и 38 экз. канального сомика. Возраст рыб определялся по шлифованным спилам первого луча грудного плавника.

Канальный сомик (*Ictalurus punctatus*). В промысловой статистике на Рефтинском водохранилище впервые был отмечен в 1990 г. Годовой вылов в период с 1990–2002 гг. колебался от 0,3 до 2,7 т. В последующие годы в общем улове по водоему не учитывался, но стал одним из основных объектов любительского рыболовства.

Собранный материал был представлен преимущественно неполовозрелыми особями возраста 1+ – 2+ лет. В уловах присутствовали рыбы шести возрастных классов: от 1+ до 6+ лет, соотношение самцов и самок среди рыб с определившимся полом (25 экз.) было близко к 1:1. Результаты биологического анализа канального сомика Рефтинского водохранилища приведены в таблице 1.

Таблица 1. Биологические показатели канального сомика из контрольных и любительских уловов в Рефтинском водохранилище

Возраст, лет	Масса тела, г (пределы колебаний)	Длина тела, мм (пределы колебаний)	Упит. Фульт.	Кол-во, шт.	Кол-во, %
1+	100 (48–141)	190 (150–215)	1,46	10	26,3
2+	269 (204–463)	268 (238–315)	1,40	12	31,6
3+	481 (300–688)	321 (275–365)	1,45	7	18,4
4+	1484 (900–2043)	453 (409–500)	1,60	6	15,8
5+	2385 (2270–2500)	516 (510–523)	1,74	2	5,3
6+	4410	590	2,15	1	2,6

Естественный температурный режим в р. Тура, лимитирующий воспроизводство канального сомика, является единственным фактором, препятствующим расселению данного вида в водоемах бассейна р. Тобол. Присутствие единичных особей в нижнем течении р. Тура возможно за счет ската рыб при сбросе воды из Рефтинского водохранилища.

Европейский сом (*Silurus glanis*). Впервые был отмечен в контрольных уловах в 2008 г. В промысловой статистике не отмечался, что связано с особенностями добычи этого вида. Численность вида в Рефтинском водохранилище растет, встречаемость в уловах сравнялась с канальным сомиком. Европейский сом успешно осваивает акваторию за пределами зоны активного обогрева, избегая конкуренции в питании с другими видами, в частности с судаком.

В сравнении с данными И.П. Зуева [1], показатели роста рыб существенно выше, чем в бассейне р. Кама, что обусловлено значительным прогревом воды (летом до 30–33°C) и хорошей кормовой обеспеченностью. Некоторые биологические показатели европейского сома из водоема-охладителя Рефтинской ГРЭС приведены в таблице 2.

Таблица 2. Биологические показатели европейского сома из контрольных и любительских уловов в Рефтинском водохранилище

Возраст, лет	Масса тела, г (пределы колебаний)	Длина тела, мм (пределы колебаний)	Упит. Фульт.	Кол-во, шт.	Кол-во, %
0+	49 (25–109)	173 (145–230)	0,95	15	36,6
1+	293 (157–470)	319 (259–400)	0,90	12	29,3
2+	1117 (955–1362)	512 (474–560)	0,83	4	9,7
3+	1935 (1665–2275)	625 (570–670)	0,79	3	7,3
4+	3450 (2980–4500)	746 (690–800)	0,83	5	12,2
5+	6370 (6240–6500)	900 (890–910)	0,87	2	4,9

В отличие от канального сомика, температурный фактор не может быть препятствием для распространения европейского сома в Обь-Иртышском бассейне. В сводке Е. А. Интересовой (2016) по чужеродным видам рыб, в бассейне Оби этот вид отсутствует [2]. К настоящему времени известны достоверные факты поимки половозрелых европейских сомов в р. Тура (с. Ленское) и р. Тавда (пос. Таборы). Натурализация европейского сома в бассейне р. Обь может иметь негативные последствия для численности ряда промысловых видов рыб, включая сегов.

Список литературы

1. Зуев И. П. К биологии сома Воткинского водохранилища // Рыбные ресурсы Камско-Уральского региона и их рациональное использование: материалы научно-практической конференции (12–13 апреля 2001 г.). – Пермь, 2001. – С. 54–56.
2. Интересова Е. А. Чужеродные виды рыб в бассейне Оби // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2016. – № 1. – С. 83–100.
3. Корляков К. А. Натурализация канального сома *Ictalurus punctatus* в Обь-Иртышском бассейне (водоем – охладитель Троицкой ГЭС) / К. А. Корляков, Е. М. Корлякова // Вестник Челябинского государственного университета. Биология. – 2013. – Вып. 2. № 7 (298). – С. 173–174.

УДК: 639.371/374

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ЛИЧИНОК МУКСУНА И ПЕЛЯДИ НА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СТАРТОВЫХ КОРМАХ, ОБОГАЩЕННЫХ ЖИРНЫМИ КИСЛОТАМИ СЕМЕЙСТВА ω -3

А. А. Лютиков

Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л. С. Берга),
Санкт-Петербург, Россия, tokmo@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты исследований по выращиванию личинок муксуна и пеляди на экспериментальных искусственных стартовых кормах, обогащенных докозагексаеновой и эйкозапентаеновой кислотами. Показано, что введение указанных кислот в количестве 2 г на 100 г корма в соотношении 2:1 увеличивает конечную массу на 11–15% и повышает выживаемость личинок сеговых на 7–9% (кроме выживаемости пеляди, которая была сопоставима с контролем). Двукратное увеличение количества вводимых кислот не оказывает эффекта на рост личинок и в тоже время снижает их выживаемость.

Ключевые слова: стартовый корм, жирные кислоты, сеговые, личинки, кормление, рост, выживаемость.

THE RESULTS OF REARING OF LARVAE OF MUKSUN (COREGONUS MUKSUN) AND PELED (COREGONUS PELED) ON THE EXPERIMENTAL STARTER FEEDS ENRICHED WITH ω -3 SERIES FATTY ACIDS

A. A. Lyutikov

Summary. The results of studies on the rearing of larvae of mucksun and peled on the experimental artificial starter feeds enriched with docosahexaenoic acid (DHA) and eicosapentaenoic acid (EPA) are presented. It is shown that the introduction of these acids in an amount of 2 g per 100 g of feed in a ratio of 2:1 increases the final weight by 11-15% and increases the survival of whitefish (Coregonidae) larvae by 7-9% (except for the survival of peled, which was comparable with the

control). Double increase in amount of the introduced acids has no effect on the growth of larvae and at the same time reduces their survival.

Keywords: starter feed, fatty acids, whitefish (*Coregonus*), larvae, feeding, growth, survival.

Введение

Известно, что кислоты семейства ω -3 являются незаменимым фактором питания в период раннего постэмбрионального развития рыб. Наиболее значимые из них – докозагексаеновая (ДГК) и эйкозапентаеновая (ЭПК) кислоты. Входя в состав фосфолипидов, эссенциальные полиненасыщенные жирные кислоты обеспечивают текучесть жиров и повышают проницаемость мембран клеток, что особенно важно в условиях низких температур – естественной среде обитания сиговых рыб.

В природе личинки сиговых с естественной пищей – зоопланктоном, получают большое количество незаменимых ω -3 кислот, в то время как основные компоненты искусственных кормов бедны кислотами линоленового ряда. Так в рыбной муке ω -3 кислоты составляют от 0,5 до 4% сухой массы в зависимости от жирности сырья, а в бактериальной биомассе, количество которого в стартовом корме сиговых может достигать 40% и более, эти кислоты отсутствуют вовсе. Относительно большим количеством ω -3 (15–45%) характеризуется рыбий жир, однако из-за высокого содержания в нем триацилглицеринов (более 90%), трудноусвояемых личинками, его использование в стартовых кормах, особенно для холодноводных объектов, сильно ограничено. Немного ненасыщенных жирных кислот семейства ω -3 содержится и в соевых фосфатидах – 6–8%, но в основном они представлены одной линоленовой кислотой.

Учитывая вышесказанное, можно предположить, что личинки рыб, культивируемые на искусственных кормах, испытывают дефицит в длинноцепочечных ω -3 кислотах, особенно при переходе на внешнее питание. В связи с этим, целью настоящей работы было исследовать возможность повышения питательной ценности стартовых искусственных кормов для личинок сиговых рыб путем их обогащения докозагексаеновой и эйкозапентаеновой кислотами. Стоит подчеркнуть, что подращивание личинок осуществлялось только на сухих экспериментальных кормах с самого начала экзогенного питания, т. е. без использования живого корма.

Материал и методы исследования

Эксперименты проводили с 12 мая по 10 июня 2018 г. на базе рыбоводного предприятия ООО «Форват» (Ленинградская обл.). В опыте использовали личинок муксуна и пеляди в возрасте 1–2 сут. средней массой $7,11 \pm 0,21$ и $3,46 \pm 0,14$ мг, соответственно. Весь эксперимент с начала кормления личинки получали только искусственные экспериментальные корма рецептуры ГосНИОРХ [5]. Контрольными диетами выступали корма 6 и 8, основными компонентами которых в разных соотношениях являлись белок микробного происхождения, рыбная и мясная мука, пшеничная мука, фосфолипиды, премиксы, физиологически активные добавки. Биохимический состав кормов 6 и 8 был следующим: белок – 60 и 61%; жир – 11,3 и 13,3%; безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ) – 8,7 и 6,4%, соответственно.

Опытные диеты были представлены пятью вариантами кормов – 6DE, 6DE2, 6РЖ, 8DE и 8РЖ. Корма 6DE и 8DE, отличались от контрольных диет наличием в составе докозагексаеновой и эйкозапентаеновой кислот (производитель Madre Labs, США) в соотношении 2:1 (1,4 и 0,7 г на 100 г корма соответственно), 6DE2 содержал двойную дозу ДГК и ЭПК, в кормах 6РЖ и 8РЖ часть фосфолипидов была заменена на рыбий жир. Муксун в эксперименте получал корма 6, 6DE, 6РЖ, 8, 8DE и 8РЖ; пелядь – 6, 6DE, 6РЖ и 6DE2.

Опыт проводили в десяти круглых пластиковых экспериментальных бассейнах емкостью 40 л с круговым током воды и начальной плотностью посадки 600 и 800 экз./бассейн для муксуна и пеляди, соответственно. Личинок выращивали до 120–150 мг, т. е. до той массы,

когда у молоди начинает функционировать собственная пищеварительная система, и необходим переход на корма для следующей возрастной группы. На протяжении всего эксперимента корм личинкам давали с избытком.

Средняя температура воды за период исследований составляла $13,3 \pm 0,4^\circ\text{C}$ и изменялась в диапазоне от $8,6$ до $16,0^\circ\text{C}$. Массу рыб определяли на фиксированном в 2%-ном растворе формальдегида материале, количество рыб в каждой пробе было не менее 25 экз. Интенсивность роста молоди рассчитывали по уравнению Винберга [1]. Статистическую обработку собранного материала осуществляли в соответствии с принятыми методами [3] с помощью программы Microsoft Office Excel, достоверность различий оценивали по критерию Стьюдента.

Результаты

Муксун. Обогащение экспериментальных кормов ДГК и ЭПК положительно повлияло на рост и выживаемость личинок муксуна. Конечная масса подопытной молоди увеличилась на 11–15% по отношению к контролю, а выживаемость – на 7–9% (Табл. 1). Использование рыбьего жира в кормах снижало темп роста, но увеличивало выживаемость личинок, по сравнению с контролем.

Таблица 1. Рыбоводные показатели личинок муксуна в эксперименте

Показатель		6	6DE	6РЖ	8	8DE	8РЖ
Масса, мг	12 мая	$7,11 \pm 0,21$					
	9 июня	$157,8 \pm 7,5^a$	$182,2 \pm 9,3^b$	$143,6 \pm 6,9^d$	$132,2 \pm 8,1^c$	$146,8 \pm 6,2^d$	$117,6 \pm 6,9^c$
% к контролю		100	115	91	100	111	89
Cv массы от 9 июня, %		23,8	25,4	24,1	30,7	21,1	25,4
СП, %		11,1	11,6	10,7	10,4	10,8	10,0
Выживаемость, %		86,0	94,7	90,5	86,5	93,5	92,8

Примечание: здесь и далее Cv – коэффициент вариации; СП – среднесуточный прирост; варианты с одинаковыми буквенными индексами достоверно не различаются.

Пелядь. Как и в опыте с муксуном, личинки пеляди, получавшие корма с ДГК и ЭПК, показали повышенный темп роста и более высокую (на 12%), чем у одновозрастной молоди из контроля, конечную массу (табл. 2). Однако введение в корм ω -3 кислот не повлияло на выживаемость личинок, а в случае с кормом 6DE2 и вовсе снизило этот показатель на 10% по сравнению с контролем. Кроме того двукратное увеличение вводимой дозы жирных кислот в корм для пеляди не отразилось на росте молоди, конечная масса таких личинок соответствовала массе рыб из контроля. Рыбий жир, как и в случае с муксуном, не оказал положительного эффекта на рост личинок пеляди, и негативно отразился на их выживаемости.

Таблица 2. Рыбоводные показатели личинок пеляди в эксперименте

Показатель		6	6DE	6DE2	6РЖ
Масса, мг	13 мая	$3,46 \pm 0,14$			
	10 июня	$123,9 \pm 4,8^a$	$138,4 \pm 6,8^b$	$122,8 \pm 6,9^a$	$121,2 \pm 8,8^a$
% к контролю		100	112	99	98
Cv массы от 10 июня, %		19,5	24,6	28,2	36,4
СП, %		12,8	13,2	12,7	12,7
Выживаемость, %		90,3	88,4	80,4	50,0

Обсуждение

Результаты настоящих исследований показывают, что обогащение экспериментальных стартовых кормов докозагексаеновой и эйкозапентаеновой кислотами способно повысить темп роста и выживаемость личинок сиговых, что может косвенно указывать на отсутствие или недостаток собственного синтеза высоконенасыщенных жирных кислот на ранних этапах постэмбрионального развития сиговых.

Двукратное увеличение дозы введения ДГК и ЭПК в корма для пеляди является избыточным и не оказывает положительного влияния на рыбоводные показатели. Данный эффект может быть связан с накоплением избытка ω 3 в триацилглицеринах и прекращением поступления этих кислот в фосфолипиды, что было отмечено ранее на различных видах рыб, в том числе на сиговых [2, 7]. В наших предыдущих исследованиях введенные в корма подрощенным личинкам муксуна ЭПК и ДГК включились как в нейтральные жиры, так и в фосфолипиды, причем в несколько большем количестве – в нейтральные [4]. Это не отразилось на росте и выживаемости рыб.

Ухудшение рыбоводных показателей муксуна и пеляди от введения в стартовые корма рыбьего жира может быть связано со сложностью ранними личинками усваивать триацилглицерины, составляющих основу рыбьего жира, и как следствие, извлекать содержащиеся в нем полиненасыщенные жирные кислоты. Более того, образование липидных включений насыщенных жиров в энтероцитах кишечника сдерживает распространение жирных кислот и нейтральных липидов по организму личинок [6]. Возможно, этим можно объяснить снижение выживаемости у пеляди, личинка которой при переходе на смешанное питание имеет меньшие размеры и менее развита, чем личинка муксуна.

Заключение

Проведенные исследования показали, что искусственные стартовые корма, изготовленные из стандартных компонентов, не удовлетворяют полностью пищевые потребности личинок муксуна и пеляди, а дополнительное введение в корма докозагексаеновой и эйкозапентаеновой кислот улучшает рыбоводные показатели личинок сиговых – конечную массу на 11–15%, выживаемость на 7–9% (кроме выживаемости пеляди, которая была сопоставима с контролем). В то же время избыточное обогащение корма ДГК и ЭПК, как и введение рыбьего жира, в целом не оказывает положительного эффекта на рост и выживаемость сиговых рыб на ранних этапах личиночного развития.

Список литературы

1. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. – Минск: БГУ, 1956. – 251 с.
2. Головачев С.А. Повышение эффективности выращивания личинок сиговых рыб путем улучшения жирнокислотного состава стартовых кормов // Сб. науч. тр. ГосНИРХ, 1988. – Вып. 281. – С. 105-115.
3. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980. – 293 с.
4. Лютиков. А. А. Введение жирных кислот семейства омега-3 в состав кормов для личинок муксуна. // Вопросы рыболовства, 2019. – Том 20. – №1. – С. 123–127.
5. Остроумова И.Н., Костюничев В.В., Лютиков А.А. и др. Включение в стартовые корма для сиговых рыб (Coregonidae) бактериальной биомассы и белковых гидролизатов // Вопр. рыболовства. – 2018. – Т. 19. – №1. – С. 82–98.
6. Fontagne, S., Geurden, I., Escaffre, A. M., Bergot, P. Histological changes induced by dietary phospholipids in intestine and liver of common carp (*Cyprinus carpio* L.) larvae // Aquaculture. – 1998. – Vol. 161. – P. 213–223.
7. Watanabe T. Lipid Nutrition in Fish // Comp. Biochem. Physiol. – 1982. – Vol. 73 B. – №1. – P. 3–15.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОПУЛЯЦИЙ АРТЕМИИ МАЛЫХ ОЗЕР ОБЛАСТИ ЗАМКНУТОГО СТОКА ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Д. А. Маркина

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, РФ,
starovoitova.darya1990@mail.ru

Аннотация. Оценена продуктивность популяций артемии пяти малых озер области замкнутого стока Обь-Иртышского междуречья в октябре 2018 г. Определены значения численности и биомассы цист артемии. Исследована морфометрия цист артемии.

Ключевые слова: цисты, артемия, морфометрия, продуктивность популяций, малые озера Обь-Иртышского междуречья.

PRODUCTIVITY OF ARTEMIA POPULATIONS OF SMALL LAKES OF THE CLOSED FLOW REGION OF THE OB-IRTYSH INTERFLUVE

D. A. Markina

Institute of Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul,
the Russian Federation

Summary. The productivity of Artemia populations of five small lakes of the closed flow region of the Ob-Irtysh interfluve was estimated in October 2018. The value of the number and biomass of Artemia cysts were determined. The morphometry of artemia cysts was investigated.

Key words: cysts, Artemia, morphometry, population productivity, small lakes of the Ob-Irtysh interfluve.

Введение

Среди озер в особый класс выделяют гипергалинные озера, гидробионты которых, в основном – рачок артемия и его цисты – представляют собой ценный биологический ресурс [5].

В связи с этим цисты артемии имеют стабильный спрос и высокую коммерческую стоимость. Но существующее использование природных ресурсов озер ограничено недостаточностью знаний об их биологической продуктивности и современном экологическом состоянии. Цель исследования – оценка продуктивности популяции артемии малых озер области замкнутого стока Обь-Иртышского междуречья.

Материалы и методы

Были исследованы цисты артемии, ювенильные стадии развития рачка и взрослые особи, собранные на пяти малых озерах Алтайского края (оз. Беленькое I (Табунский р-н), оз. Беленькое II (Благовещенский р-н), оз. Жигилда, оз. Баужансор, оз. Соленое) 11–12 октября 2018 г.

Обработку материала проводили счетно-объемным методом [2] с использованием бинокуляра МБС-10 при четырехкратном увеличении. Для измерения диаметра цист артемии исследовали гидратированные цисты. Для анализа данных использовали программу описательной статистики Microsoft Excel.

Результаты

В количественных пробах зоопланктона оз. Соленое присутствовали яйца артемии, ювенильные стадии развития рачка и взрослые особи. В озерах Баужансор и Беленькое I – яйца и взрослые особи. В пробах из остальных озер обнаружены только яйца.

Диаметр цист артемии в исследованных озерах варьировал от 0,175 до 0,325 мм при среднем значении в пределах от $0,220 \pm 0,002$ мм в оз. Солёное до $0,242 \pm 0,007$ мм в оз. Беленькое II (рис. 1).

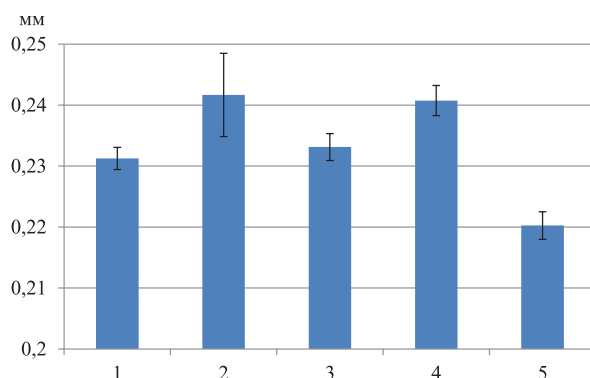


Рис. 1. Средний диаметр цист артемии: 1 – оз. Беленькое I, 2 – оз. Беленькое II, 3 – оз. Баужансор, 4 – оз. Жигилда, 5 – оз. Солёное.

Самые высокие значения численности и биомассы яиц артемии в планктоне отмечены в оз. Солёное – 111,67 тыс. экз./м³ при биомассе 1,12 г/м³ (табл. 1).

Таблица 1. Численность и биомасса яиц артемии в зоопланктоне 11–12 октября 2018 г.

Озеро	Численность яиц артемии, тыс. экз./м ³	Биомасса яиц артемии, г/м ³
Беленькое I	31,11	0,311
Беленькое II	3,33	0,033
Баужансор	51,11	0,511
Жигилда	3,33	0,033
Солёное	111,67	1,12

В пробах прибрежных зон исследованных озер Беленькое I, Беленькое II, Баужансор, Жигилда, Солёное 11–12 октября 2018 г. был обнаружен один вид – артемия. В намываемой прибоем полосе от уреза воды до коренного берега обнаружены только цисты артемии. Объем берегового выброса и удельная численность цист в нем представлены в таблице 2.

Таблица 2. Объем берегового выброса и удельная численность сырых цист артемии в 1 м³ объема

Озеро	Пункт	V _з м ³	N _з экз./м ³
Беленькое I	4.1.	59,063	6,051 млн.
	4.4.	28,656	3,333 млн.
	4.7.	55,137	105,250 млн.
Беленькое II	1.1.	62,127	4938,272
	1.2.	20,841	1646,091
Баужансор	2.2. 1-я полоса	14,580	1,213 млн.
	2.2. 2-я полоса	58,320	18,293 млн.
	2.3.	34,138	21,951 млн.
Жигилда	3.1.	59,603	525,103 тыс.
Солёное	1.1.	2,521	5,035 млн.

Примечание: V_з – объем берегового выброса цист, м³; N_з – удельная численность сырых цист в 1 м³ объема, экз./м³.

Количество цист в донных отложениях озер Беленькое II и Баужансор 12 октября 2018 г. колебалось от 1 тыс. до 64,429 тыс. экз./м² соответственно. В пробах донных отложений озер Жигилда и Беленькое I 12 октября 2018 г. цист артемии не обнаружено. Количество цист в донных отложениях оз. Солёное 11 октября 2018 г. составляла 19,857 тыс. экз./м².

Для оценки биопродукционного потенциала артемии в озере и объема возможного вылова биологического ресурса делали подсчет общих запасов цист [3; 5]. Ниже приведена таблица (табл. 3), где показан общий запас и объем возможного вылова цист артемии (в тоннах сырой массы) для исследованных озер (оз. Беленькое I, оз. Беленькое II, оз. Жигилда, оз. Баужансор, оз. Солёное) в октябре 2018 г.

Таблица 3. Общий запас и объем возможной добычи цист, т.

Озеро	Площадь акватории, км ²	Объем озера, км ³	Общий запас, т	В _{вылов} , т
Беленькое I	4,6	0,00 676	3,836	2,072
Беленькое II	2,2	0,00 179	0,125	0,067
Баужансор	13,6	0,00 749	14,436	9,354
Жигилда	2,9	–	0,049	0,026
Солёное	1,2	–	0,908	0,491

Обсуждение результатов

Полученные размеры цист для пяти исследованных озер (от 0,175 до 0,325 мм при среднем значении в пределах от 0,220±0,002 мм до 0,242±0,007 мм) выходят за минимальные пределы диапазона размера цист для 16 популяций рачка в других озерах Западной Сибири (диапазон от 0,204 до 0,372 мм, при средних – от 0,241 до 0,289 мм) [3; 6–8] и диапазона от мелких (0,220–0,250 мм) до самых крупных (до 0,330 мм) цист в озерах других регионов мира [9–10].

При таком разнообразии размеров цист артемии значительную амплитуду имеет и их масса [1; 4–5]. Исходя из данных по численности (32 млн. экз./м²) и биомассе (32 г/м²) донных цист [3], масса одной цисты составляет 0,010 мг. Такая же величина, со ссылкой на методические разработки «Госрыбцентра» (г. Тюмень), указана и в п. 168 Правил подготовки биологического обоснования на пользование животным миром Республики Казахстан (Приказ Министра окружающей среды и водных ресурсов Республики Казахстан от 4 апреля 2014 года № 104-Ө. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Республики Казахстан 10 апреля 2014 года № 9307). Поэтому в данной работе при расчете биомассы цист в количественных пробах зоопланктона исследованных озер оз. Беленькое I, оз. Беленькое II, оз. Жигилда, оз. Баужансор, оз. Солёное, а также при последующей оценке биологического потенциала артемии в них принято, что масса одной цисты составляет 0,010 мг.

Самые высокие значения численности и биомассы яиц артемии в исследованных озерах в октябре 2018 г. отмечены в оз. Солёное. Однако, они значительно ниже по сравнению с промысловыми озерами [5], где средняя биомасса для малых 37,2 г/м³, для средних 28,38 г/м³, для больших 5,04 г/м³.

В целом можно сделать вывод, что исследованные мелководные озера, по сравнению с другими озерами региона, характеризуются более мелкими цистами и по количеству артемии не имеют промыслового значения.

Выводы:

1. Диаметр цист артемии в исследованных озерах варьировал от 0,175 до 0,325 мм при среднем значении в пределах от 0,220±0,002 мм в оз. Солёное до 0,242±0,007 мм в оз. Беленькое II. Эти величины выходят за минимальные пределы диапазона размера цист для 16 популяций рачка в других озерах Западной Сибири (диапазон от 0,204 до 0,372 мм, при средних – от 0,241 до 0,289 мм) и диапазона от мелких (0,220–0,250 мм) до самых крупных (до 0,330 мм) цист в озерах других регионов мира.

2. Самые высокие значения численности и биомассы цист артемии отмечены в оз. Соленое – 111,67 тыс. экз./м³ при биомассе 1,12 г/м³.

3. Исследованные озера по сравнению с другими озерами региона характеризуются более мелкими цистами и по количеству артемии не имеют промыслового значения.

4. Полученные данные могут быть использованы для разработки рекомендаций по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия озер.

Список литературы

1. Инструкция по заготовке яиц артемии и ее разведению / Краснодарский филиал ВНИИ прудового и рыбного хозяйства МРХ СССР. – Краснодар, 1976. – 19 с.
2. Киселев И. А. Планктон морей и континентальных водоемов. – Л.: Наука, 1980. – 440 с.
3. Литвиненко Л. И. Артемия в озерах Западной Сибири / Л. И. Литвиненко, А. И. Литвиненко, Е. Г. Бойко. – Новосибирск: Наука, 2009. – 304 с.
4. Методика аквакультуры жаброногого рачка артемия в соленых озерах России / Под ред. В. В. Кириллова. – Новосибирск-Барнаул: ИВЭП СО РАН, 2014. – 48 с.
5. Соловов В. П. Рачок артемии в озерах Западной Сибири: Морфология, экология, перспективы хоз. использования / В. П. Соловов, Т. Л. Студеникина. – Новосибирск: Наука, 1990. – 81 с.
6. Старовойтова Д. А. Размер гидратированных цист жаброногого рачка артемия в разнотипных озерах юга Западной Сибири / Д. А. Старовойтова, О. С. Бурмистрова // Шаг в науку: материалы XVII конференции молодых ученых ИВЭП СО РАН» (Барнаул, 7 февраля 2017 г.). – Барнаул: Изд-во ООО «Пять плюс», 2017. – С. 137–146.
7. Старовойтова Д. А. Размеры цист и микроморфология поверхности хориона цист в популяции артемии озера Малое Яровое / Д. А. Старовойтова, О. С. Бурмистрова // Ломоносовские чтения на Алтае: фундаментальные проблемы науки и образования Сб. науч. ст. междунар. конф. – Барнаул: ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», 2017. – С. 1440–1446.
8. Старовойтова Д. А. Размеры цист популяций артемии в разнотипных озерах Кулундинской низменности / Д. А. Старовойтова, О. С. Бурмистрова // Известия Алтайского отделения русского географического общества. – 2017. – 47 (4). – С. 84–92.
9. Abatzopoulos T. J. Beardmore Genetic characterization of *Artemia tibetiana* (Crustacea: Anostraca) / T. J. Abatzopoulos, I. Kappas, P. Bossler, P. Sorgeloos, J. A. // Biol. J. Linnean Soc. – 2002. – Vol. 75. – P. 333–344.
10. Abatzopoulos T. J. *Artemia tibetiana*: preliminary characterization of a new *Artemia* species found in Tibet (People's Republic of China) T. J. Abatzopoulos, B. Zhang, P. Sorgeloos // Internat. J. of Salt Lake Research. – 1998. – Vol. 7. – P. 41–44.

УДК 597–152.6

ПОСТРОЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ РАСЧЕТА КОЭФФИЦИЕНТОВ ЕСТЕСТВЕННОЙ СМЕРТНОСТИ РЫБ

А. К. Матковский

Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Тюмень, Россия, e-mail: g-r-c@mail.ru

Аннотация. Рассматривается способ определения коэффициентов естественной смертности рыб посредством построения зависимостей динамики численности генераций. Отмечается, что численность в отдельных возрастных группах поддается сравнительно надежному определению. Рассматривается возможность расчета дополнительных значений численности через параметры усилия и селективности. Отмечается доступность информационного обеспечения.

Ключевые слова: естественная смертность, численность рыб.

CREATION OF DEPENDENCES FOR CALCULATION OF COEFFICIENTS OF NATURAL MORTALITY OF FISHES

A. K. Matkovskiy

Summary. The way of determination of coefficients of natural mortality of fishes by means of creation of dependences of dynamics of number of generation is considered. It is noted that number in separate age groups gives in to rather reliable definition. The possibility of calculation of additional values of number through parameters of effort and selectivity is considered. Availability of information support is noted.

Keywords: natural mortality, number of fishes.

Сведения по смертности рыб весьма важны для решения различных прикладных задач. Особую актуальность эта информация имеет для определения численности рыб. При этом от точности применяемых коэффициентов смертности в значительной мере зависит и конечный результат [1]. Однако, к сожалению, надежных способов определения естественной смертности не существует. Тем не менее ситуация несколько меняется, когда точность определения смертности перестает быть определяющим фактором и для расчета численности можно не применять коэффициенты убыли, либо использовать некие приблизительные их оценки [2, 3, 4]. Все это существенно упрощает получение необходимой исходной информации.

Одним из перспективных направлений определения ориентировочных значений коэффициентов естественной смертности может служить их извлечение из восстановленной динамики численности генерации. Казалось бы, зачем рассчитывать смертность через численность, если этот показатель используется для определения самой численности. Однако на самом деле нахождение естественной смертности по такой схеме заметно улучшает качество расчетов [3] поскольку применение естественной смертности в дискретных моделях никак не отражается на суммарной составляющей промысловой убыли. Кроме того, в пользу такого подхода свидетельствует следующее:

1. Численность рыб по отдельным возрастным группам поддается удовлетворительной оценки.
2. Динамика численности генераций изначально более предсказуема, чем изменение естественной смертности.
3. Из имеющегося массива данных всегда можно выбрать генерации, которые в наибольшей степени информативно обеспечены.
4. Сведения по уловам доступны.

Ключевым во всей этой истории является построение зависимости динамики численности генерации, которая позволяет заполнить все информационные пробелы. Поэтому важным является определение некоторых реперных точек для построения такой зависимости. С точки зрения информационной доступности данные точки могут быть приурочены к следующим возрастным группам: возрасту максимальной продуктивности, возрасту максимального улова, возрасту последнего улова, возрасту предельной продолжительности жизни.

В возрасте максимальной продуктивности коэффициент смертности рассчитывается методом Алверсона – Карни и соответствует удельной скорости весового роста [5], поскольку убыль численности уравнивается ростом биомассы. Мгновенный коэффициент смертности переводится в действительный [6] и рассчитывается уточненное значение численности [3].

Необходимо заметить, что применение метода Алверсона – Карни для определения естественной смертности возможно лишь для случая, когда генерация только вступает в промысел и ее изъятие незначительно. Если же возраст максимальной продуктивности приходится на период интенсивного вылова генерации, то мы имеем дело с мгновенным коэффициентом общей смертности. Тем не менее эту оценку также можно использовать для расчета численности:

$$N_{i+1} = N_i e^{-Z_i t} \quad (1)$$

где N_i – численность генерации в год i , экз.;
 Z_i – мгновенный коэффициент общей смертности;
 t – временной интервал.

Одно из значений N_i или N_{i+l} , в зависимости от того, как соотносится к нему возраст максимальной продуктивности, берется из расчетов по вероятностной когортной модели. При выборе численности ориентироваться следует на возраст максимального улова [2].

Третья точка для возраста последнего улова генерации рассчитывается через коэффициент вылова.

$$N_n = \frac{c_n}{v} \quad (2)$$

где c_n – улов генерации в год n , экз.;
 v – средний коэффициент вылова.

Средний коэффициент вылова можно рассчитать исходя из имеющихся значений численности по рассматриваемому году.

В возрасте максимальной продолжительности жизни плюс один год значение численности приравнивается нулю.

Существенно увеличить число значений численности для построения искомой зависимости можно посредством метода стандартизированной численности [7]. Собственно данный способ позволяет рассчитать все виды коэффициентов смертности.

Если по стандартизированным значениям численности информация ограничена, то можно через показатели усилия и селективности рассчитать коэффициенты промысловой смертности [7].

$$\varphi_{Fi} = e_i s_i \quad (3)$$

где – действительный коэффициент промысловой смертности в год i ;
 e_i – индекс усилия в год i ;
 s_i – индекс селективности в год i .

Индекс усилия по году для всех возрастных групп есть величина постоянная. Поэтому данный показатель рекомендуется определять по возрастной группе, в которой ошибка расчета численности минимальная.

$$e_i = \frac{c_i}{N_i s_i} \quad (4)$$

Таким образом, зная существующую селективность промысла к размерному составу каждой возрастной группы, можно определить коэффициенты промысловой смертности для всех генераций в разрезе одного года и рассчитать численность.

Если у вас нет возможности провести вышеизложенные расчеты, и вы располагаете только четырьмя точками численности, то при построении зависимости динамики генерации может возникнуть ситуация, когда кривая в старших возрастах частично попадет в область отрицательных значений. Все это устранимо путем задания дополнительных средних величин между точками, где возникла такая проблема. Такой подход не ведет к серьезному искажению зависимости, т.к. численность в старших возрастах невысокая и ее изменение предсказуемо.

Таким образом, используя различные расчеты, мы получаем сравнительно полную картину динамики убыли генерации и при наличии сведений по уловам можем рассчитать естественную смертность. Алгоритмы расчетов сводятся к следующему:

$$Z_i = -\ln\left(\frac{N_{i+1}}{N_i}\right) \quad (5)$$

$$\varphi_{Zi} = 1 - e^{-Z_i t} \quad (6)$$

$$\varphi_{Fi} = \frac{C_i}{N_i} \quad (7)$$

$$\varphi_{Mi} = \varphi_{Zi} - \varphi_{Fi} \quad (8)$$

где – действительный коэффициент общей смертности в год i ;

– действительный коэффициент естественной смертности в год i .

Действительный коэффициент естественной смертности применяется для корректировки результатов расчетов численности по вероятностной когортной модели. Можно использовать значения как по отдельно взятой генерации, так и усредненные по нескольким генерациям.

Апробация рассмотренного способа на примере обской пеляди выявила ряд интересных особенностей изменения естественной смертности с возрастом рыбы. Как выяснилось, вид общей динамики оказался весьма далеким от общеизвестной классической параболической зависимости. Особенно отличалась правая ветвь кривой, где наблюдалось волнообразное увеличение смертности. Такие изменения, по-видимому, связаны с неравномерностью роста и полового созревания особей, с наличием пропусков нереста, а также, возможно, с селективным воздействием неучтенного вылова. Все это требует дополнительного изучения. Однако, несомненно, установленные особенности флуктуации смертности необходимо учитывать при определении численности рыб.

Завершая, отметим, что изложенный подход делает доступным определение естественной смертности для изучения различных изменений в динамике численности рыб и анализа причин их обуславливающих.

Список литературы

1. Бабаян В.К. Методические рекомендации. Применение математических методов и моделей для оценки запасов рыб/ Бабаян В.К., Булгакова Т.Н., Бородин Р.Г., Ефимов Ю.Н. – 1984. – 156 с.
2. Матковский А.К. Определение смертности и численности рыб с использованием стандартизированного улова, данных по селективности и интенсивности промысла//Вестн. рыбохоз. Науки, 2014. – Т.1. – №4 (4). – С. 35–68.
3. Матковский А.К. Возможность применения ориентировочных показателей естественной смертности в вероятностной когортной модели // Вестн. рыбохоз. науки. 2018. – Т. 5. – №3 (19). – С. 21–30.
4. Матковский А.К. Ограничения и возможности использования вероятностной когортной модели для определения численности рыб // Вопр. рыболовства. 2019. – Т. 20. – №2. – С. 253–260.
5. Князев И.В. Ретроспективный анализ изменения темпа роста промысловых рыб Обь-Иртышского бассейна/ Гидробионты Обского бассейна в условиях антропогенного воздействия /И.В. Князев, В.Р. Крохалевский // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. СПб., 1995. – Вып. 327. – С. 79–91.
6. Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. М.: Пищевая пром-сть, 1979. – 408 с.
7. Матковский А.К. Применение стандартизированных рядов для определения численности рыб и селективности промысла // Вестн. рыбохоз. науки. 2018. – Т. 5. – №3 (19). – С. 4–20.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОХИМИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ В ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

П. Б. Михеев, М. А. Бакланов, А. Ю. Пузик

ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»
(ПГНИУ), Пермь, Россия, pmikheev@yandex.ru

Аннотация. Приводятся результаты микрохимического анализа чешуи двух видов рыб из двух рек Пермского края, расположенных в районе разработки месторождения калийно-магниевых солей. Сравнение химического состава чешуи рыб из рек с различной минерализацией показало снижение уровня различий по направлению от периферии к центру чешуи. Результаты исследований могут указывать на схожесть условий зимовки и раннего нагула молоди проанализированных рыб, а также на использование рыбами рек с высоким уровнем засоления только для летнего нагула.

Ключевые слова: Микрохимический анализ чешуи рыб, масс спектрометрия, лазерная абляция, засоление, онтогенетическая реконструкция среды обитания.

APPLICATION OF GEOCHEMICAL TAGS FOR ICHTHYOLOGICAL RESEARCH

P. B. Mikheev, M. A. Baklanov, A. Y. Puzik

Summary. This study highlights the results of microchemical analysis of scales of two commercial fish species which may indicate that wintering and early feeding of juveniles of the analyzed species occurs under similar environmental conditions. At the summer fish likely able to explore rivers with high level of anthropogenic salinity.

Keywords: fish scale microchemistry, ICP MS, laser ablation, high mineralization of rivers, salt mining, ontogenetic reconstruction of environmental conditions.

Введение

Микрохимический анализ отолитов и чешуи рыб неоднократно продемонстрировал свою эффективность в ихтиологических исследованиях [3, 8, 9]. Точность анализа определяется неизменностью химического состава слоев отолита и чешуи, который пропорционален таковому окружающей водной среды, в которой рыба обитает, формируя временную «подпись» места обитания особи [5]. При наличии репрезентативных гео- и гидрохимических бейслайн-данных, метод позволяет проводить хронологические реконструкции динамики мест обитания рыб, что используется для детерминации локальных стад [11], идентификации рыб естественного и заводского происхождения [2], анализа хоминга и стрейнга [6], динамики миграций [4], определения районов значимых для воспроизводства, зимовки и нагула рыб [12].

Различия в химизме воды в пределах водосборов рек, являются основным фактором, влияющим на химический состав тканей рыб [8, 5, 9], что используется при онтогенетических реконструкциях условий обитания рыб. Минерализация ряда рек в районах разработки месторождений калийно-магниевых солей, существенно отличается от естественной. Так, многие реки в Соликамском и Усольском районах Пермского края характеризуется высокой степенью антропогенного засоления [1]. В летнее время в этих реках присутствуют отдельные представители ихтиофауны. При этом не известно обитают ли рыбы в таких водных объектах круглогодично, не ясен эффект минерализации этих рек на ход жизненных процессов рыб,

что не дает возможности проанализировать эффект антропогенного засоления на водные биоресурсы Прикамья.

Мы использовали метод микрохимического анализа чешуи рыб с применением масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой и лазерной абляцией для онтогенетической реконструкции мест обитания двух промысловых видов рыб, собранных в р. Яйве (приток Камского водохранилища) с естественной минерализацией и р. Волим (приток р. Яйвы) с высоким содержанием солей. Был проанализирован химический состав чешуи язя *Leuciscus idus* и окуня *Perca fluviatilis* от центра к ее периферии. В виду различий в химизме воды в местах сбора рыб мы ожидали найти отличия в химическом составе краевой зоны чешуи, и оценить возможность применения выявленных химических маркеров для реконструкции среды обитания рыб в период раннего нагула молоди (центр чешуи), зимовки («зимняя» зона чешуи рыбы возраста 1+) и летнего нагула (краевая зона чешуи).

Материал и методы

Материалами для исследования послужили пробы чешуи язя и окуня, собранные в июле 2013 г. на р. Яйве (59°18'N; 56°43'E) и в июле 2014 г. на р. Волим (59°15'N; 56°43'E). Для микрохимического анализа были использованы образцы чешуи от 4 экз. язя и одной особи окуня, собранных на р. Яйве, и 4 экз. язя и 4 экз. окуня, отловленных в р. Волим. Все проанализированные рыбы были неполовозрелыми. Микрохимический анализ чешуи выполняли на базе геологического факультета ПГНИУ при помощи квадрупольного масс спектрометра с индуктивно связанной плазмой Bruker Aurora M90 – Quadrupole ICP-MS оснащенного приставкой лазерной абляции LSX-213 G2. Чешуя анализировалась методом вертикального дреллинга (deep profiling), позволяющего проводить анализ динамики химического состава вещества по Z-оси на микронном уровне. Анализировали химический состав в трех точках, расположенных в латеральном радиусе чешуи: 1) центр чешуи; 2) зона зимнего сужения чешуйных склеритов перед закладкой второго годового кольца; 3) *краевая зона чешуи*. Были проведены измерения концентрации 18 изотопов 17 элементов. Абсолютные значения концентрации изотопов были стандартизированы относительно концентрации ⁴³Ca и представлены как соотношение молярных масс [12, 9, 10].

Результаты и обсуждение

Наибольшие различия в концентрации проанализированных изотопов (относительно ⁴³Ca) были отмечены в краевой зоне чешуи язя. Концентрация 15 из 18 проанализированных элементов была выше у особей из р. Яйвы. Исключение составил изотоп ⁸⁸Sr, доля которого была выше у язя р. Волим. Количество элементов, по которым обнаружено достоверное различие, ниже в «зимней» зоне (6) и центре чешуи (3). Для окуня достоверные различия были выявлены по трем элементам в центре чешуи и двух элементов в «зимней» и краевой зонах. Во всех случаях концентрация элементов у окуня р. Волим была ниже. Абсолютные значения концентрации ⁴³Ca для всех зон чешуи обоих видов рыб из р. Волим были выше по сравнению с рыбами р. Яйвы, но достоверные отличия по этому показателю были выявлены только для края чешуи.

Различия в концентрации изотопов, выявленные для краевой зоны чешуи язя, демонстрируют что некоторые элементы (⁸⁸Sr и ⁹Be) могут быть использованы в качестве геохимических маркеров того, что отловленные экземпляры обитали в условиях повышенной солености р. Волим. Снижение различий по направлению к центру чешуи указывает на близость условий среды, в которой проходила зимовка, ранний нагул молоди и возможно нерест язя, обитающего в летний период в реках Яйва и Волим. Уровень различий между проанализированными экземплярами окуня рек Яйва и Волим, не позволяет выделить четкие маркеры.

Для обоих видов выявленные различия могут быть объяснены высокой концентрацией ⁴³Ca, использованного в качестве внутреннего стандарта. Высокое содержание кальция в че-

шущее рыб, собранных в р. Волим, также может быть использовано в качестве маркера, что объясняется высокими величинами концентрации Ca^{2+} в водах реки [5].

Высокое содержание кальция в центре и «зимней» зоне чешуи и, вместе с тем, низкая степень различий концентрации проанализированных изотопов может свидетельствовать о том, что зимовка и ранний нагул молоди рыб происходили в зоне «опреснения» высокоминерализованных вод р. Волим в районе их смешивания с водами р. Яйвы, а р. Волим отловленные особи использовали для летнего нагула. Для подтверждения гипотез, вытекающих из результатов настоящего исследования, необходим сбор и анализ большего количества материала. Также требуется использование дополнительных стандартных материалов, что позволит расширить спектр анализируемых элементов и увеличить точность определения концентрации проанализированных изотопов.

Список литературы

1. Хайрулина Е.А. Влияние стоков солеотвала калийного предприятия на химизм приповерхностной гидросферы Е.А. Хайрулина, Н.Г. Максимович // Геохимия ландшафтов и география почв: Доклады Всерос. науч. конф. Москва, 4–6 апреля 2012 г. – М.: Географический факультет МГУ, 2012. – С. 340–342.
2. Adey E. Scale microchemistry as a tool to investigate the origin of wild and farmed *Salmo salar*/ E. Adey, K. Black, T. Sawyer, T. Shimmield, C. Trueman // Marine Ecology Progress Series. – 2009. – Vol.390. – pp.225–235.
3. Barnett-Johnson R. Genetic and otolith isotopic markers identify salmon populations in the Columbia River at broad and fine geographic scales/ R. Barnett-Johnson, D. J. Teel, E. Casillas // Environmental Biology of Fishes. – 2010. – 89. – P. 533–546.
4. Courtemanche D.A. Assessing anadromy of brook char *Salvelinus fontinalis* using scale microchemistry/ D.A. Courtemanche, F.J. Whoriskey, V. Bujold, R.A. Curry // Can J Fish Aquat Sci. – 2006. – 63 (5). – pp. 995–1006.
5. Dodson J.J. Otolith microstructure during the early life-history stages of brown trout: validation and interpretation / J.J. Dodson, P. Sirois, G. Daigle, P. Gaudin, A. Bardonnnet // North American Journal of Fisheries Management. – 2013. – №33. – P. 108–116.
6. Gahagan B. I. Evaluation of otolith microchemistry for identifying natal origin of anadromous river herring in Connecticut / B.I. Gahagan, J.C. Vokoun, G.W. Whitledge, E.T. Schultz // Marine and Coastal Fisheries. – 2012. – №4. – P. 358–372.
7. Hansen M.J. Statolith microchemistry as a technique for discriminating among Great Lakes lamprey (*Petromyzon marinus*) spawning tributaries / M.J. Hansen, C.P. Madenjian, J.W. Slade et al // Rev Fish Biol Fisheries. – 2016. – № 26. – P. 509.
8. Mohan J.A. Validation of oligohaline elemental otolith signatures of striped bass by use of in situ caging experiments and water chemistry / J.A. Mohan, R.A. Rulifson, D.R. Corbett and N.M. Halden // Mar and Coast Fish. – 2012. – №4. – P. 57–70.
9. Ramsay A.L. Biogeochemical tags in fish: predicting spatial variations in strontium and manganese in *Salmo trutta* scales using stream water geochemistry / A.L. Ramsay, R.N. Hughes, S.R. Chenery, I.D. McCarthy // Can J Fish Aquat Sci. – 2015. – №2. – P. 422–433
10. Seeley M. High resolution profiles of elements in atlantic tarpon (*Megalops atlanticus*) scales obtained via cross-sectioning and laser ablation ICP-MS: A literature survey and novel approach for scale analyses/ M. Seeley, N. Miller, B. Walther // Environmental Biology of Fishes. – 2015. – №98 (11). – P. 2223–2238.
11. Hunter E. Innovative use of sclerochronology in marine resource management/ E. Hunter, V. Laptikhovsky, P. Hollyman // Marine Ecology Progress Series. – 2018. – №598. – P.155–158.
12. Zimmerman C. Species and life history affect the utility of otolith chemical composition for determining natal stream of origin for pacific salmon / C. Zimmerman, H. Swanson, E. Volk, A. Kent // Transactions of the American Fisheries Society. – 2013. – vol/ 42, №5. – P.1370–1380.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПРЕОПТИКО-ГИПОФИЗАРНОЙ НЕЙРОСЕКРЕТОРНОЙ СИСТЕМЫ У МОЛОДИ ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*

М. В. Мосягина¹, П. Е. Гарлов², Т. А. Шнайдер³, О. В. Зеленников³

¹ Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия, mmosyagina@mail.ru. ² Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, Санкт-Петербург, Россия, garlov@mail.ru. ³ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, tania.schnaider@yandex.ru. ³ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, oleg_zelennikov@rambler.ru

Аннотация. Исследовали состояние нейросекреторных клеток преоптического ядра и нейрогипофиза у молоди горбуши перед выпуском с рыбоводного завода «Лесной», которое ни по одному из показателей у самок и самцов не различалось. Все отделы этих органов уже были сформированы. Их морфологическое состояние и клеточная организация были практически такими же, как и у половозрелых особей.

Ключевые слова: горбуша, преоптическое ядро, нейрогипофиз

ANALYSIS OF THE STATE OF THE PREOPTICO-PITUITARY NEURO SECRETARY SYSTEM IN YOUNG PINK SALMON *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*

M. V. Mosyagina, P. E. Garlov, T. A. Shnaider, O. V. Zelennikov

Summary. Investigate studied the state of neurosecretory cells of the preoptic nucleus and neurohypophysis in juvenile pink salmon before being released from the hatchery «Lesnoy», which did not differ in any of the indicators in females and males. All departments of these bodies have already been formed. Their morphological state and cellular organization were almost the same as in mature individuals.

Keywords: pink salmon, preoptic nucleus, neurohypophysis

Хорошо известно, что Нонапептидэргическая преоптико-гипофизарная нейросекреторная система (ПГНС) у рыб регулирует реализацию важнейших биологических процессов, таких как метаморфоз, миграция, размножение и другие [1, 2]. Однако эти данные в основном получены при работе с взрослыми рыбами, в том числе и при исследовании биологии лососевых рыб. Наиболее известное исследование на молоди выполнено при работе с атлантическим лососем [8], тогда как сведения при работе с тихоокеанскими лососями, принципиально отличающимися от всех рыб уже своей цикличностью воспроизводства, до настоящего времени остаются фрагментарными [7]. Наша работа выполняется в развитии изучения регуляции биологических процессов у рыб, главным образом репродуктивной функции [3, 4, 5, 6]. Ее цель оценить степень формирования основных отделов ПГНС у самок и самцов горбуши непосредственно перед их катадромной миграцией.

Материал и методы

Молодь горбуши для исследования взяли от первой массовой партии в июне 2018 г на лососевом рыбноводном заводе «Лесной» перед ее выпуском с предприятия. Рыб фиксировали в жидкости Буэна и обрабатывали, применяя общепринятую методику. Гистологические срезы окрашивали паральдегид-фуксином по Гомори-Габу с докраской азаном по Гейденгайну. В ходе цитоморфологического анализа рассчитывали соотношение площадей различных отделов ПГНС: клеточных частей преоптического ядра, cito- и карио- метрические характери-

ки нейросекреторных клеток (НСК). Провели комплексную морфометрию нейросекреторных, глиальных и сосудистых элементов в нейрогипофизе.

Результаты

У молоди горбуши перед ее выпуском с рыбоводного завода уже были полностью сформированы основные отделы ПГНС. В крупноклеточной части ядра (рис. 1), как у самок, так и у самцов присутствовали пять типов нейросекреторных клеток, соответствующих различным фазам их секреторного цикла, которые ранее были описаны у половозрелых особей [2]. В пучках волокон, отходящих от области преоптического ядра, выявлены заметные скопления нейросекреторного материала. При этом соотношение всех частей преоптического ядра у молоди и взрослых особей достоверно не отличалось. Как и у взрослых рыб, у мальков были выявлены участки малодифференцированных нейросекреторных клеток в разной степени их развития. Все количественные показатели состояния клеток ПЯ у самок и самцов были сходными и достоверно не различались (табл.).

Таблица. Характеристика нейросекреторных клеток (НСК) в преоптическом ядре (ПЯ) и нейрогипофизе (НГ)

Критерий	Самцы	Самки
Число рыб	20	18
Диаметр ядер НСК в дистальной части ПЯ, μ	$10,7 \pm 0,03$	$10,8 \pm 0,07$
Число ядрышек в НСК ПЯ	1–2	1–2
Диаметр ядрышек НСК ПЯ, μ	$2,47 \pm 0,01$	$2,34 \pm 0,01$
Количество нейросекрета в дистальной части НГ, в баллах	$1,9 \pm 0,19$	$1,7 \pm 0,24$
Число вакуолей на срез НГ	$3,6 \pm 0,03$	$2,9 \pm 0,24$
Диаметр вакуолей в н НГ, μ	$4,7 \pm 0,09$	$4,8 \pm 0,10$
Площадь, занимаемая НГ на сагиттальном срезе гипофиза, %	$62,8 \pm 5,79$	$64,6 \pm 6,63$

При исследовании нейрогипофиза выявили значительное число вакуолей с нейросекретом, сходных у самцов и самок (табл.). Практически одинаковыми были и другие показатели, такие, как степень развития капиллярной сети, протяженность нейрогемальных контактов и уровень гиперемии. При этом отметим, что по сравнению со взрослыми особями [2], у молоди на срезах была достоверно выше относительная площадь нейрогипофиза ($p < 0,05$).



Рис. 1. Сагиттальный срез преоптического ядра гипоталамуса у молоди горбуши. III – просвет 3-го желудочка, NSC1 – нейросекреторные клетки дорсальной (крупноклеточной) части ПЯ; NSC2 – нейросекреторные клетки вентральной части ПЯ. BV – кровеносные сосуды. Шкала = 20 μ

Список литературы

1. Баранникова И. А. Функциональные основы миграций рыб / И. А. Баранникова – Ленинград: Наука, 1975. – 210 с.
2. Гарлов П. Е. Механизмы нейроэндокринной регуляции размножения рыб и перспективы искусственного воспроизводства их популяций / П. Е. Гарлов, Т. А. Нечаева, М. В. Мосягина – СПб.: Проспект науки, 2018. – 336 с.
3. Зеленников О. В. Влияние закисления воды на становление и развитие воспроизводительной системы рыб в раннем онтогенезе.: специальность 03.02.06. Ихтиология: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Зеленников Олег Владимирович; Государственный научно-исследовательский институт речного и озерного рыбного хозяйства. – Санкт-Петербург, 1997. – 19 с.
4. Мосягина М. В. Развитие стероидсекреторных клеток в гонадах круглоротых и рыб в раннем онтогенезе: специальность 03.02.06. Ихтиология: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук / Мосягина Марина Васильевна; Государственный научно-исследовательский институт речного и озерного рыбного хозяйства. – Санкт-Петербург, 2006. – 21 с.
5. Мосягина М. В. О роли стероидсекреторных клеток в регуляции развития гонад у молоди тихоокеанских лососей / М. В. Мосягина, О. В. Зеленников // Вопросы ихтиологии. – 2006. – Т. 46, вып. 2. – С. 272–277.
6. Мосягина М. В. Состояние стероидсекреторных клеток и концентрация половых стероидных гормонов в плазме крови сибирского осетра *Acipenser baerii* и стерляди *A. rutenus* (Acipenseridae) в период дифференцировки пола / М. В. Мосягина, О. В. Зеленников // Вопросы ихтиологии. – 2016. – Т. 56, вып. 1. – С. 95–101.
7. Яковлева И. В. Нейроэндокринологические аспекты раннего онтогенеза круглоротых и рыб / И. В. Яковлева. – Санкт-Петербург: ООО «Петрополис», 2000. – 132 с.
8. Zohar Y. Neuroendocrinology of reproduction in teleost fish / Y. Zohar, J. A. Muñoz-Cueto, A. Elizur, O. Kah // General Comparative Endocrinology. – 2010. – V. 165 (3). – P. 438–455.

УДК 597.553.2

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЯПУШЕК НЕКОТОРЫХ ОЗЕР ПЛАТО ПУТОРАНА

Ю. С. Никулина, В. И. Романов

Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия;
julianikulina0506@gmail.com

Аннотация. В работе представлены результаты изучения популяций ряпушки трех озер – Лама, Собачье и Кутарамакан, находящихся на территории плато Путорана. Приведены основные биологические показатели ряпушки. Крупная ряпушка оз. Собачьего характеризуется быстрым ростом, в то время как мелкая ряпушка из оз. Кутарамакан – медленным.

Ключевые слова: ряпушка, плато Путорана, возрастной состав, экологические формы.

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF CISCO FROM SOME LAKES OF THE PUTORANA PLATEAU

Yu. S. Nikulina, V. I. Romanov

Summary. The results of the study of cisco populations, inhabiting lakes Lama, Sobachye and Kutaramakan in the Putorana Plateau were presented. The main biological characteristics of the fish were given. Large cisco from the lake Sobachye is characterized by rapid growth, and small cisco from lake Kutaramakan has a slow growth.

Keywords: cisco, the Putorana Plateau, age composition, ecological forms.

Ряпушка – является одним из массовых представителей рода сигов (*Coregonus*). Обладает высоким уровнем морфологической и экологической пластичности, что послужило основанием для выделения ряда экологических форм ряпушек. О. Л. Ольшанская [2] подробно исследовала озерных ряпушек Норило-Пясинской гидросистемы, впервые выделив крупную и мелкую формы. В некоторых озерах, в том числе и в тех, которые обсуждаются в этой статье, ряпушка представлена малоизвестной формой, близкой к европейской ряпушке [1, 4, 5].

Цель настоящей работы – анализ основных биологических характеристик ряпушки некоторых озер плато Путорана.

Сбор материала по биологическим параметрам ряпушки проводился на трех озерах, расположенных на территории плато Путорана (рис. 1), – Собачье, Лама (Норило-Пясинская гидросистема) и Кутарамакан (Хантайская гидросистема).

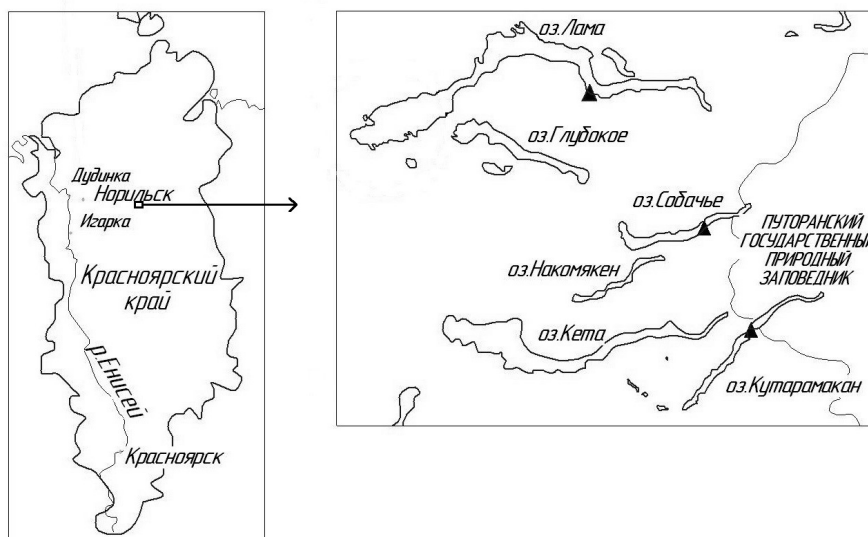


Рис. 1. Карта-схема района исследования

Полевые сборы и лабораторная обработка рыб проведены по общепринятой в ихтиологии методике [3, 7]. Всего было собрано и обработано для полного биологического анализа 415 экз. ряпушки. У отловленных рыб были исследованы следующие показатели: длина тела по Смитту – Sm (от вершины рыла до конца средних лучей хвостового плавника), длина тела l (от вершины рыла до конца чешуйного покрова), масса тела рыбы Q , масса тела рыбы без внутренних органов q , а также визуально определены пол и стадия зрелости половых желез у каждой особи. Возраст рыб определяли по чешуе с помощью бинокуляра МБС-9. Математическую обработку данных проводили с помощью программы Excel.

Сравнительный анализ данных по *размерно-весовому составу* показал, что в оз. Собачьем линейно-весовые параметры ряпушки характеризовались большими значениями, а в оз. Кутарамакан – меньшими, составляя соответственно 216,9 и 144,3 мм (длина тела), 100,4 и 31,2 г (масса тела). Ряпушка из оз. Лама занимает промежуточное положение в группе сравниваемых озер. При этом анализируемые показатели самок превышали таковые у самцов во всех озерах (таблица).

Таблица. Размерно-весовые параметры ряпушки в некоторых озерах плато Путорана

Размерно-весовые параметры ряпушки оз. Лама							
Пол	Длина тела l , мм			Масса тела Q , г			Кол-во, экз.
	Lim	$\bar{x} \pm m$	δ	Lim	$\bar{x} \pm m$	δ	
Самцы	166–230	193,8 $\pm$ 5,1	20,53	45–113	75,6 $\pm$ 6,2	24,95	16
Самки	154–252	201,8 $\pm$ 3,8	24,26	42–164	92,3 $\pm$ 5,0	31,61	40
Оба пола	154–252	199,5 $\pm$ 3,1	23,35	42–164	87,5 $\pm$ 4,1	30,61	56
Размерно-весовые параметры ряпушки оз. Соба́чьё							
Пол	Длина тела l , мм			Масса тела Q , г			Кол-во, экз.
	Lim	$\bar{x} \pm m$	δ	Lim	$\bar{x} \pm m$	δ	
Самцы	113–242	217,3 $\pm$ 2,1	22,90	15–142	98,8 $\pm$ 2,2	23,85	121
Самки	106–253	219,6 $\pm$ 2,4	30,99	12–161	104,0 $\pm$ 2,4	31,20	173
Оба пола*	93–253	216,9 $\pm$ 1,8	31,14	7–161	100,4 $\pm$ 1,8	30,38	300
Размерно-весовые параметры ряпушки оз. Кутарамакан							
Пол	Длина тела l , мм			Масса тела Q , г			Кол-во, экз.
	Lim	$\bar{x} \pm m$	δ	Lim	$\bar{x} \pm m$	δ	
Самцы	125–159	141,5 $\pm$ 1,6	9,98	18–40	28,5 $\pm$ 1,0	6,02	37
Самки	119–171	146,2 $\pm$ 1,4	10,04	17–46	32,9 $\pm$ 0,9	6,51	55
Оба пола	119–171	144,3 $\pm$ 1,1	10,23	17–46	31,2 $\pm$ 0,7	6,65	92

Возрастная структура ряпушки в оз. Лама была представлена возрастными группами от 3+ до 8+ лет, с преобладанием рыб в возрасте 5+ (42,9%), 6+ (19,6%), 7+ (21,4%). Единично встречались особи в возрасте 3+ и 8+ лет (по 1,8%) (рис. 2). Средний возраст самок составил 5,6 лет, самцов – 5,3 года, по обобщенной выборке – 5,5 лет.

Возрастная структура ряпушки оз. Соба́чьё характеризовалась возрастными классами от 0+ до 9+ лет, с доминированием рыб в возрасте 6+ и 7+ лет – 23,7% и 34% соответственно. Возрастные группы 0+ – 3+ и 9+ были не столь значительны – менее 4% (рис. 2). Средний возраст рыб в общей выборке составил 5,9 лет, при этом у самок средний возраст был немного больше – 6,0 лет, у самцов – 5,8 лет.

Возрастная структура ряпушки оз. Кутарамакан имела возрастные ряды от 2+ до 6+ лет (рис. 2). Преобладали особи в возрасте 3+ (37%) и 4+ (51,1%) лет. Рыбы в возрасте 2+ и 6+ лет представлены единично. Средний возраст ряпушки в оз. Кутарамакан 3,7 лет для общей выборки, для самок – 3,8 лет, самцов – 3,6 лет.

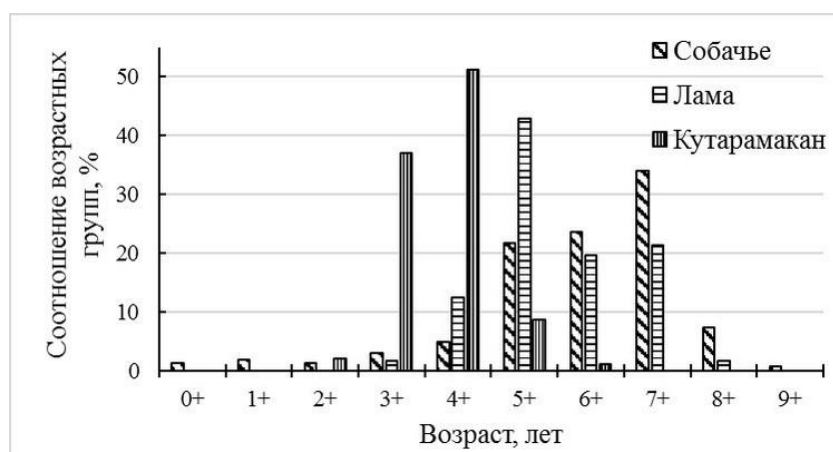


Рис. 2. Возрастная структура ряпушки в некоторых озерах плато Путорана

Половой состав анализируемой выборки ряпушки был представлен преимущественно самками и самцами. Соотношение полов в уловах из оз. Лама составило 1,0:2,5 (28,6% самцов и 71,4% самок), в оз. Кутарамакан – 1,0:1,5 (40,2% самцов и 59,8% самок). В оз. Соба́чьё это

соотношение составило 1,0:1,4 (40,3% самцов и 57,7% самок), также 2% особей оказались неполовозрелыми. Преобладание самок над самцами можно объяснить большей продолжительностью жизни самок по сравнению с самцами.

Количественные показатели линейного и весового роста ряпушки в некоторых озерах плато Путорана представлены на рис. 3.

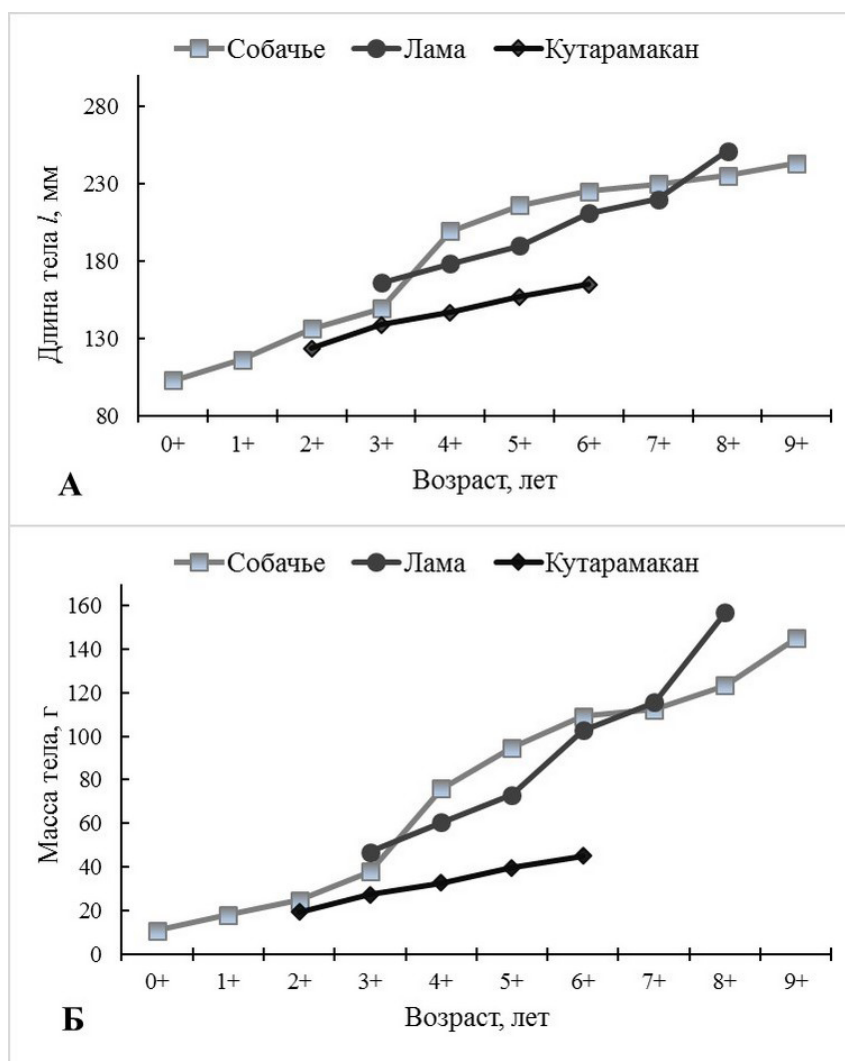


Рис. 3. Линейный (А) и весовой (Б) рост ряпушки некоторых озер плато Путорана

Результаты проведенного исследования показали, что биологические параметры ряпушки из озер плато Путорана имеют различия, даже находясь в пределах одной гидросистемы (озера Лама и Собачье). Выловленная в оз. Кутарамакан ряпушка была представлена младшими возрастными группами, с преобладанием рыб в 3–4-летнем возрасте, тогда как в озерах Лама и Собачье доминировали 5–7-летние особи. Для всех исследованных озер характерно преобладание самок: в оз. Лама – в 2,5 раза, в озерах Собачье и Кутарамакан – в 1,4 и 1,5 раза соответственно. Наиболее медленным ростом из сравниваемых популяций отличается ряпушка из оз. Кутарамакан. Ряпушка из оз. Ламы занимает промежуточное положение по показателям линейного и весового роста. Популяцию ряпушки из оз. Собачьего справедливо можно отнести к крупным формам, она обладает большими размерами и массой тела, что также было отмечено в литературе и в ряде других озер – Глубоком, Кете, Аян, Виви, Някшингда [2, 6]. Следует заметить, что наряду с крупной формой, в оз. Кета была обнаружена и мелкая форма ряпушки [2].

Список литературы

1. Боровикова Е. А. Морфологические и генетические особенности ряпушки (Coregonidae: Coregonus sp.) озера Собачье (плато Путорана) /Е.А. Боровикова, В.И. Романов, Ю.С. Никулина // Экологическая генетика, 2016. – Т. 14. – №3. – С. 47–55.
2. Ольшанская О. Л. Ряпушка системы реки Пясины // Труды Красноярского отд. СибНИИ-ИРХ, 1967. Т. 9. – С. 94–213.
3. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.
4. Романов В.И. Ихтиофауна плато Путорана: История исследования ихтиофауны плато Путорана. Особенности гидросети и разнообразие ихтиофауны плато Путорана. Аннотированный список видов рыбообразных и рыб плато Путорана // Фауна позвоночных животных плато Путорана. – М., 2004. – С. 29–89.
5. Романов В.И. Морфология и паразитология ряпушки озера Собачьего (плато Путорана) /В.И. Романов, В.А. Заделёнов, Ю.С. Никулина, К.В. Поляева // Вестник НГАУ. – 2016. – №1 (38). – С. 69–77.
6. Сиделев Г.Н. Ихтиофауна крупных озёр // Озёра северо-запада Сибирской платформы. – Новосибирск: Наука, 1981. – С. 151–171.
7. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 162 с.

УДК 597.553.1:575

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ ОЗЕРНОЙ И МОРСКОЙ ФОРМ ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ *CLUPEA PALLASII*

С. Ю. Орлова^{1*}, Д. С. Курносоев², С. М. Расторгуев³, Е. А. Чикурова^{1,4}, Д. М. Щенетов^{1,5}

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, 107 140. ²Тихоокеанский филиал ФГБНУ ВНИРО (ТИНРО), Владивосток, 690 091. ³НИЦ «Курчатовский институт», Москва, 123 182. ⁴Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова Российской академии наук, Москва, 119 071. ⁵Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН, Москва, 119 334. *E-mail: kordicheva@rambler.ru

Аннотация. Изучен полиморфизм вариабильного фрагмента контрольного региона мтДНК (373 bp) и 4 микросателлитных локуса у 683 особей тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*, а также проведено ddRAD генотипирование 45 образцов из различных точек азиатской части ее ареала. Показано, что озёрные формы тихоокеанской сельди из трёх озёр острова Сахалин и п-ова Камчатка (озёра Айнское, Виллюй и Нерпичье) значительно дивергировали от морской формы по данным маркеров мтДНК и яДНК. Обнаружены генетические различия как между озёрными формами разных озёр ($F_{st} = 0.034–0.066$), так и между озёрными и морскими формами ($F_{st} = 0.004–0.055$). Различия генетической дивергенции между озёрными формами в большинстве случаев оказались на порядок выше, чем между выборками морских форм, что можно объяснить эффектом основателя. Образование озёрных форм происходило вместе с геологическим формированием самих озёр.

Ключевые слова: тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii*, озёрная форма, контрольный регион мтДНК (*D-loop*), микросателлитные маркеры

GENETIC RELATIONSHIPS OF PACIFIC HERRING *CLUPEA PALLASII* LAKE AND MARINE FORMS

Summary. Polymorphism of variable fragment of mtDNA control region (373 bp) and 4 microsatellite loci in 683 individuals of Pacific herring *Clupea pallasii* was studied, and ddRAD genotyping of

45 samples from different areas of the Asian part of its range was performed. It is shown that lake forms of Pacific herring from three lakes of Sakhalin Island and Kamchatka Peninsula (lakes Ainskoye, Viluy and Nerpichye) diverged significantly from the marine forms according to mtDNA and nuclear markers. Genetic differences were found between lake forms of different lakes ($F_{st} = 0.034\text{--}0.066$) and between lake and marine forms ($F_{st} = 0.004\text{--}0.055$). Differences in genetic divergence between lake forms in most cases were an order of magnitude higher than between samples of marine forms, which can be explained by the founder effect. The formation of lake forms occurred together with the geological formation of the lakes themselves.

Keywords: Pacific herring *Clupea pallasii*, lacustrine pacific herring, mtDNA control region, microsatellite loci.

В пределах видового ареала тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* по мнению ряда ученых образует три экологических формы: морскую, прибрежную и озёрную [1, 2, 3]. Согласно другой классификации, прибрежная и озёрная формы объединяются в одну [4]. Прибрежная и озёрная сельди нерестятся и зимуют в небольших заливах и озерах лагунного типа и не совершают протяженных нагульных миграций [5]. Морская сельдь нерестится в водах морских заливов, совершает протяженные нагульные миграции и зимует в открытом море в верхней части глубоководных каньонов, на границе шельфа и свала глубин [2]. В настоящее время в бассейне Тихого океана отмечено около двадцати популяций озёрной сельди [6]. Озёрные формы встречаются на островах Хоккайдо, Сахалин и Большой Шантар, на восточном побережье полуострова Камчатка и у берегов Корякского нагорья. В формировании большинства известных биотопов озёрных сельдей принимали участие два геологических процесса: изменения уровня моря в среднем голоцене (6.0–7.5 тысяч лет назад) и интенсивное тектоническое поднятие суши в последующий период [7].

В работе использовали пробы ДНК тихоокеанской сельди ($n = 683$), из которых 663 собраны с 2007 по 2017 гг. из уловов в Японском, Охотском, Беринговом и Карском морях, тихоокеанских водах южных Курильских островов и трех озёр (Айновское, Большой Вилуй, Нерпичье). На рисунке 1 представлена карта сбора проб ДНК тихоокеанской сельди.

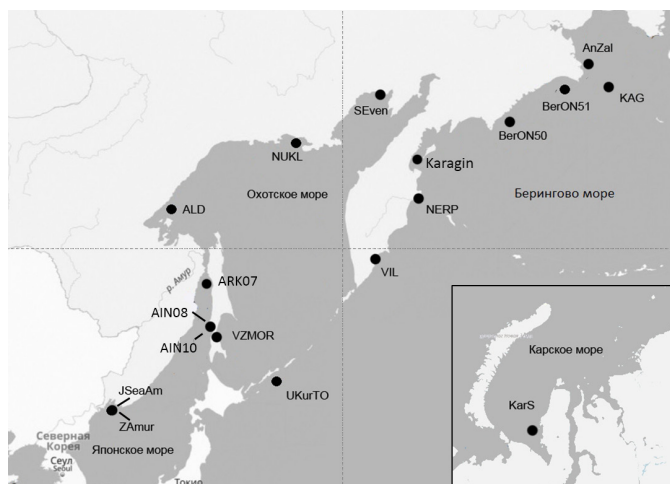


Рис. 1. Карта выборок тихоокеанской сельди *Clupea pallasii*.

Результаты

Фрагмент *D-loop* мтДНК. В исследованных 683 образцах тихоокеанской сельди по фрагменту контрольного региона (373 п.н.) обнаружено 122 гаплотипа, из которых 51 включал более, чем одну особь. На основании полученных нуклеотидных последовательностей фрагмента *D-loop* мтДНК построена сеть гаплотипов, имеющая сложную структуру, состоящую из линейно выстроенных звездообразных гаплогрупп. Среди выборок морской формы тихоокеанской сельди как по распределению на гаплотипической сети, так и по соотношению гаплотипов четкая закономерность в распределении массовых гаплотипов по географическому принципу не обнаружена.

Микросателлиты. Все 515 проб тихоокеанской сельди по 4 микросателлитным локусам обладали достаточно высоким полиморфизмом для оценки популяционной структуры.

Обнаружена достоверная генетическая дифференциация между выборками из трех озер и морскими выборками. При этом самые большие различия наблюдаются между выборками из разных озёр.

При оценке правдоподобия кластеризации в программе STRUCTURE 12 выборок тихоокеанской сельди из различных регионов по четырём микросателлитным маркерам определено оптимальное количество кластеров $K=3$ и $K=5$. Один кластер образован сельдью из оз. Нерпичье, второй кластер – двумя выборками из оз. Айнское (при $K=3$) и третий кластер – выборкой оз. Виллой (при $K=5$). В оз. Виллой обнаружена смесь из озерной и морской форм сельди, которая обнаруживается при $K=5$. Морская форма сельди представлена двумя различными кластерами, обособленными от озёрных форм (Рис.2).

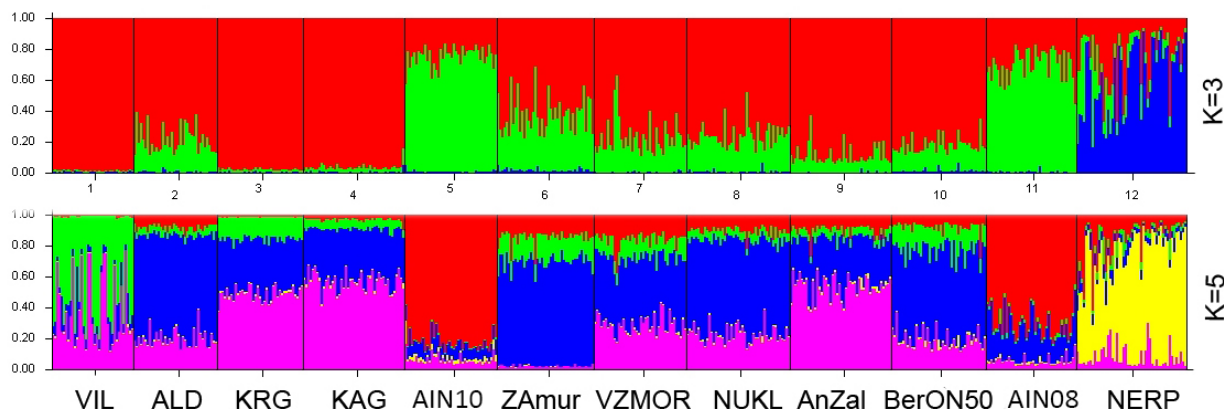


Рис. 2. Кластерный анализ озёрной и морской форм сельди.

Проведен анализ полиморфизма ядерных локусов с использованием геномного анализатора и отработка применения методики NGS (ddRAD-секвенирование) на 45 образцах сельди из различных регионов. **Получено** 86,67% всех прочитанных и картированных на геном атлантической сельди последовательностей ДНК. Всего обнаружено 978306 локусов для 45 образцов тихоокеанской сельди. Файл формата vcf был загружен в среду вычислений «R» с пакетом «vcfR» и проведена оценка качества генотипирования. Среднее качество каждого ряда превышало 70 прочтений. Отфильтрованные генотипы использовались для дискриминантного анализа основных компонентов в пакете программ DAPC. На основании этих данных был построен PCA плот, отражающий популяционно-генетическую структуру тихоокеанской сельди и рассчитан индекс генетической дифференциации F_{st} – оценка попарного расстояния между популяциями (Таблица 1).

Таблица 1. Попарные значения индекса генетической дифференциации F_{st} между выборками тихоокеанской сельди

	Fain	Fner	Fvil	Sale	Samu	Seve	Sk12	Skrq	Suku
Fain									
Fner	0.0352								
Fvil	0.0489	0.0191							
Sale	0.0278	0.0248	0.0479						
Samu	0.0359	0.0340	0.0591	0.0098					
Seve	0.0381	0.0321	0.0566	0.0063	0.0044				
Sk12	0.0371	0.0301	0.0577	0.0045	0.0061	0.0000			
Skrq	0.0405	0.0301	0.0605	0.0082	0.0097	0.0025	0.0033		
Suku	0.0415	0.0306	0.0616	0.0089	0.0074	0.0002	0.0047	0.0065	0.0000

Впервые получены данные по генетическим отношениям морской и озерных форм (из оз. Айнское, Нерпичье, Вилюй) тихоокеанской сельди на основании полиморфизма ядерных и митохондриальных маркеров. Анализ результатов позволяет рассматривать тихоокеанских сельдей *Clupea pallasii* из озёр как отдельные генетические группировки, представляющие собой озёрную форму. При этом озёрные формы сельди каждого озера являются в генетическом плане обособленными. Исходя из геологических особенностей озёр и полученных генетических данных, можно предположить, что образование озёрных форм сельдей происходило постепенно, одновременно с формированием более опресненных лагун.

Список литературы

1. Андрияшев А.П. Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод /А.П. Андрияшев, Н.В. Чернова// Вопр. ихтиологии. – 1994. – Т. 34. – №4. – С. 435–456.
2. Наumenko Н. И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский.: Камчатский печатный двор, 2001. – 334 с.
3. Ivshina E. R. Resource condition of herring populations caught by fisheries in Sakhalin Island water (review) // Sci. Rept. Hokkaido Fish. Exp. Stn. –2002. – № 62. – Р. 9–15.
4. Гриценко О. Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – 248 с.
5. Фролов А. П. Морфологическая характеристика сельдей вод Сахалина. // Изв. Тихоокеан. НИИ рыб.хоз-ва и океанографии. – 1964. – Т. LV. – С. 39–53.
6. Трофимов И.К. Некоторые проблемы исследования сельди *Clupea pallasii*, обитающей у берегов Камчатки. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: матер III науч. конф. – Петропавловск-Камчатский. Изд-во КамчатНИРО. – 2002. – С. 243–244.
7. Буданов В. И. Современные вертикальные движения берегов Советского Союза В. И. Буданов, А. Ионин, П. А. Каплин, В. С. Медведев // Морская геология: Международный геологический конгресс: 21-я сессия. – М.: АН СССР, 1960. – С. 175–187.

УДК 639.21.053.7 (262.81)

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА ПОЛУПРОХОДНЫХ И РЕЧНЫХ РЫБ У КАЛМЫЦКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

*Д. С. Петрушкиева, А. А. Бугаков, С. А. Панфилий, А. М. Панфилий,
В. Н. Браташев*

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»)
г. Астрахань, Россия, kaspiy-info@mail.ru

Аннотация. В статье представлены материалы исследований о состоянии запасов промысловых рыб в калмыцкой зоне рыболовства Северного Каспия за период 2014–2018 гг.

Ключевые слова: запас, вылов, ОДУ, прогноз.

ASSESSMENT OF THE CONDITION OF THE FISHING STOCK OF SEMI-ANADROMOUS AND RIVER FISHES AT THE KALMYK COAST OF THE NORTHERN CASPIAN SEA

D. S. Petrushkieva, A. A. Bugakov, S. A. Panfiliy, A. M. Panfiliy, V. N. Bratashev

Summary. The article presents research materials on the status of stocks of commercial fish in the Kalmyk fishing zone of the Northern Caspian for the period 2014–2018.

Key words: stock, catch, TAC, forecast.

Калмыцкое побережье Северного Каспия протяженностью 110 км является важнейшим участком прибрежного рыболовства в Волжско-Каспийском рыбохозяйственном бассейне и остаётся на сегодняшний день важным социально-экономическим районом для Республики Калмыкия.

В предлагаемой статье представлены результаты исследований за последние пять лет (2014–2018 гг.). Ихтиологический материал собирался из промысловых уловов в море и на береговых пунктах приема и хранения рыбы рыбодобывающих организаций г. Лагани по общепринятым методикам [1, 6, 7]. Расчёт запаса и прогноз вылова промысловых видов рыб выполнен методом прямого учёта [3], отражающего интенсивность промысла.

С целью рациональной эксплуатации популяций промысловых рыб составлены схемы управления промыслом с учетом концепции предосторожного подхода [2].

Прогнозируемая величина промыслового запаса всех рассматриваемых рыб, кроме судака, воблы и линя, находится в третьей зоне, в режиме постоянного интенсивного промысла. Судак, вобла и лень находятся во второй зоне, т.е. в режиме восстановления запаса.

Ихтиофауна в калмыцкой зоне рыболовства представлена проходными, полупроходными и туводными видами рыб. Всего, по данным наших исследований, отмечено 32 вида, из них промысловое значение имеют 22 вида [5]. Видовой состав промысловой ихтиофауны представлен 13 видами, относящимися к 4 семействам: щуковые, карповые, сомовые и окуневые. Численность рыб определяется водностью р. Волги, колебаниями уровня Каспийского моря, температурным режимом во время нереста, нагула и зимовки, кормовой базой, условиями и эффективностью нереста. Кроме того, на нее оказывает влияние эпизоотическая обстановка, уровень загрязнения вод и интенсивность промысла.

Концентрация полупроходных рыб (судак, лещ, вобла, жерех) у побережья Калмыкии зависит от сезонной миграции и сгонно-нагонных явлений. Сазан, сом, жерех, густера подразделяются на 2 группы, одна из которых совершает миграции, а другая постоянно обитает у калмыцкого побережья Каспия. Туводные рыбы (щука, красноперка, лень, карась, окунь) являются аборигенными видами. Общий промысловый запас рыб в период с 2014 по 2018 гг. находится в пределах 25,303–29,031 тыс. т (табл. 1). Наиболее многочисленными видами в промысловой зоне являются сазан, сом, щука, красноперка, карась и окунь.

Таблица 1 – Промысловый запас рыб в 2014–2018 гг., тыс. т

Виды рыб	Годы				
	2014	2015	2016	2017	2018
Вобла	0,40	0,40	0,40	0,40	0,98
Лещ	1,70	1,70	1,90	1,90	1,74
Судак	0,066	0,133	0,278	0,561	0,561
Сазан	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63
Сом	3,74	3,87	4,58	4,58	4,58
Щука	2,69	2,69	3,02	3,02	2,92
Линь	1,44	1,44	1,43	1,35	0,90
Прочие (жерех, красноперка, карась, густера, окунь)	11,637	12,117	12,817	13,217	13,72
Итого	25,303	25,980	28,055	28,658	29,031

Из одуемых рыб запасы сазана, сома, щуки и леща стабильны и находятся в удовлетворительном состоянии.

Сазан. Последние годы его уловы колебались в пределах 0,418–0,485 т, освоение ОДУ – 63,3–73,5%. Сазан в основном представлен 11 возрастными группами – 3–13-годовиками. Доля старших возрастных групп (9–13-годовиков) находится в пределах 7,1–14,1%. Идет омоложение популяции и снижение линейно-весовых показателей. В формировании его запаса последние 5 лет чередуются среднеурожайные поколения с низкоурожайными, запас на уровне 3,63 тыс. т.

Сом. Его уловы колебались в пределах 0,539–0,678 тыс. т, освоение ОДУ – 54,1–69,1%. Линейно-весовые показатели и возрастной состав находятся на уровне среднемноголетних величин. Его нерест проходит обычно в конце мая – начале июня, с наступлением запрета, что способствует сохранению нерестовой популяции. С 2006 г. идет увеличение запаса сома. С 2016 г. он на уровне 4,58 тыс. т. Ожидается его стабилизация на этой величине.

Щука. В рассматриваемые годы ее уловы находятся в пределах 0,378–0,452 тыс. т. Вследствие сравнительно благоприятных условий воспроизводства возросла доля младших возрастных групп. Пополнение, представленное 2-годовиками, увеличило свою долю с 14,6% в 2014 г. до 27,1% в 2015 г. Запас щуки с 2006 г. возрастает и последние три года находится в пределах 2,92–3,02 тыс. т. Наблюдается уменьшение линейно-весовых показателей и сокращение доли самок из-за ННН-промысла ввиду высокой ценности икры.

Лещ. Формирование запаса леща происходит в основном за счёт полупроходной формы. Возрастной, размерно-весовой и половой составы остаются на уровне среднемноголетних величин. Увеличивается абсолютная численность его молоди (в 1,4 раза в 2015 г. и в 4,6 раза в 2016 г.). Последние 10 лет запас леща возрастает и находится в пределах 1,70–1,90 тыс. т. Формирование его происходит в основном за счет среднеурожайных поколений. Лещ относится к рыбам с единой популяцией.

Судак представлен полупроходной формой. Интенсивный его подход наблюдается с понижением температуры воды осенью, одновременно с воблой. Впервые с 2013 г. нагул и миграция судака отмечены во всей прибрежной зоне Республики Калмыкия. Свидетельством увеличения численности судака является появление в 2014 г. 5-годовиков (3,7%), а в 2015 г. – 6-годовиков (6,0%). При этом доля старших возрастных групп (4–6-годовики) увеличилась с 31,2 до 69,4%. Его доля в общих уловах возросла до 9%. В предыдущие годы она колебалась в пределах 0,1–1,6%. Следует отметить, что зачастую немерный судак учитывается статистикой как берш. Для сохранения запасов судака необходимо исключить берша из перечня промысловых объектов. Судак относится к рыбам с единой популяцией, и запас его последние два года находится на уровне 0,561 тыс. т.

Вобла. Вылов её целиком зависит от подхода в прибрежную зону. В основном он отмечается осенью с понижением температуры воды. Весенний ход непродолжительный, и промысел базируется обычно на вобле, зимующей в калмыцкой зоне рыболовства. В это время уловы незначительны и колеблются в пределах 0,9–8,3 т. Вобла относится к рыбам с единой популяцией. Вклад Республики Калмыкия в формирование ее единого запаса составляет 4,5% (0,98 тыс. т). Вид в значительной степени подвержен неучтенному лову и запас его находится в депрессивном состоянии.

Линь. С 2011 г. его уловы идут на убыль. Объем вылова составляет 0,037–0,135 тыс. т. Последние четыре года наблюдается снижение линейно-весовых показателей, также уменьшается концентрация линя в промысловой зоне, составляя 0,5–3,3% от улова. Его запас находится в депрессивном состоянии и за последние пять лет он снизился с 1,44 до 0,90 тыс. т. Для сохранения и увеличения запасов линя необходимо решить вопрос с концентрацией карася как пищевого конкурента.

Запасы прочих, кроме линя, стабильно находятся в удовлетворительном состоянии. Наиболее многочисленны красноперка, карась и окунь.

Красноперка. Уловы ее находятся в пределах 0,352–0,607 тыс. т. Последние четыре года значительно увеличилась численность молоди в связи с благоприятными условиями воспроизводства (табл. 2). Запас красноперки возрастает и последние годы стабилизировался на уровне 4,60 тыс. т.

Таблица 2. Абсолютная численность молоди красноперки, млрд экз.

Годы									
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0,53	0,49	0,59	0,89	0,81	1,37	1,76	1,57	1,91	2,29

Карась серебряный. Его вылов за последние годы составляет 0,252–0,441 тыс. т. Состояние запасов карася благополучное, с тенденцией к увеличению, подтверждением чему служат ежегодно стабильные биологические показатели и сравнительно высокая численность молоди (табл. 3). Из-за высокой численности карася наблюдается снижение его линейно-весовых показателей и плодовитости. Запас формируется в основном урожайными и в меньшей степени среднеурожайными поколениями.

Таблица 3. Абсолютная численность молоди карася, млрд экз.

Годы									
2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
0,79	0,88	1,16	1,19	1,16	1,18	1,28	2,28	4,33	2,43

Окунь. Как короткоцикловый, эврибионтный, рано созревающий вид, окунь имеет высокую воспроизводительную способность. Абсолютная численность молоди – в пределах 0,41–0,87 млрд экз. Негативное воздействие на физиологическое состояние окуня оказывает эустронгилидоз, инвазированность находится в пределах 15–65%. Он может вызывать паразитарную кастрацию окуня [4]. Запасы окуня последние 5 лет на уровне 2,33 тыс. т.

Густера. Максимальные уловы ее отмечаются в ноябре и совпадают со временем подхода воблы. За рассматриваемые годы они составляли 0,141–0,177 тыс. т. Запасы густеры находятся на уровне 0,82 тыс. т.

Жерех – немногочисленная рыба в калмыцкой зоне рыболовства. Популяция представлена полупроходной формой. Доля жереха составляет 0,1–0,2% улова. Объем его вылова колеблется в пределах 0,003–0,014 тыс. т. Запасы мало изменяются, находясь на уровне 0,067 тыс. т.

Таким образом, состояние запасов основных промысловых рыб в калмыцкой зоне рыболовства Северного Каспия удовлетворительное и относительно стабильное.

Список литературы

1. Анохина Л. Е. Закономерности изменения плодовитости рыб. – М.: Наука, 1969. – 290 с.
2. Бабаян В. К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). Анализ и рекомендации по применению. – М.: ВНИРО, 2000. – 192 с.
3. Кушнарченко А. И. Оценка численности рыб по уловам пассивными орудиями /А. И. Кушнарченко, Е. С. Лугарев // Вопросы ихтиологии. – 1983. – Т. 23. – Вып. 6. – С. 921–926.
4. Ларцева Л. В. Современное состояние Волго-Каспийского бассейна по инвазионным заболеваниям рыб / Л. В. Ларцева, Л. А. Вьюшкова, В. В. Проскурина и др. // Современные проблемы Каспия: мат. междунаrodn. конф., посвященной 105-летию КаспНИРХ (24–25 декабря 2002, Астрахань). – Астрахань: КаспНИРХ, 2002. – С. 176–182.
5. Петрушкиева Д. С. Рыбные ресурсы Калмыкии и биологические основы их рационального использования // Рыбохозяйственная наука на Каспии: задачи и перспективы: матер. междунар. конф., посвященной 40-летию ГУ ДП «Дагестанское отделение КаспНИРХ». – Астрахань: КаспНИРХ, 2003. – С. 139–140.
6. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
7. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд. АН СССР. – 1959.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ ЗАПАСОВ ПЛОТВЫ *RUTILUS RUTILUS* В ОЗЕРЕ САРТЛАН

И. В. Поздняк, А. А. Ростовцев, Д. Л. Сукнев

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО»), Новосибирск, Россия,
Sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы динамики численности плотвы в рыбопромысловом озере Новосибирской области оз. Сартлан, и некоторые факторы, влияющие на состояние популяции плотвы.

Ключевые слова: Озеро Сартлан, плотва, динамика вылова, промысловый запас.

CURRENT STATE OF COMMERCIAL STOCKS OF CARP *CYPRINUS CARPIO* IN LAKE CHANY.

I. V. Pozdnyak, A. A. Rostovtsev, D. L. Suknev, T. A. Kabiev

Annotation. The article deals with the dynamics of the number of roach in the fishing lake of the Novosibirsk region lake. Sartlan, and some factors affecting the state of the roach population.

Keyword: Lake Sartlan, roach, dynamics of catch, fishing stock.

Озеро Сартлан (23 тыс. га) расположено в центральной части Западно-Сибирской низменности на границе лесостепной и степной зоны, это третье по величине озеро в Новосибирской области.

Оз. Сартлан – бессточный водоем, питание происходит за счет атмосферных осадков, выпадающих на территории водосборного бассейна и впадающих в него рек Карапуз, Барабайка, Черная а также за счет грунтовых вод [3]. До начала широкомасштабных рыбоводных работ оз. Сартлан относилось к плотвично – окуневому водоему.

В настоящее время видовой состав уловов представлен окунем, серебряным карасем, сазаном, пелядью, язем, плотвой, ельцом, щукой (табл. 1).

Таблица 1. Динамика уловов рыбы в оз. Сартлан

Годы	Единицы измерения	Виды рыб								Всего
		Окунь	Язь	Плотва	Сазан	Пелядь	Карась	Щука	Елец	
2009	т	231	1,6	5,9	1,3	0,6	43,1	0	1,4	285
2010	т	351	7,5	6,5	7,4	0	174,2	0	3,5	550,1
2011	т	276,9	3,3	2,3	7,1	0	101,9	0	1,3	392,8
2012	т	315,3	8,4	4,2	6,2	0	133,6	0	1,7	469,4
2013	т	284,2	8,5	4,8	5,3	0	107,1	0	1,9	412
2014	т	334,1	72,4	11,9	9,8	0	198,3	0	3,3	629,8
2015	т	298	66,8	24,6	85	0	176,5	0	3,3	654,2
2016	т	272,9	84,9	35	208,8	99,9	452,6	0	0,456	1054,6
2017	т	202	88,4	48	475	393,3	494,4	5,9	0,5	1707,5
2018	т	228,1	89,5	30,2	1087,5	297,6	496,7	18,1	120,1	2367,8
В среднем за 10 лет	т	279,35	43,13	17,34	189,34	79,14	237,84	2,4	13,74	852,3

Из таблицы 1 видно, что в последние годы в озере идет заметное увеличение уловов рыбы, связанное с повышением численности и ихтиомассы промысловых стад, в результате благоприятных гидроклиматических условий, а также выполнения рыбоводно-мелиоративных мероприятий и усиления рыбоохранных мер.

При анализе динамики численности и ихтиомассы плотвы в разные по водности годы прослеживается зависимость увеличения её численности и ихтиомассы от повышения уровня воды в водоеме.

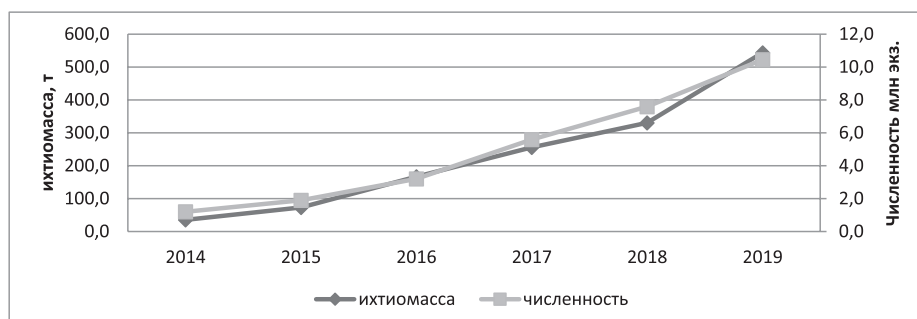


Рис. 1 – Динамика численности и ихтиомассы плотвы в озере Сартлан.

Так, по наблюдениям 2014–2019 гг. отмечается период обводнения озера Сартлан, в связи с этим происходит увеличение численности и ихтиомассы популяции плотвы в водоеме (рисунок 1) [1,2,3].

В 2019 г. в промысле участвовали особи плотвы в возрасте 2+ – 4+ – генерации 2014–2016 гг. (табл. 2).

Таблица 2. Размерно-возрастная характеристика плотвы из уловов в оз. Сартлан, 2019 г.

Возраст	Длина тела, см		Масса, г		Количество исследованных рыб	
	колебания	средняя	колебания	средняя	экз.	%
2+	8,5–13,4	10,6±0,2	25–35	29,5±0,47	44	19
3+	13,5–17,4	15,1±1,5	40–62	51,2±1,1	27	12
4+	19,5–23,4	20,7±0,39	95–155	118,0±5,7	16	7
итого	8,5–38,4	13,9±0,4	25–155	52,5±3,6	87	38

Для определения численности плотвы на оз. Сартлан было проведено 10 тралений, с помощью близнецового трала с шириной раскрытия 8 м продолжительность одного траления составляла 1 час. Проведенные в июле 2019 г. учетные траловые съемки показали, что промысловый запас плотвы в оз. Сартлан составляет 10,35 млн экз., ихтиомасса – 543,6 т (при средней массе 0,052 кг).

Увеличению численности плотвы – способствовали предыдущие многоводные годы (2014–2019 гг.), благоприятно повлиявшие на выживаемость и обеспеченность пищей урожайных поколений.

Список литературы

1. Воскобойников В. А. Общий очерк ихтиофауны озера Чаны / В. А. Воскобойников, А. Н. Гундризера, Б. Г. Иоганзен, С. Ф. Кононов, В. М. Крайнов, Г. М. Кривошеков, Н. А. Нестеренко, Ю. Ф. Малышев, М. И. Феоктистов, В. А. Щенев // Экология озера Чаны. – Новосибирск: Наука, 1968. – С. 158–197.
2. Егоров Е. В. Озеро Сартлан (биологическая продуктивность и перспективы рыбохозяйственного использования) / Е. В. Егоров, В. И. Ермолаев, В. Ф. Зайцев, Л. Б. Мильчакова, Л. С. Прусевич, А. А. Ростовцев, С. М. Соусь. – Тюмень: ФГУП «Госрыбцентр», 2014. – С. 64–69.
3. Иоганзен Б. Г. Рыбное хозяйство Барабинских озер и пути его развития / Б. Г. Иоганзен, А. Н. Петкевич. – Новосибирск: Изд. Барабинского отд. ВНИОРХ, 1954. – 176 с.

**ПАЗИТОФАУНА ГЛУБОКОВОДНОЙ ФОРМЫ ТАЙМЫРСКОГО ГОЛЬЦА
SALVELINUS TAIMYRICUS MICHIN, 1949 («ПУЧЕГЛАЗКА») ОЗ. СОБАЧЬЕ
(ПЛАТО ПУТОРАНА)**

К. В. Поляева

Красноярский филиал «ВНИРО» («НИИЭРВ»), г. Красноярск, Российская федерация,
glechoma21@gmail.com

Аннотация. В статье приведены данные о составе паразитофауны и показателях зараженности глубоководной формы гольца *Salvelinus taimyricus* Michin, 1949 («пучеглазка») оз. Собачье (плато Путорана). Сделаны предположения об отличительных чертах паразитофауны и составе рациона глубоководной формы гольца.

Ключевые слова: оз. Собачье, *Salvelinus taimyricus*, глубоководная форма гольца, «пучеглазка», паразитофауна.

**PARASITOFUNA OF *SALVELINUS TAIMYRICUS* MICHIN,
1949 DEEP-WATER FORM (CHAR-PUCHEGLAZKA) FROM THE LAKE SOBACH'Е
(PUTORANA PLATEAU)**

K. V. Polyayeva

Krasnoyarsk branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Krasnoyarsk, Russia, glechoma21@gmail.com

Summary. The article presents data on the composition of the parasitofauna and the infection rate of the deep-water form of *Salvelinus taimyricus* Michin, 1949 (char-pucheglazka) from the Lake Sobach'e (Putorana Plateau). Hypotheses are made about the distinguishing features of the parasitofauna and the ration of this form of char.

Keywords: lake Sobach'e, *Salvelinus taimyricus*, deep-water char form, char-pucheglazka, parasitofauna

Гольцы рода *Salvelinus* – крайне пластичная группа, способная образовывать множество географических форм [1]. Для водоемов полуострова Таймыр описано 4 эндемичных вида гольцов: боганидская паляя, есейская паляя, голец Дрягина и таймырский голец. Кроме того, для Норило-Пясинской системы озер исследователи выделяют еще несколько форм гольцов, которым не придано таксономического статуса, – глубоководный голец («пучеглазка»), «черная паляя» и «горный голец» [2, 3].

Паразитофауна отдельных форм гольцов р. *Salvelinus* оз. Собачье ранее не изучалась. В данной работе представлено описание паразитофауны глубоководной формы гольца («пучеглазка») из оз. Собачье, отнесенной В. И. Романовым к виду *S. taimyricus* [4]. «Пучеглазку» отличают от других форм относительно крупные глаза, прямая верхнечелюстная кость с мелкими зубами, длинные плавники, малые размеры и масса (в среднем 300 г) [2].

Материал для исследования собран в сентябре 2018 г. на оз. Собачьем, располагающимся на плато Путорана и являющимся частью Норило-Пясинской озерно-речной системы (бассейн р. Пясины). Представляет собой глубокий холодноводный олиготрофный водоем длиной 49 км. Максимальная глубина достигает 162 м. Температура поверхностного слоя воды не превышает 12 °С в августе.

Методом специального паразитологического вскрытия (без учета гемопаразитов и одноклеточных эктопаразитов) исследовано 15 экз. глубоководной формы гольца («пучеглазка») *S. taimyricus*. В выборку вошли рыбы возрастом от 4+ до 7+ лет, длиной тела по Смитту от 231 до 384 (284±12,5) мм, массой тела от 120 до 520 (230±34) г.

В результате исследования у глубоководной формы гольца обнаружено 15 видов паразитов, относящихся к 6 систематическим группам: цестоды (6 видов), трематоды (2 вида), скребни (2 вида), нематоды (3 вида), пиявки (1 вид) и ракообразные (1 вид). Состав паразитофауны и показатели зараженности представлены в таблице 1.

Таблица 1. Состав паразитофауны и показатели зараженности глубоководной формы гольца *S. taimyricus* оз. Собачьего, 2018 г.

Вид паразита	ЭИ, %	Доверительный интервал ЭИ (95%)	ИИ, экз.	Доверительный интервал ИИ (95%)	ИО, экз.	Доверительный интервал ИО (95%)
<i>Eubothrium</i> sp.	66,7	39,7–85,8	6,6	3,2–11,7	4,4	1,87–9,0
<i>Bothriocephalus</i> sp.	6,7	0,3–30,2	1,0	–	0,1	0,0–0,2
<i>Cyathocephalus truncatus</i> (Pallas, 1781)	46,7	22,2–70,6	3,4	1,7–7,7	1,6	0,5–3,9
<i>Diphyllbothrium dendriticum</i> (Nitzsch, 1824) pl	26,7	9,7–53,4	2,7	1,0–4,0	0,7	0,1–1,7
<i>Diphyllbothrium ditremum</i> (Creplin, 1825) pl	13,3	2,4–39,7	2,0	–	0,3	0,0–0,9
<i>Diphyllbothrium</i> sp. pl	6,7	0,3–30,2	1,0	–	0,1	0,0–0,2
<i>Allocreadium transversale</i> (Rudolphi, 1802)	6,7	0,3–30,2	1,0	–	0,1	0,0–0,2
<i>Crepidostomum farionis</i> (Müller, 1780) Lühe, 1909	66,7	39,7–85,8	5,0	3,3–7,1	3,3	1,8–5,3
<i>Echinorhynchus salmonis</i> Muller, 1784	6,7	0,3–30,2	3	–	0,2	–
<i>Echinorhynchus truttae</i> Schrank, 1788	80,0	53,4–94,3	10,4	7,7–16,7	8,3	5,7–13,7
<i>Cystidicola farionis</i> Fisher, 1798	93,3	69,8–99,65	8,1	6,29–10,21	7,6	5,5–9,7
<i>Philonema oncorhynchi</i> Kuitunen-Ekbaum, 1933	26,7	9,7–53,4	2,5	1,2–3,2	0,7	0,1–1,4
<i>Rhabdochona oncorhynchi</i> (Fujita, 1921)	6,7	0,3–30,2	2,0	–	0,1	0,0–0,4
<i>Acanthobdella peledina</i> Grube, 1851	6,7	0,3–30,2	1,0	–	0,1	0,0–0,2
<i>Salmincola edwardsii</i> (Olsson, 1869)	6,7	0,3–30,2	1,0	–	0,1	0,0–0,2

Примечание: ЭИ – экстенсивность инвазии; ИИ – интенсивность инвазии; ИО – индекс обилия. Прочерк в столбце «доверительный интервал» указывает на невозможность расчета доверительного интервала.

Все виды паразитов, за исключением пиявки *A. peledina* и ракообразного *S. edwardsii*, имеют сложный цикл развития, что позволяет сделать выводы о приблизительном составе рациона хозяина.

Видами-доминантами паразитофауны гольца-«пучеглазки» как по экстенсивности, так и по интенсивности являются нематода *Cys. farionis* (ЭИ = 93%, ИИ = 8 экз.) и скребень *E. truttae* (ЭИ = 80%, ИИ = 10 экз.), в цикле развития которых участвуют зообентосные организмы (гаммариды). Роль субдоминантов играют трематода *C. farionis* (ЭИ = 66,7%), цестоды *Eubothrium* sp. (ЭИ = 66,7%) и *C. truncatus* (ЭИ = 46,7%), чьими промежуточными хозяевами (за исключением *Eubothrium* sp.) также являются организмы зообентоса (гаммариды и личинки насекомых).

Анализируя состав паразитофауны можно утверждать, что «пучеглазка» питается организмами зообентоса (гаммариды) и в меньшей степени организмами зоопланктона (веслоногие ракообразные).

Для выявления зависимости зараженности «пучеглазки» доминирующими видами паразитов от возраста исследуемая выборка рыб была разделена на две группы: экземпляры возрастом 4+-5+ и 6+-7+.

Достоверных различий между показателями экстенсивности инвазии не установлено. Достоверные отличия значений интенсивности инвазии и индекса обилия зафиксированы между возрастными группами гольца для скребня *E. truttae*. У хозяев младших возрастных групп (4+-5+) отмечается достоверно меньше экземпляров скребня, чем у рыб старших возрастных групп (6+-7+).

Сравним состав паразитофауны глубоководной формы гольца из оз. Собачье с материалами ранее проведенных исследований паразитофауны гольцов озера без деления на формы (таблица 2).

Таблица 2. Состав паразитофауны глубоководной формы гольца *S. taimyricus* и *S. taimyricus* без деления на формы оз. Собачье в разные года

Вид паразита	Глубоководная форма <i>S. taimyricus</i> (наши данные), 2018 г.	<i>S. taimyricus</i> без деления на формы (наши данные) [5], 2014 г.	<i>S. taimyricus</i> без деления на формы (Рудковский А. И.) [6], 2002–2004 гг.
<i>Zschokkella nova</i> Klokačewa 1914	–	+	–
<i>Eubothrium</i> sp.	+	–	–
<i>Eubothrium salvelini</i> Schrank, 1790	–	–	+
<i>Eubothrium crassum</i> (Bloch, 1779)	–	+	–
<i>Bothriocephalus</i> sp.	+	–	–
<i>Cyathocephalus truncatus</i> (Pallas, 1781)	+	–	–
<i>Diphyllbothrium dendriticum</i> (Nitzsch, 1824) pl	+	–	+
<i>Diphyllbothrium ditremum</i> (Creplin, 1825) pl	+	–	+
<i>Diphyllbothrium</i> sp. pl	+	–	–
<i>Allocreadium transversale</i> (Rudolphi, 1802)	+	+	–
<i>Crepidostomum farionis</i> (Müller, 1780) Lühe, 1909	+	+	–
<i>Crepidostomum</i> sp.	–	–	+
<i>Echinorhynchus salmonis</i> Muller, 1784	+	–	+
<i>Echinorhynchus truttae</i> Schrank, 1788	+	+	–
<i>Cystidicola farionis</i> Fisher, 1798	+	+	+
<i>Philonema oncorhynchi</i> Kuitunen-Ekbaum, 1933	+	+	+
<i>Rhabdochona oncorhynchi</i> (Fujita, 1921)	+	–	–
<i>Acanthobdella peledina</i> Grube, 1851	+	+	+
<i>Salmincola edwardsii</i> (Olsson, 1869)	+	+	–

Отличительными видами паразитов гольца-«пучеглазки» в оз. Собачье могут быть цестоды рода *Bothriocephalus*, *C. truncatus* и нематода *R. oncorhynchi*. *Bothriocephalus* и *R. oncorhynchi* встречаются у «пучеглазки» единично (ИО = 0,1 экз. паразита на одну исследованную особь хозяина), в то время как *C. truncatus* встречается гораздо чаще (ИО = 1,6 экз.) и являются одним из субдоминантов в паразитофауне данной формы гольца.

Заключение. Паразитофауна глубоководной формы гольца («пучеглазка») состоит из 15 видов паразитов в основном со сложным жизненным циклом. Доминирующий вид – нематода *Cys. farionis* (ЭИ = 93%). Значительное место в рационе «пучеглазки» занимают организмы зообентоса. Достоверных различий между показателями экстенсивности инвазии возрастных групп 4+-5+ и 6+-7+ не выявлено. Видом паразитофауны, отличающим глубоководную форму от *S. alpinus* в целом, предварительно можно назвать цестоду *C. truncatus*. Необходимо проведение дальнейших исследований: изучение паразитофауны других видов и форм гольца оз. Собачьего, увеличение объема выборки рыб.

Автор выражает благодарность н.с. ФГБУН Института общей и экспериментальной биологии СО РАН к.б.н. Бурдуковской Т.А. за помощь в определении видов ракообразных

паразитов; с.н.с. Красноярского филиала «ВНИРО» д.б.н. Заделенову В. А. за помощь в сборе материала и определение возраста рыб; сотрудникам и дирекции «Объединенной дирекции заповедников Таймыра» за содействие в сборе материала.

Список литературы

1. Есин Е.В. Гольцы рода *Salvelinus* азиатской части Северной Пацифики: происхождение, эволюция и современное разнообразие/ Е.В. Есин, Г.Н. Маркевич. – Петропавловск-Камчатский Камчатпресс, 2017. – 188 с.
2. Заделенов В. А. Голец-пучеглазка оз. Собачьего (Норильские озера) /В. А. Заделенов, Е. Н. Шадрин, В. В. Матасов, В. И. Романов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2015. – №4. – С. 11–15.
3. Заделенов В. А. Гольцы Таймырского полуострова (обзор) / В. А. Заделенов, Е. Н. Шадрин, В. В. Матасов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2017. – № 12. – С. 19–28.
4. Романов В. И. Ихтиофауна плато Путорана // Фауна позвоночных животных плато Путорана. – М., 2004. – С. 29–89.
5. Поляева К. В. Эколого-фаунистический обзор паразитов лососевидных рыб озера Собачьего (плато Путорана) /К. В. Поляева, В. И. Романов // Российский паразитологический журнал. – 2016. – Т. 37. – №3. – С. 281–290.
6. Рудковский А. И. Инвазии промысловых рыб озера Собачье на юге Таймыра /А. И. Рудковский, Т. А. Бочарова // Ихтиологические исследования на внутренних водоемах: материалы Междунар. науч. конф. – Саранск: Мордов. гос. ун-т., 2007. – С. 131–133.

УДК 574.587.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗООБЕНТОСА В ПОЙМЕ СРЕДНЕЙ ОБИ И ЕЕ ПРИТОКОВ В ПЕРИОД ПОЛОВОДЬЯ

В. К. Попков

НИИ биологии и биофизики Томского государственного университета
г. Томск, hydra@mail.tsu.ru

Аннотация. Выявлены различия в соотношении доминирующих групп и общей биомассе зообентоса между участками постоянного обитания и прилегающими временно заливаемыми участками поймы. Результаты сравнительного анализа свидетельствуют о существенном снижении биомассы зообентоса на временных местообитаниях и различиях между его группами по миграционной активности.

Ключевые слова: зообентос, состав, биомасса, различия, водоемы, пойма.

THE FORMATION OF ZOOBENTHOS IN THE FLOODPLAIN OF THE MIDDLE OB AND ITS TRIBUTARIES DURING THE FLOOD

V. K. Popkov

Summary. Differences in the ratio of dominant groups and the total biomass of zoobenthos between areas of permanent habitat and adjacent temporarily flooded areas of the floodplain were revealed. The results of the comparative analysis indicate a significant decrease in the zoobenthos biomass in temporary habitats and the differences between its groups in migration activity.

Keywords: zoobenthos, composition, biomass, difference, water reservoirs, floodplain.

Обская пойма имеет исключительно важную значимость для формирования кормовой базы рыб и их нагула [2, 4]. В этом отношении особенно велика роль соров Нижней Оби, которые заливаются полыми водами на срок свыше 100 суток, характеризуются наибольшим разнообразием донной фауны и высокой биомассой зообентоса [1, 5]. Отмечается, что благоприятные условия для нагула рыб складываются и на нижнем участке Средней Оби, причем не только в пойменных озерах, но и в прибрежных биотопах водоемов в период половодья [3]. На верхнем участке среднеобской поймы продолжительность затопления поймы заметно снижается, поэтому ее значимость для формирования зообентоса и для нагула рыб не столь очевидна.

Целью данной работы является сравнительный анализ состава и биомассы зообентоса между водоемами различного типа и прилегающими участками поймы в бассейне Средней Оби.

Основным материалом для исследований явились пробы зообентоса, собранные в 2014–2016 г. в начальный период спада половодья на следующих участках пойменно-речной системы:

- Русло и пойма верхнего течения Средней Оби, включая затон и устье впадающего ручья.
- Участок русла и поймы крупного притока Оби – р. Чулым и устьевой участок курии.
- Русло и пойма р. Кисловка (приток р. Томь) и пойменное озеро на участке подпора водами Томи

В 2019 г. пробы зообентоса взяты на пойме нижнего участка Средней Оби (ниже г. Сургута)

Всего взято 256 проб зообентоса. Отбор проб производился дночерпателем Петерсена, фиксация – 80% раствором спирта, обработка – на основе общепринятых методик и определителей групп зообентоса.

На верхнем участке Средней Оби среднемноголетняя (за период с 2009 по 2015 г.) биомасса зообентоса составила 0,37 г/кв.м. Основу ее формировали хирономиды (85%) и олигохеты (11%). На обследованном участке русла она составила 0,27 г/кв.м, в т.ч. на долю хирономид приходилось 74% (табл. 1). Субдоминантами являлись олигохеты, а среди других групп обычными были хелеиды. На илистых отложениях прибрежной поймы, залитой в половодье, выявлено почти в 2-кратное снижение биомассы зообентоса, в т.ч. по группе хирономид – 5-кратное.

Таблица 1. Биомасса зообентоса в русле и пойме р. Обь и ее притоков

	Хирономиды	Олигохеты	Поденки	Моллюски	Проч. гр.	всего
Р. Обь						
Русло	0,2	0,05	-	-	0,02	0,27
Пойма	0,04	0,1	-	-	0	0,14
Р. Чулым						
Русло	0,4	0,4	-	-	0,05	0,85
Пойма	0,2	0,1	-	-	0,05	0,35
Р. Кисловка						
Русло	1,5	0,7	0,3	0,4	0,2	3,1
Пойма	0,4	0,1	0,2	0,2	0,1	1

Крайне низкой биомассой зообентоса характеризуются затопленные песчаные косы и участки с листовым опадом среди зарослей тальника, где эти гидробионты, в основном, представлены мелкими личинками хирономид (соответственно 0,03 и 0,06 г/кв.м).

Бентос русла р. Чулым по сравнению с Обью в целом менее продуктивен (в среднем 0,27 г/кв.м). На контрольном участке русла р. Чулым (заиленная протока) его биомасса в среднем составила 0,85 г/кв.м. Доминируют хирономиды и олигохеты. Из других групп отмечены хелеиды.

В прирусловой пойме р. Чулым, заросшей тальником, на участках с листовым опадом общая биомасса зообентоса снижается в 2,4 раза (до 0,35 г/кв.м), Доминирующий комплекс сохраняется, но снижается доля олигохет.

В русле р. Кисловка общая биомасса зообентоса составляет 3,1 г/кв.м. Примерно половина этой биомассы приходится на хирономид. На залитой пойме общая биомасса составляет 1,5 г/кв.м (2-кратное снижение по сравнению с руслом). Наблюдается снижение биомассы всех групп, но в наибольшей степени оно проявляется по отношению к хирономидам.

В пойменных водоемах и на залитой пойме нижнего участка Средней Оби биомасса зообентоса в среднем составляет 3,7 г/кв.м [3], на илистом грунте обследованного нами пойменного озера – 4,5 г/кв.м, а на залитой пойме – 0,9 г/кв.м (5-кратное снижение). В низовье Оби (нижний плес Ханты-Питлярского сора) выявлено почти 4 кратное снижение по сравнению с руслом р. Питляр [5].

В придаточных водоемах верхнего участка Оби средняя биомасса зообентоса составляет 1,6 г/кв.м. В обследованном затоне р. Обь донные отложения илистые с низким содержанием детрита. Общая биомасса зообентоса в этом затоне в среднем составляет 1,83 г/кв.м и по сравнению с руслом возрастает почти в 7 раз. Состав зообентоса здесь однообразен (доминантами являются хирономиды, субдоминантами – олигохеты) (рис. 1). На пологих и умеренно крутых склонах поймы в районе этого затона и устья впадающего ручья в зарослях травянистой растительности зообентос характеризуется меньшей биомассой (2-кратное снижение). Доминируют хирономиды и поденки. Из других групп бентоса встречаются жуки, личинки стрекоз и типулид.

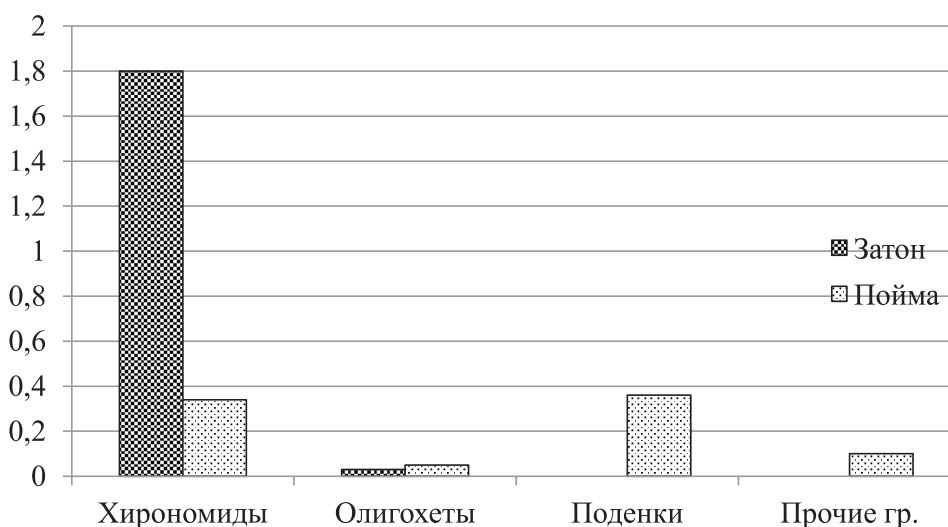


Рис. 1. Биомасса зообентоса в затоне и в пойме р. Обь

В бассейне р. Чулым в устьевом участке курьи в летний период доминируют хирономиды (70% от общей биомассы) (рис. 2), но довольно высока доля других групп крупных водных беспозвоночных (хаборусы, моллюски, хелеиды, личинки поденок, типулид, стрекоз). В пойме на подпоре водами р. Чулым на умеренно-крутых склонах среди зарослей отмершей травянистой растительности формируются временные сообщества с разнообразным составом, но сравнительно низкой общей биомассой (4-кратное снижение по сравнению с курьей при 6-кратном снижении биомассы хирономид).

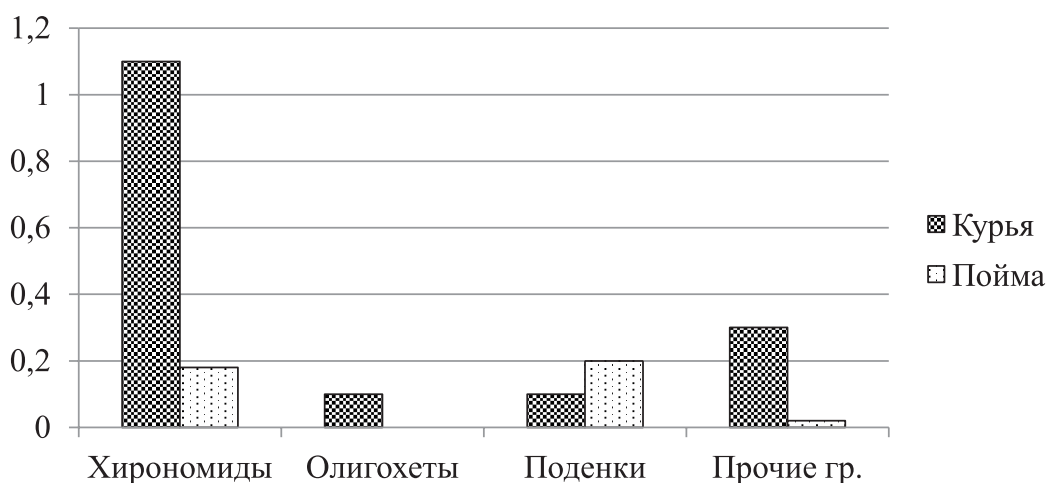


Рис. 2. Биомасса зообентоса в курье и в пойме (басс. Р. Чулым)

Пойменное озеро, расположенное в бассейне р. Кисловка, характеризуется высокой биомассой хирономид в открытой зоне и моллюсков – в прибрежной. Эти группы доминируют в общей биомассе зообентоса (рис. 3), которая составляет 7,4 г/кв.м. На залитой пойме выявлено 3-кратное снижение биомассы общего бентоса.

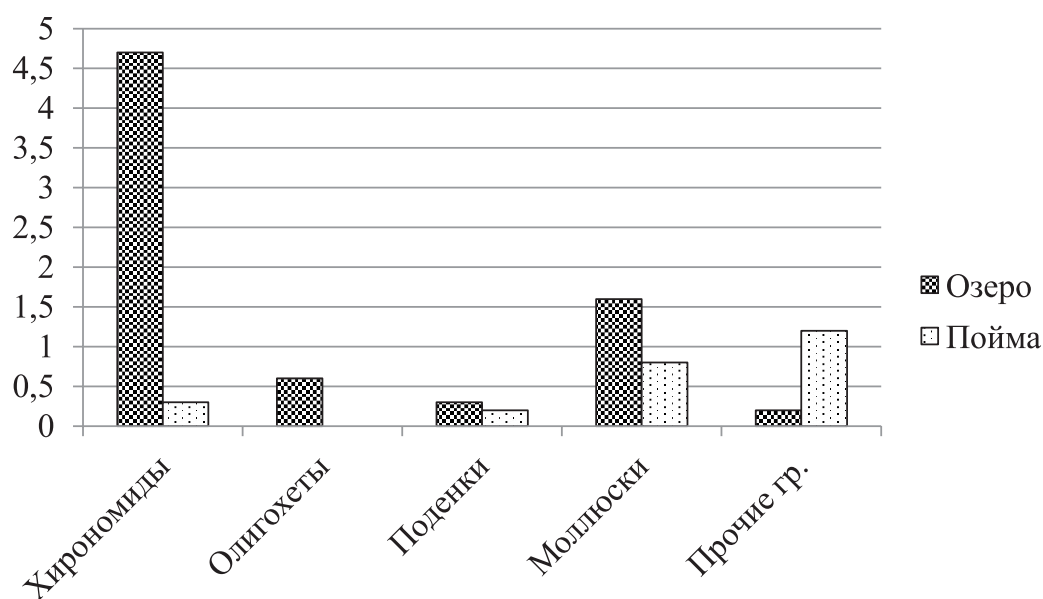


Рис. 3. Биомасса зообентоса в озере и в пойме (басс. р. Кисловка)

Обобщая имеющуюся информацию, отмечаем, что сравниваемые участки водоемов и временно заливаемых участков имеют сходный состав доминирующего комплекса. Различия по соотношению групп зообентоса свидетельствует о том, что зообентос зоны временного затопления формируется, в основном, за счет миграции из зоны постоянного обитания, но группы зообентоса различаются по миграционной активности.

В зоне временного затопления поймы общая биомасса зообентоса ниже таковой в водоемах и водотоках Оби обычно в 2–3 раза. На отдельных участках эти различия достигают 5-кратного значения.

Работа выполнена в рамках конкурсной части государственного задания № 5.4004.2017/4.6 ПЧ и гранта РФФИ № 18-00-01 493 КОМФИ.

Список литературы

1. Брусынина И. И. Современное состояние экосистемы реки Оби и ее притоков в условиях антропогенного воздействия/ И. И. Брусынина, В. Р. Крохалевский //Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – Л., 1989. – Вып. 305. – с. 3–22.
2. Иоганзен Б. Г. Зональное и биотопическое распределение рыб в долине Оби. /Биологические ресурсы поймы Оби. – Новосибирск: Наука, 1972. – С.270–291.
3. Матковский А. К. Развитие кормовой базы и ее влияние на распределение рыб в водоемах Среднего Приобья // А. К. Матковский, В. А. Алексюк, Г. Х. Абдуллина //Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование: матер.науч.конф. – Новосибирск, 1997. – С.174–177.
4. Москаленко Б. К. Биологические основы эксплуатации воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна. – Тюмень, 1958. – 250 с.
5. Шарапова Т. А. К изучению зообентоса Ханты-Питлярского сора / Вестник Ишимского государственного педагогического института им. П. П. Ершова. – 2013. – №6 (12). – С. 131–139.

УДК 597.553

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОБЛЫ В КАЗАХСТАНСКОМ СЕКТОРЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Н. Н. Попов, А. К. Камелов, Н. Н. Костюрин

ТОО «Казэкопроект», Атырау, Казахстан, fich63@mail.ru, askar.kamelov@mail.ru,

Аннотация. Представлены результаты исследования состояния популяции воблы в казахстанском секторе Каспийского моря в 2018 г. Дана характеристика изменений основных биологических показателей вида (длина, масса, возраст и соотношение полов) в сравнении с 2016 г. Установлено возрастание размерно-весовых и возрастных показателей и снижение упитанности рыб.

Ключевые слова: вобла, казахстанский сектор Каспийского моря, длина, масса, возраст.

BIOLOGICAL INDICATORS OF ROACH IN THE KAZAKHSTAN SECTOR OF THE CASPIAN SEA

N. N. Popov, A. K. Kamelov, N. N. Kostjurin

Summary. The results of studies of the state of the roach population in the Kazakhstan sector of the Caspian Sea in 2018 are presented. Characteristics of changes in the main biological indicators of the species (length, weight, age and sex ratio) are compared with 2016. An increase in size, weight and age indices and a decrease in fatness of fish were found.

Key words: roach, Kazakhstan sector of the Caspian Sea, length, mass, age.

Вобла является традиционным и одним из основных объектов промысла в Урало-Каспийском бассейне, вылов которого достигает до 30% от общих уловов рыб. Численность и запасы вида значительно изменяются по годам под воздействием природных и, особенно, антропогенных факторов, усилившихся в последние годы. В связи с этим важное значение приобретают регулярные исследования состояния популяции в **казахстанском секторе** Каспийского моря (КСКМ).

Целью работы явилось исследование биологических показателей особей в популяции воблы в КСКМ.

Исследования проводились в летний и осенний периоды на научно-исследовательских судах ТОО «Казэкопроект» – «Алтай» и «Зайсан». В летний период отлов рыб проводился 9-ти метровым донным тралом, в осенний – 4,5 метровым. Выставлялся порядок контрольных сетей с размерами ячеи от 20 до 90 мм. Всего в 2018 г. было выполнено 91 траление и сделано 18 постановок контрольных сетей. Исследования и обработка материала проводились согласно общепринятых методик [1,2].

В период наших исследований в уловах встречались особивоблы размерами от 12,0 до 28,5 см, при среднем значении 18,42 см (таблица 1). Масса рыбколебалась в пределах от 32 до 468 г, (средняя – 129,4 г.).

Таблица 1. Длина и масса воблы в КСКМв 2018 г.

Возраст	Длина, см			Масса, г			n
	lim	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	lim	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	
2	12,0–15,8	13,75±0,10	4,98	32–80	49,2±1,3	19,49	51
3	14,9–17,3	16,06±0,09	4,63	50–97	75,7±1,5	16,35	65
4	17,5–19,3	18,45±0,06	3,12	82–150	117,4±1,7	13,11	81
5	19,5–21,5	20,34±0,07	2,90	118–200	160,3±2,2	11,42	70
6	20,5–23,7	22,44±0,13	3,32	180–272	215,7±4,7	12,80	34
7	23,7–26,3	25,02±0,24	3,65	247–386	314,2±11,7	14,36	15
8	28,0–28,5	28,50±0,25	1,25	460–468	464,0±4,0	1,22	2
Средняя	12,0–28,5	18,42±0,18	17,44	32–468	129,4±4,1	56,51	318

Популяцию составляли особив возрасте от 2 до 8 лет, 68% рыб было представлено 3-х –5-тилетними особями. Средний возраст вида в 2018 г. составил 4,1 года, что несколько выше показателя 2016 г. (3,8 лет).

В 2018 г. по сравнению с 2016 г. заметно возросли и средние размерно-весовые показатели воблы (таблица 2), длина увеличилась на 1,77 см, масса возросла на 40,2 г. (P<0,05). Необходимо отметить, что указанные изменения средних величин в целом находятся в диапазоне многолетних колебаний данных показателей.

Таблица 2. Изменения размерно-весовых показателей воблы в КСКМ

Годы	Длина, см			Масса, г			n
	lim	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	lim	$\bar{x} \pm S \bar{x}$	Cv, %	
2016	12,5–34,0	16,65±0,64	16,09	25–630	89,2±3,4	63,44	671
2018	12,0–28,5	18,42±0,18	17,44	32–468	129,4±4,1	56,51	318

Упитанность особей, в последние годы заметно высокая, в 2018 г. несколько снизилась, но осталась на уровне среднееголетних значений (коэффициент упитанности по Фультону – 1,88).

В соотношении полов в популяции воблы сохраняется преобладание самок, доля которых составляет в последние годы порядка 80%.

Таким образом в популяции воблы в казахстанском секторе Каспийского моря в 2018 г. существенных изменений не произошло. По сравнению с 2016 г. увеличились средние размерно-весовые и возрастные показатели рыб, однако эти изменения находятся в диапазоне многолетних колебаний. Коэффициент упитанности был на уровне среднееголетних значений.

Список литературы

1. Инструкция по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. – Астрахань: КаспНИРХ, 2011. – 351 с.
2. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М., 1966. – 376

СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ РОТАНА *PERCCOTTUS GLENII* DYBOWSKI, 1877 НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С. Н. Решетникова^{1,2}, Е. А. Интересова^{1,2}

¹ ФГАОУ ВО Национальный исследовательский Томский государственный университет

² Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО»), sreshetnikova@list.ru

Аннотация. В пищевом комке ротана *Perccottus glenii* идентифицировано 15 компонентов. Основу питания ротана в весенний период составили личинки амфибиотических насекомых и земноводные, а в летний и осенний периоды – рыбы; отмечено снижение разнообразия состава пищи к осени.

Ключевые слова: ротан, *Perccottus glenii*, биологические инвазии, чужеродные виды, рыбы, питание, Западная Сибирь.

SEASONAL FEEDING HABITS OF ROTAN *PERCCOTTUS GLENII* DYBOWSKI, 1877 IN SOUTHERN WESTERN SIBERIA

S. N. Reshetnikova^{1,2} E. A. Interesova^{1,2}

Summary. In total, 15 components were identified in the food clump of the rotan *Perccottus glenii*. The basis of rotan food in the spring were the larvae of amphibiotic insects and amphibians, and in the summer and autumn – fish; there was a decrease in the diversity of food composition by autumn.

Key words: rotan, *Perccottus glenii*, biological invasions, alien species, fish, nutrition, Western Siberia.

В последние годы в Сибири происходит стремительное распространение ротана *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 [1, 2, 4–6], однако вопросам его питания, одного из основных факторов воздействия данного вселенца на реципиентные экосистемы, уделяется мало внимания.

С целью изучения сезонных изменений в питании ротана *Perccottus glenii* в условиях водоема южно-таежной подзоны Западной Сибири были произведены сборы разноразмерных особей данного вида в пруду у с. Кудринка Томской области (56°31' N, 84°41' E). Рыбу отлавливали мальковым неводом в первой половине дня (с 10–30 до 12–00) 24 мая, 01 августа и 29 октября 2017 года. Для характеристики питания просматривали содержимое всего пищеварительного тракта. Вычисляли долю (%) компонентов пищевого комка по массе с использованием фактических весов и частоту встречаемости (% к общему количеству рыб с пищей) [3]. Индекс наполнения рассчитывали по формуле: $I = w/Q \times 10000$, где I – индекс наполнения; w – масса пищевого комка, г; Q – масса рыбы, г. Всего проанализировано 26 пищеварительных трактов ротанов, отловленных в весенний период, 38 – в летний и 30 – в осенний. Достоверность различий оценивали с использованием критериев Манна-Уитни и Стьюдента.

У ротанов, отловленных в весенний период, всего было идентифицировано 11 компонентов пищевого комка: 8 у особей менее 115 мм и 5 у более крупных экземпляров (табл.). У особей меньшей размерной группы основу питания по массе составляли личинки хирономид (54,8%), отмеченные почти во всех пищеварительных трактах с пищей (частота встречаемости – 92,0%), а также личинки стрекоз (17,3%), имевшие частоту встречаемости 23,0% (табл.). В 15,0% случаев в пищевом комке обнаружена икра рыб, по массе, однако, составляющая всего 0,9%. Кроме того, отмечена растительность, а также фрагменты крыльев насеко-

мых. В одной из наиболее крупных рыб в большей размерной группе (Sl = 165 мм, Q = 137,5 г) обнаружен экземпляр остромордой лягушки *Rana arvalis* с длиной тела 50 мм и массой 12,05 г. Его массовая доля в пищевом комке крупноразмерных особей составила 88,0%. Кроме земноводного, значительна роль слепней (8,8%), отмеченных в пищеварительных трактах большинства особей (75,0%). Также следует отметить наличие в пищевом комке крупных особей ротана костей рыб, что свидетельствует о хищничестве данного вида и в весенний период (табл.).

Таблица. Состав содержимого пищеварительных трактов ротана *Perccottus glenii* Кудринского пруда

Группы	Даты сбора материала											
	24 мая 2017 г.				01 августа 2017 г.				29 октября 2017 г.			
	Размерные группы											
	< 115		≥ 115		< 115		≥ 115		< 115		≥ 115	
	N, %	B, %	N, %	B, %	N, %	B, %	N, %	B, %	N, %	B, %	N, %	B, %
Trichoptera	8,0	9,6	-	-	8,0	1,5	-	-	-	-	-	-
Odonata	23,0	17,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ephemeroptera	15,0	6,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tabanidae	-	-	75,0	8,8	8,0	10,0	-	-	-	-	-	-
Dytiscidae	-	-	-	-	8,0	4,5	13,0	5,7	50,0	18,4	-	-
Chironomidae	92,0	54,8	50,0	0,2	38,0	17,5	50,0	2,4	33,0	3,6	33	3,4
Cybaeidae	15,0	0,6	25,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Остромордая лягушка <i>Rana arvalis</i>	-	-	25,0	88,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Икра рыб	15,0	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Карповые	-	-	-	-	8,0	20,1	-	-	50,0	33,3	47,0	59,5
Ротан	-	-	-	-	46,0	40,1	63,0	71,8	17,0	23,2	40,0	29,4
Кости рыб	-	-	50,0	2,4	15,0	6,3	38,0	20,1	67,0	21,5	33,0	7,7
Растительность	23,0	11,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Фрагменты раковин моллюсков	-	-	-	-	8,0	-	38,0	-	-	-	-	-
Фрагменты крыльев насекомых	8,0	11,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: **N** – частота встречаемости объектов в пищевом комке ротана *Perccottus glenii*, % от количества рыб с пищей, **B** – состав содержимого пищеварительных трактов ротана, % массы.

При анализе содержимого пищеварительных трактов ротанов, отловленных в августе, всего было идентифицировано 8 компонентов пищевого комка: 8 у особей меньшей размерной группы и 5 у более крупных экземпляров. Наибольшее значение в питании имели рыбы. У особей меньшей размерной группы их массовая доля в пищевом комке была 60,2% (отмечены в 54,0%), кроме того, у 15,0% экземпляров в пищеварительном тракте обнаружены кости рыб. У более крупных особей рыбы составили 71,8% массы пищевого комка (отмечены в 63,0%), а кости рыб выявлены еще в 38,0% случаев. При этом рыбные пищевые объекты преимущественно являлись молодью своего вида, и только у одного ротана меньшей размерной группы в пищеварительном тракте обнаружено 2 экз. молоди серебряного карася. Доля беспозвоночных в летний период была существенно ниже, чем в весну, и составила от 8,1% у особей большего размера до 33,5% у ротанов меньшей размерной группы. У особей менее 115 мм

из беспозвоночных наибольшую роль имели личинки хирономид, отмеченные у 38,0% особей с наполненным пищеварительным трактом и составившие 17,5% массы пищевого комка. Кроме того, следует отметить наличие в пищевом комке и той, и другой размерной группы ротанов фрагментов раковин моллюсков.

При анализе содержимого пищеварительных трактов ротанов, отловленных в осенний период, всего было идентифицировано 5 компонентов пищевого комка: 5 у особей меньшей размерной группы и 4 у более крупных экземпляров. Основу питания, как и в августе, составляли рыбы: у особей меньшей размерной группы их доля в массе пищевого комка была 56,5%, а у особей большего размера – 88,9%, при этом они отмечены в 67,0 и 87,0% особей соответственно. У ротанов и той, и другой размерной группы в питании преобладали карповые (табл.). Значение беспозвоночных в этот период не велико, они представлены только личинками хирономид и плавунцами. Их доля в составе пищи от 3,4% у особей большего размера до 22,0% у особей меньшей размерной группы.

Таким образом, всего в пищевом комке ротана Кудринского пруда идентифицировано 15 компонентов, включая личинок амфибиотических насекомых; водных беспозвоночных, в том числе моллюсков; рыб и их икру; земноводных; а также растительность. Основу питания ротана в весенний период составляют личинки амфибиотических насекомых и земноводные, а в летний и осенний периоды – рыбы. При этом отмечено снижение разнообразия рациона с мая по октябрь. Кроме того, во все сезоны выявлено большее разнообразие рациона у ротанов меньшей размерной группы, при этом у более крупных особей доля рыбных пищевых объектов в спектре питания выше. Упитанность ротана и по Фультону, и по Кларку, весной ниже, чем летом и осенью.

Список литературы

1. Журавлев В.Б. Вселение ротана-головешки в пойменные водоемы бассейна Верхней Оби / В.Б. Журавлев, Е.И. Ломодуров, Д.П. Лукьянов // IX Съезда Гидробиол. об-ва РАН: тез. докл. – Тольятти, 2006. – Т. 1. – С. 163.
2. Интересова Е.А. Чужеродные виды рыб в бассейне Оби // Российский журнал биологических инвазий. – 2016. – Т. 9. – №1. – С. 83–100.
3. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука. 1974. – 254 с.
4. Решетников А.Н. Расширение ареалов ротана *Perccottus glenii*, верховки *Leucaspius delineatus* и уклейки *Alburnus alburnus* в бассейне р. Обь / А.Н. Решетников, А.С. Голубцов, В.Б. Журавлев и др. // Сибирский экологический журнал. – 2017. – Т. 24. – №6. – С. 697–707.
5. Решетников А.Н. Распространение ротана (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) в реке Оби / А.Н. Решетников, А.П. Петлина // Сибирский экологический журнал. – 2007. – Т. 14. – №4. – С. 551–555.
6. Сусяев В.В. Биология ротана *Perccottus glenii* Dybowski, 1877 в водоемах южно-таежной зоны Западной Сибири / В.В. Сусяев, С.Н. Решетникова, Е.А. Интересова // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2016. – №1 (38). – С. 78–85.

УДК 597.4/.5; 639.2/.3

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ОЗЕРА КАМЫШОВОЕ КОШ-АГАЧСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Г.А. Романенко ^{1,2}, И.Ю. Теряева ², Д.Г. Елизарьев ²

¹Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Барнаул,

²ФГБОУ ВО «Новосибирский ГАУ», г. Новосибирск,
geo403@yandex.ru

Аннотация. Республика Алтай располагает большой протяжённостью водотоков и значительными площадями озёр, имеющих рыбохозяйственное значение. Сбор материалов осуществлялся в полевой сезон 2018 г. на озере Камышовое Кош-Агачского района Республики Алтай. Для озера характерен олиговидовой тип ихтиоценоза. Ихтиофауна представлена алтайским османом Потанина и серебряным карасем. Серебряный карась впервые отмечен на территории Кош-Агачского района Республики Алтай.

Ключевые слова: озера среднегорий, ихтиофауна, алтайский осман Потанина, серебряный карась, расселение.

CURRENT STATE OF ICHTHYOFAUNA LAKES KAMYSHOVOE KOSH-AGACHSKY DISTRICT OF THE ALTAI REPUBLIC

G. A. Romanenko, I. Y. Turaeva, D. G. Elizaryev

Summary. The Republic of Altai has a large length of watercourses and significant areas of lakes of fishery importance. Collection of materials was carried out in the field season of 2018 on the lake Kamyshovoye Kosh-Agachsky district of the Altai Republic. For lake characteristic olhovidnoy type of the ichthyocenosis. Ichthyofauna is represented by Altai Osman Potanin and Prussian carp. Prussian carp was first noted on the territory of the Kosh-Agach District of the Altai Republic.

Keywords: middle lake, fish fauna, Altai Osman Potanin, Prussian carp, resettlement.

Республика Алтай располагает большой протяжённостью водотоков и значительными площадями озёр, потенциально имеющих рыбохозяйственное значение. Большинство водоёмов региона относятся к первой и высшей рыбохозяйственной категории, благодаря обитанию и размножению в них ценных видов рыб: лососёвых (обыкновенный таймень *Hucho taimen* (Pallas, 1773), микижа *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792)) и сиговых (муксун *Coregonus muksun* (Pallas, 1814), обыкновенный сиг *Coregonus lavaretus* (Linnaeus, 1758)) [1, 5].

Ввиду того, что на территории Республики Алтай Правилами рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна (2014), промышленное рыболовство и рыболовство в культурно-просветительских целях в водоемах Республики Алтай запрещены, в водоемах и водотоках региона осуществляется исключительно спортивно-любительское, товарное и рыболовство в научно-исследовательских и контрольных целях, а так же рыболовство в целях обеспечения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов. Рыбохозяйственное использование водоёмов и их ихтиофауны на протяжении длительного времени остается на низком уровне в связи с труднодоступностью средне- и высокогорных водоёмов и крайне низким уровнем организации как спортивно-любительского, так и товарного рыболовства.

Целью данной работы было проанализировать современное состояние ихтиофауны озера Камышовое Кош-Агачского района Республики Алтай.

Объекты и методы исследований

Сбор материалов осуществлялся в полевой сезон 2018 г. на озере Камышовое Кош-Агачского района Республики Алтай (рисунок 1).

Видовой состав и пространственное распределение рыб изучались методом контрольных обловов набором ставных жаберных сетей с ячейей 22,0–85,0 мм, длина каждой сети – 25,0 м, общая длина набора сетей – 350,0 м. Длительность экспозиции – 12 часов. При сборе, обработке и анализе ихтиологического материала применялись общепринятые методики [3]. Статистическая обработка приведена с использованием пакета программ Microsoft Office 2007.



Рис. 1. Озеро Камышовое Кош-Агачского района Республики Алтай

Результаты исследований и их обсуждение

Озеро Камышовое расположено в 4 км от с. Кош-Агач Кош-Агачского района Республики Алтай в пойме р. Чуя на высоте 1758 метров над уровнем моря. Площадь водоема составляет 7,4 га. Средние отметки глубин около 3,5 м, максимальные – 5,4 м, наблюдаются в центральной части озера.

Озеро имеет немного вытянутую с запада на восток форму. Максимальная длина водоема составляет 386,0 м, ширина – 238,0 м. Длина береговой линии составляет 1022,0 м, коэффициент изрезанности – 0,6 (слабоизрезанное). По происхождению озеро Камышовое относится к типу моренных озер. Юго-восточная часть озера представляет собой мелководную литоральную часть с глубинами не более 1,5–2,0 м. На остальной части озера глубины нарастают быстро, обрывисто. Донные грунты озера повсеместно представлены валунно-каменисто-галечниковыми фракциями, с глубин 0,4–0,6 м покрытыми легкими илистыми отложениями.

Питание в основном происходит за счет поверхностного стока в весенний период, отмечено так же родниковое питание. Из юго-восточной части озера вытекает ручей. Уровень воды постоянный, с незначительными колебаниями в течение года.

Берег болотистый, местами топкий, покрыт дерновинами злаковых и осоковых трав. Зарастание бордюрное (тростник обыкновенный, рогоз широколистный, сусак зонтичный). Растительные сообщества береговой зоны представлены в основном горно-степными ландшафтами.

Озеро Камышевое характеризуется олиговидовым типом ихтиоценоза. Среди представителей ихтиофауны доминирующее положение занимает алтайский осман Потанина (*Oreoleuciscus potanini* (Kessler, 1879)), второстепенное значение имеет серебряный карась (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)).

На водоеме осуществляется исключительно спортивно-любительское рыболовство. Основной промысловый вид водоема – алтайский осман Потанина. В уловах представлены особи от девяти до двадцати восьми лет, преобладают особи тринадцати и четырнадцати лет. Средняя промысловая длина особей в уловах составляет 192,9 мм, масса – 111,7 г (таблица 1).

Таблица 1. Размерно-массовая характеристика стада османа в озере Камышовое, 2018 г.

Промысловая длина, мм		Масса рыб, г	
средняя	колебания	средняя	колебания
192,9±7,5	157,0–308,0	111,7±12,4	55,0–293,0

Соотношение полов близко 1:1, абсолютная плодовитость особей 9–12 лет составляет 7,5–10,0 тыс. икринок, с возрастом увеличивается и к 18–25 годам достигает 25,0–30,0 тыс. Диаметр икринок во всех возрастных группах не превышает 0,6 мм, в среднем 0,3 мм.

Вторым по численности отмечен серебряный карась. В уловах отмечены особи 3 возрастных групп, причем преобладают особи пяти-шести лет (таблица 2). Для вида характерна концентрация в юго-восточной мелководной части озера в зарослях высшей водной растительности. Половой состав отличается равным соотношением самцов и самок, абсолютная плодовитость колеблется от 18,0 тыс. икринок (4+) до 273,6 тыс. (6+), относительная плодовитость составляет в среднем 300–500 икринок на 1 г массы тела. Средний диаметр икринок составляет 0,8–0,9 мм, максимальный – 1,2 мм.

Таблица 2. Характеристика стада серебряного карася в контрольных уловах озера Камышовое, 2018 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Масса, г		Возрастные группы, %
	средняя	lim	средняя	lim	
4+	182,7±3,6	170,0–197,0	109,7±3,6	93,0–122,0	62,8
5+	216,0±5,6	205,0–223,0	187,3±16,9	168,0–221,0	31,4
6+	235,0±7,8	214,0–246,0	309,0±18,2	187,0–319,0	5,8

Необходимо отметить, что серебряный карась в водоемах Кош-Агачского района Республики Алтай в целом и Чуйской степи в частности ранее не отмечался [2]. Н. П. Малков (2007) отмечает появление серебряного карася в пойменных водоемах реки Чуя (бассейн р. Катунь) в северной части Курайской степи летом 2005 года, вероятнее всего за последние многоводные годы произошло самостоятельное расселение вида вверх по течению Чуи. В отличие от популяций серебряного карася равнинных водоемов Алтайского края [6] особи из озера Камышового отличаются несколько увеличенным возрастным рядом (семилетние особи не редкость), замедленным темпом линейного и весового роста и равным соотношением самцов и самок.

Ихтиофауна озера Камышовое представляет большой научный интерес для проведения фаунистических исследований, направленных на установление экологических взаимодействий вида-вселенца – серебряного карася с местным видом нагорно-азиатского фаунистического комплекса – алтайским османом Потанина.

Список литературы

1. Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т.1. – М.: Наука, 2003. – 379 с.
2. Голубцов А. С. Очерк ихтиофауны Республики Алтай: систематическое разнообразие, распространение и охрана/ А. С. Голубцов, Н. П. Малков. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2007. – 164 с.
3. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 375 с.
4. Приказ Министерства сельского хозяйства России № 402 от 22.10.2014 «Об утверждении правил рыболовства для ЗападноСибирского рыбохозяйственного бассейна».

5. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 16.03.2009 № 191 «Об утверждении Перечня особо ценных и ценных видов водных биоресурсов, отнесенных к объектам рыболовства».
6. Романенко Г. А. Особенности серебряного карася (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)) в водных объектах Алтайского края и Республики Алтай // «PontusEuxinus 2017»: тезисы X Всероссийской научно-практической конференции. – Севастополь: DigitPrint, 2017. – С. 182–184.

УДК 597.08.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ СИГА-ПЫЖЬЯНА В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ХАНТАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В. И. Романов

Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Томск, Россия, icht.nrtsu@yandex.ru

Аннотация. Исследованы изменчивость некоторых морфологических признаков сига-пыжьяна в разные годы формирования Хантайского водохранилища. Показано, что через сорокалетний период, прошедший после первых сборов, изменений различий между признаками практически не произошло.

Ключевые слова: Сиг-пыжьян, формирующееся водохранилище, изменение морфологических признаков

STUDYING MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF SIBERIAN WHITEFISH (PYZHYN) IN THE PROCESS OF FORMATION OF THE KHANTAI RESERVOIR

V. I. Romanov

National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

Summary. The degree of variability of some morphological characters of whitefish pyzhyan in different years of the formation of the Khantai reservoir was studied. It has been shown that after forty years of the period since the first collecting, changes in differences between their morphological characters did not occur.

Keywords: whitefish pyzhyan, emerging reservoir, change of morphological characters.

При образовании ряда сибирских водохранилищ в состав их ихтиофауны вошел ряд аборигенных сиговых видов рыб. Среди них наиболее часто встречался сиг-пыжьян (ангаро-енисейские водохранилища). Наибольшим разнообразием видового состава сиговой фауны среди сибирских водоемов характеризовалось только водохранилище Усть-Хантайской ГЭС (рисунок), расположенное на правом притоке Нижнего Енисея. Это самое северное водохранилище в Евразии. Всего, в разный период его формирования здесь отмечалось до пяти видов сиговых рыб [11, 9, 22]. Однако наибольшее значение в промысле имели три вида – ряпушка, пелядь и сиг-пыжьян. Указанный в первых публикациях чир практически сразу исчез из состава ихтиофауны. Валик представлен речной формой [12] и встречается только в притоках водохранилища (Хантайка, Акиты, Горбиачин, Кулюмбе и др.).



Рис. Карта-схема Хантайского водохранилища

В начальный период формирования этого водоема промысловая численность сиговых Хантайского водохранилища была несопоставима выше, чем в других искусственных водоемах Сибири и европейской части страны [20]. В 1980-е годы сиговые давали более половины уловов всех сиговых рыб, добытых в водохранилищах страны. В последующем, к началу 1990-х годов, рыбный промысел, из-за высоких тарифов на вывоз рыбы, пришел в упадок и до настоящего времени ведется лишь в очень ограниченных объемах.

В Хантайском водохранилище фаза вспышки трофии, характерная для начальной фазы формирования искусственного водоема, наиболее сильно проявлялась до 1975–1977 гг., то есть в период затопления ложа этого водоема. Эта фаза характеризовалась максимальным поступлением биогенных элементов при ежегодном залитии новых площадей. После достижения проектной отметки уровень трофической обеспеченности уже лимитируется, в том числе и увеличением внутривидовой и межвидовой конкуренции на почве питания и наступает фаза трофической депрессии. Депрессионные процессы здесь стали проявляться уже с 1978–1979 гг. В Хантайском водохранилище и первая, и вторая фазы заметно повлияли на биологические характеристики всех рыб. Относительно биологии сиг-пыжьяна этого водоема имеются публикации [4, 11, 13, 15, 18–20].

Учитывая, что микроэволюционные процессы в нестабильных условиях существования проходят более интенсивно и проявляются обычно значительно ярче, данное обстоятельство привлекло морфологов к исследованию изменчивости признаков рыб в условиях формирующихся водохранилищ [1–3, 5, 6, 8, 14, 16]. Предполагалось, что и итоги эти процессов могут сказаться на морфологическом «облике» одного из сиговых – сига-пыжьяна.

Сбор и статистическая обработка морфологических данных проводились на свежем материале в соответствии с общепринятыми методиками [7, 10, 21] одним оператором. Для оценки достоверности различия использовался критерий Стьюдента (t_s).

Различия между исследованными 17-ю пластическими признаками, являющимися индексами относительно длины по Смитту были исследованы на примере сборов двух смежных лет – 1979, 1980 и через сорокалетний период – в 2019 г. Выборки составили приблизительно близкие объемы исследованных рыб, все они характеризовали нерестовую часть популяции, мигрирующую в основной приток водохранилища – р. Хантайку. Материал был смешанным в половом отношении при некотором превышении числа самок над самцами в эти годы. Размер исследованных рыб отражал структуру массовых представителей в конкретный год. При этом более крупные по размерам сига, отловленные в 1979 и 1980 гг., были существенно моложе, чем рыбы, отловленные в 2019 г., что характеризовало биологические характеристики сига в эти годы. Как показано в табл. 1, в 2019 г. направленное изменение среди пластических признаков можно отметить только для длины головы и связанных с ней признаков (например, антепектральное и антедорсальное расстояния).

Таблица 1. Морфологические признаки сига-пыжьяна разных лет сборов

Признаки	1979, 36 экз.		1980, 40 экз.		t_{st}			2019, 42 экз.	
	$\bar{x}$	$\pm m$	$\bar{x}$	$\pm m$	1979/ 1980	1979/ 2019	1980/ 2019	$\bar{x}$	$\pm m$
Sm, мм	365,3	2,28	384,2	3,28	4,74	4,19	8,06	351,3	2,43
C	18,71	0,08	18,69	0,11	–	<u>7,46</u>	<u>6,39</u>	19,52	0,07
H	21,92	0,24	22,30	0,22	–	2,40	<u>3,71</u>	21,13	0,22
h	7,18	0,07	7,17	0,06	–	–	–	7,04	0,05
pA	12,00	0,16	13,66	0,14	<u>7,77</u>	<u>3,48</u>	<u>6,09</u>	12,63	0,09
aA	70,52	0,20	71,81	0,17	<u>5,01</u>	<u>5,91</u>	–	72,07	0,18
aV	46,71	0,20	48,32	0,18	<u>5,87</u>	<u>7,57</u>	–	48,81	0,19
aD	42,19	0,19	43,02	0,15	<u>3,48</u>	<u>8,78</u>	<u>6,28</u>	44,47	0,18
aP	18,65	0,11	18,71	0,14	–	<u>10,81</u>	<u>9,11</u>	20,18	0,09
PA	53,27	0,25	54,11	0,23	2,51	–	2,32	53,43	0,19
PV	28,97	0,20	29,56	0,17	2,30	2,21	–	29,58	0,20
VA	25,28	0,21	25,68	0,17	–	2,80	<u>5,00</u>	24,55	0,15
ID	11,13	0,14	11,16	0,10	–	–	–	10,93	0,09
hD	18,38	0,22	16,31	0,17	<u>7,42</u>	<u>3,94</u>	<u>5,36</u>	17,41	0,11
lA	11,39	0,13	11,26	0,11	–	–	–	11,13	0,11
hA	11,90	0,13	10,88	0,13	<u>5,41</u>	<u>4,20</u>	–	11,19	0,10
lP	14,90	0,13	14,20	0,13	<u>3,74</u>	3,04	–	14,39	0,10
lV	15,88	0,17	14,70	0,12	<u>5,79</u>	<u>7,32</u>	2,07	14,34	0,12

Примечание. *Sm* – длина по Смитту; *C* – длина головы; *H* – наибольшая высота тела; *h* – наименьшая высота тела; *pA* – длина хвостового стебля; *aA* – антеанальное расстояние; *aV* – антевентральное расстояние; *aD* – антедорсальное расстояние; *aP* – антепектральное расстояние; *PA* – пектроанальное расстояние; *VA* – вентроанальное расстояние; *ID* – длина основания спинного плавника; *hD* – высота спинного плавника; *lA* – длина основания анального плавника; *hA* – высота анального плавника; *lP* – длина грудного плавника; *lV* – длина брюшного плавника; подчеркнуты различия на уровне значимости: $t_{st} \leq 0,001$.

Относительное увеличение пропорций головы мы связываем с тем, что менялся в сторону увеличения возрастной состав наших выборок, при сохранении линейных размеров. К признакам, по которым наблюдалось относительное их уменьшение, можно отнести такие как пектроанальное, вентроанальное расстояния, длину рыла и ширину лба. По остальным признакам направленного изменения обнаружено не было

Одним из наиболее значимых меристических признаков в систематике сигов-бентофагов является число жаберных тычинок на первой жаберной дуге. Обычно значения самого признака относительно невелико, в отличие от сигов-планктофагов, и легко считается в правильно приготовленном препарате, что минимизирует возможность ошибки. В различных участках Хантайской гидросистемы число тычинок у пыжьяновидных сигов достаточно заметно отличается [17], причем средние значения в отдельных участках гидросистемы приближается к 24.

Число жаберных тычинок у сига, обитающего в Хантайском водохранилище, относительно невелико и составляло в среднем 21,88 (437 экз.; 1977–1999 гг.). Эти данные получены в результате многолетних подсчетов этого признака у сигов, заходивших для размножения в основные притоки водохранилища (рр. Хантайка, Горбиачин, Тукуланда). Основу сборов (1977–1999 гг.; 338 экз.) составили данные по числу жаберных тычинок ($\bar{x} = 22,20 \pm 0,07$) у сига-пыжьяна, заходившего для размножения в р. Хантайку [16]. В различные годы наблюдений средние значения этого признак варьировали от 21,75 до 22,68. Данные 2019 г. (табл. 2) не выходит за пределы варьирования предшествующих лет и близки к средней за многолетний период наблюдений.

Таблица 2. Число жаберных тычинок у сига-пыжьяна Хантайского водохранилища в разные годы наблюдений

Год	Число жаберных тычинок								$\bar{x} \pm m$	n
	19	20	21	22	23	24	25	26		
1979	2	5	8	8	7	4	1	1	21,94±0,27	36
1980	1	—	5	13	14	6	—	1	22,55±0,19	40
2019	1	7	8	15	10	5	4	—	22,14±0,21	50

Несмотря на значительный период времени (сорок лет), прошедший с начального периода формирования Хантайского водохранилища, морфологические признаки бентофага – сига-пыжьяна, за исключением индекса длины головы, не претерпели существенных изменений и оказались вполне сопоставимыми с таковыми у сегов смежных лет.

Список литературы

1. Бочкарев Н. А. Межгодовая изменчивость морфологических признаков у некоторых видов рыб из различных экосистем/ Н. А. Бочкарев, В. И. Романов // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2009. – № 1. – С. 49–56.
2. Дукровец Г. М. О закономерностях морфологической изменчивости рыб при акклиматизации / Г. М. Дукровец, В. П. Митрофанов // Изв. ГосНИОРХ, 1975. – Т. 103. – С. 79–84.
3. Зиновьев Е. А. Морфологические изменения среднекамского леща под влиянием зарегулирования речного стока // Уч. зап. Пермск. ун-та. – Пермь, 1971. – № 261. – Вып. 2. – С. 50–67.
4. Карманова О. Г. Состояние некоторых биологических показателей промысловых рыб Хантайского водохранилища в период стабилизации его режима / О. Г. Карманова, В. И. Романов // Экология пойм сибирских рек и Арктики: тр. П совещ. (24–26 нояб. 2000 г.). – Томск, 2000. – С. 265–272.
5. Касьянов А. Н. Изменчивость плотвы *Rutilus rutilus* (L.) в Рыбинском водохранилище А. Н. Касьянов, Ю. Г. Изюмов // Современное состояние рыбных запасов Рыбинского водохранилища. – Ярославль, 1997. – С. 132–152.
6. Кудерский Л. А. Изменчивость корюшки при акклиматизации в водохранилищах Карелии // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1986. – № 242. – С. 100–108.
7. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учебное пособие для биологических специальностей вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
8. Лягина Т. Н. Динамика экстерьера плотвы за четверть века существования Можайского водохранилища // Экологические исследования в г. Москве и Московской области: Состояние водных систем / Матер. науч.-практ. конф. – М., 1992. – С. 139–144.
9. Попов П. А. Характеристика ихтиоценозов водохранилищ Сибири // География и природные ресурсы, 2012. – № 3. – С. 77–84
10. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.
11. Романов В. И. Ихтиофауна Хантайской гидросистемы и особенности ее формирования // Методы комплексных исследований сложных гидросистем. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1980. – С. 76–97.
12. Романов В. И. К вопросу об экологической структуре валька *Prosopium cylindraceum* (Pallas et Pennant) в пределах азиатской части ареала // Биологические проблемы Севера: тезисы X Всесоюзного симпозиума. Часть 2. Животный мир. – Магадан, 1983. – С. 205–206.
13. Романов В. И. Экология сига-пыжьяна в водохранилищах Сибири в процессе их формирования // Вопросы экологии водоемов и интенсификации рыбного хозяйства Сибири. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1986. – С. 48–54.
14. Романов В. И. Изменение морфологических признаков сибирской ряпушки Хантайского водохранилища в процессе его формирования // Биологическое разнообразие животных Сибири: Матер. научн. конф., посвящ. 110-летию зоол. исслед. и образов. в Сибири. – Томск, 1998. – С. 215–217.

15. Романов В.И. Экология ледовитоморского сига (*Coregonus lavaretus pidschian*) в условиях формирующегося водохранилища // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб / Матер. научно-произв. совещ., (19–21 дек. 2001). – Тюмень, 2001. – С. 151–155.
16. Романов В.И. Изменение морфологии сибирского сига в процессе формирования Хантайского водохранилища // Биология, биотехника разведения и состояние запасов сиговых рыб / Седьмое междунауч. научн.-произв. совещ. – Тюмень: ФГУП Госрыбцентр, 2010. – С. 54–59.
17. Романов В.И. К оценке таксономической ценности числа жаберных тычинок у сибирского сига (*Coregonus lavaretus pidschian*) // Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования: материалы Всероссийской конференции с международным участием. – Томск: Изд-во Мед. ун-та, 2011. – С. 112–116.
18. Романов В.И. Изменения основных биологических показателей ледовитоморского сига в процессе формирования Хантайского водохранилища / В.И. Романов, С.В. Шаманцов // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири: тезисы докладов Всероссийской конференции – Тюмень, 1996. – С. 130–133.
19. Романов В.И. Динамика численности и изменение некоторых биологических показателей основных промысловых рыб Хантайского водохранилища (1977–1999 гг.) / В.И. Романов, О.Г. Карманова, Д.В. Вежнин, Е.В. Дергачева, Д.В. Михайлов, А.Н. Родионов // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков: итоги и перспективы: материалы междунар. конф. Т. 1. – Томск, 2000. – С. 169–171.
20. Романов В.И. Особенности формирования ихтиофауны заполярного Хантайского водохранилища / В.И. Романов, О.Г. Карманова // Сибирский эколог. журнал. – 2004. – №4. – С. 513–520.
21. Романов В.И. Методы исследования пресноводных рыб Сибири: учебное пособие/ В.И. Романов, А.П. Петлина, И.Б. Бабкина. – Томск: Изд-во Томск. ун-та. 2012. – 256 с.
22. Тюльпанов М.А. К вопросу рыбохозяйственного освоения Хантайского водохранилища // Изв. ГосНИОРХ. 1977. – Т. 115. – С. 139–141.

УДК 574.5

ПЕРСПЕКТИВЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НОВО-МАРИИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

С. П. Силивров, А. Г. Минеев, Т. В. Еремкина

Уральский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Екатеринбург, РФ, grc-ural@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты гидрохимических и ихтиологических исследований, проведенных в 2012, 2018 гг. на Ново-Мариинском водохранилище. Гидрохимический режим водохранилища за последние 30 лет не претерпел существенных изменений, и в настоящее время условия среды в водоеме благоприятны для рыбохозяйственной деятельности. Аборигенная ихтиофауна Ново-Мариинского водохранилища бедна в силу исторических причин. Из промысловых видов в водоеме встречаются лещ, щука, язь, плотва, окунь, уклея. Из проведенных работ по зарыблению водохранилища разными разводимыми видами рыб успешно прошло только вселение в водохранилище судака. Для ведения на Ново-Мариинском водохранилище аквакультуры рекомендовано зарыблять его личинкой рипуса и провести дополнительно посадки молоди судака.

Ключевые слова: гидрохимический режим, ихтиофауна, Ново-Мариинское водохранилище, разводимые виды, объекты аквакультуры.

FISHERIES MANAGEMENT PERSPECTIVES OF THE NOVO-MARIINSKOE RESERVOIR

S. P. Silivrov, A. G. Mineev, T. V. Eremkina

Summary. Here was shown the results of hydrochemical and ichthyological researchers in 2012, 2018 years at Novo-Mariinskoe reservoir. Hydrochemical state for a last 30 years did not changed and at this moment the environmental of reservoir is a fishery favorable. The indigenous ichthyofauna of Novo-Mariinskoe reservoir is poor by the historical reasons. There are the following commercial species in reservoir: bream, pike, ide, roach, perch, bleak. From the all different fish species stocking at reservoir, only pikeperch stocking were successful. To maintain aquaculture at Novo-Mariinskoe reservoir, it was recommended to stock it by ripus larva and additionally plant young pikeperch.

Keywords: hydrochemical state, ichthyofauna, Novo-Mariinskoe reservoir, bred species, objects of aquaculture.

Ново-Мариинское водохранилище площадью 1320 га создано в верхнем течении р. Ревда (приток первого порядка р. Чусовая) в 1966 г. и предназначено для многолетнего регулирования стока. Водохранилище вытянуто по руслу р. Ревда. Дно неровное, сильно закоряжено. Гидрологический режим Ново-Мариинского водохранилища характеризуется достаточно высоким водообменом и нестабильным режимом сработки уровня, в то же время оно является одним из наиболее крупных водоемов такого типа на Среднем Урале, не подверженных загрязнению стоками промышленных предприятий.

Литературные и архивные данные по гидрохимическому режиму Ново-Мариинского водохранилища отрывочны [1]. Вода водохранилища пресная, устойчиво гидрокарбонатного класса кальциевой группы II типа, очень мягкая (до 1,0 °Ж), по водородному показателю нормальная (рН от 7,2 до 7,7 ед.), ее минерализация в верховьях – до 100 мг/дм³, на остальных участках – до 250 мг/дм³, содержание солей аммония (< 0,5 мг/дм³), нитритов (< 0,01 мг/дм³), нитратов (0,27–0,37 мг/дм³) и фосфатов (< 0,05 мг/дм³), значительно ниже ПДК_{р/х}. Газовый режим водоема в период открытой воды благополучный.

Повышенные значения цветности (51–77 градусов цветности Рт-Со шкалы) и ХПК (26–37 мгО/дм³) обусловлены значительным содержанием трудноокисляемой органики, поступающей в водохранилище с заболоченного водосбора. Превышение ПДК_{р/х} по БПК₅ (6,5 мгО₂/дм³) в районе впадения р. Сосновик также является следствием поступления аллохтонной органики в водоем с водами реки.

По основным показателям ионного состава и биогенным элементам (минеральные формы азота и фосфора) качество воды в водохранилище полностью соответствует требованиям, предъявляемым к рыбохозяйственным водоемам. По значению трофического индекса Карлсона (50,0–57,4) водохранилище относится к мезотрофному типу. В соответствии с классификацией Жукинского В. Н. с соавторами [2] водохранилище характеризуется как бета-мезосапробный водоем с чертами альфаолигосапробности.

Гидрохимический режим водохранилища за последние 30 лет не претерпел существенных изменений, что свидетельствует о стабильности его экологического состояния и отсутствия каких-либо значительных источников загрязнения водоема. В целом условия среды на Ново-Мариинском водохранилище благоприятны для рыбохозяйственной деятельности.

Состав рыбного населения Ново-Мариинского водохранилища формировался преимущественно за счет рыб, обитавших в р. Ревда и ее притоках. Ихтиофауна р. Ревда, как и многих других водоемов и водотоков Среднего Урала, в настоящее время сравнительно бедна, что связано с особенностями ее генезиса в историческом аспекте. Кроме того, водные объекты региона в течение трех последних столетий подвергались сильной антропогенной трансформации (зарегулирование водотоков, водопотребление на промышленные нужды, загрязнение отходами производства и др.), в результате чего неко-

торые виды рыб, преимущественно наиболее требовательные к условиям среды, выпали из состава ихтиофауны. Такие ценные виды, как стерлядь и судак, являются в бассейне р. Чусовая аборигенными и до начала антропогенной трансформации водотоков региона, вероятнее всего встречались в верхнем течении р. Ревда.

Опубликованные данные об ихтиофауне Ново-Мариинского водохранилища крайне немногочисленны [3]. Наиболее полные сведения по этому вопросу содержатся в материалах рукописного фонда Уральского филиала ФГБНУ «ВНИРО» за 70-е годы прошлого столетия. Согласно этим материалам, в качестве основных промысловых видов в Ново-Мариинском водохранилище были отмечены лещ, щука, плотва, окунь, уклея. По результатам проведенных нами в 2018 г. ихтиологических исследований, кроме перечисленных видов в водохранилище обитает также язь.

Регулярно промыслом Ново-Мариинское водохранилище не осваивалось, лов имел эпизодический характер, преимущественно в первые годы после заполнения. Наибольший вылов на водоеме составил 6,9 т (5,2 кг/га), преобладали в уловах плотва и лещ.

В разные годы в Ново-Мариинское водохранилище производились посадки разводимых видов рыб: пеляди, сига, толстолобика, сазана, которые не дали промыслового эффекта. Успешно прошло вселение в Ново-Мариинское водохранилище судака, который был посажен в водоем в 2016 г. подрощенной личинкой в количестве 50 тыс. экз. по инициативе и за счет финансирования ОАО «СУМЗ». В экспериментальных уловах в 2018 г. судак встречался единично, очевидно, вследствие того, что выживаемость посадочного материала была низкая. В то же время, все отловленные особи судака были половозрелыми, участвовавшими в 2018 г. в нересте, что позволяет рассчитывать на появление в водохранилище генераций судака местного происхождения. Тем не менее, для формирования в Ново-Мариинском водохранилище многовозрастного стада судака высокой численности следует дополнительно провести посадки его молоди. При высокой относительной численности в водохранилище другого ценного хищника – щуки, последняя, в силу особенностей своей биологии, занимает преимущественно прибрежную зону и захламленные затопленной древесиной глубоководные участки, в то время как судак выполняет роль биомелиоратора в пелагиали.

По данным Уральского филиала ФГБНУ «ВНИРО» донная фауна Ново-Мариинского водохранилища бедна качественно и количественно, поскольку, несмотря на более чем полувековой возраст водоема, формирование иловых отложений в нем идет очень медленно. Скорее всего, это можно объяснить достаточно высокой проточностью и нестабильным режимом сработки уровня. Зоопланктон водохранилища стабилен по видовому составу и по значениям его биомассы характерен для среднекормных водоемов.

Ново-Мариинское водохранилище является одним из наиболее крупных водоемов такого типа на Среднем Урале, не подверженных загрязнению стоками промышленных предприятий, обладает высоким качеством воды и является перспективным водным объектом для развития аквакультуры. Поскольку для водохранилища характерен высокий уровень развития зоопланктона, наиболее перспективным объектом аквакультуры для данного водоема является рипус. Ввиду отсутствия в регионе питомников для выращивания посадочного материала сиговых, рекомендуется ежегодно зарыблять Ново-Мариинское водохранилище личинкой рипуса плотностью 2,0 тыс. экз./га. Рассчитанная потенциальная рыбопродуктивность водохранилища по рипусу может составить порядка 40 кг/га.

Список литературы

1. Водные ресурсы Свердловской области / Под науч. ред. Н. Б. Прохоровой. – Екатеринбург, 2004. – 432 с.
2. Жукин В. Н. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / В. Н. Жукин, О. П. Оксиюк, Л. П. Брагинский и др. // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 62–76.
3. Киселев А. И. Состояние кормовой базы и перспективы рыбохозяйственного использования Волчихинского и Ново-Мариинского водохранилищ Среднего Урала // Биологические ресурсы водоемов Западного Урала. – Пермь, 1980. – С. 132–139.

ИНДЕКС МДГ/ЛДГ И СОДЕРЖАНИЕ АТФ В ТКАНЯХ МОЗГА И ЖАБР СКОРПЕНЫ *SCORPAENA PORCUS* LINNAEUS, 1758 В УСЛОВИЯХ ГИПОКСИИ

*А. А. Солдатов,^{1,2} И. В. Головина,¹ Е. Э. Колесникова,¹ И. В. Сысоева,¹ А. А. Сысоев,¹
Т. А. Кухарева,¹ Е. С. Кладченко¹*

¹Институт биологии южных морей имени А. О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

²Севастопольский государственный университет, Севастополь, Россия, ivgolovina@mail.ru

Аннотация. Изучали влияние гипоксии на активность цитоплазматических оксидоредуктаз – малатдегидрогеназы (МДГ, 1.1.1.37) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ, 1.1.1.27) в структурах головного мозга и жабр (передняя дуга) морского ерша, определяющих процессы срочной адаптации организма к дефициту кислорода. Контрольную группу рыб содержали при 4.5–6.7 мг $O_2 \cdot л^{-1}$ (нормоксия), опытные группы – при 1.7–3.7 мг $O_2 \cdot л^{-1}$ (умеренная гипоксия) и 0.3–1.0 мг $O_2 \cdot л^{-1}$ (острая гипоксия). Экспозиция продолжалась 90 минут при температуре воды – 21–22 °С. Гипоксия не оказывала значимого влияния на структуры головного мозга скорпены. Активность МДГ, ЛДГ, значения индекса МДГ/ЛДГ и содержание АТФ в переднем, промежуточном и среднем мозге (СПМ), а также продолговатом мозге (ПМ) в условиях острой гипоксии сохранялись на уровне контрольных значений. Умеренные формы гипоксии вызывали пропорциональный рост активности МДГ, ЛДГ и повышение уровня АТФ в СПМ. Последнее, по-видимому, происходит вследствие снижения потребности СПМ в данном соединении, в основе этого явления может лежать ГАМК-эргический механизм регуляции активности тканевых структур мозга. Жабры отличались минимальными активностями МДГ, ЛДГ при высоких значениях индекса МДГ/ЛДГ. Острые формы гипоксии приводили к снижению в них активности ЛДГ и повышению значений индекса МДГ/ЛДГ, что отражает переход данного органа на анаэробный режим работы. В условиях острой гипоксии отмечалось усиление связи в системе «активность МДГ ↔ активность ЛДГ» во всех типах тканей ($r = 0.81–0.94$, $p < 0.05–0.01$).

Ключевые слова: рыбы, гипоксия, жабры, мозг, малатдегидрогеназа, лактатдегидрогеназа, АТФ.

MDH/LDH RATIO AND ATP CONTENT IN THE BRAIN AND GILL TISSUES IN *SCORPAENA SCORPAENA* PORCUS LINNAEUS, 1758 IN THE CONDITIONS OF HYPOXIA

*A. A. Soldatov,^{1,2} I. V. Golovina,¹ E. E. Kolesnikova,¹ I. V. Sysoeva,¹ A. A. Sysoev,¹ T. A. Kukhareva,¹
and E. S. Kladchenko¹*

Summary. The effect hypoxia on the activity of cytoplasmic oxidoreductases – malate dehydrogenase (MDH, 1.1.1.37) and lactate dehydrogenase (LDH, 1.1.1.27) in the scorpaena organs determining an urgent adaptation to oxygen deficiency – brain and gills (first branchial arch) was studied. The control group of fish was exposed to 4.5–6.7 mg $O_2 \cdot l^{-1}$ (normoxia), experimental groups were kept under 1.7–3.7 mg $O_2 \cdot l^{-1}$ (mild hypoxia) and to 0.3–1.0 mg $O_2 \cdot l^{-1}$ (acute hypoxia). All groups of fish were exposed to examined condition during 90 minutes under 21–22 °C. It was shown that hypoxia had not a significant impact on the brain structures of scorpaena. Under acute hypoxia MDH, LDH activity, MDH/LDH index and ATP content in forebrain, diencephalon, midbrain (FDMB) and medulla (MB) remained at the level of control

values. Mild hypoxia caused a proportional rise of MDH, LDH activity and increased ATP level in FDMB like a consequence of the reducing need in ATP in these brain area. Above-mentioned phenomenon could be based on the GABA-ergic mechanism of the regulation of brain tissue activity. The gill tissue had a minimal activity of MDH, LDH on the background of high MDH/LDH index value. Acute hypoxia was accompanied by the drop in LDH activity and increased MDH/LDH which was related to anaerobic mode of operation in gill tissue. Under acute hypoxia there was an increase in relationship in the «MDH activity ↔ LDH activity» system in all types of tissues ($r = 0.81-0.94$, $p < 0.05-0.01$).

Keywords: fish, hypoxia, gills, brain, malate dehydrogenase, lactate dehydrogenase, ATP.

Введение

Scorpaena porcus обладает высокой устойчивостью к гипоксии, что позволяет этому виду рыб переносить периоды аноксии длительностью до 20–30 минут [2, 7, 14]. Вместе с тем, тканевые механизмы толерантности к гипоксии скорпены в русле «*biochemical adaptations*» исследованы недостаточно [5]. При гипоксии поддержание энергетического баланса достигается за счет активации O_2 -независимой продукции АТФ – анаэробного гликолиза, а также за счет обратимой депрессии метаболизма [11]. Причиной гибели рыб при экспозиции к гипоксии является утрата гомеостаза АТФ в тканях мозга независимо от общей устойчивости определенного вида к фактору гипоксии [9]. Целью настоящей работы было исследование активность МДГ, ЛДГ и содержание АТФ в наиболее чувствительных к дефициту кислорода органах морского ерша (мозг и жаберный аппарат) в условиях кратковременной гипоксии различной степени тяжести.

Материал и методы

Работа выполнена на половозрелых особях *Scorpaena porcus* (17 экз., II–III стадия зрелости гонад, длина тела – 15–17 см, вес – 90–110 г). Эксперименты проводили с применением специально разработанного стенда, который позволяет стабилизировать требуемую температуру и концентрацию кислорода в воде на протяжении неограниченного периода времени. Температура воды в рабочей камере поддерживалась на уровне 21–22 °С. Фотопериод – 12 ч день: 12 ч ночь. Содержание кислорода – 4,5–6,7 мг $O_2 \cdot л^{-1}$ (нормоксия). После адаптации к этим условиям (24 ч) содержание кислорода в воде в одной серии экспериментов снижали в течение трех часов до 0,3–1,0 мг $O_2 \cdot л^{-1}$ (острая гипоксия), а в другой серии – до 1,7–3,7 мг $O_2 \cdot л^{-1}$ (умеренная гипоксия) путём прокачивания азота. Экспозиция особей в обеих сериях эксперимента составляла 90 мин. Содержание кислорода в воде контролировали потенциометрически с помощью оксиметра ELWRO PRL T N5221 (Польша). Препарирование тканей, гомогенизацию и центрифугирование проводили при охлаждении (0 ± 4 °С). Использовали переднюю жаберную дугу, средний, передний и промежуточный (далее СПМ) и продолговатый мозг (далее ПМ). Навески тканей хранили при температуре –80 °С в морозильной камере (Farma 900 Series, Termo Scientific, USA). Активность ферментов измеряли спектрофотометрически (при 340 нм и 25 °С) по скорости окисления НАДН и выражали в мкмоль НАДН·мин⁻¹·мг⁻¹ белка супернатанта [13]. Содержание АТФ в тканях регистрировали хемилюминисцентным методом с применением ATP-Luminometer (LKB – 1250, Швеция) [6]. Результаты выражали в нг АТФ·мг⁻¹ сырой массы ткани. Статистические сравнения выполнены на основе t-критерия Стьюдента, результаты представлены как $M \pm m$, нормальность распределения проверена при помощи критерия Пирсона.

Результаты и обсуждение

СПМ. В данной ткани выявлена максимальная активность МДГ и ЛДГ: $4,70 \pm 0,22$ и $2,09 \pm 0,22$ мкмоль НАД·Н₂·мин⁻¹·мг⁻¹ белка соответственно. В сравнении с ПМ различия были незначительны 4–15%, тогда как в отношении жабр они достигали 7–11 раз ($p < 0,001$).

Индекс МЛГ/ЛДГ находился на уровне $2,55 \pm 0,27$ мкмоль. При этом содержание АТФ в СПМ, напротив, было минимально – $0,74 \pm 0,17$ нг АТФ·мг⁻¹ сырого веса ткани, что в 1,7–2,2 раза ниже ($p < 0,05$), чем ПМ и жабрах.

Содержание особей морского ерша в условиях умеренной гипоксии сопровождалось пропорциональным ростом активности обоих ферментов. При этом статистически значимые отличия зарегистрированы только в отношении МДГ ($p < 0,05$). Значения индекса МДГ/ЛДГ сохранялись на уровне контрольных значений. Одновременно в ткани повышалось содержание АТФ на 27,3% ($p < 0,05$).

Острые формы гипоксии, напротив, не приводили к изменению энергетического статуса ткани. Активности МДГ, ЛДГ, значения индекса МЛГ/ЛДГ и содержание АТФ были близки к значениям, зарегистрированным у рыб в условиях нормоксии.

ПМ. Данная структура является филогенетически более древней, чем СПМ. При сходных значениях активности МДГ и ЛДГ относительно СПМ в ней отмечен более высокий уровень АТФ. Он в 2,2 раза превышал величины, полученные для СПМ ($p < 0,05$). При этом реакция ПМ на умеренные и острые формы гипоксии не была выражена. Все измеряемые величины сохранялись на уровне контрольных значений. Способность оксифильной ткани поддерживать стабильный уровень АТФ во время гипоксии, считается признаком толерантности к гипоксии [4]. Часть промежуточных продуктов окисления глюкозы используется мозгом для образования медиаторов (ацетилхолина, ГАМК), которые служат поддержанию устойчивости мозга к гипоксии, а также для резервирования ацетильного остатка в виде ацетиласпартата. [8]. Мозг рыб, а также почки и жабры используют 60–90% потребляемой глюкозы [10], что указывает на их высокую метаболическую активность.

Жабры. В сравнении с СПМ и ПМ жабры характеризовались меньшей активностью МДГ и ЛДГ. При этом значения индекса МДГ/ЛДГ были выше, чем в тканевых структурах мозга ($p < 0,05$).

Умеренные формы гипоксии приводили к снижению активности обоих ферментов на 50–63% ($p < 0,05$). Значения индекса МЛГ/ЛДГ относительно контроля не изменялись. При острой гипоксии снижалась только активность ЛДГ на 53–54% ($p < 0,05$). Усиление гипоксической нагрузки вызывало лишь тенденцию к росту индекса МЛГ/ЛДГ и одновременно снижению уровня АТФ в жабрах ($p > 0,05$). Сохранение высокой активности МДГ в условиях дефицита кислорода характерно для гидробионтов, толерантных к гипоксии (аноксии) [1, 3]. Ранее данная реакция описана нами для жаберной ткани моллюсков [13].

Значения коэффициента корреляции (r) между активностью МДГ и ЛДГ в условиях нормоксии и умеренной гипоксии в СПМ не превышали 0,6. Острые формы гипоксии характеризовались усилением этого взаимодействия ($r > 0,8$). Увеличение значений r в условиях острой гипоксии показано и для жабр. В ПМ рост величины r отмечали уже при умеренных формах гипоксии: значения коэффициента превышали 0,9 и сохранялись на этом уровне в условиях острой гипоксии. По-видимому, основу данного эффекта составляет сопряжение МДГ с субстратами гликолиза в условиях дефицита O_2 , что исключает накопление лактата при метаболической депрессии и позволяет сохранить энергетический статус тканей скорпены.

Работа выполнена в рамках госзадания (№ гос. регистрации АААА-А18-118 021 490 093-4), при частичной поддержке гранта Правительства РФ в рамках постановления № 220 (договор № 14. W03.31.0015) и проекта РФФИ (№ 16-04-00 135).

Список литературы

1. Шапиро А.З. Роль малатдегидрогеназы беспозвоночных в адаптации к дефициту кислорода /А.З. Шапиро, А.Н. Бобкова // Ж. эвол. биохим. и физиол. – 1975. – Т. 11. – С. 546–547.
2. Шульман Г.Е. Метаболические реакции черноморских рыб на долговременную экспериментальную гипоксию /Г.Е. Шульман, А.Я. Столбов, А.А. Солдатов, Г.С. Минюк, Е.В. Ивлева, В.В. Трусевич, И.В. Дробецкая// Гидробиол. журн. – 2003. – Т 39. – №1. – С. 21–30.

3. Almeida-Val V.M. F Biochemical adjustments to hypoxia by Amazon Cichlids /V.M. F. Almeida-Val, I.P. Farias, M.N. Paula-Silva, W.P. Duncan // *Braz. J. Med. Biol. Res.* – 1995. – V. 28. – P. 1257–1263.
4. Hochachka P.W. Unifying theory of hypoxia tolerance: molecular/metabolic defense and rescue mechanisms for surviving oxygen lack /P.W. Hochachka, L.T. Buck, C.J. Doll, S.C. Land // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* – 1996. – V. 93, iss. 18. – P. 9493–9498.
5. Hochachka P.W. Biochemical Adaptation: Mechanism and Process in Physiological Evolution / P.W. Hochachka, G.N. Somero // Oxford: Oxford University Press, 2002. – 478 p.
6. Holm-Hansen O. The measurement of adenosine triphosphate in the Ocean and its ecological significance /O. Holm-Hansen, C.R. Booth // *Limnol. Oceanogr.* 1966. – V.11, – no. 4. – P. 510–519.
7. Lushchak V.I. Comparative study of free and bound glycolytic enzymes from sea scorpion brain /V.I. Lushchak, L.P. Lushchak, T.V. Bahnjukova, A.V. Spichenkov, K.B. Storey // *Biochem. Cell Biol.* – 1998. – V. 76. – P. 609–614.
8. Marshal W.J. Clinical biochemistry. – Elsevier Science. – 1995. – 350 p.
9. Nilsson G.E. Does size matter for hypoxia tolerance in fish? /G.E. Nilsson, S. Ostlund-Nilsson // *Biol. Rev. Camb. Philos. Soc.* – 2008. – V. 83, iss. 2. – P. 173–89.
10. Polakof S. Glucosensing and glucose homeostasis: from fish to mammals S. Polakof, T.P. Mommsen, L.J. Soengas // *Comp. Biochem. Physiol.* – 2011. – V. B 160. – 123–149.
11. Richards J.G. Metabolic and molecular responses of fish to hypoxia // *Fish Physiology.* – 2009. – V. 27. – P. 443–485.
12. Skorkowski E.F. Mitochondrial malic enzyme from crustacean and fish muscle // *Comp. Biochem. Physiol.* – 1988. – V. 90. – P. 19–24.
13. Soldatov A.A. Peculiarities of organization of tissue metabolism in molluscs with different tolerance to external hypoxia /A.A. Soldatov, T.I. Andreenko, I.V. Golovina, A.Y. Stolbov // *J. Evol. Biochem. Physiol.* – 2010. – V. 50, iss. 5. – P. 341–349.
14. Soldatov A.A. Coupling of membrane and metabolic functions in nucleated erythrocytes of *Scorpaena porcus* L. under hypoxia in vivo and in vitro / A.A. Soldatov, A.Y. Andreeva, V.N. Novitskaya, I.A. Parfenova // *J. Evol. Biochem. Physiol.* 2014. –V. 46, iss. 4. – P. 409–415.

УДК 574.632:621.397.611 (282.256.341)

НОЧНОЙ МИГРАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС АМФИПОД В ПРИБРЕЖНОЙ ПЕЛАГИАЛИ БАЙКАЛА И ЕГО СВЯЗЬ С СОВРЕМЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИЕЙ НА ОЗЕРЕ

В. В. Тахтеев^{1, 2}, Д. А. Батранин¹, И. О. Еропова^{1, 2}, Е. Б. Говорухина¹

¹ Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия, e-mail: Amphipoda@yandex.ru

² Байкальский музей Иркутского научного центра, Иркутск, Россия

Аннотация. Подводные видеонаблюдения ночного миграционного комплекса (НМК) – совокупности донных и пелагических видов, присутствующих в прибрежной пелагиали в темное время суток – продемонстрировали свою результативность в качестве сравнительно простого и быстрого метода экологического мониторинга. За 2002–2019 гг. отмечено значительное увеличение обилия амфипод в составе НМК во многих районах озера, что является, скорее всего, следствием его антропогенного эвтрофирования.

Ключевые слова: Байкал, амфиподы, суточные вертикальные миграции, ночной миграционный комплекс, эвтрофирование.

NOCTURNAL MIGRATION COMPLEX OF AMPHIPODS IN THE COASTAL PELAGIAL OF LAKE BAIKAL AND ITS RELATION TO THE CURRENT ECOLOGICAL SITUATION ON THE LAKE

V. V. Takhteev, D. A. Batranin, I. O. Eropova, E. B. Govorukhina

Summary. Underwater video observations of the nocturnal migration complex (NMC) – a aggregation of bottom and pelagic species presents in the coastal pelagial at night – has demonstrated its effectiveness as a relatively simple and fast method of environmental monitoring. During 2002–2019, a significant increase in the abundance of amphipods in the NMC was observed in many areas, which is most likely a consequence of anthropogenic eutrophication of the Lake.

Keywords: Baikal, amphipods, diurnal vertical migrations, nocturnal migration complex, eutrophication.

В последнее десятилетие в литературе стали появляться работы, свидетельствующие об экологическом кризисе в прибрежной зоне оз. Байкал [3, 5, 8 и др.]. В ряде районов проявились признаки антропогенного эвтрофирования, прежде всего в виде аномального развития водорослей рода *Spirogyra*. Значительное увеличение обилия отмечено и для других представителей альгофлоры озера, широко распространенных и аборигенных; в отдельных участках свой вклад вносит и инвазивное высшее водное растение *Elodea canadensis*, ее выбросы на береговом пляже могут достигать 26 кг/м² [7]. Значительная часть фитомассы в дальнейшем перегнивает, резко ухудшая качество воды в прибрежной зоне и внешний вид пляжей. Однако в качестве детрита она может потребляться организмами-консументами, и, соответственно, влиять на уровень их численности и биомассы. В первую очередь в Байкале это амфиподы (Crustacea, Amphipoda), одна из ведущих групп зообентоса на всех глубинах и грунтах, в питании которой детрит занимает важное место.

Нами была предпринята попытка на примере амфипод проследить последствия происходящего эвтрофирования Байкала на трофическом уровне консументов. Традиционное бентологическое исследование (отбор проб со дна) было бы очень трудоемким и длительным. Однако тенденцию изменения количественного обилия амфипод можно проследить, исследуя явление суточных вертикальных миграций (СВМ). Ряд видов донных амфипод совершает такие миграции, поднимаясь в ночное время в прибрежную пелагиаль и включаясь в состав группы пелагических и бентосных организмов, которую мы называем ночным миграционным комплексом (НМК). Обилие НМК можно изучать дистанционным методом – с помощью подводных видеонаблюдений [6]. Съемка проводится как при установке бокса с видеокамерой на дно, так и в различных горизонтах водной толщи. На протяжении 2002–2019 гг., когда проводились эти наблюдения, они продемонстрировали хорошую эффективность и сопоставимость результатов, и свою пригодность в качестве одного из сравнительно простых и быстрых методов экологического мониторинга. Авторская методика проведения наблюдений и анализа полученных видеозаписей неоднократно описана в наших публикациях [1, 2, 4, 6]. Суть в том, что численность участвующих в НМК групп (донных амфипод, пелагического бокоплава макрогектопуса, молоди рыб) подсчитывается на экране монитора в так называемых стоп-кадрах, когда видеозапись останавливается через каждые 5 сек, и каждая минута наблюдения включает выборку из 12 стоп-кадров, подвергаемых обсчету.

В первые годы наших наблюдений количественное обилие НМК в разных районах было небольшим и включало от нескольких единиц до нескольких десятков экз./стоп-кадр плавающих амфипод [4, 6 и др.] (табл.). Таким оно сохранялось в 2014–2017 гг. в отдельных точках, удаленных от крупных населенных пунктов – в бухтах Баргунда, Онгоконская, Ая, Большая Коса.

Таблица. Количественное обилие донных амфипод в составе НМК в разных районах Байкала в «докризисные» годы

Район, глубина	Дата наблюдения	Среднее количество амфипод, экз./стоп-кадр	Максимальное количество амфипод, экз./стоп-кадр
О-в Бол. Ушканий, 10 м	04.10.2004	$5,46 \pm 0,44$	11
Бухта Харин-Ирги, 9 м	23.06.2006	$0,76 \pm 0,07$	3
Бухта Солонцовая, 12 м	24.06.2006	$5,68 \pm 0,23$	10
Мыс Омагачан, 9 м	27.06.2006	$2,89 \pm 0,13$	8

В июле 2017 г. подводные видеонаблюдения НМК проведены в 8 точках по всему озеру, и в части из них отмечено очень высокое обилие амфипод в составе НМК, достигающее многих десятков или даже 2–3 сотни экземпляров в стоп-кадре: у пос. Ключевка (до 387 экз./стоп-кадр), в б. Сеногда (до 118 экз./стоп-кадр). Даже в районе банки у м. Омагачан, где НМК в начале столетия был очень беден, его обилие возросло в 10–100 раз и достигало в отдельные промежутки времени 80–90 экз./стоп-кадр [1].

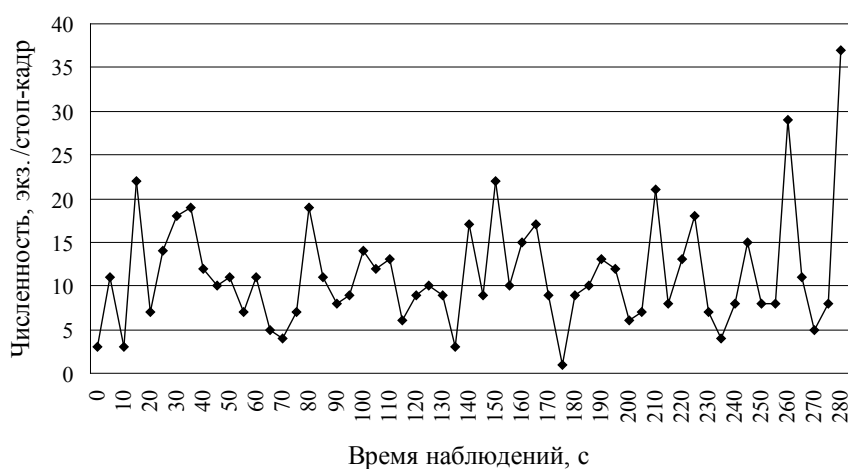


Рис. 1. Динамика численности амфипод в составе НМК у дна напротив кордона «Река Большая» 30.08.2019 г., временной промежуток 22:39–22:44, глуб. 12 м.



Рис. 2. Динамика численности амфипод в составе НМК у дна с восточной стороны м. Ниж. Изголовье ночью 29–30.08.2019 г., временной промежуток 01:43–01:48, глуб. 4 м.

Результаты наблюдений в конце августа – начале сентября 2019 г. подтверждают описываемую картину. Напротив кордона Баргузинского заповедника «Река Большая» НМК был небоильным: число плавающих амфипод в стоп-кадре варьировало от 1 до 37 экз., при среднем

значении $11,30 \pm 0,87$ экз. ($n=57$) (рис. 1). В то же время с восточной стороны м. Нижнее Изголовье, находящегося под влиянием огибающего п-ов Святой Нос Баргузинского течения, НМК был очень обилен, что даже затрудняло подсчет: среднее количество амфипод в стоп-кадре составило $108,02 \pm 10,56$ экз. ($n=61$), при максимальном значении 361 экз. (рис. 2).

Экстремально высокое количество плавающих, вплоть до поверхности воды, амфипод нами визуально отмечено в бухте Хакусы (Северный Байкал) вечером 31.08.2019 г. и в бухте Пещерка на Большом Ушканьем острове 02.09.2019 г. При зачерпывании заборной воды ведром в нем оказывались десятки особей. При зачерпывании сачком число амфипод достигало уже сотен экземпляров. В обеих точках присутствовал практически единственный таксон – *Micrurus wohlii platycercus* (Dyb.). Он же доминировал в летнем НМК в Южном Байкале в районе пос. Ключевка – Танхой в 2014, 2015, 2017 гг. [1, 2]. При опускании ночных скоплений на дно биомасса только этого вида может достигать сотен г/м², и возникшее в озере его изобилие можно сопоставить с аномальной биомассой водоросли спирогиры. Эти факты позволяют выделить шестой, ранее [2] не описанный тип НМК, основанный на абсолютном доминировании и огромном обилии *M. wohlii platycercus*.

Таким образом, за годы наших наблюдений (2002–2019) в оз. Байкал зафиксировано значительное (местами многократное) увеличение обилия амфипод в составе НМК. Мы считаем это следствием произошедшего эвтрофирования прибрежной зоны озера, а сам показатель – эффективным для дальнейшего экологического мониторинга, который возможно вести с применением автоматизированной подводной видеотехники.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты № 17-29-05 067-офи, 16-04-00 786).

Список литературы

1. Батрагин Д. А. Структура ночного миграционного комплекса гидробионтов в различных районах оз. Байкал летом 2017 г. и проблема изменения трофического статуса озера / Д. А. Батрагин, В. В. Тахтеев, И. О. Еропова, Е. Б. Говорухина // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. – 2019. – Т. 27. – С. 62–86.
2. Карнаухов Д. Ю. Особенности структуры ночного миграционного комплекса гидробионтов в различных участках озера Байкал Д. Ю. Карнаухов, В. В. Тахтеев, А. С. Мишарин // Известия Иркутского государственного университета. Серия Биология. Экология. – 2016. – Т. 18. – С. 87–98.
3. Кравцова Л. С. Нарушение вертикальной зональности зеленых водорослей в открытом Лиственничном заливе озера Байкал, как следствие локального антропогенного воздействия / Л. С. Кравцова, Л. А. Ижболдина, И. В. Ханаев, Г. В. Помазкина, В. М. Домышева, О. С. Кравченко, М. А. Грачев // Доклады РАН. – 2012. – Т. 447, №2. – С. 227–229.
4. Мишарин А. С. Сравнительная характеристика ночной миграционной активности гидробионтов на различных участках литорали озера Байкал / А. С. Мишарин, В. В. Тахтеев, А. М. Левашкевич // Гидробиология водоемов юга Восточной Сибири. – Иркутск: Иркут. ун-т, 2006. – С. 52–66.
5. Сутурин А. Н. Роль антропогенных факторов в развитии экологического стресса в литорали озера Байкал (акватория пос. Листвянка) / А. Н. Сутурин, Е. П. Чебыкин, В. В. Мальник, И. В. Ханаев, А. В. Минаев, В. В. Минаев // География и природные ресурсы. – 2016. – №6. – С. 43–54.
6. Тахтеев В. В. Суточные вертикальные миграции гидробионтов в прибрежной зоне оз. Байкал / В. В. Тахтеев, Д. Ю. Карнаухов, Е. Б. Говорухина, А. С. Мишарин // Биология внутренних вод. – 2019. – №2. – С. 50–61.
7. Kobanova G. I. Lake Baikal Ecosystem Faces the Threat of Eutrophication G. I. Kobanova, V. V. Takhteev, O. O. Rusanovskaya, M. A. Timofeyev doi.org/10.1155/2016/6058082 // International Journal of Ecology. – 2016. – 7 p.
8. Timoshkin O. A. Coastal zone of the world's great lakes as a target field for interdisciplinary research and ecosystem monitoring: Lake Baikal (East Siberia) // Limnology and Freshwater Biology. – 2018. – Vol. 1. – P. 81–97.

БИОМАССА ЗООБЕНТОСА В ДЖАРЫЛГАЧСКОГО ЗАЛИВА ЧЕРНОГО МОРЯ

А. С. Терентьев

Керченский филиал («ЮгНИРО») ФГБНУ «Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, г. Керчь, Российская Федерация, iskander65@bk.ru

Аннотация. Биомасса зообентоса в Джарылгачском заливе колебалась от 2 до 3267 г/м² и в среднем равнялась 379±58 г/м². Наиболее низкая биомасса зообентоса наблюдалась в юго-западной части залива, возле п-ова Хорлы, а также южнее Каланчакских островов. Наиболее высокая в центральной и северной частях залива. Основная биомасса зообентоса, в среднем 80%, приходилась на двустворчатые моллюски. Их биомасса в среднем равнялась 301±40 г/м². Наиболее подходящим грунтом для общей биомассы зообентоса является песчанистая ракушка, содержащая 70% ракушки, 25% песка и 5% ила.

Ключевые слова. Зообентос, биомасса, Джарылгачский залив, Черное море.

ZOOBENTHOS BIOMASS IN THE DZHARYLHACH BAY OF THE BLACK SEA

A. S. Terentev

Summary. Biomass of the zoobenthos in the Dzharylhach Bay varied from 2 to 3267 g/m² and amounted to 379±58 g/m² on average. The lowest zoobenthos biomass was recorded in the south-western part of the bay, near the Khorly Peninsula, and to the south from the Kalanchak Islands. The highest zooplankton biomass was recorded in the central and northern parts of the bay. The major part of the zoobenthos biomass, 80% on average, was presented by bivalve molluscs. Their biomass was 301±40 g/m², on average. The most suitable substrate for the general biomass of the zoobenthos has been found to be a sandy shelly substrate that comprises 70% of shell, 25% of sand, and 5% of silt.

Keywords. Zoobenthos, biomass, Dzharylhach Bay, Black Sea.

Джарылгачский залив находится в северо-западной части Черного моря и отделен от Каркинитского залива одноименным островом Джарылгач. В настоящее время часть залива входит в созданный в 2009 г. Джарылгачский национальный природный парк [1].

Материал по зообентосу был собран в 1993 г на 70 станциях, при помощи дночерпателя Петерсена, площадью охвата 0,025 м², на глубине от 3 до 12 м. Сбор материала осуществлялся по общепринятым методикам [2]. Таксономическая обработка сборов осуществлялась по трехтомному Определителю фауны Черного и Азовского морей [3, 4, 5] с уточнениями по номенклатурным изменениям [6, 7, 8]

Общая биомасса зообентоса на различных участках залива изменялась от 2 до 3267 г/м², в среднем равнялась 379±58 г/м² (рис. 1).

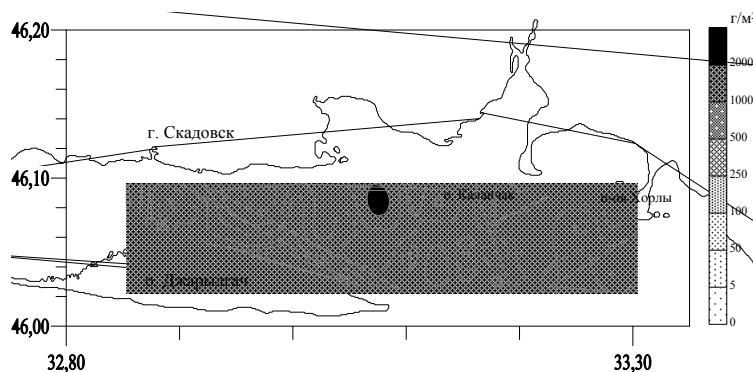


Рис. 1. Биомасса зообентоса Джарылгачского залива.

Наиболее низкая биомасса зообентоса наблюдалась в юго-западной части залива, возле п-ова Хорлы и южнее Каланчакских островов. Наиболее высокая биомасса – в центральной и северной частях залива.

Распределение биомассы основных таксономических групп показано на втором рисунке.

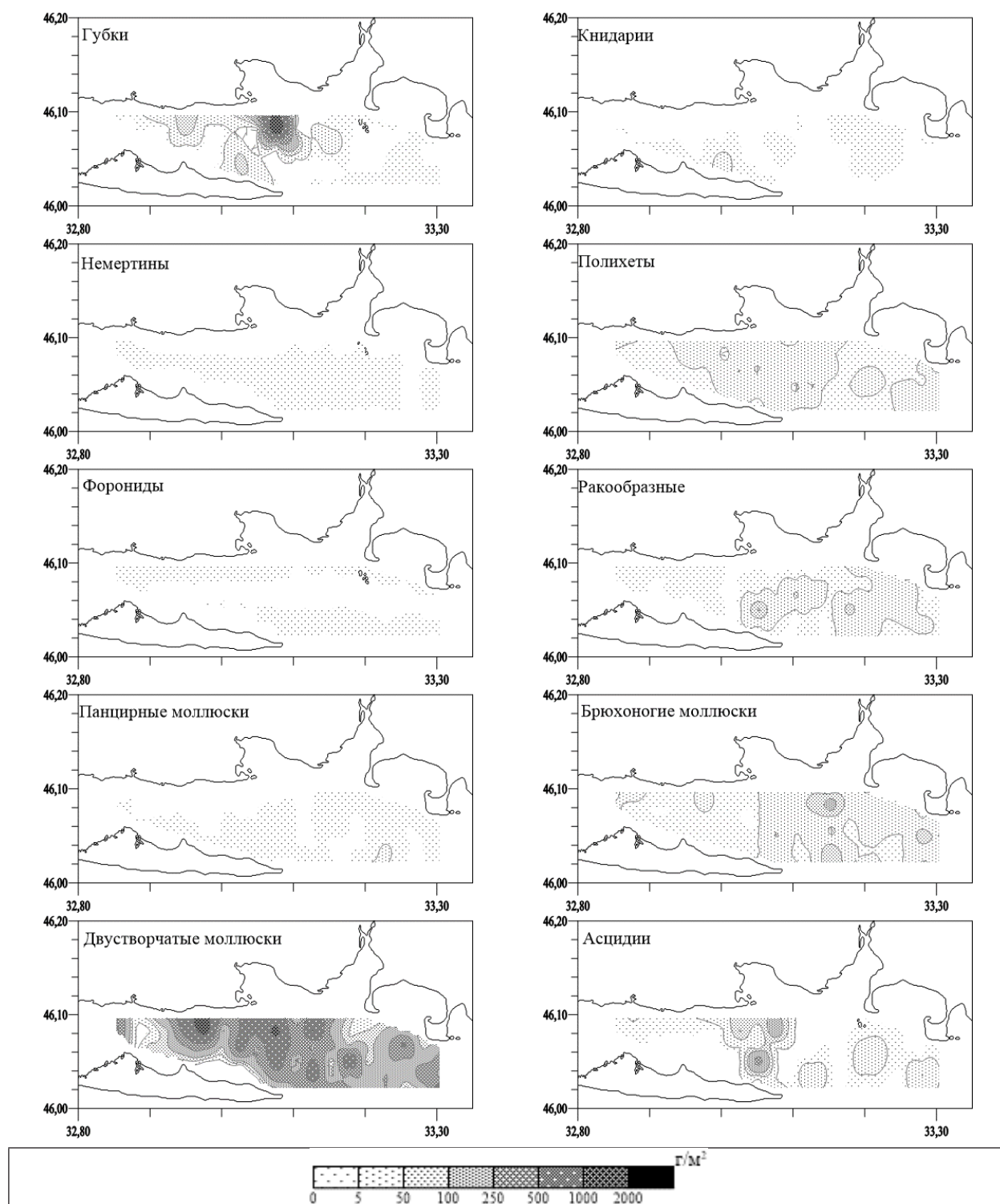


Рис. 2. Биомасса различных таксономических групп зообентоса Джарылгачского залива. Биомасса губок в заливе доходила до 1806 г/м^2 . В среднем по заливу она равнялась $33 \pm 26 \text{ г/м}^2$. Среди губок по биомассе доминировала *Halichondria (Halichondria) panicea*. Ее средняя биомасса в заливе равнялась $27 \pm 19 \text{ г/м}^2$, а на отдельных участках дна до 1805 г/м^2 .

Средняя биомасса книдарий равнялась $0,17 \pm 0,15 \text{ г/м}^2$. По биомассе доминировал *Sagartiogeton undatus*. Его средняя численность равнялась $0,157 \pm 0,019 \text{ г/м}^2$, а на отдельных участках она поднималась до 11 г/м^2 .

Средняя биомасса немертин была $0,002 \pm 0,001 \text{ г/м}^2$, и не превышала $0,120 \text{ г/м}^2$.

Биомасса полихет в среднем была $7,04 \pm 0,93 \text{ г/м}^2$, а максимальная – 41 г/м^2 . По биомассе доминировали такие виды как *Melinna palmata*, *Nephtys hombergii* и *Lagis koreni*. Средняя биомасса которых соответственно равнялась $1,95 \pm 0,63 \text{ экз./м}^2$, $1,15 \pm 0,69 \text{ экз./м}^2$ и $2,12 \pm 0,40 \text{ экз./м}^2$, а их максимальные – 40 г/м^2 , 15 г/м^2 и 17 г/м^2 .

Биомасса форонид в среднем равнялась $0,050 \pm 0,006 \text{ г/м}^2$ и не превышала $3,48 \text{ г/м}^2$.

В среднем биомасса ракообразных равнялась $7,5 \pm 2,4 \text{ г/м}^2$, а на отдельных участках она поднималась до 120 г/м^2 . Наиболее высокой биомассой отличались *Diogenes pugilator*, *Stenosoma capito* и *Upogebia pusilla*. Их биомассы соответственно равнялись $2,2 \pm 1,8 \text{ г/м}^2$, $1,08 \pm 0,58 \text{ г/м}^2$ и $1,14 \pm 0,14 \text{ г/м}^2$, а максимальные – 120 г/м^2 , 40 г/м^2 и 80 г/м^2 . Биомасса самого массового вида *Ampelisca diadema* в среднем равнялась $0,205 \pm 0,047 \text{ г/м}^2$ и не превышала $2,24 \text{ г/м}^2$.

Биомасса панцирных моллюсков в среднем равнялась $7,5 \pm 2,4 \text{ г/м}^2$ и не превышала $7,44 \text{ г/м}^2$.

Средняя биомасса брюхоногих моллюсков была $16,6 \pm 3,5 \text{ г/м}^2$, на отдельных участках – 159 г/м^2 . Доминировали *Bittium reticulatum* и *Gibbula albida*. Их биомассы соответственно равнялась $9,2 \pm 1,9 \text{ г/м}^2$ и $6,7 \pm 2,8 \text{ г/м}^2$. Максимальные – $79,6 \text{ г/м}^2$ и 148 г/м^2 .

Биомасса двустворчатых моллюсков в среднем равнялась $301 \pm 40 \text{ г/м}^2$. На отдельных участках она доходила до 1405 г/м^2 . По биомассе доминировал *Mytilus galloprovincialis*. В среднем его биомасса была $106 \pm 25 \text{ г/м}^2$, доходя на отдельных участках до 828 г/м^2 . На втором месте стояли *Polititapes aureus*, *Chamelea gallina*, *Gibbomodiolia adriatica* и *Mytilaster lineatus*. Их биомасса соответственно равнялась $59 \pm 12 \text{ г/м}^2$, $50 \pm 12 \text{ г/м}^2$, $36 \pm 13 \text{ г/м}^2$ и $34,1 \pm 6,8 \text{ г/м}^2$, доходя до 559 , 684 , 698 и 300 г/м^2 .

Биомасса асцидий в среднем равнялась $12,1 \pm 6,2 \text{ г/м}^2$, а на отдельных участках доходила до 376 г/м^2 . Доминировала *Molgula appendiculata*. В среднем ее биомасса равнялась $6,4 \pm 3,2 \text{ г/м}^2$, максимальная – 188 г/м^2 . Не уступали ей колонии *Botryllus schlosseri*. Средняя биомасса которых была $5,7 \pm 3,0 \text{ г/м}^2$. Максимальный вес колонии равнялся 376 г/м^2 .

Основная биомасса, в среднем 80%, приходилась на двустворчатые моллюски. Около 9% приходилось на долю губок, 4% – на брюхоногих моллюсков, 3% – на асцидий и по 2% – на полихет и ракообразных.

Наиболее подходящим грунтом для общей биомассы зообентоса является песчанистая ракуша (табл.)

Таблица. Наиболее оптимальное содержание различных фракций в грунте Джарылгачского залива для биомассы зообентоса.

Таксономическая группа	Доля, в %			Тип грунта
	Ракуша	Песок	Ил	
Губки	70	25	5	Песчанистая ракуша
Книдарии	5	30	65	Песчанистый ил
Немертины	55	38	7	Песчанистая ракуша
Полихеты	60	10	30	Заиленная ракуша
Форониды	20	40	40	Илистый песок
Ракообразные	70	25	5	Ракуша
Панцирные моллюски	65	35	0	Песчанистая ракуша
Брюхоногие моллюски	10	45	45	Песчанистый ил
Двустворчатые моллюски	10	90	0	Песок
Асцидии	15	60	25	Илистый песок
Общая биомасса зообентоса	70	25	5	Песчанистая ракуша

Она же более всего подходит для губок, немертин и хитонов. Наиболее высокая биомасса книдарий и брюхоногих моллюсков наблюдается на песчаном иле. Для полихет больше всего подходит заиленная ракуша. Илистый песок более всего подходит для форонид и асцидий. Наибольшая биомасса ракообразных характерна для ракуши, а двусторчатых моллюсков для песка.

Список литературы:

1. Указ президента України про створення національного природного парку «Джарилгацький» [Електронний ресурс]. – <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/1045/2009> (дата обращения 13.03.2018)
2. Жадин В. И. Методы гидробиологических исследований. – М.: Высшая школа, 1960. – 191с.
3. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 1. Свободноживущие беспозвоночные. Простейшие, губки, кишечнopolостные, черви, щупальцевые. – Киев: Наукова думка, 1968. – 437с.
4. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 2. Свободноживущие беспозвоночные. Ракообразные. – Киев: Наукова думка, 1969. – 536 с.
5. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Т. 3. Свободноживущие беспозвоночные. Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. – Киев: Наукова думка, 1972. – 340с.
6. Emig C. C. British and other Phoronids. Keys and notes for identification of the species. – London: Acad. Press. – 1979. – v. 13. – 57p.
7. Pitombo F. B. Phylogenetic analysis of the Balanidae (Cirripedia, Balanomorphs) // Zoologica Scripta. – 2004. – №3, vol. 33 – P. 261–276. World Register of Marine Species (WoRMS) [Електронний ресурс]. – URL: <http://www.marinespecies.org/index.php> (дата обращения 12.04.2019)

УДК 593.8:591.13

ЖЕЛЕТЕЛЫЙ МАКРОПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ КРЫМА: ПРОСТРАНСТВЕННО- ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА И ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ПЛАНКТОННОЕ СООБЩЕСТВО

Г. А. Финенко, Н. А. Дацук, Б. Е. Аннинский

Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского
Севастополь, Россия, e-mail: gfinenko@gmail.com

Аннотация. В разные сезоны (зима, весна, раннее лето, осень) 2016 г проведены исследования пространственно-временной динамики состояния популяций желетелого макропланктона и оценена его роль в пищевой цепи желетелые хищники – зоопланктон в прибрежных районах Черного моря в акватории Крыма. Желетелый макропланктон в течение всего исследованного периода был представлен одним видом *Aurelia aurita* (Linnaeus 1758) и тремя видами гребневигов – *Mnemiopsis leidyi* A. Agassiz, 1865, *Beroe ovata* Bruguier 1789 и *Pleurobrachia pileus* (O. F. Müller, 1776). Выявлены пространственные и временные различия в распределении и интенсивности питания отдельных видов. Показано, что низкая скорость выедания зоопланктона популяциями желетелых не приводит к кардинальному сокращению численности зоопланктонного сообщества, что создает благоприятные условия для питания личинок мелких пелагических рыб.

Ключевые слова: желетелый макропланктон, численность, биомасса, интенсивность питания, скорость выедания.

GELATINOUS MACROPLANKTON OF COASTAL REGIONS OF CRIMEA: SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS AND IMPACT ON THE PLANKTON COMMUNITY

G. A. Finenko, N. A. Datsyk, B. E. Anninsky.

Summary. In different seasons (winter, spring, early summer, autumn) 2016 the spatio-temporal dynamics of the state of gelatinous macroplankton populations was studied and their role in the food chain of gelatinous predators – zooplankton in the coastal regions of the Black Sea off Crimea coast, were estimated. The gelatinous macroplankton throughout the study period was represented by one species of jellyfish *Aurelia aurita* and three species of ctenophores *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata* and *Pleurobrachia pileus*. Spatial and temporal differences in the distribution and intensity of feeding of separate species are revealed. It has been shown that the low predatory impact of jellyfish populations on zooplankton does not resulted in a drastic reduction in the abundance of zooplankton community, which creates favorable conditions for feeding the larvae of small pelagic fishes.

Key words: gelatinous macroplankton, abundance, biomass, feeding intensity, predatory impact

Развитие популяций желетелых в морях и океанах претерпевает значительную вариативность во времени и пространстве, что определяет необходимость проведения долговременного мониторинга как основы для оценки их состояния, структуры и функционирования зоопланктонного сообщества и пелагической экосистемы в целом [4–6].

Численность желетелых определяется не только гидрофизическими процессами, антропогенными и климатическими факторами, но и взаимодействием физиологических и поведенческих отношений видов с окружающими условиями и конкурентными и трофическими взаимодействиями между видами. Накопление многолетних рядов данных по развитию желетелых и изучение основных трофических характеристик (состава диеты и скорости потребления пищи животными) могут дать полезную информацию о путях передачи энергии, трофических отношениях желетелых и их возможного влияния на популяции жертв.

Цель работы – оценка состояния популяций желетелого макрозоопланктона и его пищевой пресс на зоопланктонное сообщество в прибрежных районах Крыма (Черное море).

Материал и методы. Исследование проводили в прибрежных районах Черного моря у берегов Крыма от м. Тарханкут до Керчи в 4-х рейсах «Профессор Водяницкий» в разные сезоны года: 83– зима (январь – февраль), 84– весна (апрель), 86– раннее лето (июнь), 90– осень (октябрь) 2016 г. Изученная акватория была разделена на 4 района согласно районированию В. А. Водяницкого [1]: 1– район Каркинитского залива, 2– Евпаторийско-Севастопольский район, 3– район Южного берега Крыма, 4– Феодосийский район. Количество станций в отдельных рейсах варьировало от 17 до 45, все станции были расположены на шельфе с глубинами от 10 до 150 м. Температура воды на поверхности изменялась от 7 до 21° С. Сбор желетелого зоопланктона и обработку материала проводили по методике, описанной нами ранее [2, 3].

Результаты. В макропланктоне присутствовало 4 вида желетелых: медуза *Aurelia aurita*, гребневики *Mnemiopsis leidyi*, *Beroe ovata*, *Pleurobrachia pileus* (Рис. 1). В течение всех исследованных сезонов по численности преобладал *P. pileus*, в то время как *A. aurita* преобладала по биомассе.

В пространственном распределении наблюдались различия от сезона к сезону: зимой максимальные величины биомассы *A. aurita* наблюдались в восточной части – в Феодосийском районе, весной – в районе Южного берега, летом – в Евпаторийско-Севастопольском районе. Зимой распределение медуз было практически гомогенным: различия в средней биомассе по районам составляли 1,5 раза, в то время как в другие сезоны наблюдалась сильно выраженная пространственная неоднородность – различия в биомассе превышали 20 раз. В целом, биомасса медуз была максимальной весной и снижалась к лету и осени.

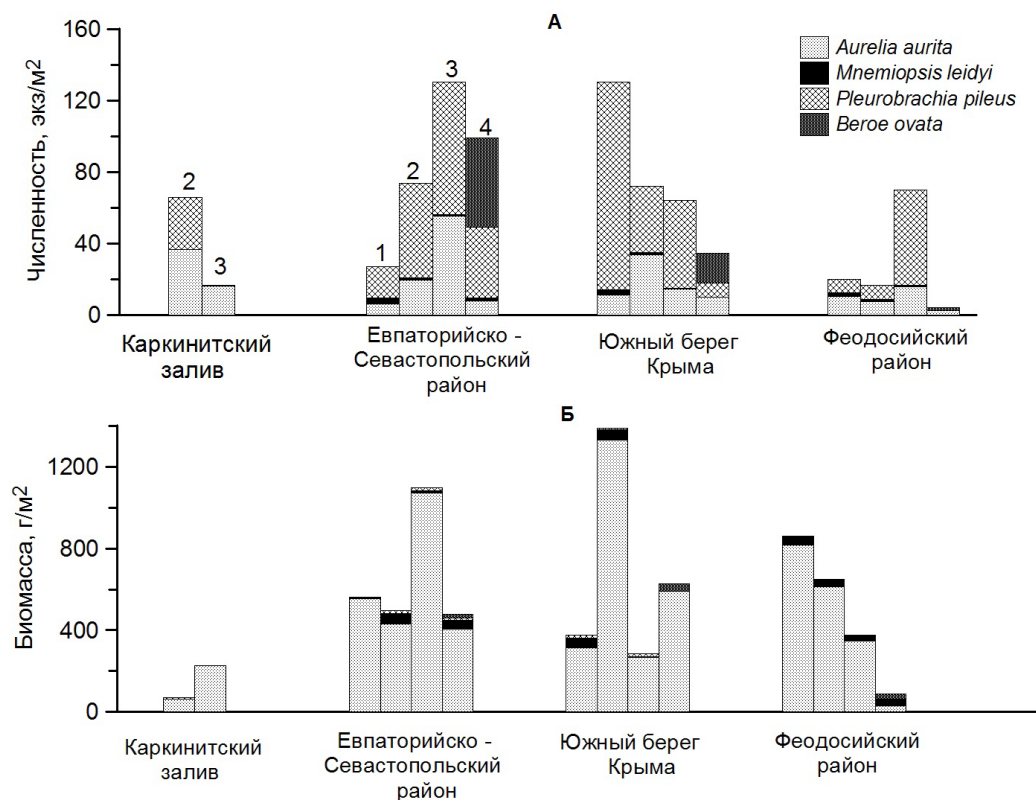


Рис. 1. Численность (А) и биомасса (Б) желетелых в прибрежных районах Крыма в 2016 г: 1 – зима, 2 – весна, 3 – лето, 4 – осень

Численность и биомасса *M. leidyi* сохранялась низкой на протяжении всего периода исследований во всех районах, при этом минимальная биомасса (около 0,4 г м⁻²) зарегистрирована в Каркинитском заливе зимой. В большинстве районов она изменялась в узких пределах 20–50 г м⁻². Несмотря на значительно более высокую численность гребневика *P. pileus*, его биомасса была ниже биомассы *M. leidyi* (0,76–16,2 г м⁻²). Гребневик-вселенец *B. ovata* присутствовал в планктоне в небольшом количестве в течение всего периода наблюдений. Региональные отличия в пространственном распределении желетелых определялись, по-видимому, сезонными мелко или крупномасштабными изменениями в поверхностной циркуляции вод Черного моря.

Пищевой спектр *A. aurita* был беден в зимний и весенний периоды (до 80% потребленных жертв составляли велигеры бивальвий, из ракообразных – небольшая доля *Oithona davisae* и науплиусов копепоид) и расширялся летом и осенью. В отличие от медуз, у *M. leidyi* четко проявлялось предпочтение ракообразных, составлявших до 70% общей биомассы жертв в гастральной полости в разных районах.

Диапазон изменения суточных рационов *A. aurita* широк – от десятых – сотых до более 50% С тела; величины рационов увеличивались по мере повышения температуры воды.

Рассчитанная на основе численности и величин суточных рационов скорость выедания мезозoopланктона субпопуляциями медуз в разных районах значительно различалась в зависимости от плотности популяции хищников и скорости их питания. Наиболее многочисленная субпопуляция *A. aurita* на Евпаторийско-Севастопольском шельфе потребляла 6,5 мг С м⁻² сутки⁻¹, при том, что в остальных исследованных областях эти величины были значительно ниже – от 1,57 до 3,09 мг С м⁻² сутки⁻¹.

Пищевой пресс популяции медуз, хотя и возрастал от зимы к осени, изменяясь по районам, был незначительным. Время полужизни zooplankтона (Рис. 2) практически во всех рай-

онах намного превышало время генерации их основной пищи (копепод) составлявших от 69 до 21 суток в зависимости от сезона, что не могло привести к значительному сокращению численности зоопланктонного сообщества и создавало благоприятные условия для питания мелких пелагических рыб.

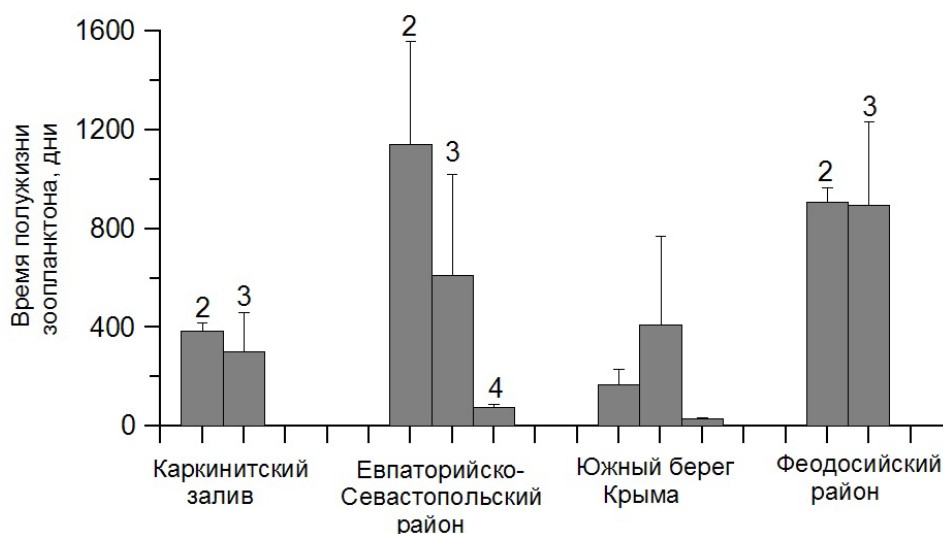


Рис. 2. Время полужизни зоопланктона в прибрежных районах Крыма в 2016 г. Обозначения смотреть рис.1

Благодарности. Работа подготовлена по теме государственного задания ФГБУН ИМБИ «Функциональные, метаболические и токсикологические аспекты существования гидробионтов и их популяций в биотопах с различным физико-химическим режимом» (Регистрационный номер НИОКТР АААА-А18-118 021 490 093-4) и при частичной поддержке проекта РФФИ и г. Севастополя р_а 18-44-920 022 «Отклик черноморской пелагической экосистемы на изменение климата в регионе (на примере медуз, гребневиков и мелких пелагических рыб)»

Список литературы

1. Водяницкий В. А. О естественноисторическом районировании Черного моря и в частности у берегов Крыма. Труды Севастопольской биологической станции // М.; Л.: Изд. АН СССР 1949. – Вып. 7. – С. 249–255.
2. Финенко Г. А. Динамика популяции гребневиков *Mnemiopsis leidyi* и ее воздействие на зоопланктон в прибрежных районах Черного моря у берегов Крыма в 2004–2008 / Г. А. Финенко, Г. И. Аболмасова, З. А. Романова, Н. А. Дацык, Аннинский Б. Е. // Океанология. – 2013. – Т. 53, вып. 1. – С. 88–97.
3. Финенко Г. А. Пространственная вариабельность и пищевые характеристики популяций желтелетых в акватории Крыма в летний период / Г. А. Финенко, Н. А. Дацык, С. М. Игнатьев, Б. Е. Аннинский // Морской биологический журнал. – 2019. – Т. 4, №2. – С. 71–86.
4. Condon R. H. Recurrent jellyfish blooms are a consequence of global oscillations / R. H. Condon, C. M. Duarte, K. A. Pitt, K. Robinson // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2013. – Vol. 110. – P. 1000–1005.
5. Purcell J. E. Jellyfish and ctenophore blooms coincide with human proliferations and environment perturbation // Annals Review Marine Science. – 2012. – Vol. 4. – P. 209–235.
6. Richardson A. J. The jelly fish joyride: causes, consequences and management responses to a more gelatinous future / A. J. Richardson, A. Bakun, G. C. Hays, M. J. Gibbons // Trends Ecology Evolution. – 2009. – Vol. 24. – P. 312–322.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФИТОПЛАНКТОНА ПРИТОКОВ И НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ИРТЫШ

Н. Н. Барсукова, О. П. Баженова

Омский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина, Омск, Россия,
bnn13@mail.ru

Аннотация. По данным исследований фитопланктона нижнего течения р. Иртыш и его притоков в 2017 г. установлены различия в видовом составе и таксономической структуре. Наиболее общие черты с нижним течением Иртыша имеет фитопланктон устья р. Конды.

Ключевые слова: фитопланктон, видовой состав, таксономическая структура, обилие, река Иртыш, нижнее течение, притоки.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF PHYTOPLANKTON OF TRIBUTARIES AND CHANNEL PART OF THE LOWER REACHES OF THE IRTYSH RIVER

N. N. Barsukova, O. P. Bazhenova

Summary. According to studies of phytoplankton of the lower reaches of the Irtysh river and its tributaries in 2017, differences in species composition and taxonomic structure were established. The most common features with the lower course of the Irtysh is the phytoplankton of the mouth of the Kondariver.

Keywords: phytoplankton, species composition, taxonomic structure, abundance, Irtysh river, lower course, tributaries.

Трансграничная река Иртыш, крупнейший приток Оби, протекает по территории трех стран – Китая, Казахстана и России. По характеру долины, русла и ряду физико-географических признаков Иртыш условно делят на верхний, средний и нижний. Значительная часть притоков Иртыша находятся в его нижнем течении [1].

Нижнее течение реки Иртыш и его притоки испытывают мощную антропогенную нагрузку, связанную с активным развитием в последние десятилетия инфраструктуры городов, нефтедобывающих комплексов, освоением нефтегазовых месторождений, активного использования рек в целях судоходства и др. [7, 12, 13].

Как известно, наиболее объективное представление об экологическом состоянии водных объектов может дать только биомониторинг. При оценке состояния нижнего течения реки Иртыш и его притоков в качестве показателя использовали фитопланктон, являющийся основным продуцентом органического вещества и важным фактором формирования качества вод [1].

Фитопланктон нижнего течения Иртыша и его притоков изучался нерегулярно. Литературные данные относятся в основном ко второй половине XX века [4, 6, 8–11] и к настоящему времени устарели, некоторые сведения последних лет носят отрывочный характер [2, 5].

Цель данной работы – провести сравнительную характеристику фитопланктона нижнего течения р. Иртыш и его притоков.

Материалом для публикации послужили результаты обработки проб фитопланктона, отобранных во время экспедиции «Иртыш – река жизни» (6–22 августа 2017 г.), организованной Омским региональным отделением Русского географического общества (РГО). Отбор проб фитопланктона проводили на 12 створах, расположенных регулярно по Иртышу, и в устьях-притоках Тобол, Туртас, Демьянка, Конда.

На каждом створе пробы отбирали батометром в трех точках поперечного сечения реки – у берегов и на середине. Пробы фиксировали 40% формалином, концентрировали осадочным способом, обрабатывали общепринятыми методами. Всего обработано 62 количественных и 18 качественных проб фитопланктона.

Видовой состав и таксономическая структура летнего фитопланктона в нижнем течении Иртыша и устьях исследованных притоков имеют существенные различия. К настоящему времени в составе фитопланктона нижнего течения Иртыша идентифицировано 259 видовых и внутривидовых таксонов (ВВТ) из 7 отделов [3], в то время как в указанных притоках найдено от 36 до 49 ВВТ.

Низкое видовое богатство фитопланктона в устьях исследованных притоков, несомненно, связано с недостаточным количеством проб фитопланктона, поскольку задачи экспедиции РГО были направлены, в основном, на экологическое просвещение населения. В других работах, посвященных фитопланктону крупных притоков нижнего течения Иртыша [9–11, 13, 14], показатели видового богатства фитопланктона существенно превышают наши данные. Сложившаяся ситуация требует в дальнейшем большего масштаба подобных исследований.

В нижнем течении Иртыша ведущая роль в формировании видового богатства фитопланктона принадлежит зеленым (Chlorophyta), эвгленовым (Euglenophyta), диатомовым (Bacillariophyta) водорослям и цианопрокариотам (Cyanoprokaryota). В устьях притоков наибольшим видовым богатством отличаются зеленые водоросли, роль остальных отделов в формировании таксономического спектра фитопланктона незначительна и количество идентифицированных видов на порядок меньше (табл.).

Таблица. Таксономическая структура и видовое богатство фитопланктона р. Иртыш и притоков в его нижнем течении

Отдел/класс	Количество ВВТ				
	Нижнее течение р. Иртыш	р. Конда	р. Демьянка	р. Тобол	р. Туртас
Cyanoprokaryota	36	6	4	6	4
Miozoa/Dinophyceae	4	0	0	0	0
Ochromophyta/Xanthophyceae	2	0	0	0	1
Ochromophyta/Chrysophyceae	9	1	2	1	3
Euglenophyta	53	4	4	7	2
Bacillariophyta	34	8	3	8	7
Chlorophyta	110	30	23	20	22
Charophyta	11	0	0	0	1
Всего	259	49	36	42	40

К важнейшим характеристикам фитопланктонного сообщества относятся показатели численности и биомассы или его обилие.

Показатели численности фитопланктона в нижнем течении Иртыша и его притоков находятся на одном уровне. Численность фитопланктона в нижнем течении Иртыша колеблется в пределах 3,20–12,36 млн кл./л, среди притоков максимальная численность отмечена в устье р. Конды – 8,46 млн кл./л, наименьшая – в устье р. Туртас – 2,1 млн кл./л.

Высокая численность фитопланктона как в нижнем течении Иртыша, так и в его притоках обусловлена вегетацией мелкоклеточных колониальных цианопрокариот родов *Aphanocapsa* Näg. и *Chroococcus* Näg. В притоках наибольшая численность цианопрокариот отмечена в устье Конды (1,2 млн кл./л) и Демьянки (1,7 млн кл./л).

Показатели биомассы фитопланктона Иртыша имеют более высокие значения (2,1–4,6 г/м³), чем в устьях притоков (1,0–2,1 г/м³). В формировании биомассы фитопланктона, как в са-

мом Иртыше, так и в притоках главную роль играют диатомовые водоросли. В нижнем течении Иртыша доля диатомей в общей биомассе составляла 71,43%, в притоках возрастала до 78% (р. Конда). Наиболее высоких показателей биомасса диатомей достигала в устье Конды – 1,5 г/м³, в остальных притоках колебалась от 0,16 до 0,72 г/м³. Массового развития в планктоне притоков и в самом Иртыше достигают диатомеи *Fragilariacrotonensis* Kitt., *Asterionellaformosa* Hass., виды рода *Stephanodiscus* Ehr.

Зеленые водоросли в фитопланктоне нижнего течения Иртыша и его притоков представлены наибольшим количеством ВВТ и образуют высокую численность. В нижнем течении Иртыша интенсивная вегетация характерна для представителей родов *Chlorococcum* Menegh., *Coelastrum* Näg., *Crucigenia* Morren, *Scenedesmus* Meyen и *Mucidosphaeriumpulchellum* (Wood) Bock, Proscholdet Krenitz. В притоках наибольшего уровня развития достигают виды родов *Monoraphidium* Kom.-Legn., *Coenocystis* Korsch., *Pseudodidymocystis* Hegew. et Deason, *Scenedesmus*.

Максимальная численность зеленых водорослей (3,6 млн кл./л) наблюдалась в устье Конды и была обусловлена интенсивной вегетацией мелкоклеточной водоросли *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn.

Для хризифитовых водорослей характерна невысокая численность (10–20 тыс. кл./л), из них наиболее часто встречаются *Chrysococcusbiporus* Skuja, *Kephyrionovum* Pasch., *K. doliolum* Com.

Видовое богатство эвгленовых водорослей в притоках Иртыша на порядок ниже, чем в самой реке. Наибольшее количество видов эвгленид, в основном из рода *Trachelomonas* Ehr., было найдено в устьях Конды и Тобола, но численность их была невысокая (10–50 тыс. кл./л).

Из всех обследованных притоков наиболее общие черты с нижним течением Иртыша имеет фитопланктон устья р. Конды. Массовое развитие цианобактерий, высокая численность мелкоклеточных хлорококковых водорослей и центрических диатомей свидетельствуют о сходстве процессов, происходящих в их экосистемах.

Список литературы

1. Баженова О. П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока. – Омск: ОмГАУ, 2005. – 248 с.
2. Баженова О. П. Некоторые сведения о весеннем фитопланктоне нижнего Иртыша // Эколого-экономическая эффективность природопользования на современном этапе развития Западно-Сибирского региона: Матер. III междунар. научно-практич. конф. – Омск: ОмГПУ, 2010. – С. 13–15.
3. Баженова О. П., Барсукова Н. Н., Янчевская А. М. Новые и редкие виды водорослей в планктоне нижнего течения реки Иртыш / Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: мат-лы XVIII науч.-практ. конф. – Барнаул: АлтГУ, 2019. – С. 201–205.
4. Валеева Э. И. Флора планктонных водорослей нижнего течения Иртыша: автореф. дис....канд. биол. наук. – Свердловск, 1975. – 18 с.
5. Валеева Э. И. О составе альгофлоры нижнего течения Иртыша // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – Тюмень: Ин-т проблем освоения Севера СО РАН. 2011. – № 12. – С. 20–22.
6. Генкал С. И., Науменко Ю. В. Новые данные к флоре диатомовых водорослей Оби и Иртыша // Биология внутренн. вод. информ. бюлл. – 1985. – № 65. – С. 16–19.
7. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе в 2018 году/Служба по контролю и надзору в сфере охраны окружающей среды, объектов животного мира и лесных отношений ХМАО-Югры. – Ханты-Мансийск, 2018. – 190 с.
8. Науменко Ю. В. Фитопланктон Оби, нижнего Иртыша и его изменения под воздействием антропогенных факторов: автореф. дис....канд. биол. наук. – Новосибирск, 1984. – 16 с.

9. Науменко Ю.В. Видовой состав фитопланктона нижнего течения реки Тобол//Ботан. журн. – 1988а. – Т. 73. – №8. – С. 1103–1105.
10. Науменко Ю.В. Фитопланктон реки Конды // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. – 1988б. – № 14, вып. 2. – С. 66–71.
11. Науменко Ю.В. Характеристика состава фитопланктона реки Демьянки // Изв. СО АН СССР. Сер. биол. наук. – 1988 в. – № 20, вып. 3. – С. 48–52.
12. Решетняк О.С. Региональные особенности высокого уровня загрязненности рек Обь-Иртышского бассейна / О.С. Решетняк, В.А. Брызгалю, Л.С. Косменко // Вода: химия и экология. 2013. – №6. – С. 3–9.
13. Семенова Л.А. Экологический мониторинг водотоков бассейна реки Демьянка / Л.А. Семенова, А.И. Коваленко// Вестник рыбохоз. науки. 2016. – Т. 3. – № 1 (9). – С. 64–74.
14. Фитопланктон реки Тобол и его динамика в районе г. Курган (Западная Сибирь) /П.Д. Клоченко, Т.И. Митковская, А.И. Сакевич, С.М. Беспалько// Альгология. 1992. – Т. 2, – №4. – С. 45–53.

УДК 595.143.6: 577.118

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ МЕДИЦИНСКОЙ ПИЯВКИ (*HIRUDO VERBANA* CARENA, 1825) ИЗ ПРИРОДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ

Л. В. Черная¹, Л. А. Ковальчук¹, Н. В. Микшевич²

¹ Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, e-mail: kovalchuk@ipae.uran.ru. ² Уральский государственный педагогический университет, г. Екатеринбург, Россия, e-mail: mikshevich@gmail.com

Аннотация. Проведена сравнительная оценка содержания тяжелых металлов в тканях медицинской пиявки *Hirudo verbana* Carena, 1825 различных возрастных групп из природных популяций (р. Челбас, Краснодарский край). Показано, что в тканях взрослых особей пиявок, в отличие от ее молоди, содержится значительно больше Zn, Fe и Pb, но меньше Cu, Mn, Ni и Cd. Результаты исследования могут быть использованы как дополнительные критерии в мониторинговых мероприятиях по сохранению медицинской пиявки *H. verbana* в водных экосистемах России.

Ключевые слова: медицинские пиявки, тяжелые металлы, возраст, природные популяции.

AGE FEATURES OF HEAVY METALS IN TISSUES OF MEDICINAL LEECHES (*HIRUDO VERBANA* CARENA, 1825) FROM NATURAL POPULATIONS

L. V. Chernaya¹, L. A. Kovalchuk¹, N. V. Mikshevich²

Summary. A comparative assessment of the content of heavy metals in the tissues of a medicinal leech *Hirudo verbana* Carena, 1825 of various age groups from natural populations (the Chelbas River, Krasnodar region) is carried out. It was shown that in the tissues of adult leeches, in contrast to its juveniles, it contains significantly more Zn, Fe and Pb, but less Cu, Mn, Ni and Cd.

The results of this study can be used as additional criterion in monitoring activities for the conservation of medicinal leeches *H. verbana* in aquatic ecosystems of Russia.

Keywords: medicinal leech, heavy metals, age, natural populations.

Среди организмов пресноводного макрозообентоса, обладающих биоресурсным потенциалом, особое место занимают медицинские пиявки (МП), официально используемые в медицине, ветеринарии, фармакологии и косметологии. На фармацевтическом рынке представлены МП, выращенные в искусственно созданных условиях на биофабриках, однако современная технология гирудокультуры требует регулярного изъятия половозрелых особей из природных популяций. В настоящее время природные популяции МП находятся на грани исчезновения, чему в значительной степени способствуют браконьерство и антропогенное загрязнение гидросферы, в том числе и такими приоритетными экотоксикантами как тяжелые металлы (ТМ) [3, 5]. Однако проблеме аккумуляционных особенностей МП по отношению к ТМ в научной литературе не уделено должного внимания. Совершенно очевидно, что меры по сохранению природных популяций МП должны иметь комплексный характер, включая экологический мониторинг не только их мест обитания, но и данные о фоновых концентрациях ТМ в их тканях в зависимости от абиогенных и биогенных факторов среды, тем более что МП используют в медицинской практике.

В рамках указанной проблемы авторами ранее были определены референтные значения концентраций ТМ в тканях МП в зависимости от климатогеографических и сезонных факторов, исследованы закономерности их биоаккумуляции и научно обоснована целесообразность использования МП в качестве биоиндикаторов при проведении мониторинга загрязнения ТМ водных экосистем в черте их ареала [6, 7].

Настоящая работа посвящена изучению возрастных особенностей содержания тяжелых металлов в тканях медицинских пиявок из природных популяций.

Материалы и методы

В исследованиях использованы половозрелые особи и молодь медицинской пиявки *Hirudo verbana* Cargen, 1825, отловленные в литоральной зоне реки Челбас (Каневской район, Краснодарский край) в первую декаду августа 2012 г. Масса тела молоди МП составила $0,14 \pm 0,08$ г, взрослых особей – $1,83 \pm 0,24$ г.

Валовое содержание Cu, Zn, Fe, Mn, Ni, Cd, Pb в тканях МП исследовали методом атомно-абсорбционной спектрометрии на спектрофотометре AAS-3 в пламени пропан-бутан и на приборе Analyst 100 фирмы Perkin Elmer [2]. Подготовлено и проанализировано 20 проб, проведено 140 элементо-определений.

Экспериментальные данные обрабатывали с использованием пакета лицензионных прикладных программ «Statistica v. 7.0.» (Stat Soft, Ink.). При множественном сравнении (ANOVA, post-hoc, Tukey HSD test) данные преобразовывали в логарифмическую форму. Различия между выборками считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Результаты спектрофотометрического анализа показали, что в тканях взрослых особей МП содержится значительно больше Zn, Fe и Pb, но меньше Cu, Mn, Ni и Cd ($p < 0,05$) (таблица).

Таблица. Содержание тяжелых металлов (мкг/г сухого вещества, $M \pm SE$ [95%CI]) в тканях медицинских пиявок различных возрастных групп

ТМ мкг/г	Взрослые n = 10	Молодь n = 10	<i>p</i> Tukey test
Cu	$8,25 \pm 0,48$ [7,17–9,33]	$10,51 \pm 0,32$ [9,78–11,23]	0,000
Zn	$307,71 \pm 6,77$ [292,40–323,01]	$253,98 \pm 4,42$ [243,94–264,04]	0,000
Mn	$7,30 \pm 0,23$ [6,77–7,83]	$8,78 \pm 0,28$ [8,15–9,40]	0,043
Fe	$2176,55 \pm 84,72$ [1984,89–2368,20]	$1929,26 \pm 9,77$ [1907,17–1951,36]	0,005
Cd	$3,06 \pm 0,05$ [2,94–3,17]	$4,21 \pm 0,06$ [4,07–4,35]	0,000
Pb	$13,99 \pm 0,48$ [12,92–15,08]	$10,76 \pm 0,31$ [10,07–11,48]	0,000
Ni	$10,87 \pm 0,46$ [9,82–11,93]	$12,88 \pm 0,35$ [12,08–13,67]	0,004

Примечание: M – среднее арифметическое, SE – ошибка среднего арифметического, 95% CI – доверительный интервал

Возрастные различия в содержании эссенциальных и токсичных ТМ в тканях *H. verbana* видимо обусловлены особенностями пищевого рациона взрослых и растущих особей. Молодь МП способна прокусить только кожу земноводных, в то время как взрослые особи *H. verbana* сосут кровь всех классов позвоночных, отдавая предпочтение млекопитающим (крупному рогатому скоту и человеку).

В то же время при анализе разновозрастных групп МП следует учитывать и физиологические особенности развивающихся и половозрелых особей. Так, известно, что Zn и Fe, повышенное содержание которых отмечено в тканях взрослых пиявок, принимают активное участие в репродуктивных процессах. Цинк относится к числу микроэлементов (МЭ), активно участвующих в обменных процессах организма, влияющих на их рост и нормальное развитие. Цинк обнаружен в составе более 200 ферментов, относящихся ко всем шести классам, включая гидролазы, трансферазы, оксидоредуктазы, лиазы, лигазы и изомеразы. Железо входит в состав гемоглобина, протоплазмы всех клеток и в состав цитохромов, участвующих в процессах тканевого дыхания [1, 4].

Растущим и развивающимся организмам необходимы в достаточном количестве эссенциальные МЭ Mn и Cu, повышенные концентрации которых отмечены в тканях молоди МП. Физиологическое значение Mn определяется его активизирующей ролью в процессах фосфорилирования углеводного обмена. Марганец необходим для нормального функционирования ЦНС, для процессов роста и развития животных. Медь входит в состав целого ряда ферментов-оксидаз и участвует в биохимических процессах как составная часть ферментов, осуществляющих реакции окисления субстратов молекулярным кислородом [1, 4].

Концентрации Cd и Ni по результатам наблюдений существенно ниже у взрослых пиявок. Никель относится к числу МЭ, необходимых для нормального развития живых организмов, однако о его роли в живых организмах известно немного. Биологическая роль Ni заключается в участии структурной организации, функционировании основных клеточных компонентов – ДНК, РНК, белка и гормональной регуляции [1, 4]. Кадмий хорошо известен, как токсичный элемент, но он же, наряду с Ni, относится к группе «новых» биофильных МЭ и в низких концентрациях способен стимулировать рост некоторых животных. Соединения Cd играют важную роль в активации ряда ферментов, являющихся в норме цинксодержащими энзимами [1, 4].

Результаты исследования, помимо научной новизны, имеют практическое значение. Определенные нами фоновые концентрации тяжелых металлов в тканях особей различных возрастных групп медицинской пиявки *H. verbana* из природных популяций могут быть использованы как дополнительные критерии в мониторинговых мероприятиях по сохранению этих гидробионтов в водных экосистемах России.

Список литературы

1. Авцын А.П. Микроэлементы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, М.А. Жаворонков, Л.С. Риш, А.А. Строчкова. – М.: Медицина, 1991. – 496 с.
2. Другов Ю.С. Пробоподготовка в экологическом анализе: практическое руководство. 3-е изд. доп. и перераб. / Ю.С. Другов, А.А. Родин. – М.: БИНОМ, 2009. – 855 с.
3. Лукин Е.И. Пиявки пресных и солоноватых водоемов. – Л., 1976. – Т.1. – 484 с.
4. Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология: теоретические и прикладные аспекты. – Ин-т водных проблем РАН. М.: Наука, 2009. – 400 с.
5. Флеров Б.А. Эколого-физиологические аспекты токсикологии пресноводных животных. – Л.: Наука, 1989. – 144 с.
6. Черная Л.В. Географическая вариабельность содержания тяжелых металлов в тканях медицинских пиявок (*Hirudo medicinalis*, *Hirudo verbana*) и в донных отложениях из мест их обитания / Л.В. Черная, Л.А. Ковальчук, Н.В. Микшевич // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2019. – Т. 4, №3. – С. 67–77.
7. Chernaya L.V. Seasonal bioaccumulation of heavy metals by medicinal leech *Hirudo verbana* / L.V. Chernaya, L.A. Kovalchuk, N.V. Mikshevich // Hydrobiological Journal. – 2018. – Vol. 54 (5). – P. 56–62.

РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТЕРЛЯДИ *ACIPENSER RUTENUS* L. РЕКИ ИРТЫШ В ОМСКОЙ ОБЛАСТИ в 2018 г.

Л. А. Шиповалов, В. Ф. Зайцев, А. А. Ростовцев

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО»), Новосибирск, Россия, sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. Дана характеристика водоема. Представлены данные по размерно-возрастному составу стерляди в р. Иртыш Омской области. Проведен анализ показателей роста стерляди.

Ключевые слова: стерлядь, размерно-возрастная характеристика, показатели роста.

SIZE-AGE CHARACTERISTICS OF STERLET *ACIPENSER RUTHENUS* L. OF THE RIVER IRTYSH IN THE OMSK REGION 2018

L. A. Shipovalov, A. A. Rostovtsev, V. F. Zaitsev

Summary. Presents characteristic of the reservoir. Presents size-age composition of sterlet of the River Irtysh in the Omsk region 2018. The analysis of the growth performance of sterlet.

Keywords: sterlet, size-age characteristics, age distribution.

Иртыш – самый крупный левый приток р. Обь. Берет начало из ледников на юго-западных склонах Монгольского Алтая (в Китае). Общая длина Иртыша – 4248 км. В пределах России от границ с Казахстаном до впадения в р. Обь длина Иртыша составляет 2038 км, протяженность в Омской области 1132 км. [1, 4].

Гидробиологический режим водоема является ведущим фактором, влияющим на условия обитания рыб. Кормовую базу для рыб р. Иртыш составляют зоопланктонные организмы, обитающие в толще воды, и бентические, живущие на дне водоема.

Материалы исследований, характеризующие размерно-возрастную структуру популяции иртышской стерляди, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Размерно-возрастная характеристика стерляди р. Иртыш, 2018 г.

Возраст, лет	Длина, см		Масса, г		Количество исследованных рыб на возраст		Определен возраст, экз.
	средняя	колебания	средняя	колебания	экз.	%	
1+	22,2±0,13	22,5–26,4	98,0±2,07	80–136	52	14,9	10
2+	29,6±0,18	25,5–32,4	229,0±3,62	110–247	135	38,9	35
3+	32,8±0,07	30,5–32,4	271,3±3,60	230–350	106	30,6	23
4+	35,3±0,19	33,5–37,4	365,4±10,16	247–420	28	8,2	9
5+	37,2±0,10	36,5–38,4	470,5±8,06	463–525	16	4,6	5
6+	40,4±0,41	37,5–45,4	513,7±13,20	420–630	8	2,3	8
7+	46,0	46,0	1050	980–1120	2	0,6	2
Итого	32,4±0,35	22,5–46,4	255,9±5,97	80–1120	347	100,00	92

Согласно исследованиям доля особей, в возрасте 1+ в 2018 г. было меньше, чем в 2009–2017 гг. (таблица 2). Это очевидно связано, с меньшей численностью этого поколения стерляди в результате ухудшения (из за маловодья) условий воспроизводства в 2017 г., так и возможно неполного облова мелких особей этого возраста 1+ в 2018 г. из-за селективности орудий лова (избирательности) размеров ячеи применяемых сетей.

Таблица 2. Возрастной состав промысловых стад стерляди в р. Иртыш в разные годы, % (по данным «ЗапСибНИРО»)

Возраст	Год									
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Среднее
1+	27,6	58,12	67,85	23,3	29,6	35,4	20,7	50,1	41,95	39,4
2+	24,2	18,51	19,40	51,9	48,0	54,5	58,1	28,7	42,53	38,4
3+	22,1	10,85	8,15	16,9	18,0	5,6	15,9	12,7	7,18	13,0
4+	20,2	8,97	1,41	3,7	2,9	2,4	3,4	7,3	5,46	6,2
5+	3,8	2,16	1,78	2,5	1,2	1,6	1,3	0,7	2,01	1,9
6+	1,1	0,98	0,81	1,0	0,2	0,4	0,4	0,3	0,57	0,6
7+	0,5	0,2	0,49	0,5	0,1	0,1	0,1	0,2	0,29	0,3
8+	0,3	0,07	0,05	-	-	-	-	-	-	0,01
9+	0,1	0,07	0,03	-	-	-	-	-	-	0,01
10+	0,1	0,07	0,03	0,2	-	-	-	-	-	0,01
Средний	2,6	1,8	1,5	2,2	2,0	1,8	2,1	1,8	1,9	2,0

Из архивных материалов предыдущих лет (2009–2017 гг.) видно, что численность молоди в возрасте 1+ – 2+ стабильно составляла большую часть стада – в среднем 77,8% (табл. 2). В связи с этим, можно сделать предварительное заключение, что промысел не нарушает воспроизводительную способность популяции, не уменьшается численность молоди в течение ряда лет, следовательно, популяция вида находится в стабильном состоянии, давая относительно постоянную величину пополнения и улова [10].

Согласно нашим исследованиям показатели длины тела стерляди с 2012 по 2018 гг. во всех возрастных группах имеют незначительные отклонения. У крупных особей эти показатели меньшего размера (1+ – 3+) отклонения длины тела составляют от 1,0 до 1,6 см или 3,1–6,6% от средней длины тела. У крупных особей (5+ – 7+) отклонения составляют 1,8–2,8 см или 2,9–6,8% от средней длины тела (таблица 3).

Таблица 3. Показатели средней длины тела стерляди р. Иртыш в разные годы

Возраст	Длина тела, см							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Средняя
1+	23,7	23,0	21,8	21,5	24,2	22,2	22,2	22,7
2+	28,3	26,7	28,4	27,6	28,2	27,4	29,6	28,0
3+	32,0	30,4	32,4	31,3	32,6	31,3	32,8	31,8
4+	35,0	34,3	35,2	34,9	35,0	34,0	35,3	34,8
5+	39,3	39,8	37,8	40,4	37,5	35,6	37,2	38,2
6+	43,0	43,0	41,0	45,0	42,0	40,7	40,4	42,2
7+	49,0	45,0	46,0	49,0	49,0	49,0	46,0	47,6
Средняя	28,7	26,7	26,7	27,5	27,4	26,4	32,4	28,0

Показатели массы тела стерляди с 2012 по 2018 гг. во всех возрастных группах имеют большой диапазон отклонений в абсолютных и относительных величинах. У особей меньшего размера (1+ – 3+) отклонения показателей составляют от 15,3 до 87,1 г или 13,3–44,0% от средней массы тела. У крупных особей (5+ – 7+) соответственно от 19,0 до 176,7 г или 3,8–25,0% от средней массы тела (таблица 4).

Таблица 4. Показатели средней массы тела стерляди р. Иртыш в разные годы

Возраст	Масса тела, см							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Средняя
1+	81,2	87,4	61,9	82,4	75,9	99,0	98,0	83,7±
2+	144,9	137,1	161,5	136,8	126,5	177,4	229,0	159,0±
3+	220,8	224,1	248,5	227,5	205	257,6	271,3	236,4±
4+	348,6	347,2	354,3	299,8	346,3	323,7	365,4	340,8±
5+	508,1	522,3	522,3	505,3	524,7	486,7	470,5	505,7±
6+	671,6	841	626	706	790	650,0	513,7	685,5±
7+	1177,5	1147	841	870	870	1050,0	1050,0	1000,8±
Средняя	172,3	150,3	143,8	153,8	133,8	169,7	255,9	168,5

Значительные отклонения показателей массы тела в абсолютных и относительных величинах связаны с условиями нагула, удовлетворительного гидрологического режима, хорошей кормовой базой и низкой численностью пищевых конкурентов в эти годы.

Анализ биоматериалов по составу пищевых компонентов в кишечниках стерляди и масового вида в р. Иртыш – бентофага леща показал, что индекс пищевого сходства у них достаточно высокий – 57,1%. В условиях малокормного водоема можно с уверенностью утверждать о пищевой конкуренции этих рыб [3,8].

Также вполне очевидно, что превентивные меры в виде моратория на промышленное рыболовство стерляди в р. Иртыш в 2012–2017 гг. также способствовали росту численности стада стерляди.

Следует отметить, что в последние годы (2012–2018 гг.) вызывает опасение состояние родительского стада (4+ – 7+) иртышской стерляди. – Низкая численность в среднем 6,4% и короткий возрастной ряд (в контрольных уловах особей, старше 7 лет вообще отсутствуют).

Известно, что по типу нерестовых популяций стерлядь относится к видам с длинным жизненным циклом, в стаде которых пополнение производителей (впервые созревающие и нерестующие особи), много меньше остатка (повторно нерестующие рыбы) [9]. Однако, в стаде иртышской стерляди преобладает пополнение в возрасте 4+ – 5+ лет (5,8%), над остатком – 6+ – 7+ (0,7%) (табл. 2). Согласно архивным материалам «ЗапСибНИРО» в слабо облавливаемой (девственной) популяции стерляди численность рыб старше 5+ лет должна приближаться к 15–20%.

Незначительная численность особей старших возрастных групп указывает на существенный пресс в виде браконьерского лова на популяцию иртышской стерляди. В результате постоянного воздействия незаконного промысла популяция стерляди находится в неестественном для нее состоянии характерном для видов со средним жизненным циклом.

Популяция стерляди р. Иртыш Омской области находится в относительно стабильном состоянии. На показатели численности стада во многом влияют условия воспроизводства. Незначительная численность особей старших возрастных групп указывает на существенную промысловую нагрузку на популяцию иртышской стерляди в виде неконтролируемого браконьерского лова. Поддержание ее численности возможно за счет охраны нерестилищ, предотвращения вылова ее молоди и осуществление искусственного разведения.

Список литературы

1. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. – М.: Наука, 1998. – 220 с.
2. Атлас России. – М., 2001. – 80 с.
3. Зайцев В. Ф. Особенности питания стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) и леща (*Abramis brama orientalis* Berg) в реке Иртыш Омской области / В. Ф. Зайцев, А. А. Ростовцев, А. В. Цапенков, Л. С. Прусевич, У. В. Ефанова, Д. И. Наумкина // Современное состояние водных биоресурсов: матер. III междунар. конф. – Новосибирск, НГАУ. – 2014. – С. 50–51.

4. О состоянии и об охране окружающей среды Омской области в 2013 году. – Омск: Наука, 2014. – 192 с.
5. Пидгайко М. Л. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР / М. Л. Пидгайко, Б. М. Александров, Ц. И. Иоффе, Л. П. Максимова, П. П. Петров, Е. Б. Саватеев, А. А. Салазкин // Изв. ГосНИОРХ. – 1968. – Т. 67. – С. 205–228.
6. Попов П. А. Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов. – Новосибирск: Новосибир. гос. ун-т, 2007. – 526 с.
7. Прусевич Л. С. Экологическое состояние реки Иртыш в Саргатском районе Омской области по показателям зоопланктона и зообентоса / Л. С. Прусевич, У. В. Чибряева // Современное состояние и проблемы устойчивого развития Иртышского бассейна: междунар. науч.-практ. конференция. -Павлодар, 2013. – С. 32–38.
8. Попков В. К., Рузанова А. И. Конкурентные взаимоотношения акклиматизированного леща с местными рыбами-бентофагами в бассейне Средней Оби / В. К. Попков, А. И. Рузанова / Современное состояние водных биоресурсов: мат. междунар. конференции. – Новосибирск, 2008. – С. 344–349.
9. Тюрин П. В. Теоретические основания рационального регулирования рыболовства// Изв. ГосНИОРХ. – 1974. – Т. 86. – С. 7–25.8.
10. Шибаев С. В. Промысловая ихтиология. – С-П.: Изд-во СПбГУ, 2007. – 399 с.

УДК 597.554.5:591.15 (262.54)

СОВРЕМЕННОЕ ОСОЛОНЕНИЕ АЗОВСКОГО МОРЯ И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ПИЩЕЙ АЗОВСКОЙ ХАМСЫ *ENGRAULIS ENCRASICOLUS MAEOTICUS* (ENGRAULIDAE) В 2006–2018 гг.

Т. В. Юнева, В. Н. Никольский

ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского РАН», Севастополь, Россия,
e-mail: tatjanayuneva@gmail.com

Аннотация. С 2006 по 2017 гг. соленость Азовского моря увеличилась с 9,4‰ до 14‰. Важным феноменом этого периода явилась резкая вспышка и последующее сокращение биомассы азовской хамсы. По межгодовой динамике средней массы и содержания липидов в теле рыб доминирующих в уловах размерных групп оценивали обеспеченность пищей хамсы в период современного осолонения моря.

Ключевые слова: Азовское море, осолонение, хамса, содержание липидов, обеспеченность пищей.

THE SEA OF AZOV CURRENT SALINIZATION AND FOOD SUPPLY OF AZOV ANCHOVY, *ENGRAULIS ENCRASICOLUS MAEOTICUS* (ENGRAULIDAE), IN 2006–2018

T. V. Yuneva & V. N. Nikolsky

A. O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia,
e-mail: tatjanayuneva@gmail.com

Summary. The Sea of Azov salinity increased from 9.4‰ in 2006 to 14‰ in 2017. An important phenomenon during the salinization were the outbreak and then sharp decline in anchovy

biomass in the Sea of Azov. We examined the interannual dynamics of anchovy food supply in this period. Mean weights as well as lipids stored in fish of dominant size groups in catches were used as indicators.

Keywords: Sea of Azov, salinization, anchovy, lipid content, food supply.

Азовское море, в которое впадают две крупные реки – Дон и Кубань, сообщается с Черным морем через Керченский пролив. Соленость Азовского моря зависит от баланса между величинами пресного стока и поступлением черноморской воды. До начала 1950-х гг. соленость высокопродуктивного в те годы Азовского моря редко превышала 11–12‰. Зарегулирование рек в 1950–1970-е гг. привело к постепенному осолонению моря до 13,8‰ в 1976 году [3]. К началу 2000-х годов из-за повышенной увлажненности в регионе соленость Азовского моря уменьшилась до 9,3‰. С 2007 года вновь началось сокращение речного стока и значительно увеличилось поступление черноморских вод [5]. К 2015–2016 гг. соленость моря достигла 13,5–14‰. Осолонение привело к изменению всех компонентов экосистемы. На смену солоноватоводным аборигенным видам пришли менее продуктивные виды черноморского происхождения, сократилось биоразнообразие, изменилась сезонная динамика циклов развития массовых форм фито-, зоо-, ихтиопланктона и бентоса, участились заморы [5]. Важным звеном трофической цепи пелагиали моря является азовская хамса, которая нерестится, растет и нагуливается в Азовском море, а затем мигрирует в Черное море на зимовку. В начале осолонения Азовского моря наблюдался рост запасов хамсы, а в дальнейшем – резкое их сокращение [8]. Представлялось важным выяснить, какое влияние на физиологическое состояние хамсы оказало изменение экосистемы Азовского моря в период современного осолонения (2006–2018 гг.).

Хамса для исследования была собрана в Азовском море и Керченском предпроливье. Методы взятия проб и анализа хамсы для определения размерно-весовых показателей и содержания липидов в теле в качестве индикаторов обеспеченности рыб пищей во время нагула, подробно описаны нами ранее [9].

Несмотря на то, что хамса является рыбой эвригалийной, оптимальная соленость для ее размножения, развития яиц и личинок составляет 11–12‰ [2]. Именно при такой солености в 2010 году наблюдалась очень высокая численности икры и личинок хамсы, которые дали начало высокоурожайному поколению и высокой биомассе в 2011–2012 гг. (рис. 1). В годы высоких запасов, судя по содержанию липидов в теле, обеспеченность пищей хамсы была хорошей (рис. 2А). Анализ жирнокислотных трофических индексов показал, что к 2010–2013 гг. в пище хамсы преобладали черноморские мигранты, а в рационе увеличилась доля животной пищи. Хамса стала основным потребителем планктона в Азовском море [9]. Демографический взрыв привел к омоложению популяции и уменьшению средней массы рыб в уловах (рис. 2Б). Переломным явился 2014 год, когда соленость моря увеличилась до 13‰. Сократилась численность икры и личинок хамсы (см. рис.1Б), увеличилась доля мертвой икры и личинок с аномалиями в развитии [4]. Жирность рыб в уловах резко сократилась (см. рис.2А). Биомасса кормового планктона уменьшилась с начала осолонения в 2–3 раза [6]. В 2014 году впервые с конца 1970-х гг. было отмечено проникновение в Азовское море медуз – трофических конкурентов хамсы. В 2015–2017 гг. при солености около 14‰ медузы распространялись по всему морю с весны до конца лета [7]. В 2014 гг. запасы хамсы сократились вдвое по сравнению с максимальной величиной 2011 г., и продолжали снижаться в последующие годы. Снижение запасов хамсы явилось регулирующим фактором, позволившим нивелировать ухудшение состояния кормовой базы. Начиная с 2015 года, на фоне сокращения запасов произошло увеличение содержания липидов в теле рыб до среднемноголетнего уровня, а также средней массы особей в популяции. Последнее, в свою очередь, свидетельствует о старении популяции и низком уровне воспроизводства.

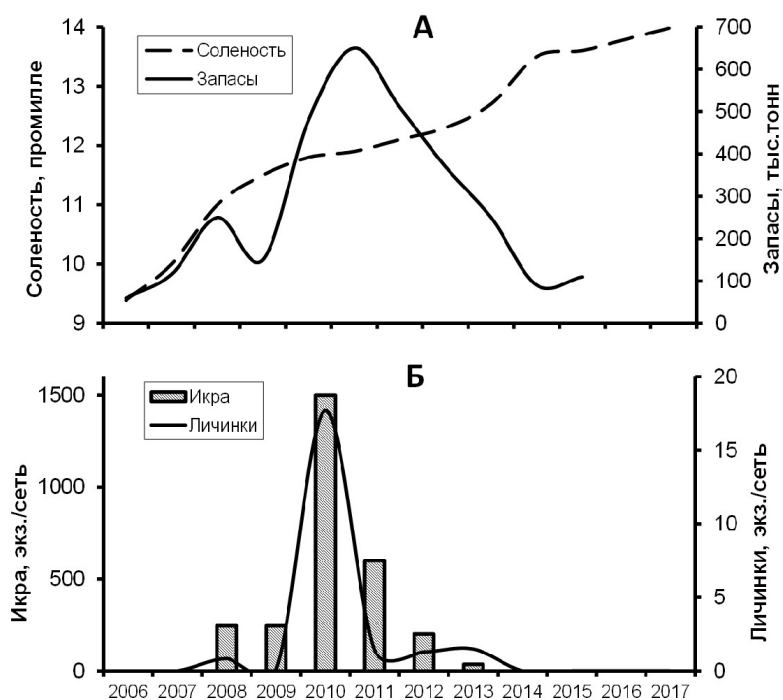


Рис. 1. А) Межгодовая динамика солености Азовского моря [3] и запасов азовской хамсы по данным лампарных съемок [8]; Б) численность икры и личинок хамсы в годы высоких запасов [1]

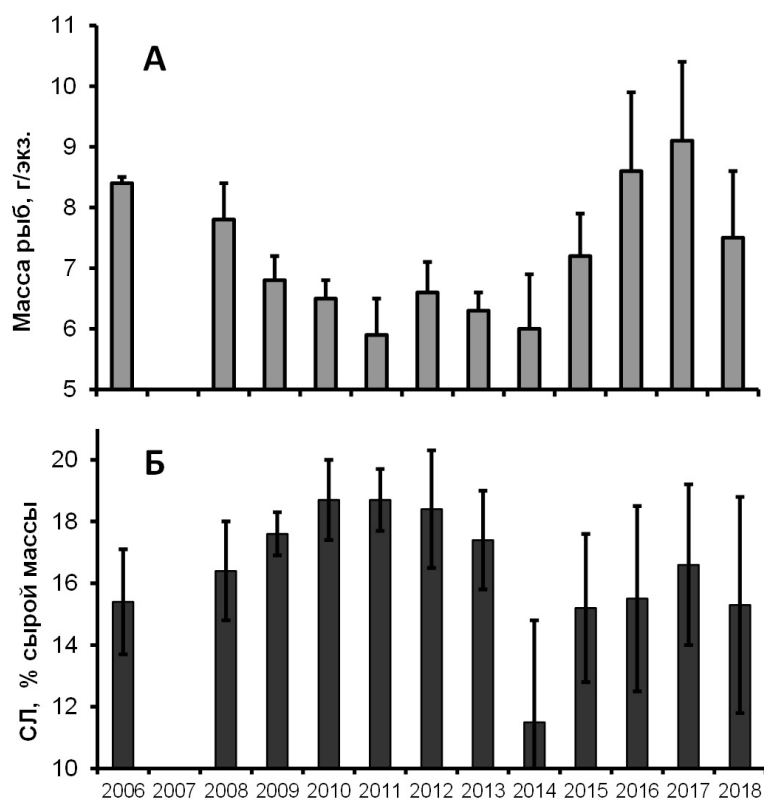


Рис. 2. Межгодовая динамика содержания липидов в теле рыб (А) и средней массы (Б) азовской хамсы

Работа выполнена в рамках темы госзадания № АААА А18-118 021 490 093-4 и проекта РФФИ № 18-44-920 022.

Список литературы

1. Александрова У. Н. Состояние сырьевой базы в Азово-Черноморском рыбохозяйственном бассейне в 2013 г. и ее использование промыслом / У. Н. Александрова, А. С. Игнатенко, О. А. Перевалов и др. // Труды ВНИРО. – 2016. – Т. 160. – С. 12–25.
2. Бокова Е. Н. Питание азовской хамсы на разных этапах ее развития // Тр. ВНИРО. – 1955. – Т. 31, вып. 1. – С. 356–367.
3. Косенко Ю. В. Динамика гидрохимических характеристик Азовского моря в современный период осолонения / Ю. В. Косенко, Т. О. Барабашин, Т. Е. Баскакова // Изв. вузов. Северо-кавказский регион. Естеств. науки. – 2017. – № 3–1. – С. 76–82.
4. Матишов Г. Г. Фаунистическое разнообразие и показатели обилия планктонных сообществ Азовского моря в июне 2014 г. / Г. Г. Матишов, С. М. Игнатьев, Ю. А. Загородняя и др. // Вестник южного научного центра. – 2015. – Т. 11, № 3. – С. 81–91.
5. Матишов Г. Г. Механизмы осолонения Таганрогского залива в условиях экстремально низкого стока Дона / Г. Г. Матишов, К. С. Григоренко, А. Ю. Московец // Наука Юга России. – 2017. – Т. 13, № 1. – С. 35–43.
6. Мирзоян З. А. Особенности развития биологических сообществ и кормовой базы планктоноядных и бентосоядных рыб в условиях осолонения Азовского моря (2007–2014 гг.). / З. А. Мирзоян, Д. Ф. Сафронова, Д. Ф. Афанасьев и др. // Вопросы сохранения биоразнообразия водных объектов. – Ростов-на-Дону: АЗНИИРХ, 2015. – С. 237–243.
7. Мирзоян З. А. Развитие популяций сцифоидных медуз *Rhizostoma pulmo* и *Aurelia aurita* в Азовском море / З. А. Мирзоян, М. Л. Мартынюк, Д. В. Хренкин и др. // Водные биоресурсы и среда обитания. – 2019. – Т. 2, № 2. – С. 27–35.
8. Шляхов В. А. Анализ и сопоставление динамики запасов азовской и черноморской хамсы в 2005–2016 гг. – 2017. [Электронный ресурс]. – <http://azniir.kh.ru/novosti/analiz-i-sopostavlenie-dinamiki-zapasov-azovskoy-i-chernomorskoy-hamsyi-v-2005-2016-gg/>.
9. Юнева Т. В. Межгодовая изменчивость содержания липидов и жирных кислот у азовской хамсы *Engraulis encrasicolus maeoticus* (Engraulidae) в период современного осолонения Азовского моря / Т. В. Юнева, В. Н. Никольский, С. А. Забелинский и др. // Вопросы ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 1. – С. 1–9.

УДК 574.587

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ И БИОМАССЫ РЕЧНОЙ ЖИВОРОДКИ *VIVIPARUS VIVIPARUS* L. В НОВОСИБИРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Л. В. Яныгина^{1,2}, Д. Д. Волгина¹

¹ФГБУН Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия

²Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия, zoo@iwerp.ru

Аннотация. Представлены результаты многолетних исследований популяции чужеродного вида *Viviparus viviparus* L. в Новосибирском водохранилище. Отмечена тенденция увеличения численности и биомассы живородок летом.

Ключевые слова: чужеродные виды, сезонная динамика, моллюски

FEATURES OF ABUNDANCE AND BIOMASS SEASONAL DYNAMICS OF RIVER SNAIL *VIVIPARUS VIVIPARUS* L. IN NOVOSIBIRSK RESERVOIR

L. V. Yanygina, D. D. Volgina

Summary. The results of long-term studies of the alien species *Viviparus viviparus* L. in the Novosibirsk reservoir are presented. The tendency of increase in number and biomass of river snail in the summer is noted.

Keyword: alien species, seasonal dynamics, mollusks.

Речная живородка *Viviparus viviparus* (L.) (Gastropoda, Viviparidae) – широко распространенный западнопалеарктический вид, встречающийся в водоемах всей Европы (кроме крайнего севера и юга) [3]. В Новосибирское водохранилище *V. viviparus* был непреднамеренно интродуцирован во второй половине XX в. На участках высокой плотности живородки отмечены перестройки структуры, снижение разнообразия и повышение биомассы аборигенного зообентоса [5]. Вселение живородки может приводить к ухудшению кормовой базы рыб, снижению рыбопродуктивности водоема [2]. Для эффективного управления видами-вселенцами необходимо знание особенностей их экологии и популяционной динамики в чужеродном ареале. Цель данной работы – изучение сезонной динамики речной живородки *Viviparus viviparus* L. в Новосибирском водохранилище. Моллюсков собирали весной, летом и осенью 2009, 2010 и 2018 гг. в Новосибирском водохранилище в районе с. Ордынское. Для отбора проб использовали дночерпатель с площадью захвата 0,025 м². Моллюсков фиксировали 70% этанолом.

В течение периода исследований численность и биомасса живородки на створе у п. Ордынское существенно увеличились (рис. 1). Это может свидетельствовать о незаконченности инвазионного процесса, продолжающемся освоении моллюсками водоема. Сезонная динамика численности и биомассы живородки была слабо выражена. Отмечена тенденция незначительного увеличения численности летом и ее снижения осенью, однако эти различия были преимущественно статистически не значимы (рис. 1). Тренды биомассы были еще менее выражены.

Исследования, проведенные на водохранилищах Польши, показали схожие тренды изменения обилия *V. viviparus*: летом численность живородки в целом была выше, чем весной и осенью [4]. Отсутствие выраженных сезонных изменений размерно-возрастного состава живородок вероятнее всего связано с растянутым периодом выхода молоди в водную среду, который, по некоторым данным может происходить даже зимой [1]. Длительный период размножения, как и живорождение, являются факторами повышения репродукционного потенциала живородок и, соответственно, способствуют эффективному освоению моллюсками чужеродного ареала.

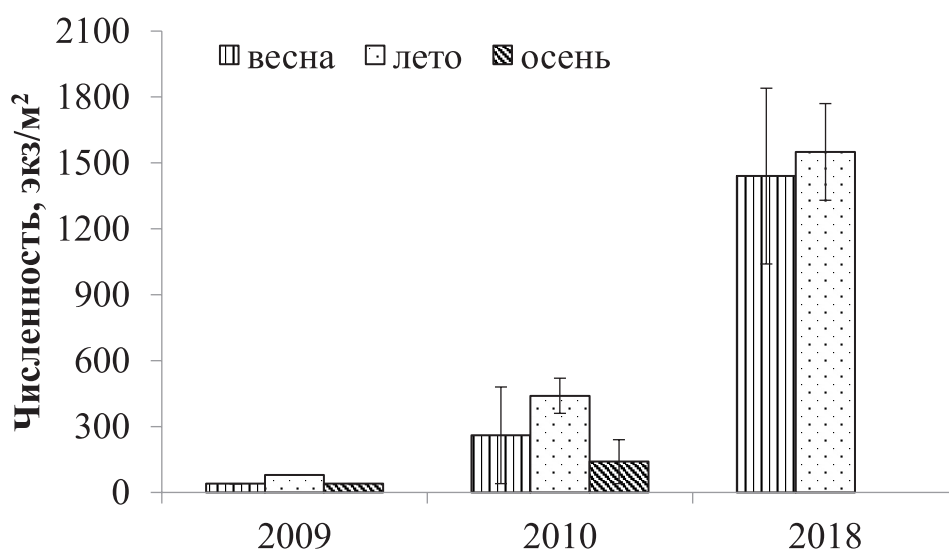


Рис. 1. Сезонная динамика численности *V. viviparus* (экз./м²) на участке водохранилища в районе с. Ордынское.

Работа выполнена в рамках бюджетного проекта ИВЭП СО РАН при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант №18-04-01 001).

Список литературы

1. Анистратенко В. В. Современное распространение брюхоногих моллюсков семейства Viviparidae (Caenogastropoda) в континентальных водоемах Евразии / В. В. Анистратенко, Е. В. Дегтяренко, Л. А. Прозорова // Зоол. журн. – 2014. – №2. – С. 211–220.
2. Визер А. М. Питание и рост молоди стерляди (*Acipenser ruthenus marsiglii* Brandt, 1883) Новосибирского водохранилища / А. М. Визер, М. А. Дорогин // Вестн. рыбохоз. науки. – 2015. – Т. 2, №1 (5). – С. 27–31.
3. Черногоренко Е. В. О видовом составе вивипарид (Gastropoda, Viviparidae) Европы и Западной Азии // Зоологический журнал. – 1988. – т. LXVII, вып. 5. – С. 645–655.
4. Jakubik B. Life strategies of Viviparidae (Gastropoda; Caenogastropoda; Archtaenioglossa) in various aquatic habitats *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758) and *V. contectus* (Millet, 1813) // Folia Malacologica. – 2012. – Vol. 20, N 3. – P. 145–179.
5. Yanygina L. V. Community-level effects of a *Viviparus viviparus* L. (Gastropoda, Viviparidae) invasion in the Novosibirsk reservoir // Limnology. – 2020. DOI: 10.1007/s10201-019-00580-4.

УДК 597.2/.5

К ИЗУЧЕНИЮ ИХТИОФАУНЫ ОЗЕРА ДЖУЛУКУЛЬ

Н. А. Колесов¹, Т. А. Акимова², С. В. Абрамов²

¹Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия,
E-mail: koliesov-nikolai@mail.ru.

²ФГБУ «Алтайский государственный природный биосферный заповедник», г. Горно-Алтайск, Россия, E-mail: vdovina-ta@mail.ru и irbisgrey@mail.ru

Аннотация. В работе приведены результаты ихтиологических исследований на озере Джулукуль Улаганского района Республики Алтай. Объектами исследований послужили алтайский осман и сибирский хариус.

Ключевые слова: озеро Джулукуль, ихтиофауна, популяция, возраст.

TO THE STUDY OF THE ICHTHIOFAUNA OF LAKE DZHULUKUL

N. A. Kolesov, T. A. Akimova, S. V. Abramov

Summary. The paper presents the results of ichthyological studies on Lake Dzhulukul of the Ulagan District of the Altai Republic. The objects of research were Altai ottoman and Siberian grayling.

Keywords: lake Dzhulukul, ichthyofauna, population, age.

Озеро Джулукуль – крупное высокогорное озеро в верховьях реки Чулышман на высоте 2176 м. Второе по величине озеро Республики Алтай, после Телецкого озера. Находится озеро в Улаганском районе на территории Алтайского государственного природного биосферного заповедника. Длина его 10 км, ширина – 3,3 км, максимальная глубина не превышает 9 м.

Озеро Джулукуль с севера окружено Шапшальским хребтом (естественная граница между Алтаем и Тывой), на Юге проходит хребет Чихачева. Весь район Джулукульского озе-

ра – сохранившийся до наших дней древний ландшафт, который был распространен по всей Сибири после ледникового периода. Характерная особенность – смешение высокогорной и степной флоры и фауны. Деревьев практически нет, распространена карликовая береза.

Ихтиофауна озера представлена следующими видами рыб: алтайским османом, сибирским хариусом, сибирским гольцом-усачом и сибирским подкаменщиком [4].

В августе 2019 г. осуществлялся экспедиционный выезд на озеро Джулукуль для сбора данных по ихтиофауне. Всего было обследовано 34 экземпляра рыб (4 экз. сибирского хариуса и 30 экз. алтайского османа).

У рыб из озера измерялась длина, взвешивалась масса тела и бралась чешуя. Возраст определялся по чешуе, по методу И. Ф. Правдина [6].

Изучение морфометрических показателей сибирского хариуса из озера проводились по схеме измерений лососевых рыб, по Смитту [6, 7]. Промеры проводились с помощью мерной доски и штангенциркуля с точностью измерения до 0,1 см. Рыб взвешивали на электронных весах, с точностью измерения до 1 г.

В оз. Джулукуль алтайский осман Потанина *Oreoleuciscus potanini* (Kessler, 1879) является основным видом в ихтиофауне водоема. Тело прогонистое. Рот конечный. Чешуя очень мелкая, слабо налегающая друг на друга. Самцы отличаются от самок по наличию конусовидного выроста на половом сосочке [8]. Осман приступает к размножению в 4+-5+, нерестится при температуре воды от 8°C. Икра выметывается на гальку и растения, в несколько приемов. Плодовитость османа в водоемах Горного Алтая колеблется от 6,0 до 656 тысяч икринок. По мере роста рыб увеличивается и их плодовитость: у самок длиной 13–14 см равняется в среднем 16 тыс. икринок, а длиной 22–27 см – 323 тыс. икринок [3]. Максимальные размеры алтайского османа достигают длиной 60 см, массой – 2500 г [1].

Исследования, проведенные в августе 2019 г. показали, что популяция алтайского османа озера Джулукуль состояла из особей в возрасте от 13+ до 17+ лет, промысловой длиной от 21,0 см до 25,2 см и массой от 115 г до 190 г. Средняя промысловая длина тела составила 22,7 см, средняя масса – 149,7 г (таблица 1).

Таблица 1. Размерно-возрастная характеристика алтайского османа оз. Джулукуль, август 2019 г.

Возраст	Промысловая, длина тела, см		Масса рыб, г		Количество исследованных рыб	
	средняя	min – max	средняя	min – max	экз.	%
13+	21,5	21,0–22,3	126,3	115–145	4	13,3
14+	22,1	20,5–23,0	145,5	135–160	11	36,8
15+	22,9	22,0–24,0	152,1	145–190	10	30,3
16+	24,6	23,5–25,2	171,3	150–190	4	13,3
17+	25	25	180	180	1	3,3
Итого	22,7	21,0–25,2	149,7	115–190	30	100

Анализ полученных материалов показал, что основу стада османа составили преимущественно особи в возрасте 14+ – 15+ или 21 экз. (67,1%) от общего количества исследованных рыб.

Сибирский хариус *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776) является вторым видом по массовости, после османа, обитающим в оз. Джулукуль. Тело покрыто среднего размера чешуей. Рот небольшой. Зубы есть на челюстях, сошнике и небных костях, иногда и на языке. На спинном плавнике по основному темному фону тянется несколько горизонтальных рядов кирпично-красных пятен, расположенных на перепонках между лучами в задней части плавника. Самцы окрашены более ярко, чем самки. Спинной плавник высокий, у самцов в прижатом состоянии он достигает хвостового. В водоемах Горного Алтая половозрелость хариуса наступает в 3+ [3]. Нерест хариуса в оз. Джулукуль начинается в июне, при темпе-

ратуре воды от 5°C. Плодовитость хариуса в озерах Горного Алтая у самок в 5+ составляет 3,0–4,8 тыс. икринок, в 9+ – 6,4 [5]. Максимальные размеры сибирского хариуса достигают длиной 41 см, массой – 1000 г [2].

В оз. Джулукуль обследовано было всего четыре экземпляра хариуса в возрасте от 3+ до 4+ лет, промысловой длиной от 20,1 см до 25,3 см и массой от 115 г до 215 г (таблица 2).

Таблица 2 – Морфометрические параметры сибирского хариуса озера Джулукуль, см

Признак	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	Среднее значение
Пол	самец	самец	самка	самка	
Возраст	4+	3+	3+	3+	
Масса рыбы, г	215	115	185	145	165,0
Масса рыбы без внутренних органов, г	185	95	150	125	138,75
Длина всей рыбы (<i>ab</i>)	27,8	22,3	25,9	24,7	25,18
Длина тела по Смитту (<i>ac</i>)	25,6	21,3	24,7	23,2	23,70
Длина тела без С (<i>ad</i>)	26,3	20,25	23,6	21,4	22,89
Длина туловища (<i>od</i>)	20,5	16,5	18,8	17,7	18,38
Чешуй в боковой линии (<i>ll</i>)	83	73	71	79	76,50
Лучей в спинном плавнике (<i>D</i>)	20	19	19	19	19,25
Лучей в анальном плавнике (<i>A</i>)	11	12	12	11	11,50
Длина рыла (<i>an</i>)	1,1	1	1,15	1	1,06
Диаметр глаза (<i>np</i>)	1,05	0,9	1,1	0,95	1,00
Заглазничный отдел головы (<i>po</i>)	2,7	2,1	2,6	2,45	2,46
Длина средней части головы (<i>aa₅</i>)	3,6	2,8	3,3	3	3,18
Длина головы (<i>ao</i>)	5,05	4,1	4,5	4,4	4,51
Высота головы у затылка (<i>lm</i>)	3,4	2,8	3,5	3,35	3,26
Длина верхнечелюстной кости (<i>aa₆</i>)	1,5	1,3	1,8	1,6	1,55
Длина нижней челюсти (<i>k, l₁</i>)	2,5	2	2,1	2,1	2,18
Наибольшая высота тела (<i>qh</i>)	5,6	4,3	5,5	5,1	5,13
Наименьшая высота тела (<i>ik</i>)	1,8	1,4	1,7	1,55	1,61
Антедорсальное расстояние (<i>aq</i>)	9	7,1	8,5	7,8	8,10
Постдорсальное расстояние (<i>rd</i>)	11,6	8,9	10,3	9,6	10,10
Антевентральное расстояние (<i>az</i>)	12,5	9,9	11,4	10,75	11,14
Антеанальное расстояние (<i>ay</i>)	18,7	15,35	17,5	16,5	17,01
Длина хвостового стебля (<i>fd</i>)	4,4	3,5	4,2	3,3	3,85
Длина основания D (<i>qs</i>)	5,25	4,5	4,7	4,5	4,74
Наибольшая высота D (<i>tu</i>)	3,2	2,7	3,25	3,1	3,06
Длина основания A (<i>yy₁</i>)	2,1	1,8	2,2	2	2,03
Наибольшая высота A (<i>ej</i>)	2,9	2,2	2,3	2,5	2,48
Длина грудного плавника (<i>P, vx</i>)	3,7	2,85	3,3	3,2	3,26
Длина брюшного плавника (<i>V, zz₁</i>)	3,6	2,3	3,35	2,7	2,99
Расстояние между P и V (<i>vz</i>)	7,4	5,7	6,6	6,5	6,55
Расстояние между V и A (<i>zy</i>)	6,65	5,4	6,4	6,1	6,14

Средняя масса сибирского хариуса составила 165 г, масса рыб без внутренних органов – 138,75 г, общая длина всех рыб (*ab*) составила 25,18 см и далее, все по порядку, в средних значениях: *ac* – 23,7 см; *ad* – 22,89; *od* – 18,38; *ll* – 76,5; лучей в *D* – 19,25; лучей в *A* – 11,5; *an* – 1,06; *np* – 1,0; *po* – 2,46; *aa₅* – 3,18; *ao* – 4,51; *lm* – 3,26; *aa₆* – 1,55; *k, l₁* – 2,18; *qh* – 5,13; *ik* – 1,61; *aq* – 8,1; *rd* – 10,1; *az* – 11,14; *ay* – 17,01; *fd* – 3,85; *qs* – 4,74; *tu* – 3,06; *yy₁* – 2,03; *ej* – 2,48; *vx* – 3,26; *zz₁* – 2,99; *vz* – 6,55; *zy* – 6,14 см.

Таким образом, по результатам исследований видно, что популяция алтайского османа в озере Джулукуль в августе 2019 г. состояла из особей в возрасте от 13+ до 17+ лет, промысловой длиной от 21,0 см до 25,2 см и массой от 115 г до 190 г. Средняя промысловая длина тела составила 22,7 см, средняя масса – 149,7 г. А также, помимо османа, было обследовано четыре

экземпляра сибирского хариуса в возрасте от 3+ до 4+ лет, промысловой длиной от 20,1 см до 25,3 см и массой от 115 г до 215 г.

Список литературы

1. Гудризер А. Н. К изучению алтайских османов // Проблемы экологии. – Томск, 1976. – Т. 4. С. 157–166.
2. Гудризер А. Н.. Рыбы Телецкого озера. / А. Н. Гудризер, Б. Г. Иоганзен, В. П. Кафанова, Г. М. Кривошеков. – Новосибирск, 1981. – 160 с.
3. Попов П. А. Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов: моногр. Новосибирск: НГУ, 2007. – 526 с.
4. Попов П. А. О характере распределения рыб на территории Горного Алтая // Вестник Томского государственного университета. Биология. №2 (22), 2013. – С. 141–149.
5. Попов П. А. Морфо-экологическая характеристика сибирского хариуса Горного Алтая // Сибирский экологический журнал. 1997. №2. С. 179–184.
6. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
7. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – Л: Ленинградский государственный университет, 1939. – 245 с.
8. Световидов А. Н. Ревизия рода алтайских османов // Вопросы ихтиологии. 1965. Т. 3. С. 245–261.

УДК 597.556.25

ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО МОРФОБИОЛОГИИ ЯПОНСКОЙ ТРЁХИГЛОЙ КОЛЮШКИ *GASTEROSTEUS NIPPONICUS* HIGUCHI, SAKAI ET GOTO, 2014 (PISCES: GASTEROSTEIDAE) ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ О. САХАЛИН

Д. Ю. Петухова¹, Ю. В. Дылдин¹, И. Б. Бабкина^{1,2}, В. И. Романов¹

¹Томский национальный исследовательский государственный университет, Томск, Россия, E-mail: yurydyldin@gmail.com. ²Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Новосибирск, Россия

Аннотация. Приводятся первые сведения по морфологии и биологии японской трёхиглой колюшки юго-западного побережья о. Сахалин, северная часть Японского моря. На основании сравнительного морфологического анализа, подтверждено присутствие японской трёхиглой колюшки у юго-западного побережья о. Сахалин.

Ключевые слова: японская трёхиглая колюшка, морфология, *Gasterosteus nipponicus*, Сахалин, биология, Японское море

FIRST INFORMATION ON THE MORPHOLOGY AND BIOLOGY OF THE JAPANESE THREE-SPINED STICKLEBACK *GASTEROSTEUS NIPPONICUS* HIGUCHI, SAKAI ET GOTO, 2014 (PISCES: GASTEROSTEIDAE) OF THE SOUTH-WESTERN SAKHALIN ISL.

D. Yu. Petukhova, Yu. V. Dyldin, I. B. Babkina, V. I. Romanov

Summary. The first information on the morphology and biology of the Japanese three-spined stickleback of the southwestern Sakhalin Island, northern Sea of Japan, are given. On the basis of a complete morphological studies, the presence of the Japanese three-spined sticklebacks in the region, is confirmed.

Keywords: Japanese three-spined stickleback, morphology, biology, *Gasterosteus nipponicus*, Sakhalin, Sea of Japan

Введение

Колюшковые рыбы широко распространены в морских и пресных водах северного полушария [4]. Японскую трёхиглую колюшку *Gasterosteus nipponicus* Higuchi, Sakai et Goto, 2014 относят к классу лучепёрых рыб отряда колюшкообразных Gasterosteiformes семейства колюшковые Gasterosteidae, в составе рода трёхиглые колюшки *Gasterosteus* [8].

Традиционно считается, что в акватории России и прилегающих территориях встречается один комплексный вид *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758 – трёхиглая колюшка, с широким распространением в водах европейской части России, Арктики и Дальнего Востока [1, 2, 4]. В 2014 году японские специалисты на основании многолетних исследований с включением как морфологических, так и генетических данных обоснованно выделили из состава *G. aculeatus* – новый *G. nipponicus* [9]. В пределы распространения нового вида авторы [9] включили и о. Сахалин.

До настоящего времени биология и морфология трёхиглых колюшек о. Сахалин и в частности японской, остается практически неизученными, за исключением некоторой сводной информации по распространению в пределах острова [6, 7]. Таким образом, давно назрела необходимость приступить к изучению японской колюшки Сахалина. С этой целью летом 2018 г. авторы посетили юго-западную часть о. Сахалин, где в литорали у п. Яблочное, был собран ихтиологический материал.

Материалы и методы

В основу работы положены собственные сборы трёхиглых колюшек в летний период 2018 г. в прибрежной литорали северной части Японского моря, юго-западного побережья о. Сахалин. Все выловленные трёхиглые колюшки были зафиксированы в 4%-м растворе формальдегида для дальнейшей камеральной обработки. Общий биологический анализ и полная схема морфологических промеров был проведен согласно ихтиологической методике В. И. Романова и др. [5] с дополнениями предложенными М. Хигучи и др. [9].

Результаты и обсуждение

Трёхиглая колюшка юго-западной части о. Сахалин нами вылавливалась с помощью драги в литорали с температурой воды не менее 16⁰С с глубиной до 0,5 м на расстоянии 2–10 м от берега. Для этих прибрежных морских вод характерен каменистый грунт местами сменяющийся открытыми участками песка, а также характерна различная водная растительность, в которой и обитает колюшка: заросли ламинарии, зоостеры, морского винограда и др. (рис. 1)



Рис. 1. Прибрежный биотоп характерный для обитания половозрелых трёхиглых колюшек

Трёхиглая колюшка имеет сложную внутривидовую структуру. Обычно российские авторы рассматривают ее в рамках комплексного вида – *G. aculeatus* complex [1, 3, 4], выделяя в ее составе три группы: «trachurus», «leiurus» и «semiarmatus», которые различаются по морфологии и типу жизненного цикла [3].

В нашем исследовании было показано, что трёхиглая колюшка прибрежной акватории юго-запада о. Сахалин принадлежит морфе «trachurus» с полным рядом боковых пластин и килем на хвостовом плавнике (рис. 2), что соответствует новому виду *G. nipponicus*.



Рис. 2. Трёхиглая колюшка, юго-западного побережья о. Сахалин, морфа «trachurus» с килем

Исследовав и оценив меристические признаки трёхиглой колюшки юго-западного побережья острова Сахалин, и сравнив их с японской трёхиглой колюшкой *G. nipponicus* (табл. 1), было выявлено, что эти показатели существенно не отличаются. В то время как *G. aculeatus* и *G. nipponicus* отличаются по количеству лучей во втором спинном плавнике *D* и анальном *A*. Средние значения лучей в спинном плавнике у *G. nipponicus* из нашей выборки составляет 13,35 у *G. nipponicus* [9] – 12,95; у *G. aculeatus* 11,85, так же у *G. aculeatus* не встречается лучей больше 13, а у *G. nipponicus* их бывает до 15. Так же отличается количество лучей в анальном плавнике *A*: у *G. nipponicus* из нашей выборки 10,15; у *G. nipponicus* [9] 9,77; у *G. aculeatus* 8,73.

Таблица 1. Меристические признаки трёхиглой колюшки литорали юго-западного побережья Сахалина

Признаки	<i>G. nipponicus</i> (наши данные, 2018 г.)			<i>G. nipponicus</i> (Higuchi et al., 2014)			<i>G. aculeatus</i> (Higuchi et al., 2014)		
	M ± m	Min	Max	M ± m	Min	Max	M ± m	Min	Max
<i>D</i>	3,00±0,00	3	3	3,00±0,00	3	3	3,01±0,01	3	4
<i>DII</i>	13,35±1,11	10	15	12,95±0,08	10	15	11,85±0,08	10	13
<i>A</i>	10,15±0,79	9	12	9,77±0,35	7	11	8,73±0,35	7	10
<i>L. P.</i>	31,95±0,38	31	33	31,72±1,96	29	35	32,96±2,33	30	35
<i>Cr</i>	12,10±0,77	10	14	–	–	–	–	–	–
<i>P</i>	9,85±0,65	9	12	–	–	–	–	–	–
<i>V</i>	2,00±0,00	2	2	–	–	–	–	–	–

Примечание: М – средняя арифметическая, m – ошибка репрезентативности, min – минимум, max – максимум; *D* – общее число колющих лучей, *DII* – ветвистых лучей во втором спинном плавнике, *A* – лучей в анальном плавнике, *L. P.* – кол-во боковых пластин, *Cr* – лучей в хвостовом плавнике, *P* – лучей в грудном плавнике, *V* – лучей в грудном плавнике.

В наших уловах японская трёхиглая колюшка представлена 19 половозрелыми самками и одним самцом. Колюшка встречалась с размерами (SL) от 60,9 мм до 79 мм (в среднем 68,7 мм) и массой тела от 2,5 до 6,7 г (в среднем 4,1 г). Преобладают в уловах колюшки от 70 до 74 мм, что в процентах от общего количества составляет 35%. По массе тела преобладают особи от 3,7 до 4,8 г – 45% и особи от 2,6 до 3,7 г – 30%.

По нашим данным среднее количество икры у одной самки готовой к икромёту составляет 214 икринок, минимальное – 117, и максимальное – 319. Средний диаметр икринок – 1,19 мм, средняя масса гонад 0,43 гр. Минимальная 0,14 и максимальная 1,28. Средняя индивидуальная относительная плодовитость (количество икры к массе тела) 54,18.

Спектр питания исследованных готовых к нересту трёхиглых колюшек, в основном состоит из ракообразных из которых 39% составляют креветки и 39% циклопы. Так же в желудках трёхиглых колюшек были найдены личинки насекомых и икра колюшек.

Заключение

Таким образом, сравнив комплекс морфологических признаков трёхиглой колюшки выловленной из литорали юго-запада Сахалина с японской трёхиглой колюшкой, нами здесь было подтверждено присутствие *G. nipponicus*.

Впервые для юго-западного побережья Сахалина была изучена плодовитость и спектр питания японской трёхиглой колюшки в нерестовый период, а также характер среды обитания *G. nipponicus*.

Список литературы

1. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – Т. 3. – С. 929–1382.
2. Богуцкая Н. Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями / Н. Г. Богуцкая, А. М. Насека. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 389 с.
3. Гриценко О. Ф. (ред.). Рыбы Курильских островов. – М.: ВНИРО, 2012. – 978 с.
4. Зюганов В. В. Семейство Колюшковых (Gasterosteidae) мировой фауны. Фауна СССР. Нов. сер. № 137. Рыбы. Т. 5. Вып. 1. – Л.: Наука, 1991. – 261 с.
5. Романов В. И. Методы исследования пресноводных рыб Сибири / В. И. Романов, А. П. Петлина, И. Б. Бабкина. – Томск: ТГУ, 2012. – 252 с.
6. Dyldin Yu. V. Ichthyofauna of fresh and brackish waters of Sakhalin Island: an annotated list with taxonomic comments: 3. Gadidae – Cryptacanthodidae families / Yu. V. Dyldin, A. M. Orlov // J. Ichthyol. – 2017. – V. 57, № 1. – P. 53–88.
7. Dyldin Yu. V. An Annotated List of the Marine and Brackish-Water ichthyofauna of Aniva Bay (Sea of Okhotsk, Sakhalin Island): 1. Petromyzontidae–Agonidae Families / Yu. V. Dyldin, A. M. Orlov, A. Ya. Velikanov, S. S. Makeev, V. I. Romanov, L. Hanel // J. Ichthyol. – 2018. – V. 58. – № 4. – P. 473–501.
8. Fricke R. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references. / R. Fricke, W. N. Eschmeyer, R. Van der Laan [Электронный ресурс]. – (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electronic version accessed 20.09. 2019
9. Higuchi M. A new threespine stickleback, *Gasterosteus nipponicus* sp. nov. (Teleostei: Gasterosteidae), from the Japan Sea region / M. Higuchi, H. Sakai, A. Goto // Ichthyol. Res. – 2014. – V. 61, № 4. – P. 341–351.

УДК 597.4/.5

ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЧЕРЕПА КАРПОВ С ФЕНОДЕВИАЦИЕЙ «МОПСОВИДНОСТЬ»

Р. Х. Инцибаев, И. В. Морузи, Д. В. Дорошенко, Т. А. Литов

Новосибирский государственный аграрный университет. E-mail: moryzi@ngs.ru

Аннотация. Проведены исследования по изучению морфологии карпа с мопсовидной и нормальной развитой головой по основным экстерьерным показателям, строению осевого скелета

и морфологическим показателям основных кроветворных органов. Сравнение экстерьерных показателей нормальных особей зеркального карпа с особями с фенотипической «мопсовидностью» выявило значительные отличия между ними. Масса тела у нормальных карпов была в среднем на 21,7% больше. Показатели абсолютной длины тела, длины тела до конца чешуйного покрова, обхвата тела и толщины тела у нормальных особей превосходят данные показатели мопсовидных карпов. У карпа мопсовидной формы отмечено, что количество позвонков в хвостовом отделе осевого скелета меньше на 4%. Строение туловищного и переходного отдела не имеет существенных различий. У мопсовидных особей карпа, сердце и печень не удалось измерить, так как органы были деформированы под воздействием заморозки. Сердце у нормально развитых имело массу $0,48 \pm 0,06$ г. Жаберных тычинок у мопсовидных экземпляров в пределах 37–51 – меньше, чем у нормальных карпов. У них этот показатель находится в пределах 46–52 шт. При измерении костей черепа, было выявлено, что у всех мопсовидных экземпляров карпа из разных водоемов присутствует большое отличие, в сравнении с нормально развитыми карпами. А именно, кость парасфеноид укорочена, по отношению к сошнику. В паре эти кости образуют дно черепа и находятся в сросшемся состоянии. Тогда как у нормально развитых карпов сошник имеет большую длину, чем парасфеноид. Именно эта аномалия костей черепа приводит к укорочению рыла у рыбы.

Ключевые слова. Фенотипическая, мопсовидность, зеркальный карп (*Cyprinus carpio* L.), сошник, парасфеноид, морфологические показатели, патолого-анатомический анализ, кроветворные органы, кость дна черепа.

CHANGE THE SETTINGS OF THE SKULL OF THE CARPS WITH PHENODEVIATION OF PUG-LIKENESS

R. H. Intsibaev, I. V. Moruzi, D. V. Doroshenko, T. A. Litosh

Summary. Studies were carried out to study the morphology of carp with a pug-shaped and normal developed head according to the main exterior indicators, the structure of the axial skeleton and the morphological indicators of the main blood-forming organs. Comparison of the exterior indicators of normal individuals of the carp with individuals with phenodovia «pug-shaped» revealed significant differences between them. Normal carps had an average body weight of 21.7% more. Indicators of absolute body length, body length to the end of the scaly cover, body girth and body thickness in normal individuals are superior to those of pug-shaped carps. In pug-shaped carp, it was noted that the number of vertebrae in the caudal region of the axial skeleton is less than 4%. The structure of the trunk and transitional section does not have significant differences. In pug-shaped individuals of carp, the heart and liver could not be measured, since the organs were deformed under the influence of freezing. The heart in normally developed animals had a mass of 0.48 ± 0.06 g. Gill stamens in pug-shaped specimens ranging from 37–51 – less than in normal carps. They have this figure in the range of 46–52 pcs. When measuring the bones of the skull, it was found that in all pug-shaped instances of carp from different bodies of water, there is a big difference in comparison with normally developed carps. Namely, the bone parasphenoid is shortened in relation to the vomer. Paired, these bones form the bottom of the skull and are in fused condition. Whereas in normally developed carps, the opener has a longer length than the parasphenoid. It is this anomaly of the bones of the skull that leads to the shortening of the snout in the fish.

Keywords. Phenodeviation, pug-shaped, carp, share, parasphenoid, morphological parameters, pathological anatomical analysis, blood-forming organs, skull bottom bone.

Введение. Продуктивные качества рыбы обусловлены, прежде всего, её видовой принадлежностью и генотипом. Однако проявление возможного потенциала находится в прямой зависимости от условий выращивания, кормления и содержания, т.е. условий, которые обеспечивают нормальный рост, развитие и высокую продуктивность [2].

Известно, что условия существования рыбы влияют на развитие её внутренних органов. Нарушение типичной картины возрастной изменчивости сигнализирует о неблагоприятном воздействии внешних условий.

На морфологические признаки рыб влияют факторы среды обитания, в том числе антропогенное загрязнение окружающей среды [10]. Фактически все водоемы загрязнены тяжелыми металлами, многие из которых обладают биологической активностью и, в отличие от органических соединений, не подвергаются трансформации в организме гидробионтов, крайне медленно покидая биологический цикл. В современной научной литературе вопросам влияния тяжелых металлов, в том числе ртути и мышьяка, на организм рыб уделяется много внимания. Некоторые авторы работ по оценке влияния загрязнения водоемов тяжелыми металлами на организм рыб пришли к выводу, что, возможно, накопление ртути может стать причиной возникновения морфологических аномалий у рыб.

Не менее важным фактором является также видовое разнообразие в водной экосистеме и взаимосвязи её обитателей.

Морфологические показатели сильно изменяются в зависимости от особенностей обитания, промысла и гидрологического режима водоемов [3].

Популяции некоторых пород карпа в отдельных водоемах проявляют выраженную пластичность основных морфологических признаков в ответ на изменения условий окружающей среды [11].

Целью наших исследований было изучение морфологии черепа сарбоянского карпа и зеркального карпа с мопсовидной и нормальной развитой головой по основным экстерьерным показателям, строению осевого скелета и морфологическим показателям основные кровеносных органов.

Объекты и методы исследований. Объектом исследования послужили сарбоянские карпы, обитающие в прудовом хозяйстве на р. Сарбоян, в Мошковском районе Новосибирской области и беловские зеркальные карпы, выловленные в Беловском водохранилище. Из улова были отобраны опытные экземпляры:

- сарбоянские карпы из р. Сарбоян в Мошковском районе в возрасте от 0+ до 2 лет;
- зеркальные карпы из Беловского водохранилища в возрасте от 0+ до 2 лет.

Среди выборки были обнаружены восемь особей с мопсовидной головой.

Измерения проводились по методике И. Ф. Правдина на измерительной доске с помощью штангенциркуля с точностью измерения 0,01 см, линейкой, мерной лентой ценой деления 0,1 см.

Были промерены следующие показатели: масса тела, абсолютная длина тела, длина тела до конца чешуйного покрова, обхват тела, толщина тела, масса сердца и почек, количество жаберных тычинок, кости черепа.

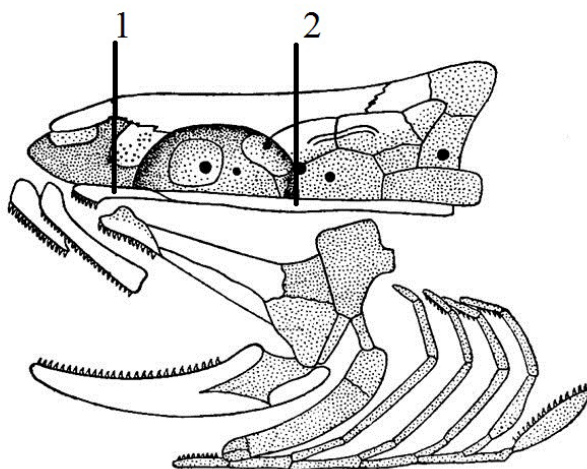


Рис. 1. Схема костей черепа рыбы: 1-сошник, 2 – парасфеноид

Также было подсчитано количество позвонков в различных отделах. Статистическая обработка материалов проведена с использованием пакета программ Microsoft Office.

Результаты исследований. При сравнении экстерьера нормальных особей карпа с мопсовидной формой выявлено, что отличия значительны. Масса тела у нормальных карпов в среднем на 21,7% больше; показатели абсолютной длины тела, длины тела до конца чешуйного покрова, обхвата тела и толщины тела у нормальных особей превосходят, в сравнении с мопсовидными карпами (табл.1).

Таблица 1. Экстерьерные показатели зеркального карпа

Показатели	Мопсовидные (n=9)		Нормальные (n=13)	
	lim	M±m	lim	M±m
Q	15,58–203,6	61,81±18,41	54,37–159,00	78,90±7,49
L	10,5–16,6	13,86±0,62	15,4–19,00	17,09±0,32
l	8,5–13,1	11,15±0,48	12,0–15,5	13,92±0,32
V	7,0–12,1	9,95±0,1	11,2–13,2	11,93±0,18
H	2,9–5,4	4,29±0,25	4,4–5,5	4,82±0,18

Примечание: *Q* – масса тела, *L* – абсолютная длина, *L* – длина до конца чешуйного покрова, *V* – обхват тела, *H* – толщина тела.

У нормально развитых карпов в туловищном отделе в среднем 10,62±0,38 позвонков, в хвостовом 17,69±0,56, в переходном 4,77±0,23. У карпа мопсовидной формы отмечено меньшее количество позвонков в хвостовом отделе осевого скелета, на 4% меньше. Строение туловищного и переходного отдела одинаково (табл.2).

Таблица 2. Фенотип осевого скелета зеркального карпа

Отдел	Мопсовидные (n=9)		Нормальные (n=13)	
	lim	M±m	lim	M±m
Туловищный	9–13	10,63±0,60	7–13	10,62±0,38
Переходной	4–5	4,13±0,13	4–6	4,77±0,23
Хвостовой	15–19	17,0±0,53	12–20	17,69±0,56

У мопсовидных особей карпа, сердце и печень не удалось измерить, так как органы были деформированны под воздействием заморозки, у нормально развитых 0,48±0,06 г (табл. 3). Жаберных тычинок – у мопсовидных особей в пределах 37–51 – меньше, чем у нормальных карпов, у них этот показатель находится в пределах 46–52 шт. (табл. 3).

Таблица 3. Внутренние органы

Показатели	Мопсовидные (n=9)		Нормальные (n=13)	
	lim	M±m	lim	M±m
Q	15,58–203,6	61,81±18,41	54,37–159,0	78,90±7,49
Сердце	–	–	0,2–0,88	0,48±0,06
Печень	–	–	2,36–4,64	3,19±0,2
Жаберные тычинки	37–51	42,14±1,71	46–52	48,0±0,48

В ходе исследований, при измерении костей черепа, было выявлено, что у мопсовидных экземпляров карпа присутствует большое отличие, в сравнении с нормально развитыми карпами. А именно, кость парасфеноид укорочена, по отношению к сошнику. В паре, эти кости образуют дно черепа и находятся в сросшемся состоянии. Тогда как у нормально развитых карпов сошник имеет большую длину, чем парасфеноид. Именно эта аномалия костей черепа приводит к укорочению рыла у рыбы (табл. 4–6).

У нормально развитых карпов из Беловского водохранилища длина парасфеноида на 7% больше длины сошника. У мопсовидной формы, сошник длиннее парасфеноида на 12,8%, а общая длина дна черепа у нормальных карпов больше на 25%, чем у мопсовидной формы (табл. 4).

На рисунке 2 представлены кости дна черепа, изъятые у карпа с мопсовидностью и нормально развитой рыбы. Данные экземпляры были выловлены в Беловском водохранилище.

На изображении показано, что у карпа с мопсовидной головой одна из двух сросшихся костей дна черепа (парасфеноид) заметно короче передней кости (сошник). У нормально развитых карпов данная особенность не проявляется, напротив, сошник имеет немногим меньшую длину, чем парасфеноид.

Таблица 4. Измерения костей дна черепа карпа. Карп «Белово», возраст +0

Показатели	Мопсовидные (n=5)		Нормальные (n=3)	
	lim	M±m	Lim	M±m
Сошник	12–19	16,4±1,17	18–19	18,67±0,33
Парасфеноид	11–26	15,4±2,69	23	23,3±0,33
Общая длина	28–38	31,8±1,69	42	42±0,58



Рис. 2. Кости дна черепа карпа с фенотипической «мопсовидностью» (слева) и нормально развитых (справа): а – парасфеноид; б – граница срастания; в – сошник

В числе отобранных карпов в Мошковском районе, присутствовал один экземпляр мопсовидной формы, у которой, сошник длиннее парасфеноида на 9%, тогда как у нормально развитых карпов, сошник короче парасфеноида на 7% (табл. 5).

Таблица 5. Карп «Мошково», возраст 0+

Показатели	Мопсовидные (n=1)		Нормальные (n=4)	
			lim	M±m
Сошник	19		11–16	13,50±1,44
Парасфеноид	14		17–19	18±0,58
Общая длина	32		28–35	31,5±2,02

В выборке карпов в возрасте 2+ лет, выловленных в р. Сарбоян Мошковского района были исследованы два экземпляра с фенотипической «мопсовидностью». Было выявлено, что парасфеноид у данных рыб короче сошника на 14%, у нормально развитых карпов из данной выборки парасфеноид длиннее сошника на 3% (табл. 6).

Таблица 6. Сарбоянский карп, возраст 2+

Показатели	Мопсовидные (n=2)		Нормальные (n=4)	
	lim	M±m	lim	M±m
Сошник	37–41	39±2,00	35–40	37,50 ±1,44
Парасфеноид	28–38	33±5,00	39–44	41,5±1,44
Общая длина	69–75	72±3,00	74–84	79±2,89



Рис. 3. Кости дна черепа карпов в возрасте 2+ лет нормально развитых (слева) и с фенотипической «мопсовидность» (справа): а – парасфеноид; б – граница срастания; в – сошник

Беловский зеркальный карп и сарбоянский карп – это породы карпа, которые создавались путем скрещивания диких форм с ранее выведенными группами рыб, а так же путем долгого процесса отбора особей с определенными признаками. На данный момент, эти группы рыб не подвергаются жесткому контролю и выбраковке особей, несоответствующих стандартам породы. В результате чего происходит переполнение популяции алтайских зеркальных карпов и сарбоянских карпов так называемыми ассимилятивными генами. При этом, запускается процесс закрепления модификационного признака, в данном случае укорочения головы у рыб, в генотипе популяции. Этот процесс возникает в ответ на воздействие окружающей среды и ее факторов и впоследствии проявление закрепленного признака может происходить в отсутствие воздействовавших ранее факторов внешней среды.

Выводы

1. У карпа мопсовидной формы отмечено меньшее количество позвонков в хвостовом отделе осевого скелета, на 4% меньше. Строение туловищного и переходного отдела не имеет существенных различий.

2. У мопсовидных особей карпа, сердце и печень не удалось измерить, так как органы были деформированны под воздействием заморозки, у нормально развитых $0,48 \pm 0,06$ г. Жабрных тычинок – у мопсовидных экземпляров в пределах 37–51 – меньше, чем у нормальных карпов, у них этот показатель находится в пределах 46–52 шт.

3. При измерении костей черепа, было выявлено, что у мопсовидных экземпляров карпа присутствует большое отличие, в сравнении с нормально развитыми карпами. А именно, кость парасфеноид укорочена, по отношению к сошнику. В паре, эти кости образуют дно черепа и находятся в сросшемся состоянии. Тогда как у нормально развитых карпов сошник имеет большую длину, чем парасфеноид. Именно эта аномалия костей черепа приводит к укорочению рыла у рыбы.

У нормально развитых карпов из Беловского водохранилища длина парасфеноида на 7% больше длины сошника. У мопсовидной формы, сошник длиннее парасфеноида на 12,8%, а общая длина кости дна черепа у нормальных карпов больше на 25%, чем у мопсовидной формы.

В числе отобранных сарбоянских карпов из р. Сарбоян Мошковского района, присутствовал один экземпляр мопсовидной формы, у которой, сошник длиннее парасфеноида на 9%, тогда как у нормально развитых карпов, сошник короче парасфеноида на 7%.

В выборке сарбоянских карпов в возрасте 2+ лет, выловленных в р. Сарбоян Мошковского района были исследованы два экземпляра с фенотипической «мопсовидностью». Было выявлено, что парасфеноид у данных рыб короче сошника на 14%, у нормально развитых карпов из данной выборки парасфеноид длиннее сошника на 3%.

4. Причинами возникновения экстерьерных аномалий у карпов, обитающих в Беловском водохранилище, вероятней всего, можно назвать антропогенную нагрузку на водоем. Помимо антропогенного воздействия, к главным причинам распространения фенотипической «мопсовидности» можно отнести человеческий фактор.

Список литературы

1. Анисимова И. М. Ихтиология/ И. М. Анисимова, В. В. Лавровский. – М.: «Высшая школа». – 1983. – с. 255.
2. Анчутин В. М. Адаптивное значение некоторых признаков у западно-сибирских карасей // Зоологические проблемы Сибири. Новосибирск, 1972. – С. 71–78.
3. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т./ Под ред. Ю. С. Решетникова. – М.: Наука, 2002. – Т. 1. – 379 с: ил.
4. Боркин Л. Я. Оценка встречаемости морфологических аномалий в природных популяциях (на примере амфибий)/ Л. Я. Боркин, О. С. Безман-Мосейко, С. Н. Литвинчук // Труды Зоологического института РАН. – 2012. – Т. 316. – №4. – С. 324–343.
5. Брагинский Л. П. Персистентные пестициды в экологии пресных вод/ Л. П. Брагинский, Ф. Я. Комаровский, А. И. Мережко. – Киев: Наукова думка. – 1979. – 143 с.
6. Быкова О. Г. Экология прибрежно-водных биогеоценозов озер Чановской системы // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2013. IX Междунар. науч. конгр.: «Дистанционные методы зондирования Земли и фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология»: материалы междунар. науч. конф. в 2 т. (Новосибирск, 15–26 апреля 2013 г.). – Новосибирск: СГГА, 2013. – Т. 2. – С. 179–185.
7. Иванова З. А. Алтайский зеркальный карп – новая высокопродуктивная порода прудовых рыб/ З. А. Иванова, И. В. Морузи, Е. В. Пищенко. – МСХ РФ. – НГАУ. – Новосибирск. – 2002. – 204 с.
8. Калиева А. А. К вопросу о биоиндикации загрязнений водных объектов на примере карася серебряного (*Carassius auratus gibelio*) к вопросу о биоиндикации загрязнений водных объектов/ А. А. Калиева, А. В. Ермиенко // Интерэкспо Гео-Сибирь: материалы международного научного конгресса – 2017. – 7 с.
9. Коновалов Ю. Д. Ртуть в организме рыб (Обзор) // Гидробиологический журн. – Т.35. – №2. – 2014. – С.74–89.
10. Левых А. Ю. Анализ межпопуляционной изменчивости морфометрических признаков серебряного карася/ А. Ю. Левых, Ю. А. Усольцева // Естественные и математические науки в современном мире: матер. XXIII междунар. науч.-практ. конф. № 10 (22). – Новосибирск: СибАК. – 2014. – 175 с.
11. Моисеенко Т. И. Биологические методы оценки качества вод. Ч. 1: Биоиндикация/ Т. И. Моисеенко, С. Н. Гашев, А. Г. Селюков, О. Н. Жигилева, О. Н. Алешина // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2010. – №7. – С.20–40.
12. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность. – 2016. – 376 с.
13. Савваитова К. А. Аномалии в строении рыб как показатели состояния природной среды/ К. А. Савваитова, Ю. В. Чеботарева, М. Ю. Пичугин, С. В. Максимов // Вопросы ихтиологии. – 1995. – Т.35. – №2. – С.182–188.
14. Селезнева А. В. Антропогенная нагрузка на реки от точечных источников загрязнения // Известия Самарского научного центра РАН. – 2003. – Т. 5. – №2. – С.268–277.
15. Хорошеньков Е. А. Флуктуирующая асимметрия серебряного карася и густеры из некоторых степных рек Кубани/ Е. А. Хорошеньков, Т. Ю. Пескова // Вестник ТПУ. – Т.18. – Вып.№6. – 2013. – С.3107–3109.

II. ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ И ИХ ВОССТАНОВЛЕНИЕ

УДК 595.371 (282.256.34)

ЗНАЧЕНИЕ АМФИПОД В ПИТАНИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РЫБ БОГУЧАНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Д. А. Батрагин¹, И. О. Еропова^{1,2}

¹Иркутский государственный университет, г. Иркутск, Россия

²Байкальский музей ИНЦ СО РАН, пос. Листвянка, Иркутская обл., Россия
badmal3477@gmail.com

Аннотация. Приводятся данные по особенностям питания рыб. Проанализировано содержимое желудков взрослых особей черного байкальского хариуса и речного окуня из Богучанского водохранилища. С целью исследования из водоема было выловлено 427 экземпляров рыб. Основным компонентом в питании хариуса и окуня по массе были амфиподы (преимущественно *Eulimnogammarus viridis*).

Ключевые слова. Ангара, Богучанское водохранилище, питание рыб, амфиподы, черный байкальский хариус, речной окунь.

THE IMPORTANCE OF AMPHIPODS IN THE DIET OF SOME FISH SPECIES OF BOGUCHANSKY RESERVOIR

D. A. Batranin¹, I. O. Erova^{1, 2}

¹Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

²Baikal Museum, Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, pos. Listvyanka, Irkutsk region, Russia

Abstract. The data on the characteristics of fish nutrition are given. The contents of stomachs of adults of black baikal grayling and river perch from Boguchansky reservoir are analyzed. For the purpose of research from a reservoir 427 specimens of fishes were taken. The main component in the diet of grayling and perch by weight were amphipods (mainly *Eulimnogammarus viridis*).

Keywords. Angara river, Boguchansky reservoir, fish food, amphipods, black baikal grayling, river perch.

Введение. Богучанское водохранилище расположено на р. Ангаре, в Иркутской области и Красноярском крае. Плотина находится на расстоянии 1335 км от истока и в 445 км от устья р. Ангары. Вместе с Иркутским, Братским, Усть-Илимским водохранилищами на р. Ангаре, Саяно-Шушенским, Красноярским и Майнским водохранилищами на р. Енисей образует Ангара-Енисейский каскад водохранилищ. Водохранилище занимает долину р. Ангары на протяжении 373 км от створа «Кодинская заимка» до Усть-Илимской ГЭС [1].

Исследования на данном водоеме в большей степени проводились еще в период до зарегулирования стока, что не может не подчеркнуть актуальность данной работы.

Целью данной работы стало изучение особенностей питания некоторых видов рыб верхней части Богучанского водохранилища.

Материал и методика. Сбор материала проводился в июне 2015, августе 2017–2019 гг. Лов осуществлялся близ о. Нижний и о. Берёзовый в районе подпора Богучанского водохранилища с помощью ставных сетей с ячейей 27–40 мм, удочек и спиннинга. Вся пойманная рыба фиксировалась 4%-ым раствором формалина, дальнейшая обработка проводилась в лаборатории кафедры зоологии позвоночных и экологии ИГУ согласно традиционным методам [2; 3; 5]. Трофологическому анализу было подвергнуто 427 экз. разновозрастных рыб.

Результаты. Анализ роли пищевых компонентов в питании хариуса в июне 2015 г. показал, что основу его питания составляли личинки ручейников преимущественно семейства Limnephilidae (52,37% по массе и 48,57% частоте встречаемости). Вторым наиболее значимым компонентом питания являлись куколки хирономид (29,69% и 57,14% соответственно). В меньшей степени отмечались личинки хирономид, амфиподы (12,01%) и икра собственного вида.

Индекс наполнения желудков, характеризующий накормленность рыб, в среднем составлял 47,58 ‰, при максимальном значении 182,71 ‰.

В августе 2017 г. рацион хариуса существенно изменился, основу его составляли амфиподы, отмечающиеся в 88,06% исследованных желудков (рис. 1). Наибольшее значение приходилось на *Eulimnogammarus viridis* (58,34% по массе и 83,64% по частоте встречаемости, также отмечались *Eulimnigammarus verrucosus*, *Brandtia lata*. Второстепенной группой в питании являлись личинки (6,20% и 60% соответственно) и куколки (3,90% и 50,91%) хирономид.

Индекс наполнения желудка был немного ниже, в среднем составляя 38,01 ‰ при максимальном значении 133,92 ‰.

В августе 2018 г. спектр питания хариуса не изменился по сравнению с предыдущим годом. Значительную долю пищевого комка составляли амфиподы (73,36% по массе), преимущественно *E. viridis* (64,14% по массе и 81,25% по частоте встречаемости). Остальная часть (9,22% по массе) приходилась на *E. verrucosus*, *Pallasea cancelloides*, *B. lata*, *Gmelinoides fasciatus* и *Micruropus sp.* Личинки хирономид составили четверть массы пищевого комка с частотой встречаемости 93,75%.

Индекс наполнения желудков в среднем составлял 57,71 ‰ при максимальном значении 156,25 ‰.

В августе 2019 г. состав пищи хариуса остался практически аналогичным картине за 2017–2018 гг. (см. рис. 1). Основу питания занимали амфиподы (87,04% по массе) (в том числе *E. viridis* (71,7% по массе и 76 по частоте встречаемости), *E. verrucosus* (5,3% и 20% соответственно) и *P. cancelloides* (5,9% и 12% соотв.). Незначительную долю имели личинки хирономид (8,03% и 88% соотв.) и крайне незначительную брюхоногие моллюски.

Индекс наполнения желудков в среднем составлял 46,18 ‰, при максимальном значении 163,85 ‰.

Основу питания окуня в летний период составляют организмы зообентоса (рис. 2). Так, во второй половине июня 2015 г. основное значение в питании имели амфиподы (87,8% по массе), представленные преимущественно *E. viridis* (82,9% по массе и 66,67% частоте встречаемости). Остальная часть пищевого комка приходилась на куколок хирономид (3,4%).

Индекс наполнения желудков в среднем составлял 60,77 ‰, при максимальном значении 205,36 ‰.

В середине августа 2017 г. основную роль в питании также играли амфиподы с доминированием *E. viridis* (63,4% по массе и 37,84% частоте встречаемости). Прочая часть пищевого комка приходилась на организмы зоопланктона (преимущественно дафний) (16,87% по массе), рыбу (преимущественно щука) (14,43%), личинок (2%) и куколок хирономид (0,2%).

Индекс наполнения желудка в среднем составлял 12,21 ‰ при максимальном значении 132,08 ‰.

В августе 2018 г. спектр питания окуня не изменился. Наиболее значимым компонентом оставались амфиподы (преимущественно *E. viridis* (46,2% по массе и 30,77% по частоте встречаемости)). Остальная часть пищевого комка (52,1%) приходилась на зоопланктон (21,83%), личинок (0,2%) и куколок хирономид (0,1%), и рыбу (окунь) (19,91%).

Индекс наполнения желудков в этот период также оказался невелик: $9,99 \text{ ‰}$ при максимальном значении $90,72 \text{ ‰}$.

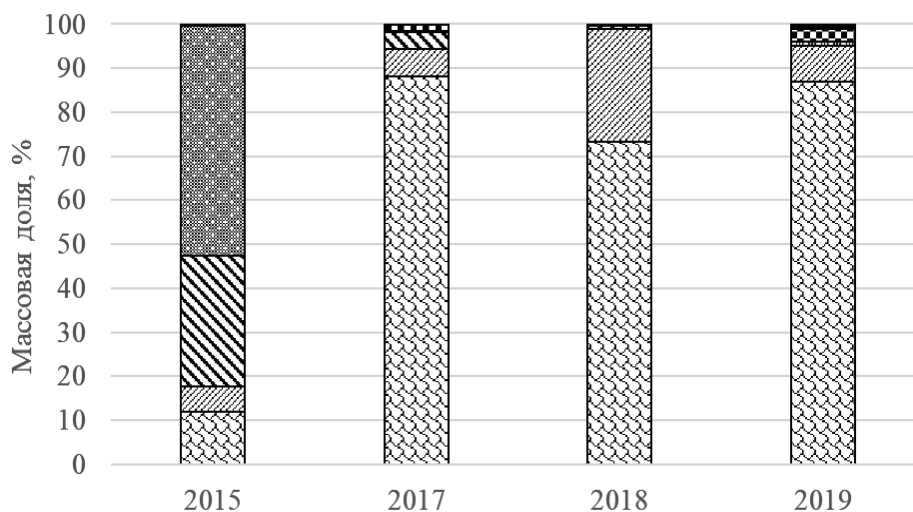


Рис. 1. Состав пищи (% по массе) черного байкальского хариуса из Богучанского водохранилища. Условные обозначения: – Amphipoda; – Chironomidae, larvae; – Chironomidae, pupae; – Trichoptera, larvae; – Gastropoda; – Прочие.

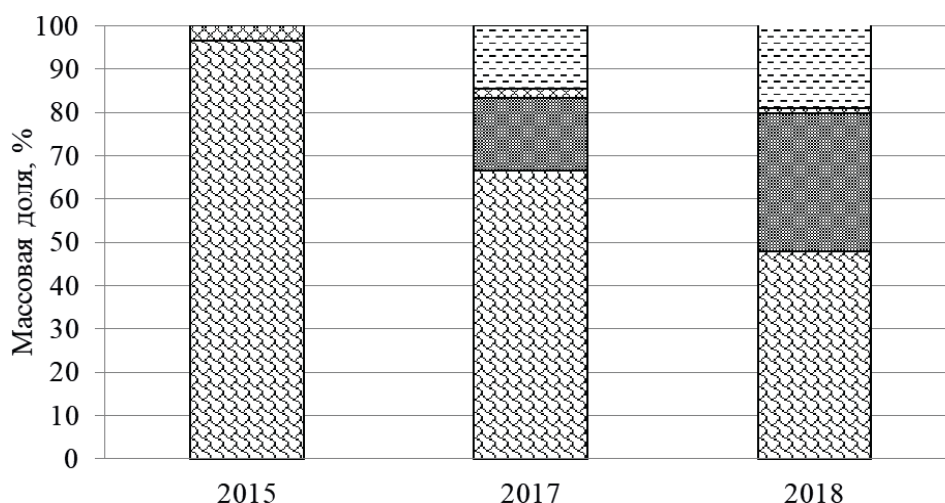


Рис. 2. Состав пищи (% по массе) окуня из Богучанского водохранилища. Условные обозначения: – Amphipoda; – Chironomidae, larvae, pupae; – Зоопланктон; – Рыба.

Преобладание какого-либо пищевого компонента зависит от его количественного развития в типе водоема, в котором рыба кормится. Состав пищи у рыб варьируется и зависит от времени и места нагула. Так, данные по хариусу за 2015 г. кардинально отличаются от данных, полученных позднее (см. рис. 1). Это связано, в первую очередь, временем и местом лова (р-он устья руч. Катывов). Анализ содержимого пищевого комка хариуса показал, что амфиподы играют для него первостепенную роль по доступности пищи, что свидетельствует о высокой численности амфипод в верхнем приплотинном участке. Но, также стоит отметить, что личинки хирономид в некоторые годы с незначительными отклонениями равны или превышают показатели амфипод по частоте встречаемости.

Сильное течение и низкая температура воды сдерживают развитие зоопланктона на верхнем проточном участке, но в районе о. Берёзовый произошло полное изменение режима речного водоема – снижение скорости течения, снижение процессов водообмена, увеличение глубин, увеличение температуры воды. Сравнивая полученные данные по питанию окуня за 2015–2018 гг., следует отметить постепенное снижение амфипод, в частности *E. viridis*, преобладающего как по массе, так и по частоте встречаемости, и увеличение доли зоопланктона (см. рис. 2). Такая зависимость, вероятно, связана с изменением состава донного сообщества водоема после зарегулирования стока. Подобное структурное изменение фауны амфипод ранее наблюдалось на примере Братского водохранилища. Так, некогда доминировавшие в донных сообществах *E. viridis* и *E. verrucosus* полностью исчезли, а *G. fasciatus*, заняв свободную нишу, стал массовым видом [4].

Список литературы

1. Иркутская область (Природные условия административных районов) / Н. С. Беркин [и др.] // Иркутск: Изд – во Иркут. Унт – та, 1993 г. – 304 с., ил.
2. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.
3. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / Правдин И. Ф. – М.: Изд-во Пищевая пром-ность, 1966. – 376 с.
4. Фауна донных беспозвоночных Братского водохранилища / Э. А. Ербаева [и др.] // Биол. внутр. вод. – № 1. – 2002. – С. 15–22.
5. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н. И. Чугунова. – М., 1959. – 164 с.

УДК 574.5

ОПРЕСНЯЮЩИЙ ФАКТОР И ЗАПАСЫ ЦИСТ АРТЕМИИ В МНОГОВОДНЫЙ ПЕРИОД В ОЗЕРЕ КУЛУНДИНСКОЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Л. В. Веснина., Г. В. Лукерина, Д. А. Сурков, А. В. Савоськин, О. Я. Горбачевская Г. Д. Толкушкина

Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Барнаул
e-mail: artemiaalt@mail.ru

Аннотация. Проведены гидрохимические и гидробиологические исследования условий обитания рачка артемии (на стадии цист) в озере Кулундинское в вегетационный период 2019 г. Получены данные о изменении состояния запасов артемии (на стадии цист) в результате опреснения воды гипергалинного озера

Ключевые слова: артемия, артемия (на стадии цист), абиотические факторы добыча (вылов), биоресурс.

DESALINATE FACTOR AND RESERVES ARTEMIA CYSTS IN WATER PERIOD LAKE KULUNDA ALTAI TERRITORY

L. V. Vesnina., G. V. Lukerin, D. A. Surkov, A. V. Savoskin, O. Ya. Gorbachevskaya, G. D. Tolkushkina

Summary. Hydrochemical and hydrobiological studies of the living conditions of the brine shrimp (at the cyst stage) in Lake Kulundinskoye during the vegetative period of 2019 were carried out. Data were obtained on changes in the state of stocks of brine shrimp (at the cyst stage) as a result of desalination of water from a hyperhaline lake.

Keywords: artemia, artemia (at the cyst stage), abiotic factors production (catch), bioresource.

Алтайским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» проводятся мониторинговые исследования гипергалинных водоемов с 2000 г. Основным представителем зоопланктона минерализованных озер является жаброногий рачок артемия (*Artemia* Leach 1819). Ежегодные исследования на протяжении всего вегетационного сезона (апрель-октябрь) позволяют получить достоверные сведения о состоянии и особенностях развития популяции артемии в каждом исследуемом водоеме. Рачок артемия важен для гипергалинных озер как объект, хорошо поддающийся наблюдению и концентрирующий в своей биоте основные потоки вещества и энергии экосистемы озер, а также испытывающий прямое и косвенное антропогенное влияние через добычу (вылов) артемии (на стадии цист) и биомассы рачка, изъятие иловых масс и песка, загрязнение водосбора и акватории, возрастающие масштабы рекреации. Других равноценных артемии индикаторов состояния экосистем гипергалинных озер не существует.

В сложившихся климатических и гидрологических условиях 2019 г. популяции рачка в водоемах Алтайского края развивалась в условиях повышенной водности, что повлияло на изменение продуктивности водоемов. Уровень солености воды озера Кулундинское способствовал развитию комплекса солоноватоводных видов зоопланктона, создающих пищевую конкуренцию для рачков артемии. Цель данной работы изучение влияния опреснения озерной воды в многоводный период на запасы артемии (на стадии цист) в озере Кулундинское Благовещенского района на 2019 г.

В апреле обширная акватория озера Кулундинское находилась подо льдом, забереги отмечались вдоль западного побережья (Рисунок 1), что не наблюдалось в маловодный период.

Гидробиологическая съемка в июле – сентябре проводилась на литоральных и глубоководных участках озера Кулундинское, в октябре только на литоральных.

За вегетационный период 2019 г. на озере Кулундинское было отобрано 226 проб зоопланктона с 28 глубоководных и 12 литоральных участках водоема, а также 9 проб на гидрохимический состав. В июле в полевых условиях измерена плодовитость у 50 экз. живых овулятивных самок артемии.

В естественных условиях соляных озер главными факторами, лимитирующими развитие популяции артемии, становятся температура рапы, уровень солености воды и производная гидрологических условий на водосборе и в водоемах – уровенный режим [1–3].

Температурный режим в период апрель – июнь на территории Алтайского края не выходил за критические значения для развития популяций артемии, однако значительные колебания среднесуточной температуры и более низкие температуры в июне по сравнению со среднемноголетними способствовали высокому уровню смертности среди ранних стадий развития рачков и замедлению процесса половозрелости. Среднемесячная температура июля составляла 22,1 °С, на 0,8 °С выше нормы. В летне-осенний период температурные условия находились на уровне среднемноголетних значений (Рисунок 2). Количество градусодней с суммой активных температур выше 10,0 °С в вегетационный период 2019 г. составляло 2432, что находится на нижней границе значений, полученных по многолетним наблюдениям (2483–3110).



Рис. 1. Акватория озера Кулундинское, Алтайский край, апрель 2019 г.

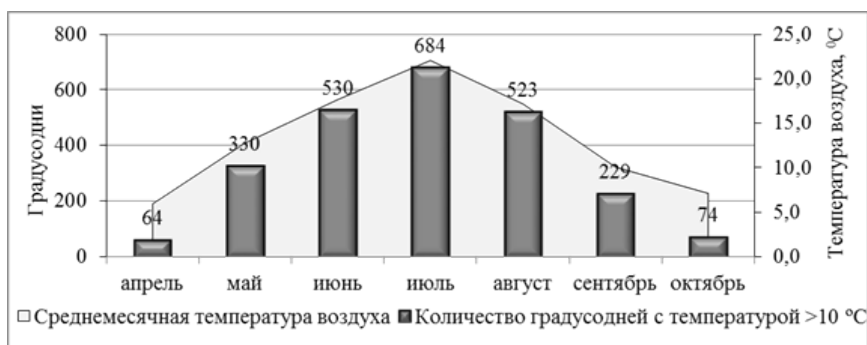


Рис. 2. Температурные условия в вегетационный период 2019 г.

Температура поверхностного слоя воды в озере Кулундинское в апреле – июле 2019 г. колебалась в пределах 0,0–23,0 °C. Прозрачность воды по диску Секки в глубоководной части озера составляла 0,7–0,9 м, в литоральной – 0,1–0,6 м. В летне-осенний период наблюдалось снижение температуры воды до 13,8–8,3 °C. Содержание растворенного в воде кислорода в летне-осенний период превышало многолетние значения.

В весенний период 2019 г., соленость воды озера Кулундинское составляла $32,0 \pm 1,6$ г/л, в летний период наблюдалось увеличение сухого остатка до $86,94 \pm 4,35$. В осенний период значительных изменений содержания сухого остатка в воде озера Кулундинское не наблюдалось.

Таким образом, уровень солёности воды в озере Кулундинское в мае – октябре 2019 г. был ниже среднемноголетних значений в среднем на 28,1%.

Уровень солёности рапы в озере Кулундинское в летне-осенний период 2019 г. (76,0–88,6 г/л) находился на нижней границе значений для образования скоплений цист артемии на поверхности воды и не способствовал уплотнению скоплений. При таком уровне солёности на поверхности воды могла образовываться тонкая пленка цист артемии, большая их часть находилась в дисперсном состоянии в толще воды. Таким образом, даже имеющиеся в озере запасы артемии (на стадии цист) не образовывали промысловых скоплений и не имели значения для добычи (вылова).

Зоопланктон озера Кулундинское на момент гидробиологической съемки в апреле был представлен науплиусами и цистами рачка артемии, а также представителями коловраток (*Hexarthra mira* Hudson) и веслоногих ракообразных (науплии и рачки *Cletocamptus retrogressus* Schrankewitsch). Отмечались эфиппиумы ветвистоусых рачков. Численность науплиусов артемии в среднем по озеру составляла $0,19 \pm 0,07$ тыс. экз/м³, численность цист – $42,60 \pm 6,70$. В процентном соотношении преобладали цисты рачка артемии (75,0%), науплиусы артемии составляли 0,3% от общей численности представителей зоопланктона. Низкая солёность воды способствовала вымыванию со дна цист и их гидратации. Однако, низкая температура воды препятствовала массовому выклеву науплиусов.

В мае численность представителей зоопланктона возросла, при этом в процентном соотношении стали преобладать представители коловраток и веслоногих ракообразных (81,0% от общей численности зоопланктона). Популяция артемии была представлена ранними стадиями развития (науплиусы, ювенильные), средняя по станциям численность разновозрастных рачков составляла $16,11 \pm 4,24$ тыс. экз/м³ (6,2% от общей численности зоопланктона). Цисты артемии в толще воды по станциям распределялись относительно равномерно, их средняя численность была незначительной и составляла $33,45 \pm 2,13$ тыс. экз/м³.

В июне популяция артемии была представлена всеми возрастными стадиями с преобладанием предвзрослых особей (82,4% от общей численности рачков или $15,04 \pm 3,27$ тыс. экз/м³). Численность половозрелых самок была незначительной, у большинства (94,0%) в их овисаках присутствовал неоформленный семенной материал, у незначительной доли – летние яйца. Численность самок составляла в среднем $0,11 \pm 0,03$ тыс. экз/м³. Относительно высокие показатели предвзрослых особей и незначительная доля половозрелых свидетельствует о более растянутом периоде полового созревания из-за недостатка тепла. В юго-западной части водое-

ма и вдоль западного побережья численность рачков всех стадий развития колебалась от 13,95 до 46,20 тыс. экз/м³, в северной части водоема рачки встречались в единичных экземплярах.

Численность цист артемии, свободноплавающей в толще воды, в среднем по станциям составляла 24,86±1,77 тыс. экз/м³. Распределение цист по акватории было относительно равномерным, их плотность колебалась в пределах 18,00–31,00 тыс. экз/м³

Численность прочих представителей зоопланктона (*Hexarthra mira*, *Cletocamptus retrogressus* и др.) составляла в среднем 165,09±38,71 тыс. экз/м³. Таким образом, доля артемии (рачков и цист) в составе зоопланктона озера Кулундинское в июне составляла 20,7% (Таблица).

Таблица. Численные показатели зоопланктона озера Кулундинское, Алтайский край, 2019 г.

Представители зоопланктона		апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
Численность рачков артемии разных стадий развития, тыс. экз/м ³	Науплиусы	0,19±0,07	8,67±2,39	1,70±1,0	31,15±6,67	1,43±0,43	13,52±4,18	2,41±0,35
	Ювенильные		7,37±2,13	1,40±0,55	1,79±0,52	0,99±0,17	0,49±0,12	0,93±0,16
	Предвзрослые		0,07±0,03	15,04±3,27	0,78±0,14	0,17±0,03	0,01±0,01	0,81±0,11
	Половозрелые			0,11±0,03	0,25±0,04	0,17±0,04	0,09±0,02	0,26±0,05
	Цисты	42,60±6,70	33,45±2,13	24,86±1,77	21,86±10,37	20,07±3,54	27,18±2,45	71,45±41,30
Прочие зоопланктеры, тыс. экз/м ³	Rotifera	0,12±0,06	65,71±13,79	123,78±32,52	205,15±19,16	97,68±12,54	236,22±30,60	153,19±24,32
	Cladocera	0,06±0,05	0	0,09±0,07	84,94±16,72	42,99±10,59	12,88±1,95	0
	Copepoda	13,85±5,04	143,41±42,76	41,23±6,12	29,34±9,59	0,64±0,12	10,49±3,85	1,47±0,51

В пробах зоопланктона в июле в большом количестве отмечены неполовозрелые особи, прежде всего науплии (в основном «парашюты» и ортонауплиусы), со средней численностью – 37,56±12,46 тыс. экз/м³, что составляет 95,0% от общей численности разновозрастных рачков. Такой всплеск плотности науплиусов, по-видимому, обусловлен преимущественно живорождением у самок первой генерации, а также вылуплением из цист, имеющих в толще воды. Поэтому прироста планктонных цист не наблюдалось, их средняя по озеру численность сократилась в 3,5 раза по сравнению с предыдущим месяцем. Численные показатели ювенильных и предвзрослых особей также снизились на 31,4 и 94,5% соответственно (Таблица). Численность половозрелых самок составляла 0,30±0,06 тыс. экз/м³, самцы встречались единично, их средняя по станциям численность составляла 0,01±0,004 тыс. экз/м³ (3,0% от общей численности половозрелых особей).

Численность солоноватоводных представителей зоопланктона возросла до 277,98±43,87 тыс. экз/м³. Доминировал вид рода *Brachionus* Pallas. Таким образом, доля рачков артемии в составе зоопланктона составляла 12,2%, цист артемии – 2,2%.

Плодовитость половозрелых самок с цистоношением, определенная в полевых условиях на живом материале, составляла 52,2±5,5 экз/особь. Цистоношение отмечено у 60,0% половозрелых самок, доля самок с живорождением составляла 2,0%, с летними яйцами – 16,0%, у 22,0% наблюдались неоформленные половые продукты.

По результатам обработки гидробиологического материала за август, в озере Кулундинское доля рачков артемии в составе зоопланктона составляла 1,7%, доля артемии (на стадии цист) – 12,2%. Прочие солоноватоводные виды преобладали, составляя 86,1%. Численность солоноватоводных представителей зоопланктона в августе составляла 141,31±23,25 тыс. экз/м³. Доминировал вид рода *Brachionus* Pallas.

Численность рачков артемии в августе сократилась по сравнению с показателями июля на 91,8% и составляла 2,77±0,28 тыс. экз/м³, главным образом за счет значительного сокращения численности науплиусов (Таблица). Скоплений цист не было обнаружено ни в прилегающей прибрежной полосе, ни на поверхности воды.

Половозрелые самки артемии встречались в основном в глубоководной части озера (средняя численность 0,33±0,05 тыс. экз/м³), в пробах с литоральных участков отмечались единично (0,02±0,01 тыс. экз/м³). Средняя численность самок по озеру составляла 0,17±0,04 тыс.

экз/м³. В овисаках и яйцеводах наблюдались неоформленные половые продукты, яйцевые мешки с небольшими размерами. Определить плодовитость самок не представлялось возможным.

В сентябре средняя численность рачков артемии по озеру составляла $14,11 \pm 4,22$ тыс. экз/м³, цист в составе планктона – $27,18 \pm 2,45$ тыс. экз/м³, средняя численность прочих видов зоопланктона – $259,59 \pm 32,36$ тыс. экз/м³. Таким образом, в процентном соотношении, по-прежнему, доминировали солоноватоводные представители, главным образом коловратки – 86,3%. На долю рачков и цист артемии приходилось 4,7 и 9,0% соответственно. Увеличение численности рачков по сравнению с прошлым месяцем обусловлено ростом плотности ранних стадий развития (науплиусов). Предвзрослые и половозрелые особи встречались в единичных экземплярах. Определить плодовитость не представлялось возможным.

В октябре наблюдалось закономерное уменьшение численных показателей всех групп зоопланктона. Средняя численность разновозрастных рачков артемии по озеру составляла $1,60 \pm 0,48$ тыс. экз/м³. Из них на долю науплиусов приходилось 54,7%, половозрелые особи составляли 5,9%. Численность цист в составе зоопланктона была самой высокой по сравнению с показателями мая – сентября 2019 г. Однако, даже эта величина ($71,45 \pm 41,30$ тыс. экз/м³) в 3,3 раза (на 70,1%) ниже среднеегоголетнего показателя ($238,88 \pm 42,02$ тыс. экз/м³–2001–2018 гг.). Промысловых выбросов артемии (на стадии цист) в осенний период не обнаружено. Численность прочих зоопланктеров составляла $154,66 \pm 24,83$ тыс. экз/м³, в процентном соотношении с рачками и цистами артемии – 67,9%.

Добыча (вылов) артемии (на стадии цист) на озере Кулундинское в вегетационный период 2019 г., как и в предыдущие 2017–2018 годы, отсутствовала.

Прогноз рекомендованного объема вылова артемии (на стадии цист) в озере Кулундинское на 2019 г. установлен в объеме 453,0 т с двухгодичной заблаговременностью. Однако, полученные данные в вегетационный период по численным характеристикам рачка артемии и ее цист свидетельствуют о необходимости корректировки установленных запасов [4].

Акватория озера Кулундинское – $720,0\text{--}728,0\text{ км}^2$, нами для расчета принята площадь $728,0\text{ км}^2$ в связи с увеличением объема водной массы и затопления литоральных участков в условиях многоводного периода. Средняя глубина водоема – 2,0 м, максимальная – 3,6 м. Глубина, принятая для расчета – 1,0 м, так как около 70% акватории озера – мелководные участки с глубинами 0,5–1,2 м.

Таким образом, запас артемии (на стадии цист) в озере Кулундинское по продуктивности составляет 7,4 кг/га и характеризует водоем как не перспективный для промысла в сезоне 2019 г.

Наблюдается тенденция снижения средней солености воды в озере Кулундинское: в период с 2008 по 2015 г. Среднегодовая соленость колебалась в пределах 101,35–146,18 г/л. В 2017 г. этот показатель уменьшился до 92,4 г/л, средняя соленость в 2018 г. составляла 81,2; в 2019 г. – 77,4 г/л. Цисты в воде озера находятся в дисперсном состоянии и недоступны для осуществления добычи (вылова) биоресурса. Опреснение воды в период 2017–2019 гг. привело к доминированию солоноватоводных беспозвоночных представителей Rotifera. Доля рачков артемии и их цист в составе зоопланктона в 2019 г. в среднем не превышала 18,8%.

Таким образом, при минерализации воды менее 90 г/л, добыча (вылов) артемии (на стадии цист) не осуществлялась в озере Кулундинское в 2017; в 2018; в 2019 годах

Список литературы

1. Воронов П. М. Влияние температуры на рост и созревание *Artemia salina* // Зоол. журн. – 1982. – Т. 61. – С. 1594–1596.
2. Веснина Л. В. Влияние факторов среды на динамику численности и биомассу *Artemia sp.* в озере Кулундинское // Сибирский экологический журнал. – 2002. – №6. – С. 637–646.
3. Веснина Л. В. Зоопланктон озерных экосистем равнины Алтайского края. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 2002а. – 158 с.
4. Методические рекомендации по оценке запаса и прогнозированию рекомендованного объема добычи (вылова) артемии / 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, 2019. – 50 с.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ГАММАРИДНЫХ ОЗЕР НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Л. С. Визер, Т. А. Литов, Т. А. Кабиев

Новосибирский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Новосибирск, Россия, sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. В середине сентября линейные размеры гаммарид от 5 до 21 мм, максимальная индивидуальная масса – 0,13 г. Численность гаммарид в озерах от 33 до 283 экз./м³, биомасса – от 1,36 до 11,32 г/м³. Озера относятся к водоемам мезотрофного и эвтрофного типа. Промысловый запас гаммарид в озерах достигал 498,0 кг/га.

Ключевые слова: гаммариды, численность, биомасса, промысловый запас

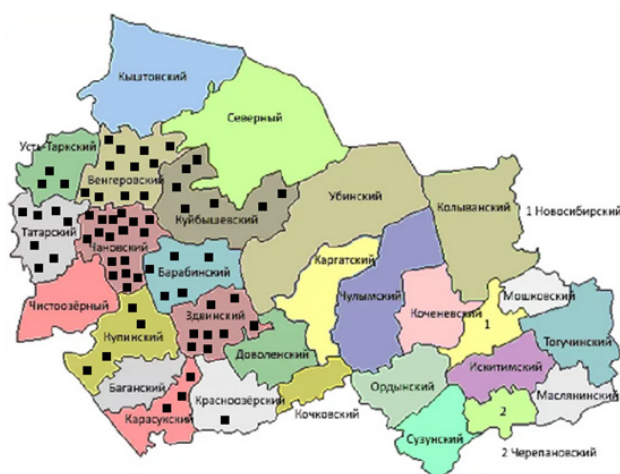
PRODUCTIVITY OF GAMMAROID LAKES OF NOVOSIBIRSK REGION

L. S. Wieser, T. A. Litosh, T. A. Bakiev

Summary. In mid-September, the linear dimensions of gammarids from 5 to 21 mm, the maximum individual mass – 0,13 g. the Number of gammarids in lakes from 33 to 283 copies./m³, biomass-from 1,36 to 11,32 g/m³. Lakes refer to water bodies of mesotrophic and eutrophic water body. The commercial stock of gammarids in the lakes reached 498.0 kg / ha.

Keywords: gammarids, abundance, biomass, commercial stock

Фонд гаммаридных озер Новосибирской области насчитывает более 200 водоемов, площадью более 15 тыс. га, запасы гаммарид могут составлять около 10 тыс. т. Основные скопления озер, в которых ведется промысел гаммаруса, расположены в западной и южной частях области, в 10 административных районах из 30 (рисунок 1).



Условные обозначения:

■ - гаммаридные озёра

Рис. 1. Карта-схема Новосибирской области с обозначением гаммаридных озер

Подавляющее большинство озер относится к категории малых водоемов. Озера мелководны и находятся в зоне неустойчивого гидрологического режима, большая их часть подвергается периодическим заморам. Озера богаты органикой, имеют толстый слой (до 3 м) мел-

кодисперсного ила с высоким содержанием сероводорода. В основном озера мезогалинного типа, диапазон солености от 1 до 10 г/л.

Добыча гаммарид в Новосибирской области ведется на протяжении нескольких десятилетий. Среднестатистический ежегодный вылов гаммарид за последние 20 лет составил 868 т и изменялся от 116,1 (2003 г.) до 1585,2 т (2009 г.), что соответствовало 3,5 и 30,9% (в среднем 16,8%) от общего вылова водных биологических ресурсов (рисунок 2).

В последние 10 лет вылов гаммарид из озер области стабильно высок и в среднем составлял 22% от общей добычи водных биоресурсов.

В первом десятилетии 21 века на запасы гаммарид в озерах Новосибирской области отрицательно повлияло саморасселение чужеродных видов рыб – серебряного карася амурской морфы и ротана [1]. Благодаря расселению в водоемах новых видов рыб, потеряли промысловое значение такие высокопродуктивные озера, как Большие Кайлы, Казанцево, Бергульские Кайлы (Куйбышевский район), Большое, Тотошное (Убинский район), Большой Гагауч (Барабинский район). Доля озер, утративших промысловое значение за счет внедрения чужеродной ихтиофауны, составила более 20%. Практика показала, что восстановление промысловой численности гаммарид в озерах не произошло даже спустя 10 лет после внедрения чужеродных видов рыб.

В озерах области обитает один вид гаммарид, относящейся к семейству Gammaridae – *Gammarus (Revilogammarus) lacustris* G. O. Sars. [4].

Трансгрессивная фаза водности равнинной территории, как правило, благоприятно отражается на условиях обитания гаммарид в мезогалинных озерах, когда создаются оптимальные условия для их существования. В регрессивную фазу водности, напротив, экологические условия ухудшаются за счет увеличения минерализации и ухудшения кислородного режима. Снижение уровня в мелких, богатых органикой, гаммаридных озерах приводит как к зимним, так и к летним заморам. В Новосибирской области минимум регрессивной фазы водности наблюдался в 2012–2013 гг. В этот период уровень воды в озерах снизился на 60–80 см. Зимой во время замора произошла массовая гибель гаммарид, в результате чего в 2013 г. вылов снизился на 318 т по сравнению с предыдущим годом. В дальнейшем уровень воды повысился, что привело к стабилизации численности и уловов гаммарид. В настоящее время это состояние в озерах сохраняется.

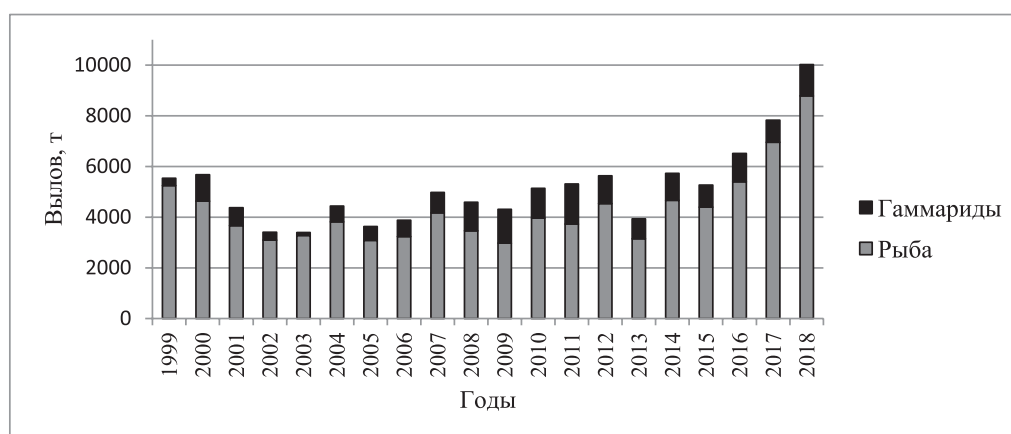


Рис. 2 – Вылов водных биологических ресурсов в озерах Новосибирской области.

В середине сентября 2019 г. было обследовано 11 гаммаридных озер из 4 районов области с целью определения запаса и рекомендованного объема вылова для предстоящего промысла. Все озера расположены в одной природно-климатической зоне – лесостепной. Районы примыкают друг к другу. Площадь озер от 18 до 157 га, средняя глубина – от 0,8 до 2,2 м.

Сбор гидробиологических проб в озерах проводился малой сетью Джеди из мельничного сита с размером ячеи 0,752 мм и диаметром входного отверстия 50 см в центральной и прибрежной частях озер. Общий объем собранного материала 33 пробы. Расчет рекомендованных объемов вылова выполнялся с помощью методического указания [3].

Линейные размеры гаммарид в озерах в этот период изменялись от 5 до 21 мм. Особи максимальной длины были отмечены в озерах Ливенцево и Булдак. При этом оз. Ливенцево характеризовалось самой низкой численностью популяции гаммарид и отсутствием в нем промысла в предыдущие годы. В оз. Булдак, напротив, отмечена одна из самых высоких численностей гаммарид, в нем осуществляется ежегодный интенсивный промысел. Индивидуальная масса гаммарид в озерах в основном в среднем составляла 0,04 г. Максимальная индивидуальная масса гаммарид в этот период была отмечена в популяциях озер Бугорное, Домново и Кладбище и составила 0,13 г (таблица 1).

Таблица 1. Размерно-весовой состав гаммарид в озерах Новосибирской области в сентябре 2019 г.

Озера	Длина, мм		Масса, г		
	min	max	min	max	средние
Барабинский район					
Бугорное	5	15	0,02	0,13	0,04
Домново	8	20	0,02	0,13	0,04
Кукушкино	5	15	0,01	0,11	0,04
Здвинский район					
Ипатово	5	15	0,01	0,11	0,04
Колдей	5	17	0,01	0,09	0,04
Куйбышевский район					
Кладбище	7	20	0,02	0,13	0,03
Ливенцево	9	21	0,02	0,12	0,04
Теренгуль	5	17	0,01	0,08	0,03
Чановский район					
Булдак	6	21	0,01	0,09	0,04
Глубокое	5	15	0,01	0,08	0,04
Яланкуль	8	17	0,02	0,11	0,04

При этом в оз. Бугорное отмечена максимальная численность гаммарид – 283 экз./м³, в оз. Домново и Кладбище – одна из самых низких – 59 и 51 экз./м³ (таблица 2). Во всех озерах ежегодно ведется промысел этого вида водных биологических ресурсов.

Таблица 2. Расчет рекомендованного объема вылова гаммарид из озер Новосибирской области на 2020 г.

Озера	Площадь, га	Глубина, м	Численность, экз./м ³	Биомасса, г/м ³	Промысловый запас, кг/га	Валовый промысловый запас, т	Рекомендованный объем выла, т
Барабинский район							
Бугорное	47	2,2	283	11,32	498,0	22,4	11,2
Домново	18	1,5	59	2,36	70,8	1,27	0,7
Кукушкино	18	1,4	34	1,36	38,0	0,69	0,3
Здвинский район							
Ипатово	120	0,8	174	6,96	111,4	13,3	6,6
Колдей	130	1,2	83	3,32	79,7	10,36	5,18

Куйбышевский район							
Кладбище	50	1,6	51	1,53	49,0	2,45	1,22
Ливенцево	18	1,5	33	1,32	39,6	0,71	0,36
Теренгуль	132	2,1	45	1,35	56,7	7,48	3,74
Чановский район							
Булдак	91	1,0	134	5,36	107,2	9,76	4,88
Глубокое	73	1,6	65	2,60	83,2	6,01	3,0
Яланкуль	157	1,5	126	3,78	113,4	17,80	8,9

Очевидно, что линейные размеры и индивидуальная масса рачков в озерах не зависят от численности и интенсивности промысла гаммарид.

Продуктивность гаммаридных озер имеет широкий диапазон значений. Численность гаммарид в них изменялась от 33 до 283 экз./м³, биомасса – от 1,36 до 11,32 г/м³. Из исследованных водоемов большая часть, т.е. 8, относятся к озерам мезотрофного типа умеренного и среднего класса продуктивности, 3 – к озерам эфтрофного типа повышенного и высокого класса продуктивности [2]. Максимальные значения численности и биомассы гаммарид отмечены в оз. Бугорное, которое по основным морфометрическим и экологическим показателям не отличается от остальных водоемов. Промысловый запас гаммарид в озерах на единицу площади изменяется от 38,0 (оз. Кукушкино) до 498,0 кг/га (оз. Бугорное).

Исследования показали, что большая часть гаммаридных озер – мезотрофного типа. Основные продуктивные показатели: линейные размеры, численность, биомасса, промысловый запас, не зависят от морфометрических и экологических показателей и интенсивности промысла.

Список литературы

1. Визер Л. С. Особенности развития ценного живого корма – гаммаруса – в барабинских озерах Новосибирской области / Л. С. Визер, А. А. Ростовцев, Д. И. Наумкина, Л. Л. Поротникова / Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – №3. – С. 77–82.
2. Китаев С. П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон / V съезд Всесоюзного гидробиологического общества: ч. II Тезисы докладов. – Куйбышев, 1986. – С. 254–255.
3. Определение общих допустимых уловов (ОДУ) амфиподы *Gammarus lacustris* Sars. (Методические указания) / Л. И. Литвиненко, А. И. Литвиненко, О. В. Козлов, Н. Я. Попов, Л. С. Визер. – Тюмень, 2004. – 18 с.
4. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2 Зообентос / под редакцией В. Р. Алексеева и С. Я. Цалолыхина. – М. – СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 457 с.

УДК 639.2/.3

ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ РЕКИ ВЕРХНИЙ СУЗУН

А. М. Визер, М. А. Дорогин, Л. С. Визер

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Новосибирск, Россия

Аннотация. Изучены кормовые организмы и ихтиофауна типичной малой лесостепной реки юга Западной Сибири Нижний Сузун. Установлена ее важная роль в сохранении аборигенной ихтиофауны.

Ключевые слова: малая река; зоопланктон; зообентос; ихтиофауна

WATER BIOLOGICAL RESOURCES OF NIZHNIY SUZUN RIVER

A. M. Vizer, M. A. Dorogin, L. S. Vizer

Summary. Fodder organisms and ichthyofauna of a typical small forest-steppe river in the south of Western Siberia – Nizhny Suzun – were studied. Its important role in the conservation of native ichthyofauna has been established.

Keywords: small river, zooplankton, zoobenthos, ichthyofauna.

На территории преимущественно равнинной Новосибирской области почти все притоки Оби и Новосибирского водохранилища представлены малыми равнинными реками, которые в совокупности играют важную роль в формировании биологических ресурсов принимающих водоемов. Видовые и количественные характеристики зоопланктона, зообентоса и ихтиофауны малых рек имеют значительные различия не только с основными водотоками, но и между собой, что необходимо учитывать при оценке антропогенного воздействия на каждый водоем.

Малая река Верхний Сузун впадает в реку Обь на 3245 км от ее устья по правому берегу. Ее длина составляет 93 км, с площадью бассейна 981 км². Берет начало на высоте 260 м в лесостепной местности. Исток реки и большинство притоков верхнего течения не имеют постоянного стока и летом пересыхают. Руслу перекрыты плотинами. В среднем и нижнем течении, пересекая лесистую заболоченную местность, и, принимая сток многочисленных мелиоративных каналов, становится полноводной. В Обь впадает через систему стариц и проток.

Русло реки глубоко врезано, берега крутые, пойма отсутствует. Принимает в себя три небольших притока и исток из болотного озера Осиновое. В период половодья уровень воды поднимается на 2–3 м, но вода не выходит за пределы русла. Прибрежная полоса занята кустарниковой растительностью. Ширина русла реки в верхнем и нижнем течении составляет 4–7 м, в нижнем увеличивается до 20 м. Средняя глубина в межень 0,7–1,5 м, в омурах увеличивается до 2–3 м, при максимуме 5 м. Течение быстрое. Русло очень извилисто, что препятствует сносу вниз по течению бревен и стволов деревьев, последствий лесосплава, половодья, ветровала и жизнедеятельности бобров. Грунты преимущественно песчаные с заилием вдоль берегов и в омурах. Небольшие участки заняты плотными суглинками и ракушечником. Водная растительность фактически отсутствует.

Первые поселения появились в 16 веке, в настоящее время на берегах расположено 2 небольших населенных пункта. Основное антропогенное воздействие на водоем связано с молевым сплавом леса, которое продолжалось с 1932 по 1963 гг. Мелиоративные работы продолжались до конца 1970-х годов и от них, до настоящего времени сохранилась обширная сеть каналов. Современное антропогенное влияние ограничено любительским рыболовством, развитию которого препятствует труднодоступность большей части акватории.

Зоопланктон р. Верхний Сузун в 2018 г. крайне беден и представлен 4 видами из трех систематических групп: 1 вид – коловратки, 2 – ветвистоусые ракообразные и 1 вид – веслоногие ракообразные. По видовому разнообразию он значительно уступает планктону русла верхней Оби, где в разные годы встречалось от 14 до 20 видов [3; 4]. Численность и биомасса зоопланктона в р. Верхний Сузун, так же имели низкие значения, соответственно 40–200 экз./м³ и 4–9 мг/м³. По качественным показателям р. Верхний Сузун, значительно уступала соседней р. Нижний Сузун, где найдено 16 видов, а количественные показатели планктонных организмов были выше в 2–10 [1]. Бедность планктонной фауны вероятно связана с высокими скоростями течения, отсутствием поймы и водной растительности.

Донная фауна значительно разнообразнее встречено 28 видов из 9 таксономических групп: олигохеты, пиявки, двухстворчатые моллюски, клопы, личинки хирономид, ручейников, веслокрылок мошек и других насекомых. Основные площади реки – расширения, с умеренными скоростями течения плесах и песчаными грунтами (плесы) заселены преимущественно эврибионтными организмами, с преобладанием моллюсков и личинок хирономид. На этом биотопе биомасса бентоса составляет 18,306 г/м² и он является наиболее кормным участком р. Верхний Сузун (таблица 1).

Таблица 1. Численность и биомасса зообентоса в реке Верхний Сузун в 2019 г.

Организмы	Прибрежье	Плес	Перекаат
Олигохеты	$\frac{327^*}{1,190^{**}}$	$\frac{148}{0,297}$	$\frac{59}{0,119}$
Пиявки	$\frac{0}{0}$	$\frac{29}{0,148}$	$\frac{0}{0}$
Двухстворчатые моллюски	$\frac{0}{0}$	$\frac{104}{16,208}$	$\frac{0}{0}$
Ручейники	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{342}{0,640}$
Вислокрылки	$\frac{119}{0,803}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
Мошки	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{15}{0,015}$
Хирономиды	$\frac{417}{0,574}$	$\frac{744}{1,318}$	$\frac{2261}{1,212}$
Прочие	$\frac{0}{0}$	$\frac{74}{0,335}$	$\frac{223}{0,662}$
Всего	$\frac{1012}{3,628}$	$\frac{1099}{18,306}$	$\frac{2900}{2,648}$
Примечание: * – численность, экз./м ² ; ** – биомасса, г/м ²			

Распространение реофильного бентоса (ручейников, мошек, хирономид) ограничено перекаатами. На небольших участках с плотными грунтами обитает 50% всех видов зообентоса, а его численность достигает максимальных значений – 3778 экз./м². На песчаных перекаатах с подвижными грунтами доминируют псамо-реофильные личинки хирономид, а биомасса снижается до 0,803 г/м².

Пелофильные и фитофильные сообщества, характерные для обской поймы и соседних малых равнинных водотоков, в р. Верхний Сузун не обнаружены, что связано с отсутствием в водоеме условий для отложения илов и произрастания водной растительности. В водоеме отсутствуют брюхоногие моллюски, а распространение других обитателей этих биотопов (олигохет, пиявок, личинок вислокрылок и хирономид) ограничено преимущественно узкой прибрежной полосой.

В целом по уровню развития зообентоса р. Верхний Сузун представляет высоко-кормный водоем благоприятный для нагула бентосоядных рыб.

На основном протяжении реки ихтиофауна представлена 8 видами из трех семейств: щукой, окунем, язем, плотвой, ельцом, пескарем, карасем и молодь леща. В настоящее время происходит замещение реофильных видов ельца и пескаря плотвой и окунем. Небольшие размеры жилой зоны и отсутствие поймы ограничивает распространение крупночастиковых видов щуки и язя. По этой причине в реке малочислен карась, а из чужеродных видов встречается только лещ, распространение которого ограничено нижним течением. Река предоставляет благоприятные условия для зимовки и нагула бентосоядных рыб, а главное, служит естественным резерватом для аборигенной ихтиофауны, которая на основной акватории Верхней Оби замещается чужеродными видами [2].

Выводы

Река Верхний Сузун в настоящее время не испытывает сильного антропогенного воздействия, но сохраняются последствия прежней хозяйственной деятельности (лесосплав, мелиорация) в виде засорения русла древесными остатками и увеличения болотного стока.

В русле реки доминирует единый песчаный биотоп с высокими скоростями течения, что определяет низкие качественные и количественные показатели зоопланктона.

Распространение литореофильного и псаммореофильного бентоса ограничено перекаатами, на плесах наблюдается внедрение эвритопных организмов, что приводит к росту биомассы до 18,306 г/м² и улучшению условий нагула рыб.

В водотоке доминирует аборигенная ихтиофауна, которая играет важную роль в сохранении исходных рыбных сообществ Верхней Оби.

Список литературы

1. Дорогин М. А. Река Нижний Сузун в условиях длительного антропогенного воздействия / М. А. Дорогин, А. М. Визер, Л. С. Визер // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2018. – №3 (146). – С. 18–27.
2. Журавлев В. Б. Изменения в составе рыбной части сообщества водоемов бассейна Верхней Оби на протяжении XX–XXI веков // Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования: материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвящ. 100-летию со дня рождения Б. Г. Иоганзена (19–21 апреля 2011 г.). – Томск, 2011. – С. 54–58.
3. Померанцева Д. П. Сезонные изменения зоопланктона в пойменных водоемах верхней Оби // Сб. Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. – Новосибирск, 1969. – С. 166–171.
4. Чибряева У. В. Развитие зоопланктона Верхней Оби в условиях экстремальной водности / У. В. Чибряева, Померанцева Д. П. Померанцева, Визер А. М. Визер // Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования. – Томск, 2011. – С. 144–145 с.

УДК 574.583

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МАЛОЙ РЕКИ КАЙЗАС ПО ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Л. С. Визер, Ю. В. Цыганкова, Л. А. Шиповалов

Новосибирский филиал всероссийского научно-исследовательского института рыболовства и океанографии, Новосибирск, Россия, sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. В зоопланктоне р. Кайзас обнаружено 18 видов, средняя численность достигала 12,8 тыс. экз./м³, биомасса – 3,0 г/м³. По индикаторным видам-сапробионтам зоопланктона р. Кайзас относится к водотокам мезосапробного типа. В зообентосе отмечено два вида – мелкие хирономиды и круглые черви. Численность зообентоса 120–480 экз./м², биомасса – от 140 до 240 мг/м². Комплексная оценка по гидробиологическим показателям свидетельствует о не вполне благополучной экологической обстановке на водотоке.

Ключевые слова: Малая река, зоопланктон, зообентос, видовой состав, численность, биомасса.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL CONDITION OF THE SMALL RIVER KAYSAS ACCORDING TO HYDROBIOLOGICAL INDICATORS

L. S. Vizer, Y. V. Tsygankova, L. A. Shipovalov

Summary. 18 species was discovered in Kaysas river, the average number reached 12.8 thousand ind./m³, biomass – 3.0 g/m³. According to indicator species of zooplankton, saprobionts, Kaysas river belongs to the mesosaprobic type watercourses. In zoobenthos, two species were noted – small chironomids and roundworms. Zoobenthos abundance reached 120–480 ind./m², biomass – from 140 to 240 mg/m². A comprehensive assessment of hydrobiological indicators evidents an unsatisfactory environmental situation on the watercourse.

Keywords: Small river, zooplankton, zoobenthos, species composition, abundance

Река Кайзас протекает на юге Кемеровской области, относится к Верхнеобскому бассейновому округу и принадлежит водохозяйственному участку р. Томи от истока до г. Новокузнецка [6, 8]. По левому берегу, на 47 км, впадает в р. Пызас, являясь третьестепенным притоком р.

Томь. Небольшая, протяженностью в 16 км, таежная река течет в узких извилистых берегах [2, 7]. Берет начало в горах, среди камней, имеет неровное течение, перекаты перемежаются руслом с замедленным течением и местами густо заросшими высшей водной растительностью. По своим параметрам относится к категории малых рек [1, 4]. Дно реки каменистое с сильным заилением. Вода реки у истока прозрачная, в среднем и нижнем течении – мутная с зеленоватым оттенком. Ихтиофауна представлена реофильными видами, среди которых таймень, хариус, елец, голец, окунь, щука. Река является местом нереста рыб и нагула молоди, основными объектами в питании которой является зоопланктон.

Малые реки имеют большое хозяйственное и экологическое значение, являясь важнейшим звеном в нескольких экологических цепях. Малые реки – источник рыбной продукции, гидроэнергии, орошения сельскохозяйственных угодий, в них создаются условия для воспроизводства водоплавающей птицы.

В бассейнах малых рек России, вода которых интенсивно используется во всех сферах жизнедеятельности, проживает более 50 млн. человек. Малые реки, являясь начальными звеньями гидрографической сети, формирующими более крупные реки, наиболее чутко реагируют на прямые и косвенные антропогенные воздействия, которые с каждым годом усиливаются.

Для оценки экологического состояния р. Кайзас были проведены гидробиологические исследования в июле 2019 г.

Зоопланктон реки Кайзас сформирован 3 систематическими группами. Видовой состав разнообразен и включает организмы 14 родов из 8 семейств. Общее число видов 18, из которых 3 – коловратки из двух отрядов, принадлежащие 3 семействам. Десять видов ветвистоусых ракообразных относятся к 6 родам из 3 семейств. Веслоногих ракообразных обнаружено 5 видов, относящихся к 2 отрядам.

Количественные показатели зоопланктона реки достигали достаточно высоких показателей: общая численность составляла 12,8 тыс. экз./м³, общая биомасса – 3,0 г/м³, что соответствует среднему классу продуктивности и характеризует р. Кайзас, как водоток бета-мезотрофный типа [3]. Потенциал реки для питания рыб-планктофагов достаточно высок и оценивается выше средней кормности [5]. Основу зоопланктонного сообщества составляли ветвистоусые ракообразные, их доля в общей численности достигала 44,8%, в общей биомассе – 89,2%. Доминирующая роль принадлежала *Moina microphthalma* Sars., субдоминант – *Daphnia longispina* Muller. Также в группе ветвистоусых ракообразных были отмечены *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, *Simocephalus vetulus* Muller, *Moina restirostris* Leydig.

Доля веслоногих ракообразных в общей численности зоопланктона составила 32,3%, в общей биомассе – 10,5%. Руководящую роль в этой группе играл *Cyclops strenuus* Fischer, преобладали неполовозрелые стадии этого ракообразного. При этом наблюдались также такие виды, как *Mesocyclops leuckarti* Claus., *Acanthocyclops viridis* Jurine., *Hemidiaptomus ignatovi* Sars.

Наименьшую часть зоопланктонного сообщества составляли коловратки. В численности их значение достигало 22,9%, в биомассе – 0,3%. Доминирующий вид в группе коловраток – хищник *Asplanchna priodonta* Gosse. В отдельных местах, на мелководьях и в прибрежьях, ее численность достигала 15 тыс. экз./м³. Также в группе коловраток отмечены мелкие виды *Keratella quadrata* Muller и *Filinia terminalis* Plate.

По индикаторным видам-сапробионтам зоопланктона (ветвистоусые и веслоногие ракообразные) р. Кайзас относится к водотокам мезосапробного типа, т.е. средней степени загрязнения [6]. На берегах р. Кайзас отсутствуют промышленные и сельскохозяйственные производства и населенные пункты. Наиболее вероятными источниками загрязнения реки могут служить смывы с водосборной площади.

В зообентосе р. Кайзас были обнаружены только мелкие хирономиды и круглые черви. Общая численность бентофауны изменялась от 120 до 480 экз./м², биомасса – от 140 до 240 мг/м². По показателям донной фауны р. Кайзас характеризовался как ультраолиготрофный [3] малокормный [5] водоем.

Таким образом, исследования р. Кайзас по зоопланктону показали высокую степень видового разнообразия, средний уровень продуктивных показателей и среднюю степень загрязнения. По зообентосу все параметры имели самые низкие и неудовлетворительные значения. Комплексная оценка по гидробиологическим показателям свидетельствует о не вполне благополучной экологической обстановке на водотоке.

Список литературы

1. Алексеевский Н. И. Малые реки, как объект исследования / Н. И. Алексеевский, В. М. Евстигнеев, Н. И. Коронкевич, С. В. Ясинский // Малые реки Волжского бассейна. – М. – 1998. – С. 7–20.
2. Государственный водный реестр РФ: Кайзас. Архивировано 23 августа 2012 года.
3. Китаев С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. – 207 с.
4. Крылов А. В. Зоопланктон равнинных малых рек в изменяющихся условиях среды: дисс. ... докт. биол. наук. – М., 2003. – 40 с.
5. Пидгайко М. Л. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР / М. Л. Пидгайко, В. М. Александров, Ц. И. Иоффе, Л. П. Максимова, В. В. Петров, З. Б. Саботеева, А. А. Салазкин // Изв. ГосНИОРХ. – 1968. – Т. 67. – С. 205–226.
6. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков (ГОСТ 17.1.3.07–82), 1982. – 14 с.
7. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып.
8. Средняя Обь / под ред. В. В. Зееберг. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 351 с.

УДК 639.2.052.23

СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ КЛЯЗЬМИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА КАНАЛА ИМЕНИ МОСКВЫ

Н. А. Головина.^{1,2} А. Н. Можяева¹

¹ Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Астраханский государственный технический университет» (ДРТИ ФГБОУ ВО «АГТУ»), Россия, e-mail: kafvba@mail.ru. ² Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «Всероссийского институт рыбного хозяйства и океанографии» («ВНИИПРХ»)

Аннотация. Дана оценка состояния водных биоресурсов Клязьминского водохранилища. Установлено, что фитопланктон представлен представителями 7 отделов, пик численности приходился на апрель, май. В зоопланктоне представители 7 семейств, максимальная численность отмечена в мае 36 920 экз./м³. Мягкий бентос представлен 6 видами, максимальная его численность 390 экз./м³ в сентябре. В рыбном сообществе 20 видов.

Ключевые слова: бентос, водохранилище, гидробионты, зоопланктон, рыбное сообщество, фитопланктон.

THE STATE OF WATER BIOLOGICAL RESOURCES IN THE KLYAZMINSK MOSCOW WATER STORAGE RESERVOIR

N. A. Golovina, A. N. Mozhaeva

Summary. The state of water biological resources in the Klyazminsk reservoir has been estimated. It was found that phytoplankton has been represented by 7 group, the numbers peak was in April, May. Zooplankton was represented by 7 species, with the maximum numbers in May (36,920 sp./m³). The fodder benthos is represented by 7 families, its maximum numbers was 390 sp./m³ in September. There are 20 species in fish community.

Keywords: reservoir, phytoplankton, zooplankton, fodder benthos, fish community

Изучению состояния водных биоресурсов в водохранилищах уделяется большое внимание. Они образуются в результате зарегулирования водотоков плотинами, строительством каналов и гидроузлов для решения важнейших стратегических государственных задач: энергетика, логистика, водопользование, туризм, рыболовство и рыбоводство [3].

Одним из решений снабжения водой такого крупнейшего мегаполиса как г. Москва в 40-ые годы прошлого века явилось строительство канала им. Москвы, как единой воднотранспортной системы, позволяющей связать московские промышленные районы с единой глубоководной системой Европейской части страны. При его строительстве образовалось 7 водохранилищ, включая Клязьминское. Состояние биоценозов в образовавшихся водохранилищах изучалось рядом авторов, однако, по Клязьминскому водохранилищу данные отрывочные [7, 3, 1 и др.].

Целью данной работы являлось изучение современного состояния водных биологических ресурсов Клязьминского водохранилища канала имени Москвы.

Материал собирали в 2017 г. и обрабатывали по принятым в гидробиологии методам [5]. При определении численности и биомассы фитопланктона идентификацию проводили на уровне отделов [6].

Клязьминское водохранилище – образовано в 1937 году в результате сооружения на реке Клязьме Пироговского гидроузла, расположено в пределах Химкинского и Мытищинского районов Московской области. Полезный объем – 27 млн. м³, площадь – 16,2 км². Ширина – до 1,2 км, длина – 25 км, глубина – до 16 м (средняя – 5,5 м). Регулирование стока сезонное, колебания уровня до 2 метров. Через весь водоем проходит русло реки Клязьмы. Правый берег его крутой, левый отлогий. По берегам сосновые и смешанные леса, кустарник. Грунты песчаные, суглинистые, заиленные. Дно сильно закоряжено, илистое. Основа прибрежной зоны – песок. Замерзает в середине ноября, вскрывается в середине апреля [2].

Фитопланктон в Клязьминском водохранилище характеризуется четко выраженной сезонностью. Большую часть фитопланктона составляют диатомовые водоросли – 84%. На втором месте по численности после диатомовых стоят зеленые, затем сине-зеленые, золотистые и эвгленовые (рис. 1). Представители пирифитовых и желто – зеленых водорослей, обнаруживаются в незначительном количестве (0,5%)



Рис. 1. Состав фитопланктона Клязьминского водохранилища, в %

Резкое сезонное увеличение холодолюбивого комплекса диатомовых водорослей наблюдали с апреля по май при температуре воды (7–9°C). Пик численности приходился на апрель и составляет 7390 кл./мл. В конце апреля возрастает до 300 кл./мл численность золотистых водорослей.

При температуре воды выше 15°C, наблюдается максимум продуктивности сине-зеленых, эвгленовых и зеленых водорослей (рис. 2). В июле – августе происходило «цветение» воды, вызванное бурным развитием сине-зеленых и зеленых водорослей. В Клязьминском водохранилище наблюдается два пика цветения воды, обусловленные развитием зеленых водорослей, которые приходятся на конец апреля и август – сентябрь.

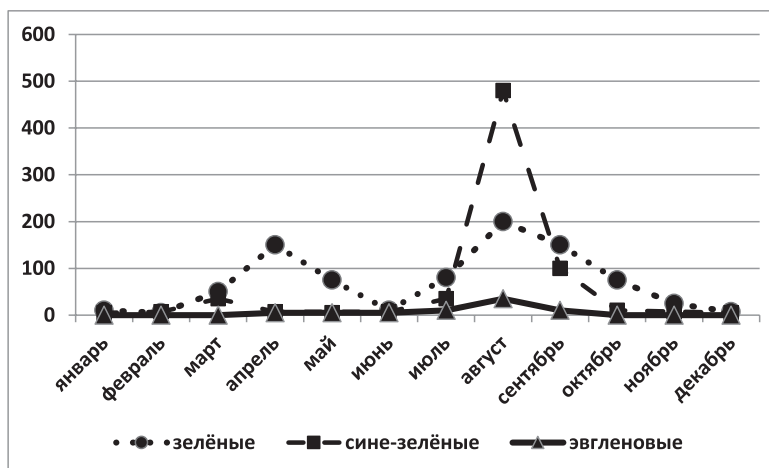


Рис. 2. Сезонные колебания численности зеленых, сине-зеленых и эвгленовых водорослей в Клязьминском водохранилище (кл./мл).

Содержание зоопланктона в Клязьминском водохранилище колебалось в среднем от 230 до 36 920 экз./м³ (таблица 1). Минимальная численность приходилась на декабрь и январь, а максимальная – на май. Преобладающим были представители отрядов Cyclopoida и Rotatoria, встречались представители семейства Bosminidae и Diaptomidae, а также виды бентосных организмов, относящихся к комплексу так называемого «мягкого или кормового» бентоса – хирономиды, олигохеты и некоторые нематоды. В августе начинался спад его численности. По сравнению с июнем его количество уменьшилось почти в 30 раз. В сентябре происходило дальнейшее снижение зоопланктона без изменения видового состава.

Таблица 1. Сезонная динамика численности зоопланктона в Клязьминском водохранилище в течение 2017 года

Количество зоопланктона в Клязьминском водохранилище, экз./м ³ (среднее)	
Месяц	Всего
Январь	230
Февраль	1790
Март	2700
Апрель	9620
Май	36 920
Июнь	22 950

Июль	530
Август	700
Сентябрь	490
Октябрь	560
Ноябрь	620
Декабрь	450

Зообентос Клязьминского водохранилища представлен следующим составом: личинки хирономид (семейство Chironomidae), моллюски (класс Двустворчатые – Bivalvia и класс Брюхоногие – Gastropoda), малощетинковые черви (Oligochaeta), пиявки (Hirudinea), клещи (Acariformes), поденки (Ephemeroptera), ручейники (Trichoptera) [2]. Нами был проведен учет только кормового бентоса, попадавшего в гидробиологическую сетку Апштейна при отборе проб зоопланктона (рис. 3).

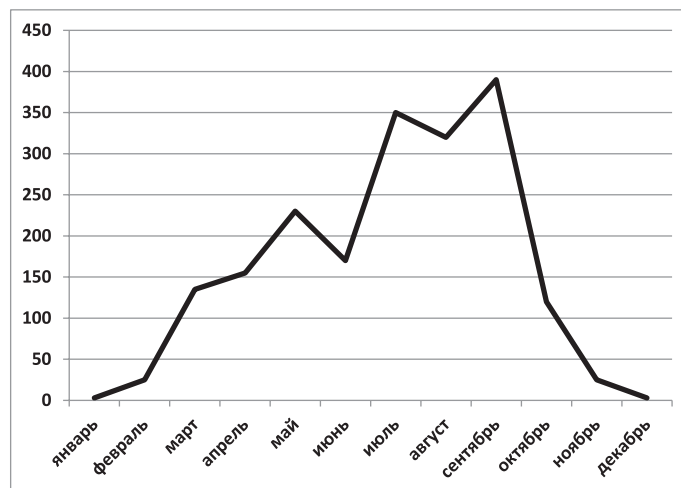


Рис. 3. Динамика численности кормового бентоса (экз./м³)

Развитие бентоса также носит сезонный характер. В среднем его содержание колебалось от 7 до 390 экз./м³. Минимальное содержание приходилось на декабрь и январь, максимальное содержание – на сентябрь.

Активное развитие бентоса начинается в марте, что связано с повышением солнечной активности, прогреванием водоема, а также началом активного развития фитопланктона, который является источником питания для бентоса. Так, пик численности диатомовых водорослей приходится на апрель, поэтому для бентосных организмов вполне достаточно питания, и к маю месяцу их содержание составляет уже 220 экз./м³. Это время как раз совпадает с нерестом пресноводных рыб. В июне подрастающие мальки переходят на внешнее

Рыбное сообщество представлено 20 видами, наиболее многочисленно семейство карповых – 11 видов. Редких и исчезающих видов 5: судак (*Sander lucioperca*), жерех (*Aspius aspius*), налим (*Lota lota*), щука (*Esox lucius*) и сом (*Silurus glanis*), хотя и обитают в нем, но попадают редко Акклиматизантов два – белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix*) и ротан (*Perccottus glehni*) [2].

Таким образом, Клязьминское водохранилище следует отнести к малым водохранилищам с естественным температурным режимом, в которых сложились трофические связи основных компонентов биоценоза. Анализ кормовой базы показал, что в нем имеет-

ся некоторый резерв фитопланктона, который связан с вспышками диатомовых, зеленых и сине-зеленых водорослей и должен использоваться вселенным в водохранилище белым толстолобиком.

Список литературы

1. Быков А. Д. Ихтиологические исследования водных объектов центральной России / Быков А. Д., Бражник С. Ю. // Вопросы рыболовства. – 2014. – Т 15. – №3. – С.238–261.
2. Википедия. Клязьминское водохранилище //Электрон. Дан. – Режим доступа URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>
3. Вундцеттель М. Ф. Экологическая оценка канала имени Москвы: Монография /М. Ф. Вундцеттель, М. В. Жидков, Н. В. Кузнецова, С. А. Кузнецов. – М.: Экон-информ, 2011. – 79с.
4. Головина Н. А. Оценка взаимоотношений гидробионтов в эфтрофных рекреационных водоемах (на примере Яхромского водохранилища канала им. Москвы) / Н. А. Головина, О. А. Котляр, С. Б. Купинский и др. – М.: Экон-информ, 2012. – 144 с.
5. Константинов А. С. Общая гидробиология. Учебник для биол. спец. ун-тов. – 3-е изд. перераб. и доп. / А. С. Константинов. – М.: Высш. Школа, 1979. – 480 с.
6. Купинский С. Б. Водные растения. Учебное пособие. – М.:Эконом-Информ, 2012. – 259 с.
7. Михеев В. П. Водные биоресурсы водоемов водораздельного бьефа канала имени Москвы. Состояние и перспективы развития / В. П. Михеев, Д. А. Багров, И. В. Михеева, А. И. Печенин – М.: Экон.-Информ, 2009. – 232 с.

УДК 639.3+626+70.17.03

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA*) В ОЗЕРАХ АЛАКОЛЬСКОЙ СИСТЕМЫ

Е. К. Данько

Казахский научно –производственный центр рыбного хозяйства,
г. Алматы, Республика Казахстан, danko-l@mail.ru

Аннотация. В статье представлена физико- географическая характеристика исследуемых озер и состав аборигенной ихтиофауны до начала акклиматизационных мероприятий, а также современное состояние популяциисудака в озерах Алакольской системы и меры по увеличению его численности.

Ключевые слова: судак, зарыбление, популяция, численность.

THE CURRENT STATE OF THE ZANDER POPULATION (*SANDER LUCIOPERCA*) IN THE LAKES OF THE ALAKOL SYSTEM

E. K. Danko

Summary. the article presents the physical and geographical characteristics of the studied lakes and the composition of the native ichthyofauna before the start of acclimatization events, as well as the current state of the zander population in the lakes of the Alakol system and measures to increase its number.

Keywords: zander, stocking, population, abundance.

Алакольская система озер (Алаколь, Кошкарколь, Сасыкколь) является одним из важных промысловых бассейнов Казахстана имеющих Республиканское значение.

Алакольские озера являются звеном в цепи озер, начинающихся по Б. К. Терлецкому [5] Балхашом и, оканчивающихся Эби-Нором на территории Китая. Располагаются они почти в самом центре одноименной впадины на юго-востоке Казахстана, и ограничиваются с севера хребтом Тарбагатай, с юга – Джунгарским Алатау, с востока – хребтом Барлык.

Озеро Алаколь – самое крупное в системе. При высоте 347,3 м над уровнем моря (БС) площадь его водной поверхности 2650 км² при длине – 104 км и ширине – 52 км. Наибольшая глубина – 57 м, средняя – 22,1 м. Озеро бессточное, соленое с минерализацией до 11,6 г/л. В него впадает более 15 притоков.

Сасыкколь – второе по величине озеро Алакольской впадины. За среднемноголетний уровень, принята отметка 350,5 м БС. При такой отметке оно имеет площадь 736 км², длину – 49,6 км, ширину – 19,8 км, глубину до 4,7 м, среднюю – 3,3 м. Озеро проточное, пресноводное, простирается с запада на восток. Имеет три притока: на юго-востоке – р. Тентек, на севере – р. Каракол, на западе – р. Ай.

Озеро Кошкарколь расположено между озерами Сасыкколь и Алаколь, от которых отделено перешейками шириной 4,5 км и 5,5 км. Площадь озера – 120 км², длина – 18,3 км, ширина – 9,6 км, наибольшая глубина – 5,8 м, средняя – 4,1 м. Озеро проточное, вытянутую с севера на юг. Пополняется, в основном, за счет оз. Сасыкколь, путем фильтрации через береговой вал и поверхностного перелива.

До развёртывания широкомасштабных работ по переселению и акклиматизации рыб в Казахстане ихтиофауна Алакольских озер насчитывала всего 9 видов рыб из 3 семейств: семейство карповые – гольян обыкновенный, маринкабалхашская, голый осман, семейство вьюновые – пятнистый губач, одноцветный губач, голец тибетский, голец серый, голец Северцова и семейство окуневые – окунь балхашский. Промыслом осваивались пятнистый губач, балхашскаямаринка и балхашский окунь [3].

Первые зарыбления Алакольских озер судаком были проведены в озеро Алаколь в 1963 г. из р. Урал в количестве 2525 шт. Вторая интродукция была проведена в 1968 г. из оз. Бийликоль и выпущена в реку Тентек (приток оз. Сасыкколь) – 4824 шт. Судак медленно наращивал свою численность в озерах достигнув промысловой почти через 10 лет после интродукции. Это было связано с недостатком нерестилищ и с сопротивлением ихтиоценоза в первую очередь – плотной популяцией окуня. Лишь с проникновением судака в пресноводные озера системы численность его стала увеличиваться быстрее [4].

Судак вошел в промысел в 1970 г. на оз. Алаколь, а в последующем на озёрах Кошкарколь и Сасыкколь. Из пресноводных озер он практически вытеснил балхашского окуня. Численность популяции судака быстро росла. В 1976 г. доля судака в уловах составляла 25%, а в 1984 г. она была выше 50%. Наибольшей численности судак достигал в оз. Сасыкколь, так в 1980 г. его промысловый улов составил 862 т, при общем вылове судака в Алакольских озерах в 1400 т. Однако, начиная с 1997 г. в популяции судака стали наблюдаться изменения размерной структуры и уменьшение показателей модальных классов с 44–60 см до 20–28 см. При этом доля самцов в период нереста сократилась с 63,0% (2001 г.) до 36,3% (2005 г.) [2], что свидетельствовало о значительном вылове судака именно в период нереста из-за особенностей его биологии размножения. К 2005–2007 гг. уловы судака по озёрам сократились до 67–109 т, а его доля в уловах стала составлять 6–14%. В 2013 г. достигла 7,4 т (3,5%). Главной причиной трансформации стада судака явилось повышение коммерческого спроса на филе этого вида, и как следствие – прогрессирующая промысловая нагрузка. С 2015 г. по всей системе озер на его лов был установлен запрет. Сложившаяся ситуация была предсказуема и меры по ее недопущению предлагались ранее [1].

По исследованиям 2018 г. в основе уловов был судак размером от 12,0 до 37,0 см, средней массой от 151 до 346 г в возрасте 2–3 года. Возрастной ряд судака в оз. Алаколь и Сасыкколь отмечен до 9+ лет, а в оз. Кошкарколь, интенсивно облавливаемом неводами, до 4+ лет. В оз. Сасыкколь различий в популяционных группировках судака в зависимости от рыбопромысловых районов по размерным показателям не отмечено.

Динамика размерного состава судака за ряд лет, равной средней продолжительности жизни одного поколения показывает, что модальные размерные группы были представлены судаком в оз. Алаколь и Кошкарколь от 20 см до 28 см., в оз. Сасыкколь 20 и 44 см (таблица 1).

Таблица 1. Динамика размерного состава судака за ряд лет, равной средней продолжительности жизни одного поколения в озерах Алакольской системы в %

Годы	Размерный класс, см									N
	4 –	12 –	20 –	28 –	36 –	44 –	52 –	60 –	68 –	
оз. Алаколь										
2014	1,3	34,2	42,6	15,5	6,4	-	-	-	-	155
2015	-	9,0	63,2	16,0	11,1	0,7	-	-	-	144
2016	3,0	17,4	38,6	20,5	10,7	3,7	5,4	0,7	-	298
2017	-	7,8	43,5	13,8	6,9	11,6	10,8	4,7	0,9	232
2018	-	9,8	52,3	14,4	1,5	5,3	12,1	3,8	1,5	132
оз. Сасыкколь										
2014	1,1	7,7	77,4	12,9	0,9	-	-	-	-	349
2015	9,9	46,6	22,4	17,5	3,6	-	-	-	-	223
2016	3,4	33,2	40,2	9,2	7,0	2,5	4,5	0,0	-	358
2017	-	13,4	71,2	10,6	2,4	-	1,6	0,8	-	246
2018	-	7,4	40,7	6,8	7,4	16,0	10,5	8,0	3,1	162
оз. Кошкарколь										
2014	1,9	34,6	50	13,5	-	-	-	-	-	52
2015	-	13,3	74,2	10,3	-	1,7	-	-	-	58
2016	1,7	19,5	32,2	37,3	5,9	2,5	0,8	0,0	-	118
2017	5,6	37,0	51,8	5,6	-	-	-	-	-	54
2018	-	6,8	72,9	16,9	3,4	-	-	-	-	59

Распределение разных возрастов в диапазоне размерного класса судака массовых промеров и промысловых уловов показывают, что ядро размерного ряда в 2018 году состояло из особей длиной тела от 18 см до 35,9 см, в процентном соотношении от 31,6% до 8,5% соответственно.

Модальный возрастной ряд судака от 2 до 3 лет (таблица 2).

Таблица 2. Распределение судака по озерам системы разных возрастов в диапазоне размерного класса, массовых промеров с учетом промысловых уловов, 2018 г.

Размерный ряд, см	Возраст										Доля рыб, %	Итого, экз.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	11		
12–17,9	1	12	-	-	-	-	-	-	-	-	3,7	13
18–23,9	11	101	-	-	-	-	-	-	-	-	31,6	112
24–29,9	-	69	23	-	-	-	-	-	-	-	26,0	92
30–35,9	-	-	29	1	-	-	-	-	-	-	8,5	30
36–41,9	-	-	3	11	-	-	-	-	-	-	4,0	14
42–47,9	-	-		11	3	1	-	-	-	-	4,2	15
48–53,9	-	-	-	-	15	15	1	-	-	-	8,8	31
54–59,9	-	-	-	-	2	7	13	-	-	-	6,2	22
60–65,9	-	-	-	-		6	4	5	-	-	4,2	15
66–71,9	-	-	-	-	-	-	-	6	1	-	2,0	7

72–79,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	0,8	3
Итого	12	182	55	23	20	29	18	11	1	3	100	354
Доля рыб, %	3,4	51,4	15,5	6,5	5,6	8,2	5,1	3,1	0,3	0,8		

Средний возраст судака в уловах 2018 г. по оз. Алаколь составил 3,4 года. В оз. Сасыкколь увеличился с 2,3 до 3,6, в оз. Кошкарколь увеличился с 1,54 до 2,1. Биомасса промыслового запаса судака по оз. Алаколь увеличилась с 7,4 тонн в 2014 г. до 49,1 тонн в 2018 г. в оз. Сасыкколь с 4,4 т. до 72,7 т., а в оз. Кошкарколь с 15,6 т. до 37,3 т.

Данное обстоятельство указывает на положительное воздействие продолжающегося полного запрета вылова судака на всех озерах Алакольской системы.

Список литературы

1. Данько Е.К. Пути повышения эффективности естественного воспроизводства судака в условиях Алакольских озер// Агропром.наука – сельскохоз. производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: мат. XV Межд. конф. – Петропавловск, 2012. – С 65–67.
2. Данько Е.К. Пути направленного формирования ихтиофауны и повышение рыбопродуктивности Алакольской системы озер// Науч. обеспечение развития агропром. комплекса стран таможенного союза: мат. межд. науч.-практич. конф. – Астана, 2010. – С. 318–321.
3. Некрашевич Н.Г. Биологическое обоснование и первые итоги интродукции судака в Алакольские озера // Алакольская впадина и её озера (Вопросы географии Казахстана, вып. 12). Алма-Ата: Наука, – 1965. – С. 269–279.
4. Соколовский В.Р. Обзор ихтиофауны водоемов Алакольской впадины. Сообщение Интродуценты/ В.Р. Соколовский, С.Р. Тимирханов // Изв. МОН РК, НАН РК. сер. биол. и мед. – 2002. – №5 (233). – С. 15–25.
5. Терлецкий Б.К. Балхаш-Алакольская впадина. Гидрологическое описание Северного Джетысу//Тр. Главн. геол.-разв. управления высшего Совета народн. хоз-ва СССР. – 1931. – Вып. 105.

УДК 574.55+550.42

РОЛЬ ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ФОРМИРОВАНИИ САПРОПЕЛЕВЫХ ЗАЛЕЖЕЙ МАЛЫХ ОЗЕР БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ

Е. Ю. Зарубина¹, В.Д. Страховенко²

¹Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирский филиал, г. Новосибирск, Россия, zeurl1@mail.ru

²Институт геологии и минералогии СО РАН, г. Новосибирск, Россия

Аннотация. На основе многолетних комплексных исследований малых озер Барабинской низменности показана роль высшей водной растительности в формировании химического состава сапропелей.

Ключевые слова: сапропели, макрофиты, продукция, органическое вещество.

ROLE OF HIGHER AQUATIC VEGETATION IN SAPROPEL DEPOSITS FORMATION IN SMALL LAKES OF BARABINSKY LOWLAND

E. Yu. Zarubina, V.D. Strachovenko

Summary. Based on long-term integrated studies of small lakes of Barabinsky lowland, the role of the highest aquatic vegetation in the formation of the sapropel's chemical composition is shown.

Keywords: sapropel, macrophytes, products, organic substance.

Сапропели – одна из форм донных отложений пресноводных водоемов, образующихся в анаэробных условиях в результате физико-химических и биологических преобразований остатков растительных и животных организмов при различной степени участия минеральных и органических компонентов [13]. По данным ряда исследователей [4, 10, 12], основными поставщиками органического вещества в донные осадки являются бактерио-, фито- и зоопланктон, а также высшие водные и прибрежно-водные растения. Состав и структура водных биоценозов от озера к озеру значительно различаются, так же как различаются минерально-геохимический состав донных отложений и фациальные условия их захоронения. Эти и многие другие факторы определяют тип и класс органоминеральных отложений малых озер вообще и озер Барабинской низменности, в частности.

В настоящее время на фоне терригенного сноса и эоловых процессов в малых озерах идет активное сапропелеобразование [8]. Сапропели, как неметаллические полезные ископаемые, по своим физико-химическим и микробиологическим свойствам объекты с большим промышленным, сельскохозяйственным и биотехнологическим потенциалом, что определяет необходимость их всестороннего изучения.

Одним из направлений при исследовании сапропелей является изучение роли гидробионтов в процессах формирования состава донных отложений.

В основу работы легли результаты натурных исследований состава и структуры водных фитоценозов, а также степени зарастания высшей водной и прибрежно-водной растительностью более 40 малых озер Барабинской низменности, проведенные в 2012–2017 гг. [1, 9]. Барабинская низменность относится к Обь-Иртышскому междуречью и характеризуется большим числом разнотипных озер (более 2500) общей площадью 4900 км². Преобладают бессточные озера, среди которых доминируют малые водоемы размером до 2,5 км² (97,5%).

Теплоэнергетические ресурсы в этой зоне колеблются от 30 до 36 ккал/см² в год, сумма годовых осадков – 330–375 мм. Эта гидролого-климатическая зона увлажнена и обеспечена теплом в оптимальном соотношении [5].

Исследование водных фитоценозов проводились стандартными методами на пробных площадках, заложенных в доминирующих на исследуемых участках фитоценозах [7]. При переводе абсолютно-сухого веса в чистую годовую продукцию использован коэффициент 1,2. Доля углерода в органическом веществе водных растений принимали равной 46,4%, азота в пересчете на азот 2,0% от абсолютно-сухой массы, фосфора – 0,3% [6].

При проведении исследований измеряли также следующие показатели: глубину, прозрачность, цветность, температуру воды, концентрацию O₂ и содержание органических веществ (по БПК₅).

Донные отложения отбирали на расстоянии 200–300 м от берега с глубины 1,5–2,5 м. Отобранные пробы проанализированы в Центре коллективного пользования ИГМ СО РАН (ЦКП МИИ СО РАН) и Институте катализа СО РАН: детальное описание методов приведено в ранее опубликованных статьях [8, 9].

Озера Барабинской низменности отличаются большим разнообразием морфометрических, гидрологических и гидрохимических характеристик. Основная масса озер имеет небольшие размеры и малые глубины, прозрачность воды не высокая, в среднем 1,0±0,5 м. Большинство озер – пресные с минерализацией воды 0,2–0,9 г/дм³, и только в некоторых озерах минерализация достигает 1,1–1,7 г/дм³. Вода в озерах в период исследований имела слабощелочной характер (pH=8,81±0,53), концентрация растворенного в воде кислорода находилась в пределах экологического оптимума от 5,7 до 13,0 мг/дм³. Озера эвтрофного и гипертрофного типов,

содержание органических веществ в воде высокое ($\text{БПК}_5=1,9-7,44 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$). В большинстве исследованных озер преобладают органо-минеральные донные отложения макрофитного, планктонного и макрофитно-планктонного генезиса.

Озера этой территории значительно различаются по степени и характеру зарастания макрофитами, а также уровню продуктивности водных фитоценозов. По преобладанию основных первичных продуцентов органического вещества (ОВ) их можно разделить на два типа «планктонные» и «макрофитные».

К типу «планктонных» озер относятся озера северной лесостепи (Большой Курган, Камбала, Казатово, Кайлы и др.). Это озера с бордюрным типом зарастания, площадь зарастания менее 15%. Основной продуцент ОВ – фитопланктон. Среди макрофитов доминируют полупогруженные растения – тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) и рогоз узколистый (*Typha angustifolia* L.). Годовая продукция высокая – от 1200 до 3974 г/м².

Для «макрофитных» озер характерен массивно-зарослевый, займищный или сплавинный тип зарастания. В Барабинской низменности к таким озерам относятся: Б. Тороки, Качкульня, Сарбалык, Подгорное, Ярголь, Минзелинское и др. Площадь зарастания озер от 30–40% при займищном, до 50–90% при массивно-зарослевом типе. Основные продуценты ОВ – телорез (*Stratiotes aloides* L.), рдесты (*Potamogeton berchitoldii* Fieb., *P. gramineus* L., *P. perfoliatus* L.), уруть (*Miriophyllum sibiricum* Kom.), роголистник (*Ceratophyllum demersum* L.), ряска (*Lemna trisulca* L.); полупогруженные – рогоз узколистый, тростник южный, осоки (*Carex acuta* L., *C. pseudocyperus* L.). Годовая продукция – от 416 до 2660 г/м² [3].

Массовое развитие макрофитов в литорали определяет бюджет органического углерода и регулирует содержание соединений азота и фосфора в воде и донных отложениях. В донных отложениях озер со сплавинным и массивно-зарослевым типами зарастания и высокой годовой продукцией фитоценозов отмечено наибольшее содержание органического углерода ($\text{C}_{\text{орг}}$) и азота ($\text{N}_{\text{орг}}$). В течение вегетационного сезона макрофиты накапливают от 76,2 до 764,2 гС/м² $\text{C}_{\text{орг}}$, от 3,8 до 35,2 г/м² азота и от 0,5 до 4,4 г/м² фосфора. Расчетные величины поступления в донные отложения озер общего азота в результате разложения тростника – от 0,82 до 3,36 г/м² в год, рдестов – от 0,21 до 0,51 г/м² [2]. После отмирания часть макрофитов разлагается уже в прибрежной зоне, другая, большая часть, уносится в озеро и претерпевает там дальнейшие изменения. Однако значительная часть ОВ захоранивается в донных отложениях.

Общее содержание ОВ в донных отложениях исследованных озер изменялось от 44% до 87%. Компонентный состав ОВ донных отложений представлен битумоидами, углеводным комплексом (гемицеллюлозы и целлюлоза), гуминовыми веществами (гуминовые кислоты и фульвокислоты), негидролизуемым остатком (гумин). Основные компоненты биомассы макрофитов – это полисахариды (целлюлоза, гемицеллюлозы) и лигнин. Поэтому для макрофитогенных органо-минеральных донных отложений характерны высокие концентрации легкогидролизуемых веществ (продуктов гидролиза гемицеллюлоз) и негидролизуемых веществ (в основном лигнина). Трудногидролизуемые вещества, основной составляющей которых является целлюлоза, в существенном количестве содержатся только в макрофитогенных донных отложениях [11].

Автохтонные органические вещества претерпевают значительные изменения в результате переработки и рециркуляции в «микробной петле», что заметно влияет на итоговые формы соединений, поступающих в донные отложения. Тем не менее, процентный вклад тех или иных продуцентов в значительной мере определяет химический состав сапропелей.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ №№ 18-45-540 002 p_a; 17-05-00 404a.

Список литературы

1. Ермолаева Н.И. Гидробиологические условия формирования сапропелей в озерах юга Западной Сибири / Н.И. Ермолаева, Е.Ю. Зарубина, Р.Е. Романов, Г.А. Леонова, А.В. Пузанов// Водные ресурсы. – 2016. – Т. 43, №1. – С. 79–91.

2. Зарубина Е.Ю. Связь химического состава сапропелей с продуктивностью планктона и макрофитов в озерах юга Западной Сибири / Е.Ю. Зарубина, Н.И. Ермолаева, В.Д. Страховенко, Е.А. Овдина, Р.Е. Романов, О.П. Таран // Водные ресурсы России: современное состояние и управление: матер. всерос. научно-практ. конф. В 2-х-томах. – 2018. – С. 333–339.
3. Зарубина Е.Ю. Роль зональных факторов в формировании продуктивности малых озер юга Обь-Иртышского междуречья / Е.Ю. Зарубина, М.И. Соколова // Озера Евразии: проблемы и пути их решения. Матер. II Международной конференции. – 2019. – С. 80–84.
4. Курзо Б.В. Особенности формирования вещественного состава сапропеля органического типа в озерах различных регионов Беларуси / Б.В. Курзо, О.М. Гайдукевич, И.В. Кляуззе, П.А. Зданович // Природопользование. – 2012. – вып. 21. – С. 183–190.
5. Мезенцев В.С. Атлас увлажнения и теплообеспеченности Западно-Сибирской равнины. – Омск: Омский сельхоз. ин-т, 1961. – 69 с.
6. Папченков В.Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. – Ярославль: ЦМП МУБи НТ, 2001. – 200 с.
7. Руководство по гидробиологическому мониторингу поверхностных экосистем. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.
8. Страховенко В.Д. Генезис органоминеральных отложений озер Центральной части Барабинской низменности (юг Западной Сибири) / В.Д. Страховенко, Е.А. Овдина, Г.И. Малов, Н.И. Ермолаева, Е.Ю. Зарубина, Таран О.П., Болтенков В.В. // Геология и геофизика. – 2019. -Т. 60, №9. – С. 1231–1243.
9. Страховенко В.Д. Геохимическая характеристика сапропелей Новосибирской области / В.Д. Страховенко, Н.А. Росляков, А.И. Сысо, Н.И. Ермолаева, Е.Ю. Зарубина, О.П. Таран, А.В. Пузанов // Водные ресурсы. – 2016. – Т. 43. – №3. – С. 336–344.
10. Субетто Д.А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. – СПб.: Изд-во РГПУ, 2009. – 343 с.
11. Таран О.П. Взаимосвязь химического состава органического вещества озерных систем и генезиса сапропелей / О.П. Таран, В.В. Болтенков, Н.И. Ермолаева, Е.Ю. Зарубина, И.В. Делий, Р.Е. Романов, В.Д. Страховенко // Геохимия. – 2018. – №3. – С. 61–70.
12. Штин С.М. Озерные сапропели и основы их комплексного освоения. – М.: Изд-во МГГУ, 2005. – 373 с.
13. Helmond N.A. G. M. Marine productivity leads organic matter preservation in sapropel S1: palynological evidence from a core east of the Nile River outflow/ N.A. G. M. Helmond, R. Hennekam, T.H. Donders, F.P. M. Bunnik, G. Jb. de Lange, H. Brinkhuis, F. Sangiorgi // Quat. Sci. Rev. – 2015. – V. 108. – P. 130–138.

УДК 597.2/.5

СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВЕРХОВЬЕВ ОБИ В МНОГОВОДНЫЙ ПЕРИОД

Н. В. Зеленцов, А. Ю. Лукерин, А. Н. Трофимов, И. Ю. Теряева

Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), г. Барнаул

Аннотация. Проведены исследования особенностей распространения, численности и воспроизводства водных биоресурсов верховьев р. Обь в границах Алтайского края. Изучены основные факторы влияния на состояние промысловой базы водных биоресурсов р. Обь.

Ключевые слова: динамика состояния, состояние запаса, водные биоресурсы, добыча (вылов)

STATE OF RESERVES OF WATER BIOLOGICAL RESOURCES OF THE UPPER OBI IN THE MANY-WATER PERIOD

N. V. Zelentsov, A. Yu. Lukerin, A. N. Trofimov, I. Yu. Teryaeva

Summary. Studies of the distribution, abundance and reproduction of aquatic biological resources of the upper river. Ob within the boundaries of the Altai Territory. The main factors of influence on the state of the fishing base of aquatic biological resources of the river Ob.

Keywords: state dynamics, stock status, aquatic biological resources, production (catch)

Ввиду удалённости Алтайского края от морских районов промысла водных биоресурсов, внутренние водоёмы региона являются важными источниками местной рыбной продукции. Данная продукция, как правило, распространяется и перерабатывается в непосредственной близости от водного объекта, из которого была изъята рыба. В связи со стабильным потребительским спросом населения, перед рыбохозяйственными организациями различных форм собственности встаёт задача сохранения и преумножения рыбных запасов региона. Выполнение поставленной задачи возможно лишь при условии изучения природных и антропогенных факторов, определяющих рыбопродуктивность водоёмов, а также рационального использования водных биологических ресурсов.

В последние 10–15 лет на большинстве водоёмов Алтайского края интенсивность промысла рыбы чрезвычайно низка, это вызвано рядом административных причин. Однако на выделенных рыболовных участках интенсивность напротив, постоянно растёт, что демонстрирует высокую заинтересованность пользователей и заставляет задуматься о рациональном использовании водных биоресурсов [1–2].

Исходя из вышесказанного следует, что изучение особенностей распространения, численности и воспроизводства водных биоресурсов Верховьев р. Обь имеет научный и практический интерес.

Река Обь в Алтайском крае относится к основным рыбохозяйственным водным объектом. Ихтиофауна реки Обь в границах Алтайского края насчитывает около 30 видов рыб, однако промысловое значение имеют всего 9, в том числе: лещ (*Abramis brama*), карась (виды рода *Carassius*), сазан (*Cyprinus carpio*), плотва (*Rutilus rutilus*), язь (*Leuciscus idus*), судак (*Sander lucioperca*), окунь пресноводный (*Perca fluviatilis*), щука (виды рода *Esox*) и налим (*Lota lota*). На акватории реки Обь в административных границах Алтайского края сформировано 23 рыболовных участка, закрепленных за четырьмя пользователями: ОАО «Каменский рыбозавод» (62,0%), ООО «Магтал» (21,0%), ООО «Дельта-Фиш» (15,0%) и ИП «Искрин» (2,0%).

В видовой структуре промысловых уловов доминирующее положение занимает лещ. В 2018 г. промысловое изъятие леща составило 148,0 т, или 50,0% от общего освоения всех промысловых видов рыб (Рисунок).

Состояние запаса леща в верховьях реки Обь (в границах Алтайского края) в последние годы имеет тренд на увеличение. Наименьшая величина рекомендованного вылова за последние 10 лет зафиксирована в 2011–2012 гг., когда его величина составила немного больше 80,0 т. Данный показатель объясняется особенностями гидрологического уровня реки Обь в 2007–2009 гг., когда, в результате резких колебаний уровня воды в нерестовый период, было обсушено около 30,0% нерестовых площадей, что привело к гибели отложенной на них икры. Также на состояние запасов леща повлияло повышенное его изъятие в 2010 г., что было связано с периодом адаптации использования новой методики оценки запасов рыб на данном водном объекте. При этом оправдываемость оценки рекомендованного вылова редко снижается ниже 95,0%, что преимущественно связано с качеством ведения промысла рыбодобывающими организациями (пользователями рыболовных участков). По состоянию на 2018 г. величина рекомендуемого вылова леща в реке Обь увеличилась от 81,7 до 148,0 т и была полностью

освоена пользователями. Средняя величина оправдываемости прогноза вылова за последние 10 лет составила 97,5%.

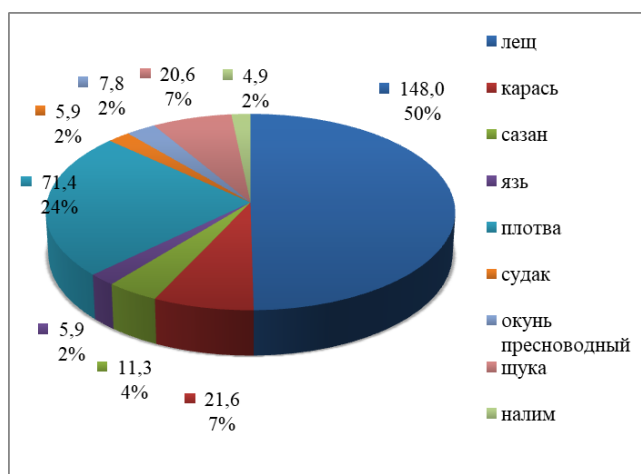


Рис. Видовая структура промысловых уловов на реке Обь в границах Алтайского края, 2018 г. (в тоннах)

Вторым по численности промысловым видом в реке Обь в границах Алтайского края отмечена плотва, на долю которой приходится около $\frac{1}{4}$ от общего объема вылова (Рисунок 1). Как и у леща, у плотвы за последние 8 лет наблюдается стабильное увеличение промыслового запаса от 81,7 до 148,0 т. Основным фактором, влияющим на повышение промысловой численности большинства видов ихтиофауны реки Обь отмечен благоприятный гидрологический режим в весенний нерестовый период с 2016 г. Величина оправдываемости прогноза за рассматриваемый период составляет в среднем 97,2%.

По данным промысловой статистики в 2018 г. уловы щуки и карася в реке Обь составляли 20,6 и 21,6 т, что в структуре общего улова занимает по 7,0% для каждого вида (рисунок). Следует отметить, что за период 2009–2017 гг. уловы щуки имели тенденцию к ежегодному увеличению от 2,1 до 20,6 т, что в первую очередь связано с благоприятным протеканием нереста в последние годы. При сравнении величины фактического промыслового изъятия данного вида с прогнозируемым, оправдываемость прогноза составляет в среднем 94,5%.

Численность карася в уловах в рассматриваемый период имела динамический характер. Поскольку карась относится к видам с порционным протеканием нереста, гидрологический режим реки Обь в весенний период оказывает незначительное влияние на величину пополнения промыслового запаса. В последние годы прослеживается тенденция к увеличению численности данного вида водного биоресурса. Низкое значение рекомендуемого вылова карася в 2011 г. связано в большей степени с переходом на новый метод оценки запаса, в последующие годы оправдываемость прогноза вылова колебалась от 90,0 до 100,0%.

Сазан в структуре промысловой ихтиофауны реки Обь составляет около 4,0% (рисунок 1), за десятилетний период его промысловый запас увеличился в десятки раз. За период с 2009 по 2018 гг. величина промыслового изъятия данного вида возросла с 0,2 до 11,3 т. Сазан относится к весенненерестующим видам рыб с единовременным нерестом, однако, помимо благоприятного гидрологического режима реки Обь, на возросшую численность сазана оказали влияние работы по искусственному воспроизводству, проводимые в рамках компенсационных мероприятий от воздействия строительства, водопользования и иной антропогенной деятельности. За период с 2014 по 2018 гг. в реку Обь в границах Алтайского края ежегодно проводился выпуск подращенной личинки сазана в количестве от 163,5 до 581,1 тыс. экз.

Прочие виды промысловой ихтиофауны (судак, окунь пресноводный, язь и налим) в общей

структуре занимают около 2,0% каждый (всего 8,0%). Суммарный вылов данных видов рыб в 2018 г. составил 24,5 т. В ретроспективном ряду промысловых уловов, как и большинству ранее описанных видов, наблюдается тенденция к увеличению промыслового запаса и, как следствие, величине промыслового изъятия. Среднее значение оправдываемости прогноза составляет 96,1%.

В ходе наших мониторинговых наблюдений на реке Обь в границах Алтайского края за продолжительный период по основным промысловым видам водных биоресурсов накоплены данные по величине промыслового изъятия, размерно-возрастному распределению, генеративной активности (темпы полового созревания, плодовитость), а также показатели среды обитания (биотические, абиотические и антропогенные). На основании имеющихся данных для оценки запасов ихтиофауны в реке Обь в границах Алтайского края информационное обеспечение расчета прогноза относится к III уровню по причине отсутствия полноценных данных о величине промыслового усилия и улова на усилие.

Для оценки запасов большинства видов (за исключением налима) возможно применение математической модели метода восстановленного запаса рыб (ВЗР), который предполагает наличие данных о величине ежегодного промыслового изъятия и динамике размерно-возрастного распределения стада. Данный метод применяется для прогнозирования запасов большинства промысловых видов рыб в реке Обь в границах Алтайского края более 8 лет и имеет высокий уровень оправдываемости.

Список литературы

1. Зеленцов Н.В. Состояние промысла и перспективы повышения рыбопродуктивности водоемов Алтайского края / Н.В. Зеленцов, А.В. Михайлов // Современное состояние водных биоресурсов и экосистем морских и пресных вод России: проблемы и пути: материалы международной научной конференции (Ростов-на-Дону, 2010). – Ростов-на-Дону, 2010. – С. 233–236.
2. Веснина Л.В. Биологическая продуктивность и перспективы освоения гипергалинных озер Сибири // О развитии рыбохозяйственного комплекса Сибири: материалы окружного совещания. – Новосибирск, 2011. – С.61–71.

УДК 626.814

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ В УСЛОВИЯХ ЗАРЕГУЛИРОВАНИЯ СТОКА НА ПРИМЕРЕ КУТУЛУКСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

*Е. А. Зотова, В. В. Кияшко, Е. В. Левинков, Е. Э. Сони́на,
С. Н. Макаров, Л. В. Гузеева, А. С. Пудовкина*

Саратовский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г.Саратов, Россия, gosniorh@mail.ru

Аннотация. В условиях зарегулирования стока рек требуется определенный подход к управлению и планированию мероприятий по освоению, использованию и воспроизводству природных ресурсов в водоемах комплексного назначения. В Кутулукском водохранилище была проведена оценка состояния водных биоресурсов. По результатам исследований даны рекомендации по их восстановлению.

Ключевые слова: водные биоресурсы, водохранилище, рыбопродуктивность, зарегулирование, мелиорация.

RECOMMENDATIONS FOR THE RESTORATION OF AQUATIC BIORESOURCES IN THE CONDITIONS OF FLOW REGULATION ON THE EXAMPLE OF THE KUTULUK RESERVOIR

*E. A. Zotova, V. V. Kiyashko, E. V. Levenkov, E. E. Sonina,
S. N. Makarov, L. V. Guzeva, A. S. Pudovkina*

Summary. In the conditions of regulation of river flow requires a certain approach to the management and planning of activities for the development, use and reproduction of natural resources in water bodies of complex purpose. An assessment of the state of aquatic bioresources was carried out in the Kutuluk reservoir. According to the results of research recommendations for their recovery are given.

Key words: water bioresources, reservoir, fish productivity, overregulation, melioration.

Одной из важнейших проблем рационального использования внутренних водных объектов является сохранение и воспроизводство биологических ресурсов в условиях зарегулирования стока. Исследования в этой области служат основой для решения прикладных задач, связанных с повышением рыбопродуктивности и восстановлением запасов водных биоресурсов.

Зарегулирование стока, как правило, проявляется в количественном и качественном преобразовании всех составляющих экосистемы водного объекта: снижение скорости течения, увеличение оседания взвешенных наносов ведёт к заилению и обмелению водного объекта, его зарастанию водной растительностью, накопление биогенных веществ увеличивает цветение воды, все это в совокупности неизменно влечёт за собой изменение видового состава, численности и биомассы гидробионтов.

Нами исследовалось влияние зарегулирования стока на рыбопродуктивность водного объекта на примере Кутулукского водохранилища: была проведена оценка состояния водных биоресурсов на рыбопромысловом участке, разработаны рекомендации на проведение рыбоводно-мелиоративных работ и совершенствование организации использования водных биологических ресурсов.

Кутулукское водохранилище расположено на территории Богатовского и Борского районов Самарской области. Оно создано в среднем течении р. Кутулук – левого притока р. Большой Кинель, образовано гидроузлом руслового типа многолетнего регулирования, в состав которого входит земляная плотина, паводковый водосброс, ледозащитная стенка, магистральный канал.

По характеру гидрологического режима водохранилище относится к водоёмам с неустойчивым уровнем воды сезонного регулирования.

Водохранилище Кутулукского гидроузла относится к небольшим водоемам: длина его от створа плотины до выклинивания подпора при НПУ составляет 13,7 км, средняя ширина около 1,2 км, максимальная – 1,6 км. Площадь зеркала водохранилища при нормальном подпорном горизонте 20,9 км², объем водной массы – 99,12 млн. м³. Площадь водосбора р. Кутулук в створе Кутулукского гидроузла – 889 км².

Схематическая карта расположения Кутулукского водохранилища представлена на рисунке 1.

Важной характеристикой водохранилища является площадь мелководной зоны. К мелководьям относятся площади с глубиной менее 2 м. Они являются основной рыбопродуктивной зоной равнинных водохранилищ, с которой в различные периоды жизни связаны почти все виды рыб [1]. Применительно к Кутулукскому водохранилищу площадь мелководий составляет 5,97 млн. м² (31 % от площади водохранилища при НПУ), объем воды в зоне мелководий составляет 32 млн.м³.

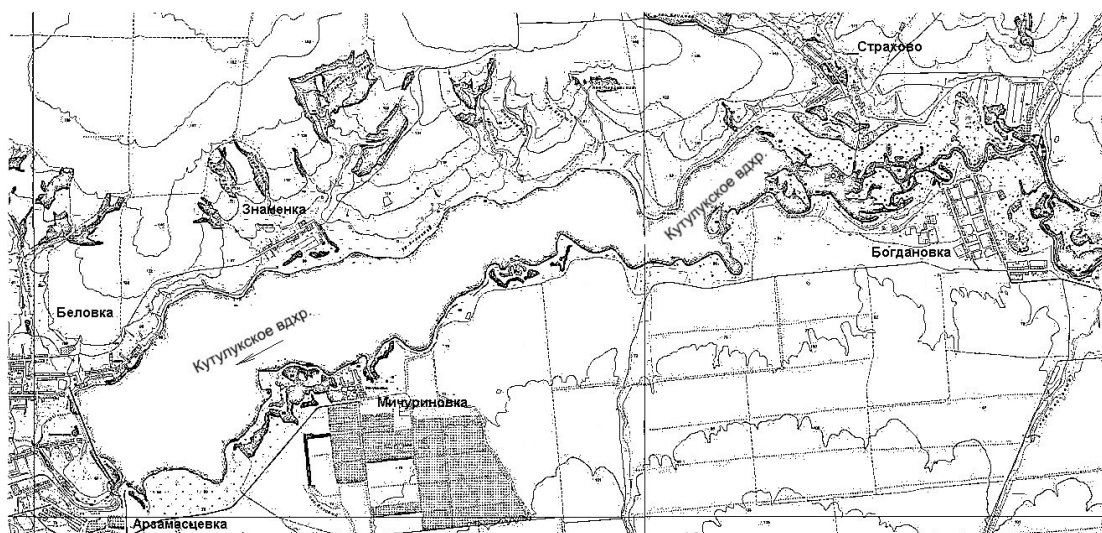


Рис. 1. Карта-схема расположения Кутулукского водохранилища

Одним из основных компонентов биоценозов мелководий водохранилища является высшая водная растительность (ВВР). Она продуцирует первичное органическое вещество в водоеме, служит убежищем и является объектом питания для разных групп животных, используется как субстрат для нереста фитофильных рыб и т. д.

Согласно классификации водоемов по степени зарастания, Кутулукское водохранилище относится к слабо заросшему, т.е. не более 10% поверхности водного зеркала занято воздушно-водной и погруженной водной растительностью. В верховье водохранилища прибрежная растительность занимает около 60% водной поверхности, эту часть водохранилища можно отнести к сильнозаросшим.

Ихтиофауна Кутулукского водохранилища обычна для водохранилищ Самарской области. Основные виды рыб, формирующие рыбное население водохранилища: лещ, сазан, судак, щука, язь, плотва, окунь, карась серебряный, голавль, жерех, сом, налим, ерш, густера, уклейка, красноперка, линь, подуст, елец, верховка, пескарь, голец, вьюн, щиповка и др. Вселенцы в водохранилище представлены толстолобиками.

Промысловая ихтиофауна включает 18 видов. На Кутулукском водохранилище ведется промысловый лов и развито любительское рыболовство. Виды рыб, занесенные в Красную Книгу РФ и в Красную Книгу Самарской области, в водохранилище отсутствуют.

Проведенные исследования свидетельствуют о негативных рыбохозяйственных изменениях, произошедших в водном объекте при зарегулировании стока: нами было отмечено замедление темпа роста леща в младших возрастных группах в водохранилище по сравнению с рекой, значительно снизилась доля хищников и увеличилась численность мелкочастиковых низкопродуктивных видов, для молоди рыб характерна чрезвычайно большая амплитуда колебаний урожайности по годам в связи с изменившимися условиями нереста основных промысловых видов рыб, которые в настоящее время следует считать неблагоприятными (неустойчивый уловенный режим, прогрессирующее зарастание мелководий водной растительностью).

В связи с тем, что Кутулукское водохранилище относится к водоёмам с неустойчивым уровнем воды сезонного регулирования, здесь наблюдается неблагоприятный гидрологический режим, который влияет на эффективность размножения рыб. Неустойчивый уловенный режим приводит к дефициту нерестовой площади, при резком сбросе воды – к обсыханию и гибели отложенной икры, и, кроме того, при отсутствии благоприятных условий для нереста теле самок происходит гибель (резорбция) икры вследствие ее перезревания.

Весьма существенным моментом снижения эффективности размножения является зарастание водоема высшей водной растительностью [2]. На мелководьях Кутулукского водохра-

нилища этот фактор в настоящее время играет значимую роль, оказывая негативное влияние на эффективность воспроизводства и приводя к сокращению зон нагула, уменьшая жизненное пространство молоди и взрослых рыб.

Механические способы борьбы с зарастанием (выкашивание, расчистка) относительно трудоёмки и дороги, требуют наличия специальных технических средств. Наиболее перспективным способом является биологическая мелиорация с использованием растительноядных рыб (РЯР).

Анализ современного состояния кормовой базы Кутулукского водохранилища показал наличие в водоёме значительных кормовых ресурсов, главным образом в виде водной растительности, фитопланктона. Энергия первичных продуцентов аборигенной ихтиофауны практически не используется. Несоответствие состава ихтиофауны кормовым ресурсам в Кутулукском водохранилище и наличие резервов увеличения запасов рыб свидетельствует о перспективах вселения ценных высокопродуктивных видов – потребителей фитопланктона, высшей водной растительности, детрита. Белый амур является высокоэффективным мелиоратором [3]. В водоёме он может быть использован как регулятор интенсивности зарастания. Основной пищей белого толстолобика является фитопланктон, вторым важным компонентом пищи является детрит, находящийся как во взвешенном состоянии в толще воды, так и на дне водоёмов. Следует отметить, что условия Кутулукского водохранилища исключают возможность естественного воспроизводства рекомендуемых к вселению растительноядных рыб. Для формирования улучшенного состава ихтиофауны, с преобладанием ценных продуктивных видов рыб, необходимо осуществлять ежегодный выпуск молоди сома. Увеличение численности этого ценного промыслового объекта и биологического мелиоратора позволит утилизировать свыше 14,5 т продукции малоценных непромысловых видов рыб.

Максимальной этологической совместимостью при содержании в одном водоеме характеризуются следующие виды: сазан + белый толстолобик + белый амур + сом европейский. Они занимают разные трофические и этологические ниши, что позволит увеличить плотность ихтиофауны. Исходя из приёмной ёмкости водоёма, с учётом его площади, кормовой базы, рыбопродуктивности и экологического состояния водоёма были рассчитаны рекомендуемые объёмы вселения рыб.

Рекомендуемые объёмы выпуска представлены в таблице 1.

Таблица 1. Рекомендуемые объёмы выпуска в Кутулукское водохранилище

Показатель	б. толстолобик	б. амур	сазан	сом
Объём вселения видов рыб, тыс. экз.	29,045	27,942	16,328	2,852
Биомасса, кг	2905	2794	1633	285

Для вселения рекомендуется рыбопосадочный материал карповых с весовым показателем не менее 100 г. Данная возрастная категория посадочного материала, считается относительно дешевой и достаточно жизнестойкой. Навеска сома для вселения не менее 2–3 г.

Местом выпуска рыб могут быть открытые плесы наиболее кормных участков верхней зоны водохранилища. Выпуск посадочного материала этих видов рекомендуется производить при температурах выше 10°C, т.к. их двигательная активность снижается с понижением температуры воды до вышеуказанной величины. Из-за значительного прессинга на ихтиофауну браконьерского лова в зоне подпора Кутулукского водохранилища, нестабильного уровня режима в весенне-летний период зарыбление необходимо производить в осенний период.

Таким образом, с целью проведения рыбохозяйственной мелиорации, трансформации энергии трофических «тупиков» в высококачественную рыбную продукцию, увеличения вылова, снижения процесса эвтрофирования водохранилища, а также восстановления

численности ценных туводных видов рыб (сом, сазан) необходим ежегодный выпуск жизнестойкого посадочного материала в рассчитанных количествах, с корректировкой в последующие годы, в зависимости от изменений условий водохранилища.

Кроме того, рыбопродуктивность Кутулукского водохранилища может быть существенно увеличена за счет оптимизации промысла, проведения рыбоводно-мелиоративных мероприятий и поддержания уловленного режима.

Список литературы

1. Шашуловский В.А. Формирование биологических ресурсов Волгоградского водохранилища в ходе сукцессии его экосистемы/ В.А. Шашуловский, С.С. Мосияш. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. – 250 с.
2. Шашуловский В.А. Правила рыболовства и использование биоресурсов водоемов Волжско-Камского бассейна /В.А. Шашуловский, В.П. Ермолин, К.К. Карагойшиев// Водные экосистемы: трофические уровни и проблемы поддержания биоразнообразия: материалы Всероссийской конференции с международным участием «Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований» (Вологда, Россия. 24–28 ноября 2008 г.). – Вологда. 2008. – С. 285–286.
3. Виноградов В.К. Влияние белого амура на экосистемы водоемов В.К. Виноградов, З.К. Золотова // Гидробиологический журнал. – 1974. – Т.10, №2, – с.90–98.

УДК 639.2

ПРОМЫСЛОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ОБИ (В ПРЕДЕЛАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Е.А. Интересова

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Новосибирск, Россия
Томский государственный университет, г. Томск, Россия, tomsk.fish.science@gmail.com

Аннотация. В бассейне Средней Оби в настоящее время обитает 4 промысловых чужеродных вида рыб: лещ *Abramis brama*, сазан *Cyprinus carpio*, уклея *Alburnus alburnus* и обыкновенный судак *Sander lucioperca*. Промысловое значение имеют только лещ и, в значительно меньшей степени, судак. Доля интродуцентов в уловах составляет около 20% от общего объема добычи рыбы в регионе.

Ключевые слова: Западная Сибирь; Обь, чужеродный вид; интродуценты; рыболовство.

FISHING VALUE OF NON-NATIVE FISH SPECIES IN THE MIDDLE OB RIVER CATCHMENT

E. A. Interesova

Summary. The data on the catch of alien fish species in the waters of the Middle Ob river catchment (in the Tomsk region) are presented. There are 4 non-native fish species: the bream *Abramis brama*, the common carp *Cyprinus carpio*, the bleak *Alburnus alburnus* and the pike-perch *Sander lucioperca*. Only bream and, to a much lesser extent, pike-perch are of commercial importance. Alien fish species appeared in fishing statistics of the region from the 70s of the 20th century. The share of alien species in fishery of the Tomsk region currently stands at 20%.

Keywords: Western Siberia; Ob, non-native fish species; acclimatization; fishery.

В настоящее время в бассейне Средней Оби известно 9 чужеродных видов рыб [3], появившихся в результате широкомасштабных работ по акклиматизации новых видов гидробионтов, проводимых в Западной Сибири в XX веке с целью повышения биопродукционного потенциала региона, и в результате случайных интродукций [2]. Из них к промысловым относят 4: леща *Abramis brama*, сазана *Cyprinus carpio*, уклейку *Alburnus alburnus* и судака *Sander lucioperca*. Однако в Томской области только лещ и судак осваиваются промыслом [8].

Лещ после вселения в Новосибирское водохранилище вниз по течению Оби распространялся быстро. Уже к началу 70-х годов его отмечали в промысловых уловах в Каргасокском районе Томской области, т.е. более 800 км ниже плотины Новосибирской ГЭС [6]. Численность леща с незначительными колебаниями нарастала, о чем свидетельствует увеличение объема его добычи: с 1971 по 1981 гг. его доля в общих уловах не превышала 1% (в среднем 0,3%) при абсолютных значениях объемов добычи от 3 до 24 т (в среднем 10 т); с 1982 по 2003 гг. его уловы колебались от 18 до 202 т (в среднем 76 т), что составляло от 1 до 10% (в среднем 4%) общего вылова; с 2004 года доля леща уверенно превысила 10% от объема добычи рыбы в Томской области. В последние годы (2016–2018 гг.) уловы данного вида составляют в среднем 503 т в год или 17% рыбодобычи (рис. 1). Таким образом, лещ занял лидирующее положение в промысле, при этом его значение быстро увеличивается, как и в других регионах юга Западной Сибири [4].

Судака в промысле в Средней Оби стали фиксировать с 1976 г. Абсолютные значения объемов добычи этого вида в данном регионе не велики и колеблются от 2,2 до 71 т в год, а доля в общем вылове – от 0,2 до 2,4%. Следует отметить значительные колебания как объемов добычи судака в абсолютных значениях, так и доли данного вида в общем вылове, что связано с гидрологическим режимом весеннего половодья [9]. В последние годы (2017–2018 гг.) уловы судака в пределах Томской области составляют около 65 т в год (в прошлом году достигли рекордных 71 т), или в среднем 2% общей добычи рыбы (рис. 2).

Сазан в бассейне Средней Оби известен с 60-х годов XX века, но малочислен, в связи с чем в промысловую статистику региона не входит. В уловах рыбаков-любителей также присутствует уклейка, обладающая высокими потребительскими качествами [10]. Численность данного вида быстро нарастает [1, 6, 7], однако уклейка до сих пор статистикой промысла не учитывается.

Таким образом, с момента появления в 70-х годах прошлого века чужеродных видов рыб в уловах в Средней Оби численность их постепенно нарастает, и в настоящее время они составляют чуть менее 20% общего объема добычи рыбы в Томской области (рис. 3).

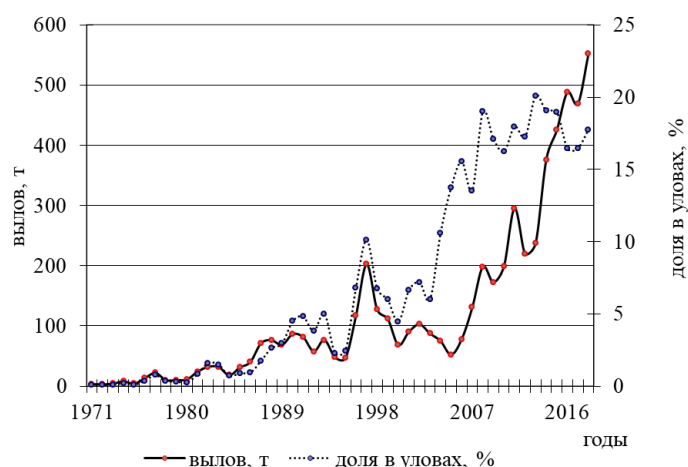


Рис. 1. Вылов леща *Abramis brama* в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области)

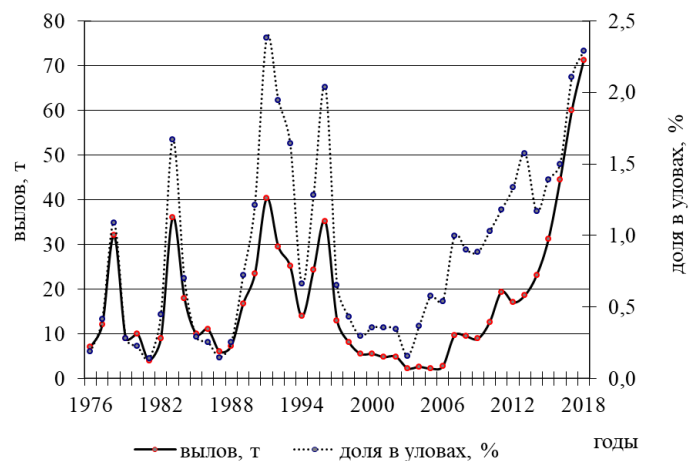


Рис. 2. Вылов судака *Sander lucioperca* в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области)

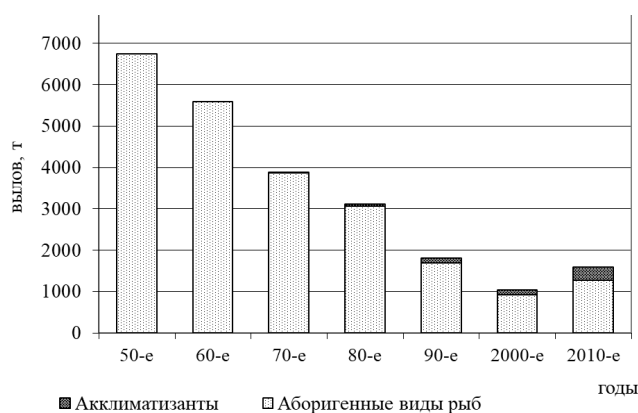


Рис. 3. Структура уловов рыбы в Томской области (в среднем за десятилетие)

Список литературы

1. Бабкина И. Б. Морфо-экологические особенности уклейки (*Alburnus alburnus* (L.)) Нижней Томи / И. Б. Бабкина, А. П. Петлина, А. С. Шестакова // Вестник ТГПУ. – 2013. – Т. 8 (136). – С. 61–69.
2. Интересова Е. А. Чужеродные виды рыб в бассейне Оби // Российский журнал биологических инвазий. – 2016. – Т. 9. – №1. – С. 83–100.
3. Интересова Е. А. Чужеродные виды рыб в структуре ихтиофауны бассейна Средней Оби // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2016. – Т. 3. – №3 (11). – С. 4–10.
4. Интересова Е. А.. Промысловое значение чужеродных видов рыб в водоемах юга Западной Сибири / Е. А. Интересова, А. А. Ростовцев, Е. В. Егоров, В. Ф. Зайцев, А. М. Визер // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2017. – Т. 4. – №2 (14). – С. 36–44.
5. Интересова Е. А. Современное состояние промыслового стада леща *Abramis brama* (L.) Средней Оби (в пределах Томской области) / Е. А. Интересова, А. А. Ростовцев // Вестник рыбохозяйственной науки, 2017. – Т. 4. – №3 (15). – С. 12–19.
6. Интересова Е. А. К биологии уклейки *Alburnus alburnus* (Cyprinidae) реки Иня (юг Западной Сибири) / Е. А. Интересова, Р. М. Хакимов // Вопросы ихтиологии. – 2015. – Т. 55. – №2. – С. 225.
7. Колесов Н. А. Биология уклейки *Alburnus alburnus* (L., 1758) реки Томи в районе города Кемерово / Н. А. Колесов, Е. И. Лалетин, И. В. Морузи, Е. В. Пищенко // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2016. – № 12 (132). – С. 22–27.
8. Ростовцев А. А. Рыбные ресурсы Томской области / А. А. Ростовцев, Е. А. Интересова // Рыбное хозяйство. – 2015. – №5. – С. 48–49.

9. Ростовцев А.А. Уловы, возраст и рост обыкновенного судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) в бассейне Средней Оби / А.А. Ростовцев, Е.А. Интересова, И.Б. Бабкина, А.М. Визер, А.В. Симакова // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2016. – №3 (40). – С. 105–112.
10. Симакова А.В. Заражённость трематодами *Opisthorchis felinus* Rivolta, 1884 чужеродных карповых рыб в бассейне Средней Оби/ А.В. Симакова, И.Б. Бабкина, Н.Е. Ходкевич, А.М. Бабкин, Е.А. Интересова // Российский журнал биологических инвазий. – 2019. – Т. 12. – №1. – С. 90–94.

УДК 574.34

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ ЗАПАСОВ САЗАНА *CYPRINUS CARPIO* В ОЗЕРЕ ЧАНЫ

Т.А. Кабиев, С.Е. Байльдинов, И.В. Поздняк, А.А. Ростовцев, Д.Л. Сукнев

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО»), Новосибирск, Россия,
Sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы динамики численности сазана в основном рыбопромысловом озере Новосибирской области оз. Чаны, и некоторые факторы, влияющие на состояние популяции сазана.

Ключевые слова: Озеро Чаны, сазан, динамика вылова, промысловый запас.

CURRENT STATE OF COMMERCIAL STOCKS OF CARP *CYPRINUS CARPIO* IN LAKE CHANY

T.A. Kabiev, S.E. Bayldinov, I. V. Pozdnyak, A.A. Rostovtsev, D.L. Suknev

Summary. The article deals with the dynamics of the number of carp in the main fishing lake of the Novosibirsk region lake. Vats, and some factors affecting the state of the carp population.

Keyword: Lake Chany, carp, dynamics of catch, fishing stock.

Сазан интродуцирован в оз. Чаны из оз. Балхаш в 1931–1933 гг. [1], и в настоящее время основные запасы сазана в озерах Новосибирской области сосредоточены в крупнейшем водоеме региона – оз. Чаны (150 тыс. га).

Среднегодовой улов рыбы за последние 10 лет в оз. Чаны составил 2960,1 т. Видовой состав уловов представлен серебряным карасем, окунем, плотвой, сазаном, язем, судаком, щукой и лещом (табл. 1).

Таблица 1. Динамика уловов рыбы в оз. Чаны

Год наблюдения	Уловы рыб, т								
	Сазан	Судак	Язь	Плотва	Окунь	Карась	Лещ	Щука	Всего
2008	134,6	19,3	237,7	264,2	312,3	987,8	5		1960,9
2009	159,7	23,6	124,8	346,6	257,8	1052,2	5		1969,7

2010	155,1	28,2	166,6	426,3	378,8	1744,3	2,7		2902,0
2011	26,9	67,2	83,2	512	511,4	1004,9	9		2214,6
2012	266,1	82,5	91,2	498,9	612,4	1255,7	1,18		2807,9
2013	205,73	81,28	55,43	516,17	592,11	1024,2	0,34		2475,2
2014	237,3	87,75	121,9	548,16	719,77	1270,92	0		2985,8
2015	306,4	106,6	100,7	579,3	866,4	876,4	4,9		2841,0
2016	218,9	96	240,9	744	1054	923,9	0		3277,7
2017	409,2	167,6	218,2	821,2	1253,9	1126,3	0	23,2	4019,6
2018	999,4	275,8	229,8	946,4	1318,2	1293,9	0,1	43,1	5106,7
В среднем	283,58	94,17	151,86	563,93	716,10	1141,87	2,57	33,15	2960,1

Из таблицы 1 видно, что в последние годы в озере идет заметное увеличение вылова рыбы, что объясняется как благоприятными гидролого-климатическими условиями (повышение уровня воды, соединение крупных плесов с прилегающими водоемами-спутниками), так и усилением рыбоводных, рыбоохранных и мелиоративных мероприятий.

Проведенные в июле 2019 г. учетные траловые съемки показали, что промысловые запасы сазана в оз. Чаны увеличились в результате вступления в промысел урожайных поколений 2015–2017 гг., их хорошей выживаемостью и обеспеченностью пищей, а также увеличением объемов зарыбления в последние годы.

На оз. Чаны объемы вселения сазана в 2013 г. составили 255 тыс. годовиков, в 2014 г. – 205,7 тыс. двухгодовиков. В 2016 г. в озеро выпущено 304,0 тыс. двухгодовиков. В 2017 г. выпущено 2040,0 тыс. годовиков. В 2018 г. зарыбление состояло из 1,28 млн годовиков.

По предварительным расчетам от искусственного зарыбления популяция сазана в оз. Чаны в 2019 г. состоит из трех-восьмилеток общей численностью 0,71 млн экз. с ихтиомассой 346,7 т [4,6,7].

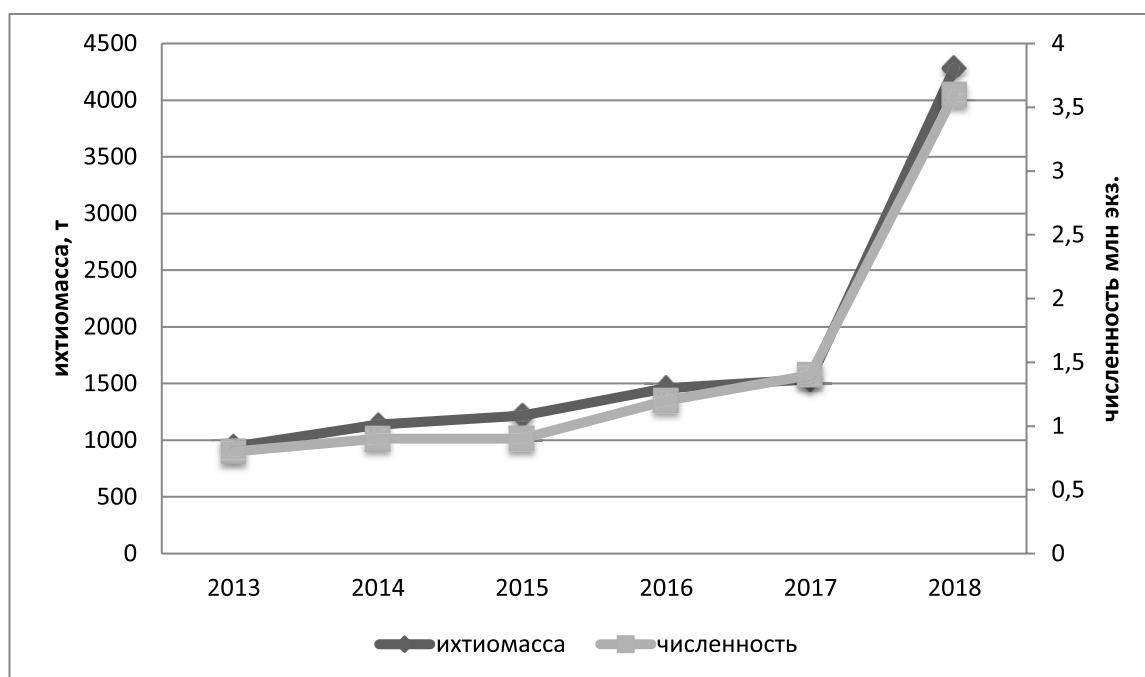


Рис. 1. Динамика численности и ихтиомассы сазана в озере Чаны

При анализе динамики численности и ихтиомассы сазана в разные по водности годы прослеживается заметная зависимость увеличения численности и ихтиомассы от увеличения уровня воды в водоеме, при этом показатели динамики численности отстают от показателей водности на 3–4 года. Так, согласно наблюдениям с 2013 по 2019 гг. происходит период об-

воднения озера Чаны, в связи с этим отмечается увеличение численности популяции сазана в водоеме (рис. 1) [2,3,5].

Для определения численности сазана на оз. Чаны было проведено 10 тралений, с помощью близнецового трала с шириной раскрытия 8 м продолжительность одного траления составляла 1 час, общий улов за съемку составил 336,7 кг. Наши расчеты показывают, что при средней промысловой навеске сазана – 1,181 кг расчетная численность и биомасса вида составили, соответственно, 2,303 млн экз. и 2721,6 т.

В 2019 г. в промысле участвовали особи сазана в возрасте от 2+ до 9+, генерации 2011–2017 гг. (табл. 2).

Таблица 2. Размерно-возрастная характеристика сазана из траловых уловов в оз. Чаны, 2019 г.

Возраст	Длина тела, см		Масса, г		Количество исследованных рыб	
	колебания	средняя	колебания	средняя	Экз.	%
2+	20,5–26,4	22,6±0,3	290–414	352,9±6,4	34	23,6
3+	24,5–31,4	26,8±0,45	388–679	536,2±17,3	27	18,8
4+	32,5–38,4	35,3±0,45	661–1246	957,8±38,3	16	11,1
5+	37,5–44,4	40,2±0,8	1384–1658	1536,0±30,7	11	7,6
6+	47,5–51,4	49,0±0,56	2297–3149	2731,6±106,1	8	5,6
7+	55,5–59,4	57,2±0,85	3505–4056	3707,7±120,2	4	2,8
8+	62,5–64,4	63,0±1,0	4701–5283	4992,0±291,0	2	1,4
9+	79,5–80,4	79,5±0,5	8325–9194	8759,5±434,5	2	1,4
итого	20,5–80,4	32,8±1,2	290–9194	1181,6±145,7	104	100

Согласно данным, полученным в ходе учетных съемок, в июле 2019 г. численность сазана в оз. Чаны составляла 2,303 млн экз. или 2721,6 т. Это позволяет говорить о достаточно стабильном состоянии запасов сазана, которое обеспечивается как рыболовными работами, так и стабильным нерестом, наблюдаемым в последние годы из-за стабильного уровня водности водоема.

Список литературы

1. Воскобойников В. А. Рыбохозяйственное освоение оз. Чаны / В. А. Воскобойников, В. М. Крайнов, М. И. Феоктистов // Тез. докл. IV съезда Всесоюзн. гидробиол. об-ва. – Киев: Наук, думка, 1981. – С. 20–21.
2. Егоров Е. В. Озеро Сартлан (биологическая продуктивность и перспективы рыбохозяйственного использования) / Е. В. Егоров, В. И. Ермолаев, В. Ф. Зайцев, Л. Б. Мильчакова, Л. С. Прусевич, А. А. Ростовцев, С. М. Соусь. – Тюмень: ФГУП «Госрыбцентр», 2014. – С. 64–69.
3. Иоганзен Б. Г. Рыбное хозяйство Барабинских озер и пути его развития / Б. Г. Иоганзен, А. Н. Петкевич. – Новосибирск: Изд. Барабинского отд. ВНИОРХ, 1954. – 176 с.
4. Князев И. В. Технологические особенности выращивания сиговых рыб в озерах западной Сибири в современных условиях / И. В. Князев, Ниязов Н. С., Ширшов В. Я., Н. С. Князева, Т. Е. Якушина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – № 6. – С. 75–83
5. Никольский Г. В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 367 с.
6. Петкевич А. Н. Биологические основы рационального рыбного хозяйства на озерах Барабы и Кулунды // Развитие озерного рыбного хозяйства Сибири: материалы к VIII пленуму Зап. – Сиб. отд. Ихтиологической комиссии. – Новосибирск, 1963. – С. 13–22.
7. Руденко Г. П. Справочник по озерному и садковому рыболовству / Под ред. Руденко Г. П. – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 312 с.

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ
ПОПОЛНЯЕМОСТИ ПОСЕЛЕНИЙ МИДИИ
MYTILUS GALOPROVINCIALIS У ОТКРЫТЫХ
БЕРЕГОВ КРЫМА (ЧЕРНОЕ МОРЕ)**

И. И. Казанкова

Институт природно-технических систем, Севастополь, Россия, ikazani@bk.ru

Аннотация. Доказано, что у берегов Крыма закономерности пространственно-временной изменчивости пополняемости поселений мидии постличинками, определенные с помощью экспериментальных субстратов, и численности педивелигеров мидии в планктоне совпадают.

Ключевые слова: педивелигеры, постличинки, экспериментальный субстрат.

**SPATIAL-TEMPORARY VARIABILITY OF THE MUSSEL
MYTILUS GALOPROVINCIALIS RECRUITMENT
AT THE OPEN COAST OF CRIMEA (BLACK SEA)**

I. I. Kazankova

Summer: It is proved that the patterns of spatial-temporary variability of mussel *Mytilus galloprovincialis* recruitment and of the number of mussel pediveligers in plankton are similar along the Crimean coast.

Key words: pediveligers, post-larvae, experimental substrate.

Пополнение поселений мидии *Mytilus galloprovincialis* особями новых генераций происходит за счет поступления в бентосные биотопы зрелых (т.е. способных оседать) планктонных личинок – педивелигеров, которые после оседания на субстрат метаморфизируются в ювенильные бентосные особи – постличинки. По данным исследований 1984–2005 гг. определены закономерности распределения численности педивелигеров мидии у открытых берегов южного и юго-западного Крыма [1]. В массовом количестве педивелигеры обычно наблюдаются в осенне-зимне-весенний период; редко – в начале лета и никогда – в августе. При этом вклад каждого сезона очень изменчив. Максимальные концентрации педивелигеров наиболее вероятны в апреле. Возникновение пиков их численности не связано с ходом зимнего и весеннего нереста местных мидий – пики могут наблюдаться перед нерестом и полностью отсутствовать по его окончании. Это свидетельствует о влиянии гидродинамических процессов, проходящих на фоне неравномерного пространственного распределения личинок. Определено, что педивелигеры мидии способны концентрироваться и длительно находиться в глубинных водах вплоть до горизонта глубины 75 м, и апвеллинги способствуют выносу личинок к поверхности моря.

Закономерности пространственно-временной изменчивости численности педивелигеров и пополняемости бентосных поселений мидии у открытых берегов Крыма, исследованной с помощью экспериментальных субстратов с ворсистой поверхностью в 2008–2014 гг. [2], совпадают. Пики пополняемости наблюдаются с осени по май, наиболее часто – в апреле. В августе постличинки на субстрате отсутствуют. В слое 0–15 м мидии оседают неравномерно – у поверхности, как правило, менее интенсивно, чем на глубине. В некоторых случаях – наоборот, что, возможно, связано с апвеллингами.

Список литературы

1. Kazankova I. I. Peculiarities of seasonal dynamics of *Mytilus galloprovincialis* larvae numbers in the coastal zone of the Crimea (based on long term data) // Hydrobiological Journal. – 2014. – Т. 50, №3. – С. 13–20.
2. Казанкова И. И. Потенциальная пополняемость мидии *Mytilus galloprovincialis* Lam. в условиях Южного берега Крыма и Севастопольской бухты // Системы контроля окружающей среды. – 2017. – Вып. 10. – С. 102–108.

УДК 626.833

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЫБОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ В ОТНОШЕНИИ МОЛОДИ РАЗНОГО ВОЗРАСТА НА ВОДОЗАБОРАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО И СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

О. И. Кириченко, В. В. Фефелов, Ж. К. Куржыкаев

Научно-производственный центр рыбного хозяйства, Северный филиал, г. Нур-Султан, Казахстан, kirichenko56@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований эффективности рыбозащитных устройств по отношению к ранней и поздней молоди рыб на водозаборах водоемов Центрального и Северного Казахстана. Дана характеристика типов установленных рыбозащитных устройств, рассчитаны коэффициенты их эффективности. Показано, что в отношении поздней молоди рыб все изученные рыбозащитные устройства демонстрируют 100% эффективность, в отношении ранней молоди рыб рыбозащитные устройства зонтичного типа являются более эффективными (100%), нежели устройства газо-пузырькового типа (92%). Подчеркивается, что различия в показателях эффективности рыбозащитных устройств зависят не только от размеров молоди рыб, типа рыбозащитных устройств, но и от их соответствия типовым стандартам.

Ключевые слова: водозабор, внутренние водоемы, рыбозащитное устройство, эффективность, разновозрастная молодь рыб, типы рыбозащитных устройств, типовые стандарты.

EFFICIENCY OF FISH PROTECTION DEVICES FOR JUVENILES OF DIFFERENT AGES AT WATER INTAKES OF CENTRAL AND NORTHERN KAZAKHSTAN

O. I. Kirichenko, V. V. Fefelov, C. P. Ivanov

Summary. The results of studies of the effectiveness of fish protection devices in relation to early and late fish fry in water intakes of reservoirs of Central and Northern Kazakhstan are presented. The characteristic of types of the established fish protection devices is given, coefficients of their efficiency are calculated. It is shown that all the studied fish protection devices demonstrate 100% efficiency in respect of the late juveniles. in respect of the early juveniles, the umbrella-type fish protection devices are more effective (100%) than the gas-bubble type devices (92%). It is emphasized that the differences in the performance of fish protection devices depend not only on the size of the fry, the type of fish protection devices, but also on their compliance with standard standards.

Keywords: water intake, inland waters, fish protection device, the efficiency, of different ages, the young of fish, types of fish protection devices, the model standards.

Водозаборные сооружения вместе с водой из водоема забирают и уничтожают огромное количество рыбы и её молоди. Массовая гибель молоди на водозаборах приводит к нарушению

непрерывного биологического процесса воспроизводства рыбных запасов. Предотвращение гибели рыб и их молоди на водозаборах является одной из важных задач по сохранению промысловых запасов и биоразнообразия ихтиофауны и соответствует требованиям международной Конвенция «О биологическом разнообразии». Необходимость оснащения водозаборов эффективными рыбозащитными устройствами отражена в нормативных документах Республики Казахстан [1,2,3].

Цель работы – анализ эффективности работы существующих РЗУ водозаборов, расположенных на водоемах Центрального и Северного Казахстана, разработка рекомендаций по их модернизации и использованию с целью сохранения рыбных ресурсов.

Материал и методика исследования

В 2015-2017 гг. сотрудниками СФ ТОО КазНИИ рыбного хозяйства проведены научные исследования по теме «Исследование эффективности применяемых рыбозащитных устройств и разработка рекомендаций по их модернизации и внедрению новых рыбозащитных устройств с целью сохранения рыбных запасов водоемов Казахстана», в рамках которой изучалась эффективность применяемых рыбозащитных устройств водозаборных станций на Самаркандском, Астанинском, Петропавловском и Амангельдинском водохранилищах [4, 5].

Для изучения ихтиофауны водоемов проводился отлов рыбы жаберными сетями с ячейей от 16 до 70 мм. Обработка материала проводилась как на месте, так и в лабораторных условиях. Согласно руководствам [5] определялась видовая принадлежность рыб; подсчитывалась численность (по видам). Названия таксономических единиц рыб приводятся по изданию «Рыбы Казахстана» [6].

Для сбора молоди рыб в качестве орудия лова применялась икорная ихтиопланктонная сеть. Диаметр входного отверстия – 0,5 м, длина сети 2 м. Отобрано 130 суточных проб по ранней молоди рыб, 120 обловов активной молоди рыб мальковой ловушкой.

Оценка эффективности РЗУ осуществлялась в соответствии с Приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 19 января 2015 г. № 18–05/22 «Об утверждении Требований к рыбозащитным устройствам водозаборных сооружений» и приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 4 апреля 2006 г. № 215 «Об утверждении Методики оценки ущерба, наносимого рыбному хозяйству при разведке и добыче углеводородного сырья, эксплуатации водозаборных сооружений и эксплуатации судов на рыбохозяйственных водоемах». Все расчеты проводились на персональном компьютере с применением программы «Excel».

Результаты исследования и их обсуждение

Для обеспечения водоснабжения г. Нур-Султан (Астана) работают две насосные станции, расположенные на Астанинском водохранилище: станция 1-го порядка – плавучая, но установленная стационарно. Станция 2-го порядка – стационарная – 18,0 м. Водозабор на обеих станциях оборудован РЗУ зонтичного типа с 6-ю вертикальными насосами, конструкция которых создает гидравлические условия, при которых предотвращается попадание рыбы в водозабор. Забор воды производится непосредственно из водохранилища, поэтому устройство напорного бассейна (аванкамеры) в проекте не предусмотрено. Забор воды на 1-й станции осуществляется с глубины 18 м, на второй – с глубины 12 м.

Водозабор из Самаркандского водохранилища осуществляется 2 береговыми насосными станциями. Забор воды осуществляется с глубины 12 м. На водозаборе установлено РЗУ воздушно-пузырькового типа.

На водозаборах Петропавловского и Амангельдинского водохранилищ используются РЗУ механического типа с применением вертикальных сетчатых, фильтрующих экранов с диаметром отверстия 4 мм, это позволяет предотвратить попадание в водозабор рыб длиной от 30 мм.

Исследования показали, что на всех исследованных объектах наблюдалась молодь следующих видов: лещ, окунь, плотва, судак, щука. Исследовалась концентрация молоди рыб в зоне непосредственного воздействия водозабора, в радиусе не более 20 м. Сравнительные показатели эффективности РЗУ на водозаборах водоемов Северного и Центрального Казахстана отражены в таблице 1.

Работы по оценке эффективности рыбозащитных устройств на данных водозаборах, показали, что сетные рыбозаградительные экраны имели эффективность равную 100% по отношению, как к ранней, так и к поздней молоди рыб. Исключение составляет водозабор на Самаркандском водохранилище, где по отношению к ранней молоди коэффициент эффективности РЗУ составил 92%, что соответствует требованиям, предъявляемым к таким сооружениям [1].

Таблица 1. Эффективность и типы рыбозащитных устройств водозаборов

Водоем	Наличие и тип РЗУ	Концентрация молоди рыб в районе водозабора, экз./м ³		Коэффициент эффективности РЗУ, %	
		размерные группы		ранняя молодь	поздняя молодь
		12–15 мм	25–35 мм		
Петропавловское водохранилище	механического типа с вертикальным сетчатым, фильтрующим экраном с диаметром отверстия 4 мм	0,06	0,048	100	100
Амангельдинское водохранилище	механического типа с вертикальным сетчатым, фильтрующим экраном с диаметром отверстия 4 мм	0,14	0,062	100	100
Астанинское водохранилище	зонтичного типа с 6 вертикальными насосами	0,15	0,10	100	100
Самаркандское водохранилище	воздушно-пузыркового типа	0,17	0,15	92	100

Исследование эффективности РЗУ показывает, что их эффективность невысока для ранней молоди. Водозаборы оборудованы РЗУ с сетчатым фильтрующим экраном, задачей которых является не допустить рыбу в водозабор, т.е. в применении для защиты рыб процесса фильтрации аналогично отделению неживых тел от жидкости, показали эффективность в защите молоди рыб с длиной тела более 30 мм. Эта молодь в поздней мальковой стадии развития с развитым защитным рефлексом, способная к активному избирательному перемещению. Также достаточно эффективны эти рыбозащитные устройства и по отношению к ранней молоди рыб, т.е. длиной менее 30 мм.

Заключение

Таким образом, в ходе исследований по оценке эффективности работы РЗУ на водохранилищах Центрального и Северного Казахстана установлено, что:

- на водозаборе Самаркандского водохранилища, в водотоке после прохождения РЗУ в пробах отмечается наличие ранней молоди;
- на водозаборах Астанинского, Петропавловского и Амангельдинского водохранилищ, оснащенных РЗУ зонтичного типа и механического типа с сетчатым экраном, в водотоке после РЗУ ранняя молодь не зафиксирована;
- эффективность обследованных РЗУ по отношению к ранней молоди рыб составляет для водозаборов Астанинского, Петропавловского и Амангельдинского водохранилищ 100%, для водозаборов Самаркандского водохранилища 92%;
- эффективность всех обследованных РЗУ по отношению к поздней молоди рыб составляет 100%.

По результатам проведенных исследований на водозаборе Самаркандского водохранилища отмечены отдельные недостатки конструктивного и технического характера. Использо-

емое на водохранилище РЗУ воздушно-пузырькового типа, не соответствует требуемым стандартам, имеет отдельные дефекты установки и эксплуатации, а именно – фрагментарное положение перфораций перед водозабором, что приводит к тому что, воздушно-пузырьковая завеса не полностью перекрывает входные окна шлюза, что вероятно и определяет недостаточную эффективность РЗУ по отношению к ранней молоди рыб. Согласно требованиям СНиП «Воздушно-пузырьковая завеса создаётся воздухо-распылительной магистралью с перфорацией, уложенной по дну канала под углом от 60 до 8° к потоку воды. Наибольший эффект рыбозащиты (до 80%) наблюдается при создании равномерной плотной завесы из пузырьков воздуха диаметром 2–3 мм (6 рядов перфораций).

Таким образом, различные показатели эффективности работы РЗУ на обследованных водозаборах определяются не только различными типами используемых на них устройств, но и их соответствия установленным стандартам. В связи с этим рекомендуется:

1. Устранить существующие технические недостатки РЗУ на водозаборе Самаркандского водохранилища в соответствии со СНиП 2.06.07–87.

2. Не допускать нарушений требований по компоновке рыбозащитного сооружения, которые приводят к возникновению неравномерности распределения скоростей потока и образованию застойных зон.

Список литературы

1. Об утверждении Требований к рыбозащитным устройствам водозаборных сооружений: Приказ Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 19 января 2015 г. № 18–05/22 МСХ РК от 19 января 2015 г.
2. Водный кодекс РК по состоянию на 17.07.2009 г. ст. 88 п.1., пп. 2.
3. СП РК 3.04-110-2014 «Подпорные стены, судоходные шлюзы, рыбопропускные и рыбозащитные сооружения».
4. Инструкция о порядке осуществления контроля за эффективностью рыбозащитных устройств и проведения наблюдений за гибелью рыбы на водозаборных сооружениях, приложение 1. – М., 1995.
5. Коблицкая А. Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. – М., 1981. – С.53–124.
6. Рыбы Казахстана: в 5 т. – Алма-Ата: Наука, 1987.

УДК 574.583 (282.274.416.1)

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ

О. С. Любина, М. А Гвоздарева.

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии. Татарский филиал, г. Казань, Россия.

E-mail: olyubina@mail.ru

Аннотация. По материалам русловой съемки Куйбышевского водохранилища, проведенной в позднелетний период 2018 г., выполнена оценка экологического состояния его вод на основании показателей фитопланктона и зоопланктона. Качество вод в рассматриваемом водоеме по индексу сапробности Пантле и Букка в модификации Сладечека оценивалось как «умеренно загрязненное», что соответствовало третьему классу. К относительно благополучным по уровню сапробности был отнесен участок водохранилища у н.п. Ундоры.

Ключевые слова: Куйбышевское водохранилище, оценка качества воды, фитопланктон, зоопланктон.

ASSESSMENT OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR WATERS QUALITY BY THE STRUCTURE OF PLANKTON COMMUNITIES

O. S. Lyubina, M. A. Gvozdeva

Summary. Ecological state of the Kuibyshev reservoir waters was assessed on base of late summer period of 2018 survey on phytoplankton and zooplankton. The water quality in the reservoir according to the Pantle and Bukk saprobity index was assessed as «moderately polluted», which corresponded to the third class. The relatively low level of saprobity index were found near settlement Undory.

Key words: Kuibyshev reservoir, water quality assessment, phytoplankton, zooplankton.

По материалам съемки фитопланктона и зоопланктона в Куйбышевском водохранилище в 2018 г. была проведена оценка качества вод с целью выявления зон с относительно благополучной и ухудшающейся экологической обстановкой в период массового цветения вод. Постоянный мониторинг качества водной среды в водоеме позволяет оценить направление и скорость происходящих изменений, свидетельствующих об устойчивости экосистемы в целом [1]. Планктонные сообщества, населяющие водную толщу тесно связаны с ней, как средой их обитания и способны показать ее экологическое состояние. То есть планктонные организмы можно считать оперативными индикаторами экологических условий.

Материалы и методы исследований

Для оценки качества вод использовался материал 13 станций маршрутной русловой съемки Куйбышевского водохранилища по фитопланктону и зоопланктону, выполненных в позднелетний период (конец августа-сентябрь) с борта НИС «Академик Берг» в 2018 г. Съемка охватывала только русловые участки водохранилища.

Фитопланктон отбирали интегрально со всей толщи воды (дно-поверхность), через равные интервалы глубин, соединяя равные объемы подпроб в одну. Отобранные пробы, объемом 0,5 л, фиксировали раствором Люголя с добавлением формалина и ледяной уксусной кислоты. Камеральную обработку проб осуществляли по общепринятым методикам [2, 3]. Фитопланктон концентрировали методом прямой фильтрации через мембранный фильтр диаметром пор 1,2; 5 мкм под слабым давлением. Количественную обработку проб осуществляли с использованием счетной камеры «Горяева» объемом 0,0009 мл. Биомассу определяли счетно-объемным методом [4].

Зоопланктон отбирали стандартной сетью Джеди (диаметр верхнего кольца 12 см, нижнего – 20 см, газ № 80–82 с размером ячеек 96 мкм) тотально от дна до поверхности. Собранный зоопланктон фиксировали 40% раствором формалина.

Обработку проб производили согласно общепринятым гидробиологическим методикам [5]. Массу тела особей рассчитывали по их длине [6], используя степенное уравнение $w=gl^b$. Биомассу популяций видов вычисляли умножением численности организмов на их индивидуальную массу.

В качестве показателя экологического состояния использовали сапробиологический индекс по Пантле и Букку в модификации Сладечека (I_{sapr}) [7]. Сапробная валентность видов устанавливалась по литературным данным [8].

Результаты

В фитопланктоне Куйбышевского водохранилища было выявлено 161 таксон микроводорослей 9 отделов. В флористическом составе наиболее широко были представлены зеленые и диатомовые водоросли (34 и 29% соответственно). Доля синезеленых водорослей в общем разнообразии составляла 16%. Повсеместно в водохранилище были распространены синезеленая водоросль *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anagnostidis & Komárek 1988 и криптофитовая *Komma caudata* (L. Geitler) D. R. A. Hill 1991 (бывш. *Chroomonas acuta*). Удельное видовое разнообразие фитопланктона варьировало от 13 (напротив н.п. Тетюши) до 72 (в устье р. Свияга), в среднем 38 ± 3 видов/ст.

Численность фитопланктона в водохранилище в среднем составляла 1989 ± 664 тыс. кл/л и варьировала от 369 (в русле напротив устья р. Вятка) до 9700 тыс.кл/л (на русле в устье р. Свияга) (таблица). В структуре численности фитопланктона в среднем преобладали синезеленые, зеленые, диатомовые и криптофитовые водоросли (26, 24, 21, 19% соответственно).

Биомасса фитопланктона в водохранилище по материалам съемки колебалась от 0,15 (в русле напротив н.п. Криуши) до $11,3 \text{ г/м}^3$ (в русле в устье р. Свияга), в среднем $1,9 \pm 0,8 \text{ г/м}^3$ (таблица). Практически на всей акватории водохранилища, за исключением ряда участков в Камском плесе и в устье реки Свияга доминировали синезеленые водоросли.

Зоопланктон русловых участков Куйбышевского водохранилища был представлен коловратками (35 таксонов) и членистоногими ракообразными (42 таксона). Обнаруженные виды членистоногих относились к 2 группам: Cladocera (27 видов) и Copepoda (15: из них Calanoida – 5 Cyclopoida – 10).

По всему водохранилищу 100% частоту встречаемости (F) имели *Keratella quadrata* (Müller, 1786), *Daphnia galeata* (Sars, 1863), *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857). На всех исследуемых станциях Куйбышевского водохранилища были обнаружены ювенальная и копеподитная стадии развития веслоногих рачков, а также велигеры моллюска *Dreissena*.

Среднее число видов зоопланктона на пробу составило 25 ± 2 . Численность зоопланктона в среднем по всему водохранилищу была 108 ± 60 тыс. экз./м³, а биомасса – $0,86 \pm 0,45 \text{ г/м}^3$ (таблица). Доминирующей группой по численности по всему водохранилищу были науплии и копеподиты веслоногих рачков $52 \pm 7\%$, доля коловраток составила $21 \pm 7\%$, ветвистоусых – $8 \pm 2\%$, взрослых веслоногих рачков – $4 \pm 1\%$, велигеров дрейссены – $16 \pm 4\%$. По биомассе наибольший вклад в общее значение давали ветвистоусые ракообразные $47 \pm 6\%$, доля молоди веслоногих рачков составила $21 \pm 5\%$, их взрослых особей – $20 \pm 4\%$, коловраток – $11 \pm 7\%$ и велигеров – $2 \pm 0\%$.

Таблица. Количественные характеристики планктона и показатели качества вод Куйбышевского водохранилища в позднелетний период 2018 г.

Показатель	Плеса							КВ в среднем
	В	К	В-К	Т	Ун	Ул	П	
S ф/п	45 ± 13	51 ± 11	29	13	28	34 ± 10	33 ± 3	38 ± 3
S з/п	30 ± 3	25 ± 11	27	19	14	16 ± 3	25 ± 2	25 ± 2
N ф/п	4224 ± 2755	1513 ± 574	693	1815	972	990 ± 504	1597 ± 39	1990 ± 664
N з/п	294 ± 258	24 ± 10	21	50	53	$31 \pm 0,2$	132 ± 6	108 ± 60
Б ф/п	$4,43 \pm 3,30$	$1,40 \pm 0,60$	0,28	2,04	0,71	$0,66 \pm 0,50$	$1,18 \pm 0,30$	$1,93 \pm 0,80$
Б з/п	$2,21 \pm 1,94$	$0,28 \pm 0,16$	0,10	0,65	0,27	$0,44 \pm 0,16$	$0,90 \pm 0,51$	$0,86 \pm 0,45$
I.sapr ф/п	$2,13 \pm 0,03$	$1,94 \pm 0,05$	2,11	2,16	1,79	$1,98 \pm 0,05$	$2,07 \pm 0,05$	$2,03 \pm 0,03$
I.sapr з/п	$1,69 \pm 0,01$	$1,65 \pm 0,03$	1,65	1,64	1,49	$1,67 \pm 0,09$	$1,59 \pm 0,02$	$1,64 \pm 0,02$

Пояснения к таблице: ф/п –фитопланктон; з/п зоопланктон, S –количество видов на станции, N – численность планктонных организмов (тыс.экз./м³), Б – биомасса, г/м³, Н – индекс Шеннона, бит/экз, I.sapr – индекс сапробности, Обозначения плесов: В – Волжский, К – Камский, В-К – Волжско-Камский, Т – Тетюшский, Ун – Ундорский, Ул – Ульяновский, П – Приплотинный, КВ –Куйбышевское водохранилище.

Среди видов фитопланктона, найденных в районе исследования, 61 % были индикаторы сапробности, из которых 80% – β -мезосапробы. Индекс сапробности рассчитанный по фитопланктону в Куйбышевском водохранилище варьировал от 1,79 (у н.п. Ундоры) до 2,19 (в устье р. Свияга), в среднем составлял $2,03 \pm 0,03$. Уровень I_{sapr} позволил отнести воды Куйбышевского водохранилища практически повсеместно к β -мезосапробной зоне (умеренно-загрязненным водам, третьему классу качества).

Из списка видов зоопланктонных организмов, обнаруженных в Куйбышевском водохранилище, 76% таксономических единиц относились к видам-индикаторам сапробности. По всему водохранилищу среди видов-индикаторов в среднем по численности доминировали представители олиго-бетамезапробной зоны.

Индекс сапробности, рассчитанный по численности зоопланктона в районе исследования колебался в диапазоне от 1,49 (олигосапробная зона) до 1,76 (β-мезосапробная зона). Среднее значение I_{sapr} по всему водохранилищу составило $1,64 \pm 0,02$. Воды Куйбышевского водохранилища соответствовали β-мезосапробной зоне и были отнесены к «умеренно загрязненным» (III класс вод). Наибольший I_{sapr} был отмечен в Ульяновском плесе в районе Черемшанского залива 1,76, наименьший – в Ундорском плесе 1,49.

Фито- и зоопланктон показывают несколько различающиеся результаты в уровне I_{sapr} (таблица). Так индекс сапробности по фитопланктону был выше, чем по зоопланктону. При этом корреляция индекса по этим двум экологическим группам достаточно высокая (индекс корреляции 0,7), что свидетельствует о сходной тенденции варьирования. Так наименьший I_{sapr} как по фито-, так и по зоопланктону выявлен в Ундорском плесе. Максимальная сапробность отмечена в устьях крупных рек, таких как Свияга (по фитопланктону) (Волжский плес) и Черемшан (по зоопланктону) (Ульяновский плес). Повышенный уровень сапробности приурочен к устьевым зонам рек, где зачастую наблюдается более высокий уровень удельного видового разнообразия (количество видов на станции) и показателей обилия планктона (биомассы и численности), вызванный высоким содержанием органики. В целом же показатели сапробности на большей акватории водохранилища входят в β-мезосапробную зону (умеренно загрязненным водам). Участок водохранилища у н.п. Ундоры по показателям зоопланктона можно отнести к олигосапробной зоне.

Таким образом, в позднелетний период воды русловой части Куйбышевского водохранилища по показателям планктона на большей акватории относились к умеренно загрязненным. К сравнительно благополучным по уровню сапробности можно отнести участок водохранилища у н.п. Ундоры.

Список литературы

1. Буторин Н. В. Современные представления о биологических ресурсах и качестве воды Волги и ее водохранилищ / Н. В. Буторин, А. В. Монаков // Биологическая продуктивность и качество воды Волги и ее водохранилищ. – М.: Наука, 1984. – С. 20–25.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов / Под ред. Ф. Д. Мордухай-Болтовского. – М.: Наука, 1975. – 240 с.
3. Водоросли. Справочник / С. П. Вассер, Н. В., Кондратьев, Н. П. Масюк и др. – Киев: Наукова думка, 1989. – 608 с.
4. Федоров В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. – М.: Моск. ун-т, 1979. – 168 с.
5. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / Ред. Г. Г. Винберг, Г. М. Лаврентьева. – Л.: ГосНИОРХ, Зоол. ин-т АН СССР, 1982. – 33 с.
6. Балущкина Е. В. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных Е. В. Балущкина, Г. Г. Винберг // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. – Л.: Наука, 1979. – С. 58–79.
7. Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view // Ergebnisse der Limnol. – 1973. – N7. – 218 p.
8. Wegl R. Index for die Limnosaprobität // Wasser und Abwasser. – 1983. – Bd. 26. – 175 p.

**МЕРОПРИЯТИЯ ПО КОМПЕНСАЦИИ УЩЕРБА ВОДНЫМ БИОРЕСУРСАМ
ОТ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА И ОЦЕНКА
ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ПРИМЕРЕ СТЕРЛЯДИ *ACIPENSER RUTHENUS*,
ВЫПУСКАЕМОЙ В КАМСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ**

О. И. Михеева¹, П. Б. Михеев², А. Г. Мельникова¹, С. Н. Казаринов¹,
Н. Г. Петренко¹, О. Н. Ельченкова³

Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПермНИРО»), Пермь, Россия, melnikova_ag@list.ru, permniro@permniro.ru; ²Университет Отаго, Данидин, Новая Зеландия; ³Отдел государственного контроля, надзора и охраны водных биологических ресурсов по Пермскому краю Средневолжского территориального управления Росрыболовства, Пермь, Россия

Аннотация. Представлена информация о методах компенсации вреда (ущерба) рыбному хозяйству Пермского края от хозяйственной деятельности человека. Приводится нормативная база, регламентирующая процедуру реализации указанной компенсационной деятельности. Приводится информация о стерляди *Acipenser ruthenus*, ежегодно выпускаемой в Камское водохранилище с 2001 по 2018 год в рамках проведения мероприятий, направленных на компенсацию потерь водным биоресурсам. Анализируются встречаемость в уловах и биологические показатели стерляди Камского водохранилища в ретроспективе и в современный период.

Ключевые слова: стерлядь, *Acipenser ruthenus*, компенсация вреда рыбным запасам; динамика уловов.

**THE EFFECTIVENESS OF THE MEASURES FOR THE COMPENSATION
OF THE HARM TO AQUATIC BIORESOURCES DUE TO ANTHROPOGENIC
ACTIVITY WITH AN EXAMPLE OF STERLET *ACIPENSER RUTHENUS* RELEASES
TO THE KAMSKOE RESERVOIR**

O. I. Mikheeva, P. B. Mikheev, A. G. Melnikova, S. N. Kazarinov,
N. G. Petrenko, O. N. Elchenkova

Summary. The information on the ways of the compensation of the harm to aquatic bioresources due to anthropogenic activity in Perm Krai is presented. The analysis of the law framework regulating the procedure of the compensation activity is given. We present the data on releases of starlet *Acipenser ruthenus*, which has been annually introduced in Kama Reservoir since 2001 till 2018 for the compensation of the loss of aquatic biotic resources. The analysis of historical dynamic of catch per unit effort and biotic traits of starlet in Kama Reservoir is presented.

Keywords: sterlet, *Acipenser ruthenus*, compensation of the harm to aquatic bioresources; catch per unit effort dynamics.

Пермский край – наиболее обеспеченный водными ресурсами регион Урала, основу которых составляет бассейн реки Камы с двумя крупными водохранилищами: Камским и Воткинским. При развитой гидрографической сети ведение хозяйственной деятельности на обширной территории региона зачастую приводит к негативному воздействию на водные биологические ресурсы (ВБР), а также среду их обитания.

В период осуществления хозяйственной и иной деятельности пользователями должны соблюдаться требования в области охраны окружающей среды, указанные в Федеральном Законе РФ от 10.01.2002 №7 – ФЗ «Об охране окружающей среды», Водном кодексе РФ (Феде-

ральный Закон от 03.06.2006 № 74 – ФЗ), Федеральном Законе РФ от 20.12.2004 № 166 – ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». Согласно указанным нормативным актам обязательными условиями осуществления хозяйственной и иной деятельности являются разработка и реализация мероприятий по восстановлению естественной природной среды, ее рациональному использованию и воспроизводству. Согласно статье 32 Закона «Об охране окружающей среды», а также Постановлению Правительства РФ от 29 апреля 2013 г. № 380 «Об утверждении Положения о мерах по сохранению водных биологических ресурсов и среды их обитания», принятие решения о возможности осуществления того или иного рода деятельности, осуществление которой может нанести вред ВБР и среде их обитания, должно основываться на оценке воздействия планируемой деятельности на окружающую природную среду.

Оценка воздействия водные биологические ресурсы и среду их обитания с исчислением размера вреда, причиненного ВБР, а также разработка мероприятий по устранению последствий негативного воздействия выполняются в соответствии с «Методикой исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам», утвержденной Росрыболовством (приказ от 25.11.2011 № 1166, далее – «Методика»). В соответствии с пунктом 56 «Методики» восстановительные мероприятия могут осуществляться посредством искусственного воспроизводства водных биоресурсов для восстановления нарушенного состояния их запасов. В соответствии с п. 57 «Методики» проведение восстановительных мероприятий планируется в том водном объекте или рыбохозяйственном бассейне, в котором будет осуществляться намечаемая деятельность. В случае невозможности проведения восстановительных мероприятий посредством искусственного воспроизводства отдельных видов водных биоресурсов, состояние запасов которых нарушено, искусственное воспроизводство планируется в отношении других более ценных видов водных биоресурсов с последующим выпуском искусственно воспроизводимой молоди в водный объект рыбохозяйственного значения в количестве, эквивалентном в промысловом возврате теряемым водным биоресурсам.

Искусственное воспроизводство водных биоресурсов в водных объектах Пермского края осуществляется в соответствии с планами искусственного воспроизводства водных биоресурсов, утвержденными Средневолжским территориальным управлением Росрыболовства (СТУФАР) (в том числе, в целях компенсации ущерба ВБР при условии согласования планируемой деятельности СТУ ФАР). В Планы включаются объем и состав работ по искусственному воспроизводству ВБР на основании рекомендаций научно-исследовательских организаций, подведомственных Росрыболовству. На сегодняшний день разработаны Рекомендации по искусственному воспроизводству для большинства значимых водных объектов Пермского края, основные объекты воспроизводства – стерлядь, щука, судак (табл. 1)

Таблица 1. Рекомендуемые Пермским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» (ранее Пермское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ») предельно допустимые объемы выпуска молоди судака, щуки, налима и хариуса (тыс. экз. / навеска, г) в водные объекты Пермского края стерляди

Водный объект	Стерлядь	Судак	Щука	Налим	Белый амур	Хариус
Воткинское водохранилище	375 / 3	150 / 5	52 / 8			
Камское водохранилище	950 / 3	210 / 5	56 / 8	50 / 1–3		
Лысьвенский пруд		41 / 5				
Суксунский пруд		5 / 5			6 / 25	
Тюсовское водохранилище					3 / 25	
Бассейн реки Тулва		34 / 5	45 / 8			
рр. Обва, Иньва, Нытва, Очер и др. правобереж. притоки р. Камы			45 / 8			
Бассейн реки Яйва		100 / 5	130 / 8			100 / 3
Бассейн реки Вишера			30 / 8			200 / 3
Бассейн реки Чусовая		34 / 5	200 / 8			200 / 3

Первые выпуски молоди стерляди в Камское водохранилище проводились в 2001, 2003 и 2006 годах. С 2008 года ежегодно в Камское водохранилище выпускается от 300 до 700 тыс. экземпляров молоди стерляди навеской от 3 до 80 г. Выпуски стерляди осуществляются партиями до 60 тыс. экз. в разных районах водохранилища. Приоритетными для выпуска являются участки, в которых наблюдаются повышенная проточность и благоприятные условия для нагула и зимовки вида: зоны выклинивания подпора водохранилища, русловая часть центрального плеса и при плотинного участка водохранилища, Чусовской и Сылвенский заливы.

До начала проведения мероприятий по искусственному воспроизводству встречаемость стерляди в Камском водохранилище оценивалась как низкая. В 80–90-е годы прошлого века, когда были проведены последние траловые учеты на научно-исследовательском судне Пермского отделения «ГосНИОРХ» (в данное время – Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПермНИРО»)), максимальные численность и биомасса стерляди были приурочены к зоне выклинивания подпора Камского водохранилища – 7,73 экз./час траления; минимальные значения были характерны для среднего района водохранилища (1,05 экз./час траления). Наиболее крупные особи встречались в зоне выклинивания подпора (Мошево-Березники). Размерный ряд включал особей от 9 до 53 см, средняя длина рыб на этом участке составляла 22 см. Встречаемость стерляди длиной свыше промысловой меры (42 см) составляла 1,9% общего числа обследованных особей. В верхнем участке водохранилища (район н. п. Орёл) встречались рыбы длиной от 8 до 30 см (средняя длина 17 см). В при плотинном районе водохранилища стерлядь в уловах отсутствовала.

Согласно результатам мониторинговых работ, проведённых Пермским отделением ФГБНУ «ГосНИОРХ» в период 2013–2018 гг., встречаемость стерляди в уловах на различных участках акватории Камского водохранилища изменилась по сравнению с концом прошлого века. Стерлядь стала встречаться в уловах в приплотинной части водохранилища. Ее средняя численность в наборе сетей ячей от 30 до 65 мм составила 0,016 экз. на стандартную сетепостановку (сеть длиной 37,5 м, высотой 2 м, стоявшая сутки). На этом же уровне в последующие годы была встречаемость стерляди в средней и верхней частях Камского плеса, составив 0,013 и 0,016 экз., соответственно. Кроме того, стерлядь была зарегистрирована в пределах крупных заливов – Чусовского и Сылвенского, где ее встречаемость была существенно выше, составив, соответственно 0,256 и 0,746 экз. на стандартную сетепостановку для сетей ячей от 30 до 65 мм. Возросла встречаемость крупных и половозрелых особей. Также увеличились средние размеры стерляди в уловах, которые составили 24,3 см, 28,6 см и 34,2 см в приплотинной, средней и верхней частях Камского плеса, соответственно, 27,4 см и 32,0 см в Сылвенском и Чусовском заливах. Доля рыб, имеющих промысловый размер, в верхней части Камского плеса составила 4,2% численности.

Заключение

В настоящий период стерлядь встречается в уловах по всей акватории Камского водохранилища, включая приплотинную и среднюю части, а также в пределах крупных заливов, что не отмечалось ранее. Наиболее вероятной причинной увеличения численности и наблюдаемой динамики размерного состава являются ежегодные выпуски стерляди в рамках проведения мероприятий, направленных на компенсацию потерь водных биоресурсов Пермского края. Наблюдаемое существенное увеличение средних размеров стерляди по всей акватории Камского водохранилища, а также рост численности в уловах рыб, имеющих промысловые размеры, (42 см и более), может свидетельствовать о процессе формирования промыслового стада стерляди в Камском водохранилище, что может в дальнейшем послужить основанием для выведения вида из Красных книг РФ и Пермского края (в пределах акватории Камского водохранилища), с последующей разработкой обоснования общего допустимого улова стерляди, в том числе для промышленного рыболовства на водоеме.

ГЛУБОКОВОДНЫЙ ПРОМЫСЕЛ В МИРОВОМ ОКЕАНЕ: ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А. М. Орлов

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия, orlov@vniro.ru; Институт проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН, Москва, Россия; Дагестанский государственный университет, Махачкала, Россия; Томский государственный университет, Томск, Россия; Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, Махачкала, Россия

Аннотация. На основании критического анализа и обобщения опубликованных и собственных данных представлен обзор современного состояния глубоководного промысла в Мировом океане. Кратко рассмотрена история развития глубоководного промысла и определены его перспективы в ближайшем будущем. Показано, что в основных районах промысла ресурсы глубоководного промысла находятся в подорванном состоянии, особенно на подводных горах. Наиболее реальные перспективы в связи с необходимостью увеличения производства кормов для развивающейся аквакультуры видятся в освоении ресурсов мезопелагических рыб.

Ключевые слова: глубоководный промысел, материковый склон, подводные горы, уловы, перелов, глубоководные рыбы, мезопелагические рыбы

DEEP-WATER FISHERY IN THE WORLD OCEAN: HISTORY OF DEVELOPMENT, CURRENT SITUATION, AND PROSPECTS

A. M. Orlov

Summary. On the basis of critical analysis and review of published and own data, an overview of the current state of deep-sea fishing in the world ocean is presented. The history of development of deep-sea fishing is briefly considered and its prospects in the near future are defined. It is shown that in the main deep-water fishing grounds fishery resources are overfished, especially on seamounts. The most realistic prospects in connection with the need to increase feeding production for aquaculture are seen in the involvement of mesopelagic fish resources into the fishery.

Keywords. Deep-water fishery, continental slope, seamounts, catches, overfishing, deep-sea fishes, mesopelagic fishes

В последние годы интенсивному изучению глубоководных экосистем (материкового склона, подводных гор, впадин и желобов) Мирового океана уделяется повышенное внимание, что связано с высоким уровнем эндемизма населяющей их биоты и крайней уязвимостью по отношению к любым воздействиям, особенно со стороны человека [6, 10]. Если в прошлом исследователи ставили своей целью получение знаний, главным образом, о качественном и количественном составе населения глубоководных экосистем, то на современном этапе все большее значение приобретают оценки воздействия на них человека, обеспечение сохранения биологического и генетического разнообразия, безопасное и устойчивое использование биологических ресурсов и их охрана от уничтожения в процессе хозяйственной деятельности человека (рыболовство, разведка и добыча полезных ископаемых, судоходство и т. п.).

Глубоководный промысел в настоящее время является одним из наиболее весомых видов воздействия человеческой деятельности на глубоководные экосистемы [9], который осуществляется на материковом склоне (макрурысы Macrouridae, морские окуни *Sebastes* spp.,

чёрный палтус *Reinhardtius hippoglossoides*, шипошеки *Sebastolobus* spp., угольная *Anoplopoma fimbria*, лемонема *Laemonema longipes*, скаты *Rajidae*, *Arhynchobatidae* и др.), подводных горах (кабан-рыба *Pseudopentaceros wheeleri*, атлантический большеголов *Hoplostethus atlanticus*, бериксы *Beryx* spp. и др.) и в пелагиали открытых вод (путассу *Micromesistius* spp., окунь-клювач *Sebastes mentella* и др.). Сокращение запасов традиционных объектов рыболовства на шельфе Мирового океана в середине прошлого столетия послужило мощным толчком для развития глубоководного промысла на материковом склоне и в удаленных от побережий океанических районах, что позволило с середины 1960-х годов ежегодно добывать 0.8–1.0 млн т рыбы и морепродуктов. За период с 1950 по 2015 гг. на глубоководном промысле было добыто около 25 млн т, что составило всего около 0.5% общего вылова [11]. Число вовлекаемых в сферу глубоководного промысла видов от года к году неуклонно растет. Так, если в 1950 г. их насчитывалось около 30, то в настоящее время оно составляет более 60 [11]. Не следует забывать, что объекты глубоководного промысла, не смотря на свою относительную немногочисленность, обладают повышенным спросом и высокой рыночной стоимостью, что делает их добычу привлекательной и высокорентабельной.

Однако у глубоководного промысла есть и «обратная сторона». К началу нового столетия большая часть ресурсов глубоководных рыб оказалась переловлена или пришла в истощенное состояние [4, 6], что связывается с характерными особенностями биологии большинства глубоководных видов рыб, таких как позднее созревание, медленные темпы роста, низкая плодовитость и большая продолжительность жизни [1–4, 9]. Наличие у глубоководных рыб таких специфических черт определяет быстрое истощение запасов под воздействием промысла с последующим очень медленным восстановлением, которое зачастую требует десятилетий [6, 7].

Распределение мировых уловов на глубоководном промысле за период с 1950 по 2015 гг. показывает, что по общей величине вылова глубоководных объектов лидируют 4 района: Северо-Восточная Атлантика (8.86 млн т), Северо-Западная Пацифика (5.64 млн т), Юго-Западная Пацифика (4.28 млн т) и Северо-Западная Атлантика (3.75 млн т), на которые приходится 90.5% общемировых уловов [11]. В Северо-Восточной Атлантике до середины 1980-х годов в уловах преобладал чёрный палтус, который впоследствии начал замещаться окунем-клювачом, составляющим в последние годы основу уловов. В Северо-Западной Атлантике до 1980 г. существенную долю уловов составляли различные виды макрурусов, в настоящее время на глубоководном промысле в этом районе абсолютно преобладает чёрный палтус. В Северо-Западной Пацифике в конце 1960 – начале 1970-х годов в уловах абсолютно преобладала кабан-рыба, перелов которой в районе Императорского хребта привел к полному прекращению ее добычи в середине 1970-х годов. С середины 1970-х до середины 1990-х годов в уловах преобладала лемонема. С 1977 по 2008 гг. в уловах заметную долю составлял азиатский стрелозубый палтус *Atheresthes evermanni*. С начала 1980-х началось освоение запасов макрурусов, которые в настоящее время наряду с чёрным палтусом составляют основу на глубоководном промысле в этом районе.

Глубоководный промысел на подводных горах насчитывает несколько десятилетий и начал интенсивно развиваться в 1970-х годах. Основными объектами были кабан-рыба, атлантический большеголов, тупорылый макрурус *Coryphaenoides rupestris* и бериксы. В настоящее время данный вид промысла имеет весьма ограниченные перспективы по ряду причин:

1) подводные горы достаточно удалены от побережий и в условиях удорожания топлива рентабельность промысла на горах сильно снижается;

2) рыбы подводных гор, как правило, имеют высокую продолжительность жизни и низкую продуктивность, что делает их запасы сильно подверженными влиянию промысла, они быстро перелавливаются и очень медленно восстанавливаются;

3) экосистемы подводных гор обладают высокой степенью эндемизма, в связи с чем вокруг них создаются морские охраняемые районы, в которых промысловая деятельность строго регламентируется.

В настоящее время наибольшей перспективой для глубоководного промысла в Мировом океане обладают запасы мезопелагических рыб (светящиеся анчоусы *Mycrophidae*, батилаги *Bathylagidae*, мавролики *Maurolicus* spp., винцигуэрии *Vinciguerria* spp. и др.), биомасса которых по последним оценкам составляет свыше 1 млрд т [5]. Освоение этого колоссального ресурса представляет несомненный интерес в связи с постоянно возрастающими объёмами аквакультуры, которые требуют увеличения производства кормов. Однако широкомасштабное промышленное освоение ресурсов мезопелагических рыб требует разработки эффективных способов их добычи и технологических изысканий, направленных на получение, в первую очередь, высококачественных кормов для аквакультуры. Еще одной проблемой на пути освоения ресурсов мезопелагиали могут стать климатические изменения. Если еще совсем недавно максимальные запасы мезопелагических рыб были сосредоточены в Северной Атлантике, Средиземном море, северо-западной Пацифике и северо-западной части Индийского океана, то по прогнозу учёных [8] к 2100 г. в связи с изменением климата основная биомасса мезопелагических объектов будет сосредоточена в центрально-восточной Пацифике, Субантарктике, юго-восточной Атлантике и северо-западной Пацифике. Перспективы развития глубоководного промысла видятся в полном использовании прилова, который в настоящее время в большинстве случаев выбрасывается (например антимор *Antimora* spp., обладающих высокой численностью во многих районах мирового океана), разработке ресурсосберегающих технологий переработки рыбного сырья, поиске новых и перспективных объектов промысла, разработке новых технологий добычи и переработки.

Список литературы

1. Allain V. Age estimation and growth of some deep-sea fish from the northeast Atlantic Ocean /V. Allain, P. Lorance // *Cybium*. – 2000. – V. 24 (Suppl.). – P. 7–16.
2. Bergstad O.A. North Atlantic demersal deep-water fish distribution and biology: present knowledge and challenges for the future // *Journal of Fish Biology*. – 2013. – V. 83. – P. 1489–1507.
3. Cailliet G.M. Age determination and validation studies of marine fishes: do deepdwellers live longer? / G.M. Cailliet, A. H. Andrews, E. J. Burton, D. L. Watters, D. E. Kline, L. A. Ferry-Graham // *Experimental Gerontology*. – 2001. – V. 36. – P. 739–764.
4. Devine J.A. Deep-sea fishes qualify as endangered /J.A. Devine, K. D. Baker, R. L. Haedrich // *Nature*. – 2006. – V. 439. – P. 29.
5. Irigoien X. Large mesopelagic fishes biomass and trophic efficiency in the open ocean X. Irigoien, T.A. Klevjer, A. Røstad, U. Martinez, G. Boyra, J.L. Acuña, A. Bode, F. Echevarria, J.I. Gonzalez-Gordillo, S. Hernandez-Leon, S. Agusti, D.L. Aksnes, C.M. Duarte, S. Kaartvedt DOI: 10.1038/ncomms4271 // *Nature Communications*. – 2014. – V. 5. – Article number 3271.
6. Koslow J. A Continental slope and deep-sea fisheries: implications for a fragile ecosystem/ J.A. Koslow, G. W. Boehlert, J.D. M. Gordon, R. L. Haedrich, P. Lorance, N. Parin// *ICES Journal of Marine Sciences*. – 2000. – V. 57. – P. 548–557.
7. Large P.A. Lorance Deepwater fisheries of the northeast Atlantic: II Assessment and management approaches /P.A. Large, C. Hammer, O.A. Bergstad, J. D. M. Gordon, P. Lorance // *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*. – 2003. – V. 31. P. 151–163.
8. Proud R.. Biogeography of the global ocean»s mesopelagic zone /R. Proud, M.J. Cox, A.S. Brierly // *Current Biology*. – 2016. – V. 27. – No. 1. – P. 113–119.
9. Roberts C.M. Deep impact: the rising toll of fishing in the deep sea // *Trends in Ecology and Evolution*. – 2002. – V. 17. – P. 242–245.
10. Shank T.M. Seamounts: deep-ocean laboratories of faunal connectivity, evolution, and endemism // *Oceanography*. – 2010. – V. 23. – P. 108–122.
11. Victorero L. Out of sight, but within reach: a global history of bottom-trawled deep-sea fisheries from > 400 m depth /L. Victorero, L. Watling, M.L. Deng Palomares, C. Nouvian // *Frontiers in Marine Science*. – 2018. – V. 5. – P. 1–17.

СОСТОЯНИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА НА КУЙБЫШЕВСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНКЕТИРОВАНИЯ РЫБОЛОВОВ-ЛЮБИТЕЛЕЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД 2018–2019 ГГ.

*Ю. А. Северов, Л. Н. Барышева, А. В. Гранин, Р. Р. Нуретдинов,
Т. А. Тележникова, И. Р. Шакиров*

Татарский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Казань, Россия, gosniiorh@gmail.com

Аннотация. По полученным в ходе полевых работ в зимний период 2018–2019 гг. материалам рассмотрены и проанализированы результаты анкетирования рыболовов-любителей в Куйбышевском водохранилище в акватории Республики Татарстан. Приведен видовой и количественный состав их уловов. Рассчитаны показатели величины улова (месячный, средний, интенсивность лова). Предположены причины влияния на состав и величину уловов.

STATE RECREATIONAL FISHERIES AT THE KUIBYSHEV RESERVOIR ON THE SURVEY ANGLERS IN WINTER 2018–2019

Y. A. Severov, L. N. Barysheva, A. V. Granin, R. R. Nuretdinov, T. A. Telezhnikova, I. R. Shakirov

Summary. According to the obtained in the course of field work in the winter of 2018–2019 the materials reviewed and analyzed the results of the survey anglers in the Kuibyshev reservoir in the waters of the two reaches of the territory of the Republic of Tatarstan. Given the species and quantity of their catches. Calculated value of the catch rates (monthly, the average intensity of fishing). Supposed reasons for the effect on the composition and amount of catches.

Введение

Любительское рыболовство в жизни российского человека всегда играло значительную роль. Рыбалка является одним из любимых и доступных видов активного отдыха для населения, также для некоторых рыболовов улов является важным подспорьем для семейного рациона.

За последнее десятилетие любительское рыболовство на внутренних водоемах Европейской части России коренным образом меняется, что в первую очередь связано с развитием науки и техники, влиянием западной культуры, увеличением дохода населения. Это выражается: 1) в уровне оснащённости рыболова – в снаряжении появляются новые орудия лова, более тонкие и крепкие лески, острейшие крючки, различные виды приманок активных орудий лова; 2) доступности отдаленных мест для лова рыбы – многие рыболовы имеют автомобили, моторные и весельные лодки, яхты, снегоходы; 3) в информатизации рыболовов – развитие мобильной связи, интернета, приборов поиска и учета рыбы позволяет быстро связывать и объединять людей, обеспечивать их данными по обстановке на разных участках водоема, получать сведения о местоположении рыбы в водоеме.

В связи с этим можно предположить, что произошедшие изменения в сфере любительского рыболовства определенным образом повлияли и на некоторые параметры рыболовства – объемы вылова, видовой состав уловов и т. д.

Стоит сказать, что изучением любительского рыболовства, а именно неорганизованного рыболовства на водоёмах общего пользования на внутренних водоемах Европейской части России с исследовательской точки зрения в большой степени занимался ФГБНУ «ГосНИОРХ» с 70-х годов прошлого столетия. Основные задачи заключались в установлении численности рыболовов посещающих водоемы, объеме и видовом составе добываемой ими рыбы и т. д. Ито-

гом этих работ стали многочисленные публикации, а также ряд методических работ, из которых «Методические указания по изучению любительского рыболовства на состояние рыбных запасов внутренних водоемов» (1979) (сост. Ю. И. Никаноров) и в настоящее время является основной инструкцией для изучения основных параметров этого вида рыболовства.

Материалы и методы

Нами, в течение ледового периода 2018–2019 гг. были проведены учеты рыболовы любителей методом анкетирования или опроса-интервью (Мосияш, 2012). Сбор данных заключался в определении численности рыболовов любителей на определенном участке водоема (чаще в зоне видимости невооруженного глаза или бинокля). Опросные данные оформлялись в анкеты, составленные по «Методическим указаниям по изучению любительского рыболовства на состояние рыбных запасов внутренних водоемов» (1979). После определения численности рыболовов совершался их тотальный опрос. Составлено и проанализировано 32 карточки учета численности рыболовов любителей и 636 карточек индивидуального улова. Пойманная рыба с согласия рыболова промерялась при помощи рулетки. Массу особи выловленных видов находили по формулам, описывающим степенную зависимость «длина – масса рыбы» по полученным ранее материалам в ходе выполнения ресурсных исследований.

Статистическая обработка полученных данных проведена с использованием компьютерных программ *Excel* и *Statistica v. 7*.

Результаты и обсуждение

Опрошенные рыболовы любители, посещавшие Куйбышевское водохранилище в зимний период в местах исследований, на 74,16% являются жителями городов и лишь на 25,84% сельскими жителями. Наибольшую численность среди рыболовов составляют рабочие – 50,65%. Вторую категорию по численности занимают пенсионеры, их доля составляет – 28,89% от общего числа опрошенных. Далее следуют руководители – 8,35%, безработные – 6,01%, служащие – 5,48% и менее всего учащиеся – 0,53%. Высокая численность среди респондентов людей занятых на производстве и службе мы объясняем, тем, что 48,56% рыболовов выбирают на ловлю преимущественно в выходные дни (суббота и воскресенье). Значительную долю составляют рыболовы, посещающие водоем при первой возможности (28,46%). В эту категорию в основном входят пенсионеры и безработные. 19,84% опрошенных посещают водоем нерегулярно – время от времени, как в выходные, так и среди недели.

В среднем за ледовый период респондентам с их слов удается выбраться на рыбную ловлю 15,57 раз, с колебаниями от 1 до 50 раз, тратя на это в среднем 5,97 часов. При этом рыболовам предлагалось вспомнить количество поездок за прошлый ледовый сезон. За выезд в зимний период каждый из опрошенных рыболовов вылавливает в среднем 2,29 кг (от 0,2 кг до 10 кг) различных видов рыб. Нетрудно посчитать по усредненным данным анкет, что за зимний период каждый рыболов любитель из водохранилища вылавливает 35,65 кг рыбы.

С наступлением устойчивого ледяного покрова, способного выдержать человека основная масса рыболовов-любителей в этот период выезжает на открытые участки плесов водохранилища. Небольшая доля рыболовов предпочитает добывать рыбу в заливах и в прибрежье (около 5%). До наступления, так называемого глухозимья (в условиях Средней Волги это начало февраля) наблюдается четкая специализация рыболовов-любителей по видовому составу добываемой рыбы – это судак и берш. Рыболовы занимают строго определенные участки водоема, где исторически в зимний период обитают данные виды. Это русловые участки р. Волга и р. Кама, а также их прирусловые валы-бровки. В это время наблюдается максимальная численность рыболовов на водоеме и наибольшие уловы на 1 человека за зимний период. В последствие, с увеличением снежного покрова и установлением низких температур воздуха численность рыболовов на открытых участках водохранилища начинает заметно снижаться, и их количество увеличивается снова в прибрежье. Вследствие этого видовой состав добываемой рыбы становится более широким. Видовой состав уловов опрошенных рыболовов за зимний период 2018–2019 гг. представлен в таблице 1 (таблица 1).

Таблица 1. Видовой состав уловов рыболовов-любителей на Куйбышевском водохранилище в зимний период 2018–2019 г

Вид	%
Берш	64,35
Судак	26,47
Окунь	4,77
Ерш	2,61
Густера	1,19
Лещ	0,22
Плотва	0,22
Уклейка	0,07
Щука	0,04
Красноперка	0,04

В уловах встречались 10 видов рыб, 98,2% которых составляют виды семейства окуневые. Более половины от величины общего улова составил берш (64,35%), на втором месте в уловах был судак (26,47%). Виды семейства карповые в уловах составляли 1,74%, заметную долю из которых составила густера (1,19%). Таким образом, видно, что рыболовы-любители в зимний период нацелены в основном на добычу хищных видов семейства окуневые.

За незавершенный выезд (3,6 часа) рыболовы в зимний период 2018–2019 гг. в среднем вылавливали 1,06 кг различных видов рыб. Средняя интенсивность лова составляет 0,9 шт./чел.-час.

Далее проведем расчеты величины вылова массовых рыб уловов рыболовов-любителей – берша и судака. В расчеты примем участки водоема, где непосредственно происходит добыча только данных видов. При этом основной участок вылова этих видов – акватория Волжско-Камского плеса в черте Республики Татарстан. Для более объективного рассмотрения учетные данные были проанализированы помесечно. Результаты подсчета показывают, что за зимний период рыболовами-любителями на Куйбышевском водохранилище вылавливается 419 573,32 шт. берша, что в массе дает 125,9 т. Судака за всю зиму в среднем вылавливают 172 588,6 шт., что за зиму в массе дает 69,04 т.

Выводы

Полученные предварительные данные показывают, что в настоящее время любительское рыболовство в зимний период на Куйбышевском водохранилище получило значительное распространение и имеет свои особенности, связанные с предпочтением к добываемым видам, возможностью достичь мест ловли и вероятностью выбраться на водоем.

Величины уловов показывают, что они могут достигать значительных величин. Обращает на себя внимание факт высокой доли (иногда 100%) в уловах хищных видов рыб (берш, судак). Причем, как правило, судак в уловах встречается не достигшим промысловой меры (40 см).

Следует оговориться, что полученные данные в большой степени являются ориентировочными и должны уточняться в процессе систематических выездов на различные участки водоема, четко используя методические приемы. Но уже по этим данным можно понять, что любительское рыболовство, масштабно и неорганизованно распространившееся по водоему следует подвергнуть более пристальному вниманию и изучению.

Список литературы

1. Мосияш С.С. Пути любительского рыболовства от древности до наших дней. – СПб.: Лема, 2012. – 145 с.
2. Никаноров Ю.И. Методические указания по изучению любительского рыболовства на состояние рыбных запасов внутренних водоемов. – Л.: ГосНИОРХ, 1979. – 19 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛОВЫХ ЗАПАСОВ ЩУКИ *ESOX LUCIUS* В ОЗЕРЕ ЧАНЫ И ОЗЕРЕ САРТЛАН

Д. Л. Сукнев, Т. А. Кабиев, И. В. Поздняк, А. А. Ростовцев

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО»), Новосибирск, Россия,
Sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы динамики численности щуки в основных рыбопромысловых озерах Новосибирской области, и некоторые факторы, влияющие на состояние популяций щуки в водоемах области.

Ключевые слова: Озеро Чаны, оз. Сартлан, щука, динамика вылова, промысловый запас.

THE CURRENT STATE OF COMMERCIAL STOCKS OF PIKE *ESOX LUCIUS* IN LAKE CHANY AND LAKE SARTLAN

D. L. Suknev, T. A. Kabiev, I. V. Pozdnyak, A. A. Rostovtsev

Summary. The article deals with the dynamics of pike numbers in the main fishing lakes of the Novosibirsk region, and some factors affecting the state of pike populations in the reservoirs of the region.

Keyword: The Chany lake, oz. Sartlan, pike, dynamics of catch, fishing stock.

Озеро Чаны и оз. Сартлан входят в состав Чановской озерной системы, включающей также озера Саргуль, Урюм, Тандово и западные, ныне почти высохшие, котловины пра-Чанов [6].

Известно, что уровень воды в озерах Западно-Сибирской низменности подвержен многолетним циклическим колебаниям.

Численность щуки в озерах Новосибирской области зависит от уровня воды в нерестовый период и обеспеченность пищей в период нагула, что в основном связано с гидрологическим режимом водоемов. В многоводные годы численность, биомасса и соответственно уловы щуки заметно нарастают, а в маловодные – снижаются [1, 2, 3, 4, 5].

Промысел щуки в озерах Новосибирской области показывает, что увеличение численности данного вида при улучшении условий воспроизводства имеет характер «скачка».

В середине прошлого века максимальный улов щуки, достигший 1650 т, был отмечен в 1951 г. Этому способствовал подъем уровня воды в течение нескольких предшествующих лет. Последовавшее затем снижение уровня воды в озерах привело к резкому сокращению численности и уловов вида. В 1960 г. ее было добыто всего 0,3 т, а в период 1967–1972 гг. этот вид в уловах промысловой статистики не был отмечен [1, 2]. Вылов щуки в озерах Новосибирской области в период 2011–2018 гг. представлен в таблице 1.

Таблица 1. Вылов щуки в озерах Новосибирской области, 2011–2018 гг.

Годы	Фактический вылов, т
2011	3,18
2012	6,64
2013	4,01

2014	2,0
2015	1,35
2016	11,5
2017	35,9
2018	81,2

Из таблицы 1 видно, что уловы щуки в озерах Новосибирской области заметно колеблются, что можно объяснить состоянием запасов вида.

При анализе динамики вылова щуки в разные по водности годы, прослеживается зависимость увеличения или падения вылова от увеличения или падения уровня воды водоемов, при этом показатели уловов отстают от показателей водности на 3–4 года. Так, согласно наблюдениям с 2013 по 2017 гг. отмечается период обводнения озер Новосибирской области, при этом, уловы щуки падают.

С 2016 г. отмечается существенный рост уловов (рис. 1). Это очевидно связано с тем, что в период подъема уровня воды в водоемах происходят положительные изменения абиотических и биотических условий среды, что в свою очередь оказывает существенное влияние на формирование в нем видового состава и численность ихтиофауны, обуславливают величинами товарных уловов и качества продукции в сторону увеличения уловов крупночастиковых видов рыб, в том числе щуки.

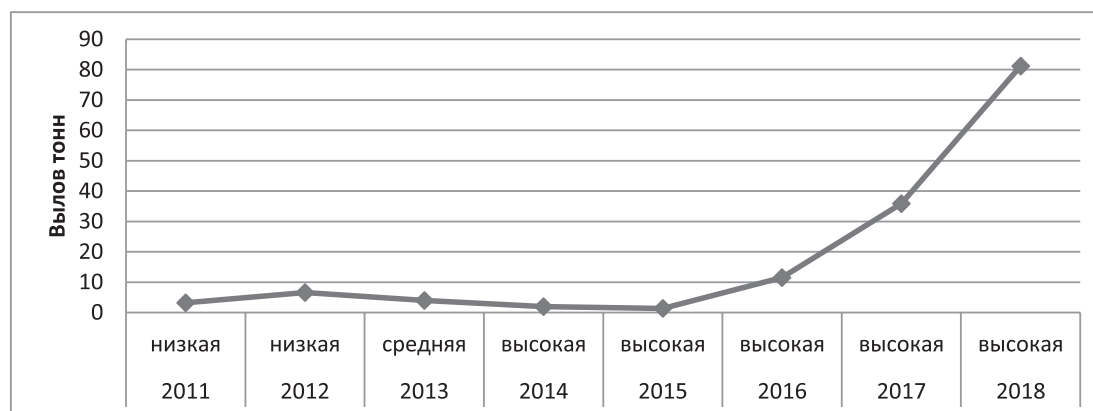


Рис. 1. Зависимость вылова щуки в озерах Новосибирской области от водности

Динамика уловов также зависит и от размерно-возрастного состава промыслового стада щуки, состоящего в основном из 2–4-летних особей, (с поколений 2013–2014 гг.) массово участвующих в промысле (табл. 2 и 3).

Таблица 2. Размерно-возрастная характеристика щуки из уловов на оз. Чаны, 2018 г.

Возраст	Длина тела, см		Масса, г		Количество исследованных рыб	
	колебания	средняя	колебания	средняя	экз.	%
2+	26,5–38,4	31,5±0,6	250–370	302,0±9,7	15	15,8
3+	38,5–44,4	40,8±0,4	360–660	522,3±16,9	23	24,2
4+	42,5–49,4	44,9±0,6	720–930	833,8±15,8	20	21,1
5+	49,5–55,4	51,8±0,6	1100–1720	1421,5±48,7	16	16,8
6+	59,5–65,4	61,8±0,6	1590–2550	2217±89,6	12	12,6
7+	64,5–69,4	66,3±0,5	2460–3200	2865,2±93,6	9	9,5
итого	26,5–69,4	47,1±1,1	250–3200	1078,9±85,8	95	100,0

Таблица 3. Размерно-возрастная характеристика щуки из уловов на оз. Сартлан, 2018 г.

Возраст	Длина, см		Масса, г		Кол-во рыб	
	колебания	средняя	колебания	средняя	экз.	%
1+	25,0–33,0	28,7±0,93	129–303	215,3±21,4	6	5,6
2+	34,0–45,0	39,6±0,89	430–886	717,2±53,8	18	16,7
3+	43,0–55,0	50,36±1,27	894–1840	1476,0±108,8	36	33,3
4+	51,0–58,0	54±0,65	1563–2317	1894,7±62,9	32	29,6
5+	54,0–71,0	60,0±2,04	2148–3826	2926,8±202,6	16	14,8
Итого:	25,0–71,0	46,5±5,55	200–2515	1618,5±471,2	108	100

По нашим наблюдениям в 2018 г. на оз. Чаны преобладали возрастные группы 3+ – 4+ (45,3%) от общей численности вида, на оз. Сартлан соответственно преобладали возрастные группы 2+ – 5+ (79,6%).

Высокая водность озер в 2013–2018 гг. в Новосибирской области, быстрый темп роста особей и раннее вступление в промысел привели к значительному увеличению промыслового запаса вида в 2016–2018 гг. в разнотипных озерах области. При этом наиболее существенно увеличилась численность этого вида в крупных промысловых водоемах – озера Чаны, Сартлан, где в последние годы щука встречалась только в качестве прилова.

Согласно данным, полученным в ходе учетных тралений, в августе 2018 г. численность и биомасса щуки в оз. Чаны составила 93,75 тыс. экз. и 101,14 т (при средней промысловой массе 1,07 кг), в оз. Сартлан, соответственно – 41,32 тыс. экз. и 66,89 т (при средней промысловой массе 1,618 кг).

Для определения численности щуки на оз. Чаны было проведено 10 тралений, с помощью близнецового трала с шириной раскрытия 8 м продолжительность одного траления составляла 1 час, суммарный улов за съемку составил 8,6 кг. Таким образом, при средней промысловой навеске 1,078 кг расчетная численность и биомасса стада щуки составили, соответственно, 93,75 тыс. экз. и 101,14 т.

Для определения численности щуки на оз. Сартлан было проведено 10 тралений, с помощью близнецового трала с шириной раскрытия 8 м продолжительность одного траления составляла 1 час, суммарный улов за съемку составил 37,2 кг. В результате, при средней промысловой навеске 1,618 кг расчетная численность и биомасса стада щуки составили, соответственно, 41,32 тыс. экз. и 66,89 т.

Таким образом, увеличение численности щуки в озерах Чаны и Сартлан объясняется повышением уровня режима водоемов, в результате чего, значительно улучшились условия воспроизводства вида, обеспеченность пищей, а также включение в промысел стад щуки обитавшей ранее в близлежащих озерах спутниках, за счет соединения их с озерами Чаны и Сартлан и миграцией вида в эти рыбохозяйственные водоемы.

В целом, на этих двух озерах промысловый запас щуки в 2018 г составил 168,03 т. В 2019 г. промысловый запас вида в этих водоемах прогнозируется на уровне 223,8 т.

Список литературы

- 1 Воскобойников В.А. Общий очерк ихтиофауны озера Чаны/ В.А. Воскобойников, А.Н. Гундризер, Б.Г. Иоганзен, С.Ф. Кононов, В.М. Крайнов, Г.М. Кривошеков, Н.А. Нестеренко, Ю.Ф. Малышев, М.И. Феоктистов, В.А. Щенев //Экология озера Чаны. – Новосибирск: Наука, 1968. – С. 158–197.
- 2 Егоров Е.В. Озеро Сартлан (биологическая продуктивность и перспективы рыбохозяйственного использования) / Е.В. Егоров, В.И. Ермолаев, В.Ф. Зайцев, Л.Б. Мильчакова, Л.С. Прусевич, А.А. Ростовцев, С.М. Соусь. – Тюмень: ФГУП «Госрыбцентр» 2014. – С. 64–69.

- 3 Иоганзен, Б. Г. Рыбное хозяйство Барабинских озер и пути его развития / Б. Г. Иоганзен, А. Н. Петкевич. – Новосибирск: Изд. Барабинского отд. ВНИОРХ, 1954. – 176 с.
- 4 Никольский, Г. В. Теория динамики стада рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 367 с.
- 5 Петкевич А. Н. Биологические основы рационального рыбного хозяйства на озерах Барабы и Кулунды// Развитие озерного рыбного хозяйства Сибири: материалы к VIII пленуму. Зап. – Сиб. Отд. Ихтиологической комиссии. – Новосибирск, 1963. – С. 13–22.
- 6 Понько В. А. Водохозяйственный очерк озера Чаны.// Экология озера Чаны. – Новосибирск, 1986. – С. 11–28.

УДК 597.556.331.1

ОСОБЕННОСТИ ПИТАНИЯ ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS* L., 1758) БЕЛОГО ОЗЕРА (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н. Ю. Тропин

Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Вологда, Россия. E-mail: nikolay-tropin1@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены результаты многолетних исследований питания окуня Белого озера Вологодской области. Показано, что пищевой спектр окуня включает восемь видов рыб, из которых основными являются снеток, ерш и судак. Выявлены возрастные, линейные и межгодовые закономерности питания окуня в условиях Белого озера.

Ключевые слова: питание, речной окунь, пищевой спектр, кормовой объект

FEATURES OF NUTRITION PERCH (*PERCA FLUVIATILIS* L., 1758) OF THE WHITE LAKE (VOLOGDA REGION)

N. Y. Tropin

Summary. The paper presents the results of many years of research on the nutrition of perch of the White Lake in the Vologda region. It has been shown that the food spectrum of perch includes eight species of fish, of which the main are smelt, ruff and pike perch. Age, linear and interannual patterns of perch nutrition in the conditions of White Lake are established.

Keywords: nutrition, river perch, food spectrum, feed facility

В водных объектах Вологодской области к числу наиболее распространенных видов рыб относится речной окунь (*Perca fluviatilis* L., 1758). Высокая численность в сочетании с широкими адаптационными возможностями обуславливает значимую роль данного вида в системе трофических отношений в водных экосистемах разной типологии. Известно, что пищевой спектр окуня сильно меняется в онтогенезе: наблюдается постепенный переход от потребления зоопланктонных и зообентосных кормовых объектов к типичной ихтиофагии [8; 5; 4]. Однако наибольшее значение с точки зрения выявления роли вида в системе трофических отношений в рыбном сообществе имеет анализ особенностей питания хищного окуня. Это особенно актуально для крупных и значимых в рыбопромысловом отношении водоемов, к числу которых относится и Белое озеро.

Белое озеро, расположено в западной части Вологодской области и относится к бассейну Верхней Волги. Площадь водоема составляет около 1284 км² с объемом водной массы – 525 км³. Наибольшая длина озера равняется 46 км, ширина – 33 км, при этом средняя глубина – 4,1 м, а максимальная не превышает 5,5 м [1]. Ежегодно на Белом озере осуществляется

вылов от 300 до 800 т рыбы, что составляет около 20–60% от общего объема рыбодобычи Вологодской области. Водоем характеризуется разнообразным видовым составом рыб, из которых к наиболее ценным относятся судак, снеток, лещ, щука и чехонь. К числу массовых мелкочастиковых видов относится и речной окунь, значимость которого в рыбном сообществе Белого озера в последние годы неуклонно возрастает [7].

Сбор ихтиологического материала для изучения питания окуня Белого озера проводился в осенний период по всей акватории водоема в 2007–2018 годах за исключением прибрежных участков с использованием стандартного 18-метрового донного трала конструкции ГосНИОРХ [2]. Всего было исследовано 223 экз. рыб длиной от 12 до 35 см, массой 32–910 г и возрастом 3+ – 12+. Вся рыба подвергалась полному биологическому анализу, который проводился по стандартным методикам [6]. В качестве регистрирующих структур для определения возраста окуня использовались чешуя и спилы первых лучей брюшного плавника. Обработка трофологического материала проводилась по общепринятым методикам [3]. В полевых условиях содержимое желудка извлекалось, определялась степень переваренности пищевых объектов, осуществлялась их видовая идентификация с последующим измерением линейных размеров. Для качественного и количественного анализа питания окуня использовались показатели встречаемости и численности кормовых объектов. При определении корреляционных связей между анализируемыми показателями использовался непараметрический коэффициент Спирмена (r_s , $p < 0,05$). Статистическая обработка и анализ данных проводились с использованием программы Past.

В общей сложности пищевой спектр окуня Белого озера включал восемь видов рыб: снеток (европейская корюшка) *Osmerus eperlanus*, ерш *Gymnocephalus cernuus*, судак *Sander lucioperca*, чехонь *Pelecus cultratus*, плотва *Rutilus rutilus*, лещ *Abramis brama*, густера *Blicca bjoerkna* и уклейка *Alburnus alburnus*. Кроме рыб регистрировались личинки стрекоз, растительные остатки и детрит. Наибольшую долю по встречаемости в питании окуня имела корюшка европейская (52%), которая обитает преимущественно в открытой части Белого озера и характеризуется значительными межгодовыми вариациями численности. Кроме того, данный вид имеет небольшие линейные размеры, что особенно важно для окуня с учетом анатомо-морфологических особенностей его ротового аппарата. Доля окунеобразных ерша и судака была примерно одинаковой и составляла, соответственно, 16 и 17% (рис. 1 А). Достаточно редко в питании окуня Белого озера встречались представители карпообразных – чехонь (7%) и плотва (2%), а суммарная доля леща, густеры и уклейки составляла всего 3%. Личинки стрекоз обнаруживались в пищевом комке у 2% окуней. Растительные остатки (7%) и детрит (3%) являются случайными кормовыми объектами.

Сходные результаты выявлены и в ходе количественного анализа питания окуня (рис. 1 Б). Так, наиболее многочисленными пищевыми объектами были снеток (58%), судак (20%) и ерш (14%). Значительное количественное преобладание снетка маркирует его высокую численность в условиях открытой части Белого озера, а также свидетельствует о явном преимуществе европейской корюшки как корма в силу своеобразия морфологических признаков (прогонистость тела и отсутствие колючих лучей в плавниках). Карповые рыбы (чехонь, лещ, плотва, густера и уклейка) в пищевом комке окуня в количественном отношении играют незначительную роль, а их общая доля составляла около 6%.

В целом в питании окуня Белого озера прослеживается закономерное расширение пищевого спектра с ростом окуня, а также изменение пищевой значимости основных компонентов питания. Переход к активному хищничеству наблюдалось при достижении длины 10–12 см и возраста 3+ – 4+ года. Основным кормовым объектом окуня данной возрастной группы являлся снеток (80–100%). Нужно отметить, что и в последующие возрастные этапы (5+ – 8+ лет) этот компонент является преобладающим в питании. При достижении окунем возраста 5+ – 6+ состав пищи становится более разнообразным с преобладанием снетка. В пищевом спектре появляются судак, ерш и карпообразные (плотва, чехонь и уклейка), которые в силу

увеличения общих размеров тела окуня могут потребляться в пищу. В старшевозрастных группах (9+ – 12+ лет) уменьшается частота встречаемости снетка (25–33%) с одновременным увеличением доли ерша и плотвы.

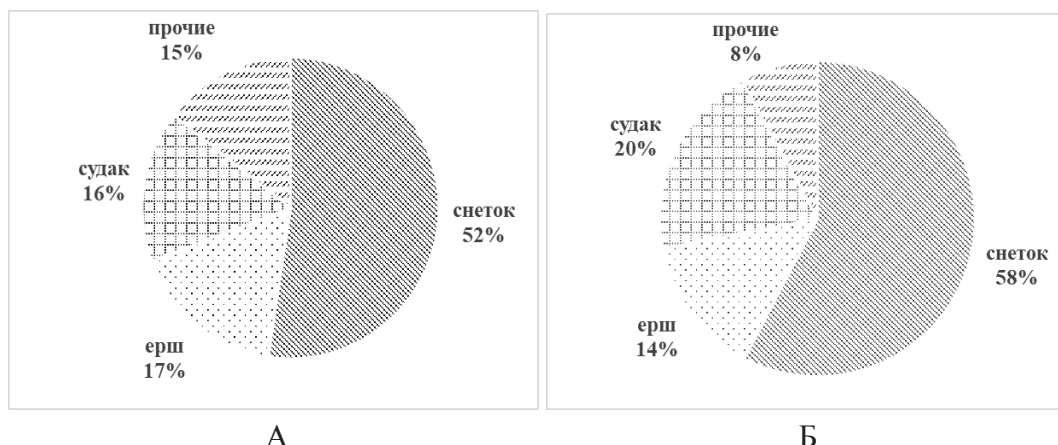


Рис. 1. Частота встречаемости (А) и численность (Б) кормовых объектов окуня-ихтиофага Белого озера

Линейные размеры кормовых объектов окуня Белого озера варьировали от 5,7 см у ерша до 12 см – у леща. Относительно небольшой длиной тела характеризовались основные компоненты питания: снеток, судак и ерш. Линейные размеры карповых рыб (густера, лещ, плотва, уклейка и чехонь) изменялись от 7,6 до 12 см. Кроме того, для окуня оз. Белое характерно увеличение доли крупных жертв с возрастом с четко прослеживаемой размерной избирательностью, которая является следствием общей закономерности питания, выявленной ранее для хищных рыб [5]. Установлена высокая статистически значимая корреляция между длиной тела окуня и линейными размерами ерша ($r_s = 0,77$ $p < 0,05$) и судака ($r_s = 0,55$ $p \leq 0,05$). В то же время достоверной корреляции между линейными размерами окуня и снетка выявить не удалось. Это свидетельствует о максимальной доступности снетка практически для всех размерных групп окуня.

Выявлено, что с возрастом происходит увеличение интенсивности питания окуня. Подтверждением этого служит увеличение среднего количества жертв, приходящихся на один желудок по мере роста линейных размеров рыб. Так, у окуней размерных групп 15–17 см и 18–20 см в желудках встречалось в среднем 1,3 экз. жертв. Наибольшее количество компонентов питания характерно для окуней длиной 24–26 см – 1,6 экз. Старшевозрастные особи потребляют более крупную рыбу, однако ее количество закономерно снижается и достигает минимального значения (1,1 экз.) у окуня размерной группы – 30–33 см.

Сравнительный анализ пищевого спектра окуня Белого озера в 2007–2018 годах выявил некоторое изменение значимости основных компонентов питания. Доля снетка была высокой и составляла около 60–65%. В 2011–2018 гг. произошло снижение доли судака с 34 до 10% при одновременном увеличении встречаемости ерша (с 6% в 2007–2010-е годы до 25% в 2010-е). Очевидно, что на фоне увеличения в питании окуня значения снетка произошла замена второго по степени значимости компонента – с судака на ерша, которое обусловлено мощной депрессией судака, происходившей в 2000-е годы на Белом озере.

Таким образом, в условиях Белого озера пищевой спектр окуня включает восемь видов рыб, из которых основными являются снеток, ерш и судак. Выявленные возрастные, линейные и межгодовые закономерности питания окуня отражают как видовые особенности данного вида, так и специфику рыбного сообщества Белого озера в целом.

Список литературы

1. Литвинов А.С. Гидрологические особенности Шекснинского водохранилища / А.С. Литвинов, В.Ф. Рощупко // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища: коллективная монография. – Ярославль, 2002. – С. 5–51.
2. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – 239 с.
3. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.
4. Огородникова В.А. Пищевые отношения массовых видов рыб Невской губы / В.А. Огородникова, О.Н. Суслопарова // Биологическая характеристика промысловых рыб Ладожского озера и Финского залива и их хозяйственное использование. Сборник научных трудов ГосНИОРХ. – Л., 1986. – Выпуск 248. – С. 126–141.
5. Попова О.А. Питание и пищевые взаимоотношения судака, окуня и ерша в водоемах разных широт // Изменчивость рыб пресноводных экосистем. – М.: Наука, 1979. – С. 93–112.
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-ть, 1966. 376 с.
7. Тропин Н.Ю. Современное состояние популяции окуня (*Perca fluviatilis* L.) Белого озера Вологодской области // Актуальные проблемы биологии и экологии: материалы тр. I (XIV) Всерос. молодежной конф. – Сыктывкар, 2007. – С. 262–264.
8. Фенюк В.Ф. Некоторые данные по питанию молоди рыб Куйбышевского водохранилища // Бюллетень Института биологии водохранилищ. – М.-Л., 1960. – №8–9. – С. 34–37.

УДК 574.626

ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА АРТЕМИИ В СОЛЕНОМ ВОДОЕМЕ

А. В. Убаськин, К. И. Ахметов, А. И. Луньков, Н. Т. Ержанов, Т. Ж. Абылхасанов

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова,
г. Павлодар, Республика Казахстан, awupawl@mail.ru

Аннотация. Проведен эксперимент по получению науплиусов артемии на отгороженном участке соленого озера в устье пресноводного ручья. Показана возможность получения посадочного материала артемии без создания искусственных условий размножения и использования инкубационного оборудования.

Ключевые слова: Артемия, соленое озеро, ручей, получение науплиусов

METHOD FOR OBTAINING PLANTING MATERIAL ARTEMIA IN SALTY WATER

A. V. Ubaskin, K. I. Akhmetov, A. A. Lunkov, N. T. Yerzhanov, T. Zh. Abylkhasanov

Summary. It was conducted the experiment to obtain *Artemia* nauplius in a salt lake fenced area at the mouth of a freshwater stream. The possibility of obtaining planting material of *Artemia* without creating artificial conditions for reproduction and use of incubation equipment is shown.

Keywords: *Artemia*, salt lake, stream, nauplius obtaining

Экосистемы соленых озер Павлодарской области Казахстана, расположенные на территориях Прииртышской равнины и Казахского мелкосопочника, в которых доминирующим

гидробионтом является *Artemia parthenogenetica* Barigozzi 1974, функционируют в условиях трансгрессивно-регрессивных циклов [5]. Значительная изменчивость климата и водного режима по годам и сезонам обуславливает неустойчивость водных экосистем, что в конечном итоге отражается на видовом разнообразии гидробионтов и их продуктивности.

Для получения стабильной продукции рачка в условиях непостоянства абиотических факторов назрела необходимость в проведении мероприятий по искусственному увеличению его численности и созданию благоприятных условий для размножения и развития.

В настоящее время предложено несколько способов и технологий по искусственному повышению продуктивности соленых озер. Науплиусов артемии получают, как правило, в инкубационных цехах с использованием стандартных солевых растворов (25–30 г/л) с добавлением активаторов [2], при повышенной солености инкубационной среды – 50 г/л [4], а также как в специальных резервуарах, так и в искусственном обустроенном водоеме-реципиенте [3].

Нами был проведен эксперимент по получению науплиусов артемии непосредственно в соленом озере Аксор ($S - 11,6 \text{ км}^2$; $H_{\text{max}} - 1,1 \text{ м}$; $H_{\text{min}} - 0,8 \text{ м}$). Минерализация озера в период эксперимента составляла 150 г/л, $\text{pH} - 8,8$.

Перед началом работ в водоеме был проведен ряд исследований в лабораторных условиях. В первом эксперименте, в инкубационных средах с искусственной соленостью (вода + $\text{NaCl} + \text{NaHCO}_3$): 20, 30, 50, 60 и 70 г/л за период в 24 ч были получены следующие показатели выклева, %: $66 \pm 4,8$ («парашюты» – 0); 70 (0,9); $35 \pm 3,5$ (6,5); $26 \pm 0,3$ (14,5); $14 \pm 4,1$ (14,5), соответственно.

Во втором эксперименте при использовании для инкубации природной воды из озера Аксор, которую разбавляли до необходимой концентрации, наблюдалась сходная тенденция снижения выклева с увеличением солености. Однако выклев в природной воде при высоких величинах солености был выше, чем в искусственном растворе (первый эксперимент) (рис. 1).

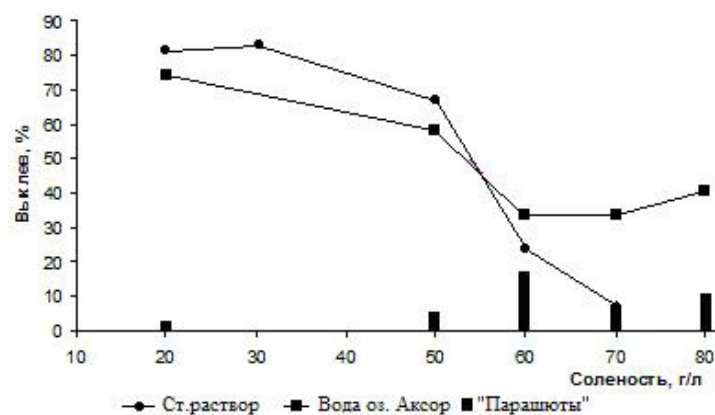


Рис. 1. Изменение величины выклева науплиусов и «парашютов» в различных инкубационных средах

Результаты проведенных экспериментов показали, что возможно проведение инкубации цист артемии в озере Аксор на участках (экотопах) с различной соленостью и при этом озерная вода будет способствовать лучшему выклевыву науплиусов.

С целью оперативной оценки темпа выклева науплиусов в период наблюдения за процессом инкубации был проведен еще один эксперимент (соленость 20 г/л, 20–22° С, активация 3% H_2O_2) с постоянной фиксацией времени появления «парашютов», пред-науплиусов и науплиусов. По его результатам были выявлены периоды появления постэмбриональных стадий развития рачка: через 1,5 ч после начала раскрытия цист (breaking stage) появляются первые «парашюты», которые через 40 мин начинают отделяться и переходить в стадию пред-науплиусов (pre-nauplius) (рис.2).

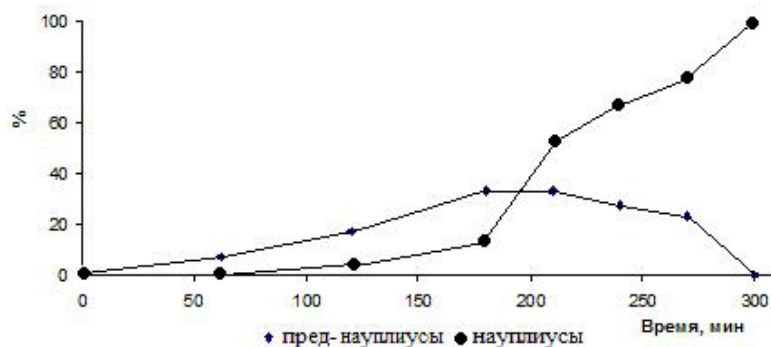


Рис. 2. Динамика изменения начальных стадий развития науплиусов

В течение последующего часа пред-науплиусы переходят в стадию активных науплиусов. Спустя 1,5–2 ч после массового появления пред-науплиусов происходит их полный переход в стадию науплиуса.

Эксперимент по получению науплиусов в озере был проведен 07–08 августа 2019 г., когда в озере находилось 3-е поколение артемии. Перед началом работ в озере был выбран прибрежный участок с впадающим в него пресноводным ручьем (рис. 3).

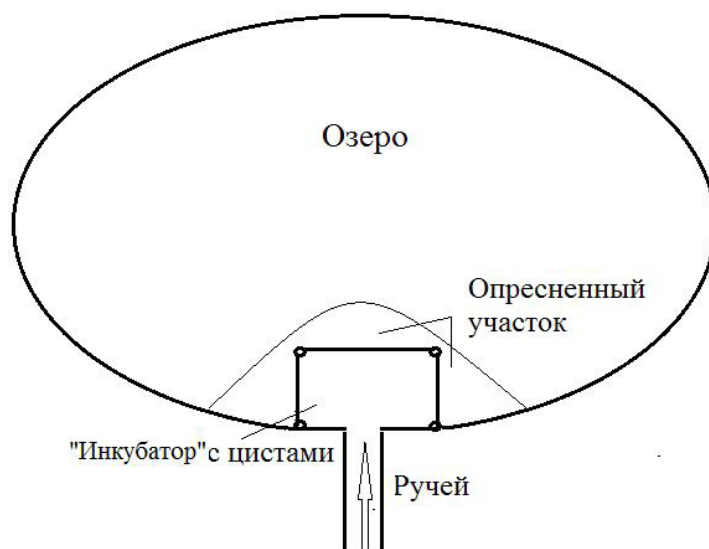


Рис. 3. Схема расположение «инкубатора» в озере

В устьевой части ручей принимает дельтообразную форму шириной около 25 м. Расход воды в ручье составлял $0,01 \text{ м}^3/\text{с}$. На последующем этапе был определен участок с соленостью 50 г/л и определены его границы. Затем этот участок («инкубатор») был отгорожен полотном из мельничного газа. Через 0,5 ч вновь уточняли соленость воды на отгороженном участке и только затем «инкубатор» был установлен окончательно. Площадь его составила 99 м^2 ($24,5 \times 4,1 \text{ м}$), средняя глубина – 4 см (2–10 см), объем воды $3,9 \text{ м}^3$.

До начала внесения цист в «инкубаторе» были взяты пробы для оценки стадий развития находящегося здесь рачка. В воде в основном присутствовали цисты – 99,5%, и небольшое количество пост-метанауплиусов II – VII стадий. Численность цист составляла не более 10 тыс. экз./ м^3 и такое количество не могло повлиять на результаты эксперимента.

Для эксперимента использовали цисты, добытые осенью 2018 г. из озера с природной водой 70 г/л, которые хранились в морозильнике при температуре минус 5°C . Перед инкубацией цисты выдерживались в тепле в течение суток.

Перед выпуском цисты предварительно гидратировали в течение 2-х часов, а затем активировали в течение 15 мин в 3% растворе H_2O_2 с концентрацией 3 мл/л. В «инкубатор» вносили цисты из расчета 8 кг сырых цист на 1 м³ воды. Всего было внесено 30 кг цист с начальным выклевом 66%. Инкубация была начата 07 августа в 15 час.

За весь период инкубации стояла жаркая погода, температура воздуха днем доходила до 33° С, ночью – 21-26° С. Температура в ручье при поступлении в озеро составляла 12-15° С. Температура воды в «инкубаторе» днем колебалась от 24 до 28° С, ночью 18-24° С.

В период проведения эксперимента выявилась одна особенность. При любом ветре, в «инкубаторе», на участках подветренной стороны, повышалась соленость из-за проникновения воды из озера (рис. 4).

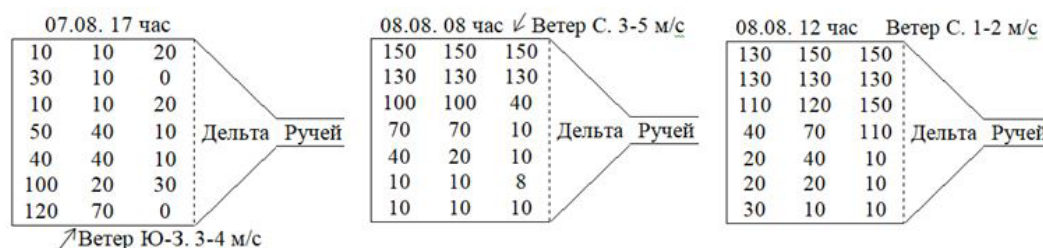


Рис. 4. Изменение солености (г/л) в «инкубаторе» за период инкубации цист

При этом цисты и выклюнувшиеся науплиусы постоянно находились в движении в солевом растворе с переменной концентрацией. В связи с этим, можно допустить, что все инкубируемые цисты пребывали как в астатичных оптимальных условиях солености (10–50 г/л), вызывающих стимулирующий эффект [1], так и испытывали стресс на участках с высокой соленостью (> 80 г/л).

Первые «парашюты» и пред-науплиусы появились через 20 часов, а массовый выклев начался через 24 часа. Выклев сопровождался появлением на поверхности воды заметных концентраций скорлупы. Через 26 часов после начала опыта выклев составил 78% и в озеро был выпущен весь опытный материал, находящийся в «инкубаторе».

Таким образом, проведенный эксперимент показал возможность получения посадочного материала артемии непосредственно в природных водоемах, имеющих участки с благоприятными условиями для инкубации цист.

Исследования выполнены при поддержке гранта ГУ «Комитет науки Министерства образования и науки Республики Казахстан» № АР05 132 859.

Список литературы

1. Кузнецов В. А. Астатичность факторов среды как экологический оптимум для гидробионтов: 03.00.16 экология: автореф. дис... д-ра биол. наук / В. А. Кузнецов. – Саратовский ГУ. – Саратов, 2005. – 44с.
2. Патент РФ № 2017413 Способ разведения цист артемии в соленых водоемах Калмыкии: № 2015 126 521, заявл. 2015.07.02; опубл. 2017.01.12 /Б. В. Батаев, В. И. Иванова, Г. Н. Кониева, Р. М. Файзиев; заяв. Калмыцкий государственный университет». – 2017. – 4 с.
3. Патент РФ № 2 626 669. Способ пастбищного культивирования и разведения артемии: №2016 119 834, заявл. 2016.05.23; опубл. 31.08.2017/ К. А. Корляков, В. В. Шапашников, Л. Л. Лопатин, И. Л. Лопатин. – 2017. – 4 с.
4. Патент РФ №2 688 378 Способ увеличения продукции цист артемии в гипергалинных озерах: №2 018 108 245, заявл. 06.03. 2018; опубл. 21.05.2019/ Л. И. Литвиненко, К. В. Куцанов – 2019. – 10 с.
5. Убаськин А. В. Эколого–биологические особенности рачка *Artemia* (Crustacea, Anostraca) соленых озер Павлодарской области (Республика Казахстан): 03.00.16 экология: автореф. дис... канд. биол. наук/ А. В. Убаськин. – Ом. гос. пед. ун-т. – Омск, 2005. – 21 с.

СОСТОЯНИЕ НЕРЕСТОВОГО СТАДА ОКУНЯ *PERCA FLUVIATILIS* L. В ОЗ. ИК ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. Цапенков, В. Ф. Зайцев, Н. В. Рассказов

Новосибирский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Новосибирск, Россия.

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. Дана характеристика водоема. Изучено современное состояние нерестового стада окуня оз. Ик. Представлены размерно-возрастной состав самок окуня и их плодовитость.

Ключевые слова: окунь, стадо, размерно-возрастная характеристика, плодовитость.

STATE OF THE SPAWNING STOCK OF PERCH *PERCA FLUVIATILIS* L. IN LAKE IK OMSK REGION

A. V. Tsapenkov, V. F. Zaitsev, N. V. Rasskazov

Summary. The characteristic of a reservoir is given. The studied current state of the spawning herd of perch of lake Ik. The size and age composition of female perch and their fertility are presented.

Keywords: Perch, herd, size-age characteristic, fecundity.

Оз. Ик находится на юге Западно-Сибирской равнины, в междуречье Ишима и Иртыша. Площадь озера составляет 7,1 тыс. га. В оз. Ик впадают три реки: Яман с юго-запада, Крутиха с юга и Грязнуха с востока. В северо-восточной части из озера вытекает р. Китьерма, впадающая в оз. Салтаим-Тенис. Средняя глубина оз. Ик составляет 3,5 м, максимальная – 4,5 м (весной в паводок – до 5 м).

В 2009 г. на истоке р. Китьерма было установлено переливное устройство (трубы) для поддержания уровня воды в озере. В результате чего, зимних заморов в последние годы не отмечено. Грунты озера в бентали представлены иловыми отложениями толщиной до 0,4–0,7 м. Прибрежную полосу устилают пески общей площадью около 550 га [1].

Вода в оз. Ик по химическому составу относится к гидрокарбонатно-хлоридному классу натриевой группы. В зимний период минерализация воды повышается, весной и летом минерализация снижается за счет поступления талых и дождевых вод. Общая минерализация воды в озере колеблется от 1,0 г/л в весенне-летний период до 2,2 г/л в зимний период.

Основная водная растительность оз. Ик представлена тростником обыкновенным, который узкой полосой с перерывами тянется вдоль берегов. Зарастаемость водоема тростником составляет около 15%, что полностью обеспечивает нерестовое стадо окуня нерестовым субстратом. Кроме того имеются заросли мягкой водной растительности (рдесты, роголистник, ряска), занимающей около 10% акватории оз. Ик. Почти каждое лето в озере отмечается массовое «цветение» воды – обильное развитие зеленых и синезеленых водорослей.

В составе ихтиофауны оз. Ик в настоящий период отмечены следующие промысловые виды: карась – *Carassius auratus gibelio* (Bloch), обыкновенный окунь – *Perca fluviatilis* (L.), лещ – *Abramis brama* (L.), судак – *Sander lucioperca* (L.), щука – *Esox lucius* (L.), пелядь – *Coregonus peled* (Gmelin), карп (сазан) – *Cyprinus carpio* (L.) и не промысловые виды: верховка – *Leucaspius delineatus* (Heck), пескарь – *Gobio gobio* (L.), ротан – *Perccottus glenii* (Dybo).

Обыкновенный окунь – аборигенный вид, приспособленный к обитанию в водоемах региона. При благоприятных условиях обитания может становиться доминирующим видом в водоеме, что наблюдалось на оз. Ик в прошлые годы [1].

После зимнего замора в 1979 г. окунь в озере впервые был отмечен промысловой статистикой только в 2013 г. Вылов составил 10 т. Промысловые запасы окуня были представлены всего тремя возрастными группами от 2+ до 4+. В уловах преобладали особи в возрасте 3+.

Продолжительность жизни обыкновенного окуня обычно около 10 лет. Преобладание в озере особей в возрасте 2+ – 3+ и отсутствие особей старше 4+ характеризовало его стадо, как молодое. По-видимому, произошло несанкционированное вселение окуня несколько лет назад. Об этом также можно судить по отсутствию окуня в траловых уловах прежних лет. Из-за небольших размеров особи до двух лет проскальзывали через ячею (30 мм) кутка трала в предыдущие годы. В 2015 г. в траловых уловах отмечено уже 4 возрастные группы. В уловах по численности преобладали особи в возрасте 3+ (таблица 1). Уловы составили 120 т. В 2016 г. вылов составил – 130 т. Основное промысловое стадо составляли особи в возрасте 3+ – 4+. Промысловые уловы в 2017 г. составили 200 т или 57,8% от общего вылова. В 2018 г. объемы вылова окуня выросли до 370 т, составив 69,4% от всего улова рыбы в водоеме. Окунь стал основным промысловым видом в водоеме [2].

Таблица 1. Возрастной состав окуня в оз. Ик из промысловых уловов в разные годы, %.

Возраст, лет	Год						
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2+	12,7	25,9	19,6	16,6	23,9	18,9	19,9
3+	83,6	46,0	42,2	44,2	44,1	48,6	52,4
4+	3,6	25,3	32,4	33,6	26,6	25,7	23,0
5+	-	2,8	5,8	5,5	5,1	6,8	3,8
6+	-	-	-	-	0,3	-	0,9
Средний	2,9	3,1	3,2	3,3	3,1	3,2	3,1

Анализируя возрастную структуру облавливаемой части стада окуня, видим, что данный вид впервые вступает в промысел в возрасте двух лет. Основу уловов составляют особи в возрасте 3+. При этом, в период с 2013 по 2016 гг. средний возраст стада окуня увеличивался в результате накопления рыб старшего возраста. В 2017 г. средний возраст промыслового стада окуня несколько снизился за счет вступления в промысел многочисленных генераций, появившихся в 2013–2014 гг., и в результате увеличения промысловой нагрузки.

В ходе исследований было отмечено, что окунь в озере начинает нереститься в начале мая при температуре воды 8–9 °С. Активный нерест окуня проходит в середине мая при температуре воды 9–10 °С. К концу 2 декады – началу 3 декады мая нерест заканчивается.

Половое созревание самок окуня в оз. Ик наступает в возрасте 3-х лет. Минимальная длина самок в этом возрасте составляет 16 см, масса – 86 г. Массовое половое созревание самок окуня наступает в возрасте 4-х лет при длине 18–23 см и массе 145–256 г (таблица 2).

Таблица 2. Размерно-возрастная характеристика самок окуня в оз. Ик, май 2019 г.

Возраст, лет	Масса, г		Длина, см		Кол-во исследуемых рыб, %	Коэфф. упит. по Кларк
	средняя	колебания	средняя	колебания		
3	17,5±0,2	16–19	113,5±4,7	86–165	21,4	1,72
4	20,5±0,2	18–23	205,6±6,5	145–256	44,3	1,93
5	23,2±0,3	22–25	289,3±4,8	259–307	25,7	1,88
6	26,1±0,3	25–28	368,5±20,4	307–471	8,6	1,68
среднее	21,4	16–28	237,6	86–471	100,0	-

В 2019 г. в нересте участвовали особи четырех возрастных групп – от 3 до 6 лет. Основу нерестового стада составляли 4-летние особи. Соотношение полов на нерестилищах близко 1:2, с преобладанием самок.

Для половозрелых самок окуня оз. Ик с возрастом характерно относительно равномерное нарастание длины и массы тела. При этом, коэффициент упитанности по Кларк у самок во всех возрастных группах отличается незначительно, что свидетельствует о близких условиях нагула в водоеме для всех возрастных групп окуня.

В свою очередь средняя абсолютная плодовитость (АП) окуня находится в прямой зависимости от линейных размеров. С увеличением длины тела самок плодовитость окуня возрастает от 21,1 тыс. икринок до 54,6 тыс. икринок.

Средняя относительная плодовитость (ОП) в возрасте от 3+ до 4+ лет увеличивается от 186,1 до 190,3 икринок на 1 г массы тушки без внутренностей, в последующие годы уменьшается (рисунок 1).

Рис. 1. Возрастная динамика средней абсолютной (АП) и средней относительной (ОП) плодовитости окуня оз. Ик

Благодаря оптимальным экологическим условиям среды и высокой репродуктивной способности окунь стал доминирующим видом в оз. Ик. Согласно проведенным исследованиям в ближайшие годы предполагается повышение численности и уловов окуня. Стратегия промысла основного объекта рыболовства – окуня должна быть направлена на поддержание запаса в целях устойчивого рыболовства.

Список литературы

1. Битехтина В. А. Гидробиологическое исследование озера Ик и изучение опыта акклиматизации в нем леща: автореф. дис... канд. биол. наук. / Битехтина В. А. – ТГУ им. В. В. Куйбышева. – Томск, 1964. – 22 с.
2. Цапенков А. В. Современное состояние популяции окуня *PERCA FLUVIATILIS* L. в оз. Ик Омской области / А. В. Цапенков, В. Ф. Зайцев // VII Международная конференция молодых ученых НАСИ, (11–14 декабря 2018 г., г. Горки, Беларусь.). – Горки, 2018 – С. – 60.

УДК: 556.5.042:597–152.6 (282.247.41)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ПРИГОДНОСТИ ГЛУБОКОВОДНОГО МЕСТА ВОДНОГО ОБЪЕКТА К ЗИМОВКЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ И ПОЛУЧЕНИЯ СТАТУСА РЫБОЗИМОВАЛЬНОЙ ЯМЫ

С. П. Чехомов, В. В. Барабанов

Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), г. Астрахань, Россия,
e-mail: astraserg82@mail.ru

Аннотация. В данной статье авторами рекомендованы основные гидрологические, батиметрические и ихтиологические параметры исследований зимовальных ям, на основании которых подтверждается или пересматривается их статус, как зимовальной ямы. Предлагается установление нормативных границ рыбозимовальных ям по новой схеме.

Ключевые слова: зимовальная яма, гидрологические, батиметрические, ихтиологические исследования, дельта р. Волги.

METHODOLOGICAL SOLUTIONS FOR ASSESSING THE SUITABILITY OF A DEEP-WATER PLACE OF A WATER BODY FOR WINTERING AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES AND OBTAINING THE STATUS OF A FISHING PIT

S. P. Chekhomov, V. V. Barabanov

Summary. In this article, the authors recommended the main hydrological, bathymetric and ichthyological parameters of research wintering pits, on the basis of which confirmed or revised their status as a wintering pit. It is proposed to establish the regulatory boundaries of fishing pits under the new scheme.

Keywords: winter pit, hydrological, bathymetric, ichthyological studies, Delta of the Volga river.

Предлагаемая методика комплексных исследований зимовальных ям впервые была апробирована в 2017 г. при обследовании шести объектов (глубоководные участки на р. Желтая, ер. Коровий, р. Зюйдева, зимовальная яма «11-я Огневка», глубоководные участки в пределах зимовальной ямы «Мартышка» дельты р. Волги).

Предлагается исследования зимовальных ям проводить посезонно и охватывать периоды, включающие как саму зимовку рыб, так и массовые миграции в сторону ям перед зимовкой и их покидания по ее окончании. Таким образом, наблюдения должны охватывать осенне-зимний период, весенний и летний периоды. Известно, что с понижением температуры воды в осенне-зимний период полупроходные и речные рыбы (сазан, вобла, лещ, судак, сом, густера, чехонь, синец и др.) концентрируются на зимовальных ямах или в местах пригодных для их зимовки. Исследования в начале весны, когда производители рыб, особенно теплолюбивые (сазан, сом, толстолобики) только начинают покидать места своих зимовок, позволяют полноценно оценить видовой состав прозимовавшей ихтиофауны ям. Кроме того, этот период характеризуется весенней меженью в реках. А в летний период, для большинства ихтиофауны, зимовальные ямы являются зоной покоя и отдыха

Гидрология и батиметрия. Измерение скоростей течения рекомендуется проводить в трех точках (выше по течению до ямы, на яме, ниже по течению от ямы), на трех горизонтах (поверхность, толща воды, у дна) (рис. 1). Чередование продольных и поперечных профилей позволит зафиксировать резкое понижение рельефа дна и, тем самым, обнаружить границы ямы. Выбор точек замера скоростей течения обусловлен разным характером движения потока воды в русле водотока в местах образования глубоководных мест. Как правило, максимальная скорость течения фиксируется выше по течению от ямы. Непосредственно на яме скорости течения низкие, с минимальными показателями у дна, зачастую водоворотом вызывается обратное течение. Ниже ямы происходит увеличение скорости потока.

Наличие значительного перепада глубин на границе русло водотока/яма и резкое снижение скоростей течения на яме являются одним из главных критериев отнесения глубоководного места к рыбозимовальным ямам.

Анализ данных, полученных в ходе гидрологической и батиметрической съемки, позволяет сделать вывод о пригодности глубоководного места к массовой концентрации ямных видов рыб в зимний период.

Но окончательно судить о статусе глубоководного места как рыбозимовальной ямы можно только после натурных ихтиологических исследований.

Ихтиологические исследования. Так как ямы дельты Волги являются местами скопления производителей полупроходных и речных рыб (особенно сазана, сома, леща, воблы, толстолобиков и др.) необходима оценка их концентраций и видового состава. В первую очередь, рыбохозяйственные исследования нацелены на установлении различий в плотностях концентраций водных биоресурсов в яме и в ближайшем русле реки, а также оценки видового состава ихтиоценоза. Сравнительный анализ видового состава уловов на ямах и на участках, прилегающих к ним позволяет подтвердить, что ямы являются рабочими и служат местами скопления рыб,

особенно в осенне-зимний периоды, в первую очередь так называемых «ямных» рыб, а именно сазана, сома, судака, леща, воблы, толстолобиков и др. Сбор и обработка материалов проводится по стандартным методикам (Правдин, 1966; Инструкция..., 2011). Определяется видовой состав улова (Казанчеев, 1963; Решетников, 1968; 1998; Берг, 1949; Никольский, 1971).

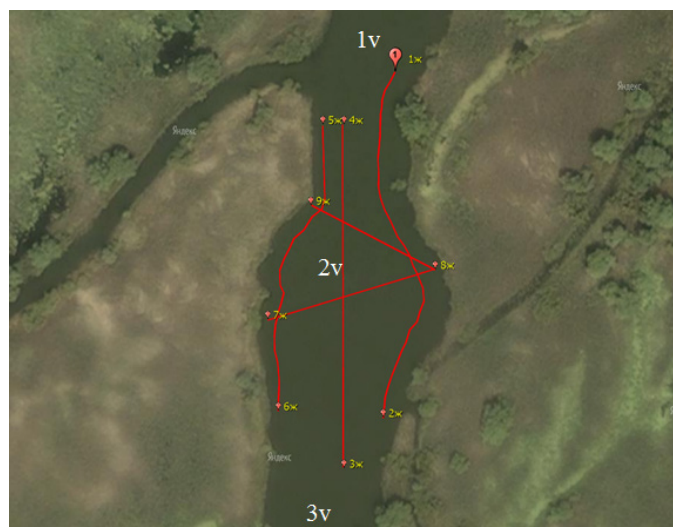


Рис. 1. Схема профилей (1ж-2ж, 3ж-4ж и т.д.) и расположение точек замера скоростей течения (1v, 2v, 3v)

Ввиду необходимости установления нормативной границы рыбозимовальной ямы с особым правовым режимом в целях сохранения водных биоресурсов с учетом характеристик и возможностей разрешенных орудий лова, предлагается проводить, в общем случае, нормативную верхнюю границу на расстоянии 100 м от крайней верхней точки верхней фактической границы рыбозимовальной ямы, нормативную нижнюю границы на расстоянии 100 м от крайней нижней точки нижней фактической границы рыбозимовальной ямы (Рисунок 2).

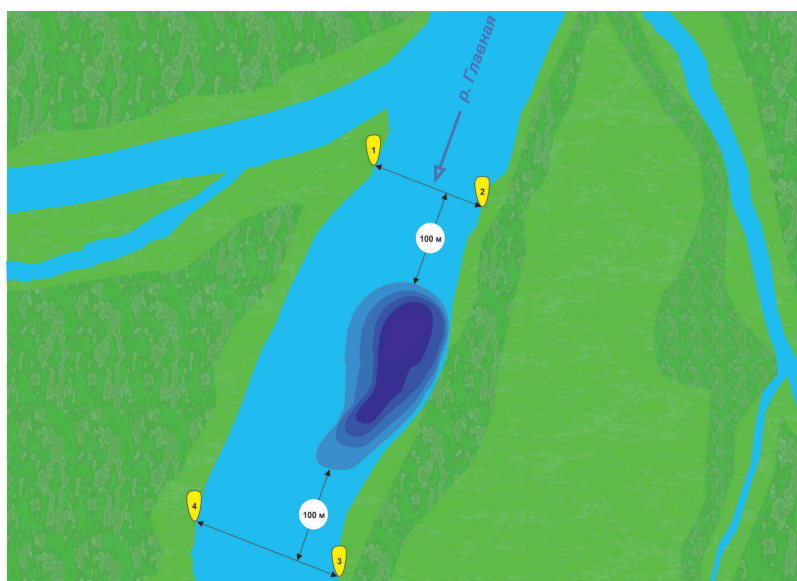


Рис. 2. Предлагаемая схема для определения расположения поворотных точек номинальных границ

При осуществлении плановых работ по изучению рыбозимовальных ям предлагается производить их в каждый сезон года (весенняя межень, весенне-летний максимум, осенняя межень, зимняя межень) в не менее чем два смежных года с различными условиями водности.

С учетом имеющихся наблюдений предлагается установить такой режим обследования рыбозимовальных ям, который бы предполагал изучение в год 6–10 рыбозимовальных ям и объектов-кандидатов, с периодичность повторного обследования в течение 10 лет.

Список литературы

1. Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России / под ред. Ю. С. Решетникова. – М.: Наука, 1998. – 218 с.
2. Атлас пресноводных рыб России в двух томах / под ред. Ю. С. Решетникова. – М.: Наука, 2002. – Т. 1. – 380 с.
3. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – Т. 2. – 458 с.
4. Казанчев Е. Н. Рыбы Каспийского моря. – М.: Рыб. хоз-во, 1963. – 180 с.
5. Никольский Г. В. Частная ихтиология. – М.: Высш. шк., 1971. – 472 с.
6. Инструкция по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. – Астрахань: КаспНИРХ, 2011. – 351 с.
7. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М., 1966. – 335 с.

УДК 591.639

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЫБОЗАЩИТНОГО УСТРОЙСТВА НА ВСАСЫВАЮЩЕМ ОГОЛОВКЕ ВОДОЗАБОРА (РУСЛО ВЕРХНЕЙ ОБИ)

Е. Н. Ядренкина

Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск. Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск. E-mail: Yadrenkina@ngs.ru

Аннотация. Проведен мониторинг пространственного распределения и видового состава рыб в Верхней Оби в зоне расположения водозабора (ВЗ) с целью оценки эффективности рыбозащитного устройства (РЗУ). Высокие показатели эффективности РЗУ в отношении попадания рыб в систему ВЗ (100%) определяются, с одной стороны, конструкцией оголовка ВЗ, его расположением в удалении от мест локализации рыб младших возрастных групп в русле реки, с другой, – способностью рыб сопротивляться скорости потока, поступающего в систему ВЗ.

Ключевые слова: рыбы, видовой состав, мониторинг, рыбозащитное устройство, водозабор, река Обь.

THE EFFICIENCY OF FISH PROTECTION DEVICE OF THE SUCTION HEAD OF THE WATER INTAKE (UPPER OB RIVER)

E. N. Yadrenkina

Summary. In order to assess the effectiveness of the fish protection device, the spatial distribution and species composition of fish were monitored in the Upper Ob near water intake zone. High level of the fish protection device (100%) is associated with the construction of water intake and its remoteness from the localization of fish in the river bed, on the one hand, and the ability of fish to overcome high speed of river flow, on the other.

Key words: fish, fish community, monitoring, fish protection device, water intake, the Ob river.

Введение

Оценка ущерба рыбным запасам, наносимым деятельностью предприятий, является прикладным научным исследованием, опирающимся на результаты изучения характера, продолжительности и силы воздействия на среду обитания и воспроизводство водных биоресурсов. Для решения поставленных задач необходимы сведения по видовому богатству, показателям численности и биомассы сообществ водных организмов. Результаты мониторинга позволяют выявить закономерности пространственно-временного распределения гидробионтов, продуктивность водных биологических ресурсов в зоне расположения Предприятий, деятельность которых связана с водопотреблением и водоотведением. В свете современных экологических проблем эти сведения необходимы при организации рационального природопользования, а также при планировании рыбоохранных и рыбохозяйственных мероприятий.

Магистральное русло Оби в зоне действия ВЗ Предприятия (ООО «НЗКХ-Энергия») характеризуется постоянным и сильным течением, относительно равномерным распределением температуры в водном столбе, твердым и плотным субстратом ложа реки, отсутствием макрофитов на стрелке и слабым развитием прибрежной водной растительности.

Комплекс водозаборных сооружений централизованного хозяйственно-питьевого водопровода расположен в черте г. Новосибирска. Оголовок находится на судовом ходу реки на расстоянии 2955 км от устья Оби, на участке 708.0–708.5 км лоцманской карты, в 30 км ниже плотины Новосибирской ГЭС, в 430 м удаления от насосной станции 1-го подъема (примерно в 200 метрах от правого берега реки на глубине 7 метров). Всего от оголовка отведено 3 всасывающих трубопровода диаметром 800 мм и один диаметром 900 мм. С целью повышения эффективности рыбозащитных мероприятий используются конструктивное усовершенствование всасывающего оголовка, связанные с использованием мелкоячеистых сороудерживающих решеток и их гуммирования.

Материал и методы

В летний период 2018–2019 гг. произведены контрольные обловы рыб в реке Обь в зоне влияния ВЗ (точка 1–55°02'47.21"СШ, 82°49'40.49"ВД; точка 2–55°02'47.62"СШ, 82°49'39.80"ВД; точка 3–55°02'47.36"СШ, 82°49'40.77"ВД; точка 4–55°02'47.77"СШ, 82°49'40.07"ВД.) с использованием активных и пассивных орудий лова: малькового невода. В зимний период 2019 г. (февраль) оценивали распределение рыб в русле реки с использованием эхолота.

Изучение распределения рыб проведено в реке Обь в зоне расположения ВЗ с использованием малькового невода (размер ячеи 4×4 мм, размах крыльев 10 м) и разноячеистых жаберных сетей. Отловлено 417 экз. рыб в 2018 г. и 152 экз. – в 2019 г. Общий биологический анализ рыб проведен в условиях лаборатории по методике И. Ф. Правдина [7]. При анализе уловов оценивали численность, биомассу и видовой состав рыб с учетом размерно-возрастного состава. Всего общему биологическому анализу подвержено 569 экз.

Расчет ущерба, наносимого водным биологическим ресурсам от деятельности ВЗ, проведен по Методике исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам [3].

Эффективность РЗУ оценивали по результатам ежедекадного контроля попадания рыб в водоприемный колодец системы ВЗ по результатам протягивания сети Джели через весь столб воды (18 м) и сбора всех гидробионтов, смываемых с сороудерживающих решёток водоприемного колодца.

Результаты и обсуждение

В среднем рыбопродуктивность в русловой части Верхней Оби варьирует от 30 до 180 кг/км (менее 5 кг/га) [1]. Специалисты отмечают бесперспективность интенсификации промысла в речном русле, поскольку для Верхней Оби (за исключением Новосибирского водохранилища) характерен краткосрочный период промысла (добыча ведется в апреле-мае – в период преднерестовых концентраций рыб и самого нереста, а в летне-осенний период межени промысел нерентабелен).

В русле Верхней Оби в границах Новосибирской области в настоящее время обитает 28 видов рыб и многообразных, относящихся к двум классам и 13-ти семействам [1]. Семь из них составляют группу чужеродных видов (25% видового богатства). Список многообразных и рыб, обитающих в русле Оби в границах Новосибирской области включает [6]:

КЛАСС МИНОГИ – CEPHALASPIDOMORPHY

ОТРЯД МИНОГООБРАЗНЫЕ – PETROMYSONTIFORMES

СЕМЕЙСТВО МИНОГОВЫЕ – Petromyzontidae

1. Камчатская (японская) минога – *Lethenteron camtchaticum* (Tilesius, 1811)
2. Сибирская минога – *Lethenteron kessleri* (Anikin, 1905)

КЛАСС ЛУЧЕПЕРЫЕ РЫБЫ – ACTINOPTERYGII

ОТРЯД ОСЕТРООБРАЗНЫЕ – ACIPENSERIFORMES

СЕМЕЙСТВО ОСЕТРОВЫЕ – Acipenseridae

3. Сибирский осётр – *Acipenser baerii* Brandt, 1869
4. Стерлядь – *Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758

ОТРЯД КАРПООБРАЗНЫЕ – CYPRINIFORMES

СЕМЕЙСТВО КАРПОВЫЕ – Cyprinidae

5. Лещ – *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) *
6. Уклейка – *Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758) *
7. Серебряный карась – *Carassius auratus* (Linnaeus, 1758) *
8. Сазан (каarp) – *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1759*
9. Пескарь – *Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)
10. Верховка – *Leucaspis delineatus* (Heckel, 1843) *
11. Язь – *Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758)
12. Елец – *Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758)
13. Обыкновенный гольян – *Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758)
14. Плотва – *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)

СЕМЕЙСТВО БАЛИТОРЕВЫЕ – Balitoridae

15. Сибирский голец-усач – *Barbatula toni* (Dybowski, 1869)

СЕМЕЙСТВО ВЬЮНОВЫЕ – Cobitidae

16. Сибирская щиповка – *Cobitis melanoleuca* Nichols, 1925

ОТРЯД ЩУКООБРАЗНЫЕ – ESOCIFORMES

СЕМЕЙСТВО ЩУКИ – ESOCIDAE

17. Обыкновенная щука – *Esox lucius* Linnaeus, 1758

ОТРЯД ЛОСОСЕОБРАЗНЫЕ – SALMONIFORMES

СЕМЕЙСТВО СИГОВЫЕ – Coregonidae

18. Муксун – *Coregonus muksun* (Pallas, 1814)
19. Пелядь (сырок) – *Coregonus peled* (Gmelin, 1789)
20. Нельма (белорыбца) – *Stenodus leucichthys* (Guldenstadt, 1772)

СЕМЕЙСТВО ХАРИУСОВЫЕ – Thymallidae

21. Сибирский хариус – *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776)

СЕМЕЙСТВО ЛОСОСЕВЫЕ – Salmonidae

22. Обыкновенный таймень – *Hucho taimen* (Pallas, 1773)

ОТРЯД ТРЕСКООБРАЗНЫЕ – GADIFORMES

СЕМЕЙСТВО НАЛИМОВЫЕ – Налимовые

23. Налим – *Lota lota* (Linnaeus, 1758)

ОТРЯД GASTEROSTEIFORMES – КОЛЮШКООБРАЗНЫЕ

СЕМЕЙСТВО КОЛЮШКОВЫЕ – Gasterosteidae

24. Аральская колюшка – *Pungitius platygaster aralensis* (Kessler., 1877)*

ОТРЯД СКОРПЕНООБРАЗНЫЕ – SCORPAENIFORMES

СЕМЕЙСТВО РОГАТКОВЫЕ – Cottidae

25. Сибирский подкаменщик – *Cottus sibiricus* Warpachowski, 1889

ОТРЯД ОКУНЕОБРАЗНЫЕ – PERCIFORMES

СЕМЕЙСТВО ОКУНЕВЫЕ – Percidae

26. Обыкновенный ёрш – *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758)

27. Речной окунь – *Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758

28. Обыкновенный судак – *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)*

Примечание: * – чужеродные виды

В зоне проведения исследований скопления рыб отмечали только в прибрежной зоне реки. Поскольку большинство карповых выметывают икру на растительности прибрежных мелководий, то именно на этих участках агрегируют личинки и осуществляет нагул молодь первого года жизни. Поэтому вполне объяснимо, что на участках речного русла с глубинами более 1.5 м, молодь рыб не обнаружена. Всего зарегистрировано 11 видов (табл. 1).

В 2018 г. в составе ихтиофауны по численности доминировали елец, плотва и лещ, составившие 36%, 30% и 23% соответственно. Язь и верховка составили группу субдоминантов (рис. 1). По биомассе доминировали лещ и елец – 47% и 33%, к субдоминантам относятся язь, плотва и верховка. В уловах рыбаков-любителей в зоне проведения работ зарегистрированы окунь и судак. Возрастной состав рыб ограничен неполовозрелыми особями в возрасте 1+ – 2+ лет. Возрастной состав ельца включает особей 1+– 3+ лет, плотвы – 1+, леща – 1+– 4+, верховки – 1+– 3+, язя – 1+.

В 2019 г. Комплекс доминантов также составили плотва и елец (90% от общей численности), лещ вошел в группу субдоминантов (6%), уклея, сибирская щиповка, ерш и щука составили 4% (рис. 2). В уловах рыбаков-любителей в зоне проведения работ зарегистрированы окунь и судак. Возрастной состав рыб ограничен неполовозрелыми особями в возрасте 1+ – 2+ лет.

Результаты съемки с использованием эхолота свидетельствуют о распределении рыб в зимний период вдоль прибрежной части русла реки до глубины 3–4 м. В уловах рыбаков-любителей зарегистрированы окунь и плотва (преобладали особи в возрасте 3+ – 5+ лет).

Важно отметить, что за весь период мониторинга случаи попадания рыб непосредственно в водоприемный колодец ВЗ не зарегистрированы. Так, в весенне-летний период 2019 г. еженедельно (май – июнь) мы провели учеты возможности попадания личинок рыб в систему ВЗ с использованием сети Джеди путем 3-х – 5-ти кратных вертикальных «протягов» через весь водный столб водоприемного колодца. Независимо от частоты и времени суток (в утренние, дневные и вечерние часы) попадание личинок рыб в систему ВЗ не выявлено.

Таблица 1. Список видов рыб, зарегистрированных в зоне водозабора (р. Обь, июнь 2018 г. и 2019 г.)

Русское название	Латинское название
1. Лещ	<i>Abramis brama</i> Linnaeus, 1758
2. Верховка	<i>Leucaspis delineatus</i> (Heckel, 1843)
3. Язь	<i>Leuciscus idus</i> (Linnaeus, 1758)
4. Елец	<i>Leuciscus leuciscus</i> (Linnaeus, 1758)
5. Плотва	<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)
1. Щиповка	<i>Cobitis melanoleuca</i> Nichols, 1925
2. Ерш	<i>Gymnocephalus cernuus</i> (Linnaeus, 1758)
3. Окунь	<i>Perca fluviatilis</i> Linnaeus, 1758
4. Судак	<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)
5. Щука	<i>Esox lucius</i> Linnaeus, 1758

Далее бинарные названия рыб будут приведены в сокращении (плотва, щиповка, ерш, окунь, судак, щука).

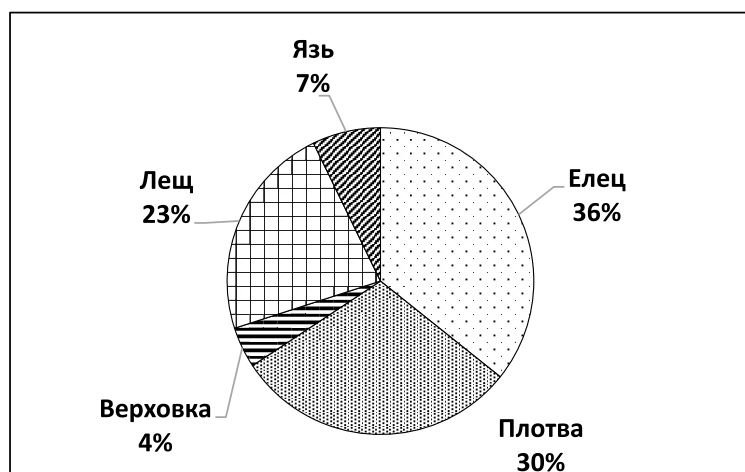


Рис. 1. Видовой состав рыб в р. Оби в зоне водозабора (июнь, 2018 г.), в % от общей численности.

Для решения вопроса о способности рыб сопротивляться потоку воды, поступающей в систему ВЗ, проведена оценка скорости течения в водоприемных трубах, расположенных в русле реки. С учетом диаметра труб (общая площадь сечения которых составляет 2.1 м) и объемов забираемой воды (около 30000 м³/сут. по фактическим данным), скорость потока составляет около 0.2 м/сек. Такие показатели скорости течения в несколько раз ниже критических значений для речных рыб [4; 5]. Известно, что речные виды карповых рыб не сносятся потоком воды, скорость которого менее 0.7 м/с [9], и свободно в нем перемещаются. Например, скорость движения щуки разных размерно-возрастных групп превышает 1.4 м/с, плотвы – 1.2 м/с, уклейки – 0.5 м/с, леща – 0.1 м/с, карася – выше 0.2 м/с, судака – более 0.6 м/с, окуня – более 0.4 м/с [8]. Сеголетки карповых длиной 24–32 мм (на примере плотвы) свободно преодолевают скорость потока 0.2 м/с [2].

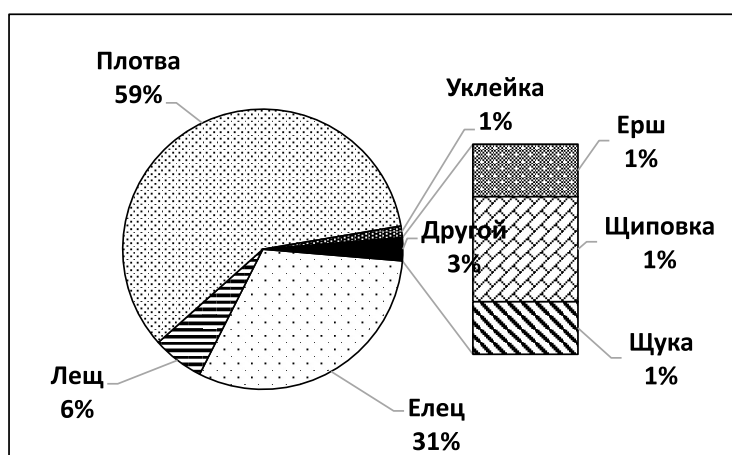


Рис. 2. Видовой состав рыб в р. Оби в зоне водозабора (июнь, 2019 г.), в % от общей численности.

Таким образом, состав рыбного населения на исследуемом участке русла Верхней Оби представлен одиннадцатью видами рыб преимущественно младших возрастных групп. РЗУ,

установленное на фарватере реки на глубине 7 м, препятствует попаданию рыб в систему ВЗ. Эффективность РЗУ в отношении разных видов рыб составляет 100%, что связано не только с конструкцией сооружения, но и способностью рыб преодолевать скорость потока, поступающего в водоприемный колодец.

Благодарности

Автор выражает благодарность А. В. Ядренкину, кандидату геолого-минералогических наук, с.н.с. Института геологии и геофизики СО РАН, за организацию и проведение отлова рыб в зоне проведения работ, а также аспиранту дневного отделения аспирантуры ИСиЭЖ СО РАН А. В. Мишакину за контроль попадания рыб и гидробионтов в водоприемный колодец ВЗ.

Работа выполнена при финансировании базового проекта ИСиЭЖ СО РАН № госрегистрации АААА-А16-116 121 410 122-4.

Список литературы

1. Журавлев В. Б. Рыбы бассейна Верхней Оби. – Барнаул, изд-во АлтГУ, 2003. – 285 с.
2. Звездин А. О. Этологические и физиологические показатели сеголеток плотвы *Rutilus rutilus* из разных мест обитания в одной реке / А. О. Звездин, В. В. Костин, А. С. Маврин, В. И. Мартемьянов // Поведение рыб. – Кострома, 2014. – С. 68–73.
3. Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам (зарегистрирована в Минюсте РФ 05.03.2012 г. № 23 404).
4. Павлов Д. С. Отношение молоди рыб к потоку воды и ориентация в нем // Зоологический журнал, 1966. – Т. 45. – Вып. 6. – С. 891–896.
5. Павлов Д. С. Биологические основы управления поведением рыб в потоке воды. – М.: Наука, 1979. – 319 с.
6. Попов П. А. Рыбы Сибири. – Новосибирск: Изд-во НГУ, 2007. – 526 с.
7. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 374 с.
8. Радаков Д. В. Скорости движения и некоторые особенности зрения рыб / Д. В. Радаков, В. Р. Протасов. – М.: Наука, 1964. – 149 с.
9. Столбунов И. А. Морфо-функциональные и поведенческие различия некоторых тропических карповых видов рыб (Cyprinidae) из разнотипных местообитаний // Вестник Днепропетровского университета. Экология. – 2012. – Вып. 20. – С. 112–118.

III. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД В ВОДОЕМАХ

УДК 575.224.23

БИОТЕСТИРОВАНИЕ КЛАСТОГЕННЫХ ЭФФЕКТОВ ПРЕСНОВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ АРМЕНИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МОДЕЛЬНОГО ТЕСТ-ОБЪЕКТА

Р. Э. Авалян, Э. А. Агаджанян, А. Л. Атоянц, Р. М. Арутюнян

Ереванский государственный университет, НИИ «Биология», г. Ереван
Армения, e-mail: re_avalayan@mail.ru

Аннотация. Проведено биотестирование уровня кластогенности воды реки Раздан (Армения) с применением микроядерного теста модельной тест системы *Традесканции* (клон 02). При изучении его двух основных тест-критериев наблюдалось повышение уровня тетрад с микроядрами и микроядер в тетрадах во всех изученных водных пробах по сравнению с условно фоновым вариантом с максимальным проявлением в образце – Киевский мост. Полученные результаты показали, что тест-система Трад-МЯ клона 02 традесканции обладает высокой чувствительностью и обеспечивает адекватную оценку кластогенной активности воды р.Раздан.

Ключевые слова: биотестирование, загрязнение воды, традесканция (клон 02), кластогенность

BIOTESTING OF CLASTOGENIC EFFECTS OF FRESHWATER ECOSYSTEMS OF ARMENIA USING MODEL TEST- OBJECT

R. E. Avalyan, E. A. Aghajanyan, A. L. Atoyants, R. M. Aroutiounian

Summary. The clastogenicity of water samples collected from different sites of Razdan river were assessed by means Trad-MCN assay using model test plant *Tradescantia* (clone 02). A significant increase in the frequency of micronuclei in tetrads of pollen microspores and tetrads with micronuclei of the *Tradescantia* inflorescences exposed to the water samples of river compared to the background has been revealed. The maximum manifestation of these genetic effects was observed in Kievsky bridge water samples. These results indicate that Trad-MCN bioassay of the *Tradescantia* clone 02 can be applied for biotesting of water quality of river's ecosystems.

Keywords: biotesting, water pollution, *Tradescantia* (clone 02), clastogenicity

За последнее время в связи с интенсивностью техногенных нагрузок на водные ресурсы возникает практическая необходимость тестирования и оценки качества водной среды. Речные экосистемы как природные объекты и основные источники пресной воды играют большую роль в природе. Нарушение гидроэкологической безопасности речных бассейнов происходит под влиянием как антропогенных, так и естественных факторов [1].

Река Раздан берет начало из оз.Севан и является основным притоком трансграничной р. Аракс, чем и обусловлена важность качества её воды не только для Армении, но и для всего Южнокавказского региона. В связи с этим актуальным является определение качества воды в реке методами биоиндикации с привлечением чувствительных тест систем [2].

Среди модельных растительных тест-объектов следует особо выделить *Традесканцию* (клон 02), использование растений которой позволяет оценить индукцию генетических нарушений под воздействием достаточно низких концентраций ксенобиотиков.

В качестве основного маркерного теста клона 02 традесканции при биотестировании используется микроядерный тест для обнаружения нарушений процесса микроспорогенеза в спорогенных клетках с образованием микроядер (МЯ) в тетрадах микроспор (кластогенный эффект – тест Трад-МЯ). При тестировании с применением данного теста учитываются два тест-критерия: процент тетрад с микроядрами и процент микроядер в тетрадах. Данный биотест входит в Международную программу по растительным тестам (IPRV) под эгидой ООН по окружающей среде (ЮНЕП).

Целью настоящего исследования являлось биотестирование уровня кластогенности водных проб р. Раздан с применением биотеста Трад-МЯ модельного тест-объекта Традесканции (клон 02).

Материалом исследования служили водные пробы р.Раздан (9), взятые в водосборных пунктах по течению реки. В качестве условно фонового образца (контроля) использовали водопроводную воду. Микроядерный тест (тест Трад-МЯ) проводили по стандартной методике [3]. В исследуемых водных образцах определялись концентрации химических элементов и тяжелых металлов (PO_4^{3-} , NO_3^- , NO_2^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca, Na, K, Cu, Zn, Cr, Co, Mo, Ni, Pb). Все полученные результаты были статистически обработаны с применением компьютерной программы *Statgraphics Centurion 16. 2*.

Изучение кластогенных эффектов в спорогенных клетках традесканции показало увеличение частоты обоих тест-критериев в 1,5–3,5 раза во всех изученных вариантах по сравнению с фоновым уровнем. Наибольшая частота встречаемости МЯ наблюдалась в варианте Киевский мост, где оба маркерных показателя превышали уровень фона в 3,0–3,5 раза соответственно. В остальных вариантах проявление кластогенных эффектов находилось на одном уровне и превышало фоновый в 1,5–2,0 раза в зависимости от водного образца.

Полученные нами результаты показали, что тест-система Трад-МЯ клона 02 традесканции обладает высокой чувствительностью и обеспечивают эффективную оценку кластогенной активности воды р.Раздан, что позволяет рекомендовать ее для интегрального мониторинга степени загрязнённости речных экосистем.

Список литературы

1. Авагян А. Б., Широков В. М. Рациональное использование и сохранность водных ресурсов/ А. Б. Авагян, В. М. Широков. – Екатеринбург, 1994. – 320 с.
2. Чилингарян Л. А. Гидрография рек и озёр Армении. Л. А. Чилингарян, Б. П. Мнацакян, К. А. Агабабян, О. В. Токмаджян. – Ереван: Агропресс, 2002. – 50 с.
3. Ma T. H. Tradescantia Micronucleus Bioassay/ T. H. Ma, G. L. Cabrera, R. Chen, B. S. Gill., S. S. Sandhu, A. L. Vandenberg, M. F. Salamone // Mutation Research. –1994. – V. 310, №2. – P. 220–230.

УДК 579.68

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИЙ В ВОДОТОКАХ В ГРАНИЦАХ ТЕРРИТОРИЙ НЕФТЕДОБЫЧИ В ХМАО – ЮГРЕ

М. М. Арсланова, Е. А. Шорникова

БУ ВО «Сургутский государственный университет», г.Сургут, Россия, e-mail: marina.arslanova.93@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты микробиологических исследований проб воды, отобранных из рек Сургутского и Октябрьского районов ХМАО – Югры, находя-

щихся в границах лицензионных участков нефтяных месторождений (ЛУНМ). Исследована сезонная и территориальная динамика численности бактерий в водотоках.

Ключевые слова: бактериальная микрофлора, идентификация микроорганизмов, оценка качества воды, нефтяные месторождения, водотоки.

SEASONAL DYNAMICS OF THE NUMBER OF BACTERIA IN RIVERS WITHIN OIL FIELDS IN KHMAO – YUGRA

M. M. Arslanova, E. A. Shornikova

Summary. The paper presents the results of microbiological studies of water samples taken from the rivers of Surgutsky and Oktyabrsky regions of the Khanty-Mansi autonomous okrug – Yugra located within the oil fields. The seasonal and territorial dynamics of the number of bacteria in rivers was studied.

Keywords: bacterial microflora, identification of microorganisms, water quality assessment, oil fields, rivers.

Вода является естественной средой обитания многих микроорганизмов.

Обычная нормальная микрофлора воды – это сапрофиты, представленные псевдомонасами, микрококками, серо- и железобактериями, мицелиальными и дрожжеподобными грибами, микроскопическими водорослями, простейшими, зоопланктоном и зообетосом, фагами, актиномицетами и другими микроорганизмами. Микробное население воды отражает состав микрофлоры почвы, с которой вода имеет непосредственный контакт. Микроорганизмы, обитающие в воде, являются распространенными обитателями почвы. В воду микробы попадают не только из почвы, но и вместе с выделениями человека, животных, бытовыми отбросами, сточными водами и пр. [1].

В природных водах встречаются представители разных физиологических групп микроорганизмов, которые принимают участие в круговороте азота, углерода, фосфора, железа, марганца, калия и других элементов [4].

Интенсивность обсеменения воды микроорганизмами и состав микрофлоры зависит от многих факторов – от гидрохимических показателей, сезона года, уровня эвтрофности водоема, температуры воды, от степени загрязнения водоема сточными, хозяйственными и промышленными водами, от степени загрязнения органическими и неорганическими химическими соединениями [3].

Цель данного исследования заключалась в изучении динамики численности бактерий в водотоках Сургутского и Октябрьского районов в различные сезоны года.

Объектами исследования были выбраны 12 рек, находящихся в границах ЛУНМ на территории Сургутского и Октябрьского районов ХМАО – Югры (табл. 1).

Таблица 1. Объекты исследования

Лицензионный участок	Исследуемый объект
Быстринский	р. Вынга
	р. Минчимкина
	Правый приток р. Минчимкина
	р. Быстрый Кульеган
Солкинский	р. Кавык
Вачимский	р. Тапьяун
	р. Якъявин

Комарьинский	р.Комарья
	р.Вирсиявин
	р.Пим
Рогожниковский	р.Обь
	р.Большая Леушинская

Отбор проб поверхностных вод осуществлялся в соответствии с требованиями ГОСТ 31 861–2012. Пробы отбирались в предварительно подготовленные стерильные емкости (бутыли). Отбор проб поверхностной воды осуществлялся из верхнего горизонта водной толщи с глубины 30–100 см. Глубина отбора пробы выбиралась с учетом глубины водотока на исследуемом участке [5].

Микробиологический анализ проводили глубинным способом посева с использованием стерильной дистиллированной воды для разбавления исходной пробы. Из каждой пробы воды для посевов было использовано по 2 разведения. Из каждого разведения производился посев в трех повторностях на агаризованные питательные среды различного состава. Для этого пользовались формулой: $a = \frac{V}{10^n}$, где a – количество колонеобразующих единиц (КОЕ); 10^n – разведение, V – объем использованной пробы. Для выявления основных групп микроорганизмов в водных объектах использовались 4 плотные питательные среды:

1. Питательный агар (ПА) – для определения общей микробной численности (ОМЧ), сапрофитных бактерий и грибов.
2. Крахмалоаммиачный агар (КАА) – для учета микроорганизмов, усваивающих минеральные формы азота в водных средах.
3. Среда Столбунова – для определения фенолусваивающих бактерий.
4. Агаризованная питательная среда для углеводородокисляющих бактерий.

Определение общего количества бактерий в водотоках позволяет судить о концентрации органического вещества, продуктивности, санитарном состоянии водоемов и степени минерализации органики.

Нами было определено общее микробное число (далее ОМЧ) на водотоках Сургутского и Октябрьского районов в различные сезоны года. Полученные данные представлены в таблице 2. Анализ количественного состава микрофлоры водотоков (табл.2, рис.1) показал, что наиболее высокая численность микроорганизмов за исследуемый период отмечалась в летнее время года. Максимальное количество микроорганизмов отмечено в р. Малый Атлым и составило до 49 тыс. КОЕ/мл. Наименьшее количество микроорганизмов характерно для осеннего периода.

Таблица 2. ОМЧ на водотоках в различные сезоны года

№ п/п	Район	Наименование водного объекта	весна	лето	осень
			Ед.изм.: тыс.КОЕ/мл		
1	Сургутский	р.Вынга	13,6	14,3	1,6
2		Правый приток р.Минчимкина	12,1	13,1	1,1
3		р.Быстрый Кульеган	12	12,8	9,9
4		р.Минчимкина	0,05	0,7	0,0
5		р.Кавык	0,4	1,0	0,2
6		р.Тапьяун	30,3	41,0	38,2
7		р.Якъявин	0,1	0,8	0,1
8		р.Комарья	0,3	0,9	0,2
9		р.Вирсиявин	1	1,6	0,8
10		р.Пим	0,3	1,0	0,2
11		р.Якъяун	0,05	0,7	0,0

12	Октябрьский	р.Обь	3,2	3,9	1,2
13		р.Большая Леушинская	36,1	46,8	44,0
14		р.Малая Леушинская	3,1	3,8	1,1
15		р.Малая Карымкарская	0,7	1,4	0,4
16		р.Большая Карымкарская	3,3	3,6	1,2
17		р.Хомпа	4,5	5,1	2,4
18		р.Овыньеган	0,53	1,2	0,3
19		р.Малый Атлым	48,5	49,1	46,4
20		р.Курнисоим	22,2	23,1	20,2
21		р.Большой Охтах	5	5,5	3,0

Постепенное увеличение численности микроорганизмов в исследуемых водотоках с весеннего периода в последующие месяцы лета и резкий спад в осенний период четко прослеживается в пробах воды, отобранных в водотоках Сургутского и Октябрьского районов ХМАО-Югры.

Полученные данные позволяют также сделать вывод о том, что реки Малый Атлым и Большая Леушинская Октябрьского района характеризуются более высокой бактериальной загрязненностью за весь период исследования.

Рис.1. Динамика количественного состава микрофлоры по сезонам года

Морфологическая структура бактерий исследуемых рек представлена в таблице 3. В большинстве проб воды преобладали кокковые формы клеток в весеннее и осеннее времена года. Тем не менее, высокое содержание палочек приходится в основном на летнее время года.

Таблица 3. Морфологическая структура бактерий на водотоках в различные сезоны года, %

Наименование водного объекта	весна		лето		осень	
	палочки	кокки	палочки	кокки	палочки	кокки
р. Вынга	42	58	46	29	23	30
Правый приток р. Минчимкина	40	52	44	31	27	21
р. Быстрый Кульеган	48	61	37	33	21	34
р. Минчимкина	24	37	46	30	28	35
р. Кавык	33	20	50	40	32	30
р. Тапъяун	42	58	46	41	23	41
р. Якъявин	42	58	34	30	29	35
р. Комарья	42	71	44	49	27	0
р. Вирсиявин	42	58	47	50	24	35
р. Пим	42	51	32	27	17	32
р. Якъяун	33	53	42	40	33	35
р. Обь	42	20	53	47	20	35
р. Большая Леушинская	57	44	72	59	38	35
р. Малая Леушинская	42	53	46	34	30	35
р. Малая Карымкарская	42	68	44	40	34	39
р. Большая Карымкарская	42	47	46	34	44	35
р. Хомпа	42	56	50	37	22	36
р. Овыньеган	44	26	46	32	23	40
р. Малый Атлым	72	54	72	59	27	41
р. Курнисоим	42	50	46	48	30	46
В среднем	40,714	47,381	44,9048	37,62	26,28 571	31,9

Таким образом, в среднем в исследуемых водотоках по морфологическому составу доминируют кокки. Увеличение палочковидных форм в летний период времени свидетельствует об антропогенной нагрузке на реки и о наличии в воде большого количества трудно разлагаемого органического вещества [2; 6].

Список литературы.

1. Абакумов В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 218 с.
2. Киреева И. Ю. Морфологические и структурные показатели бактериопланктона как биоиндикаторы // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем / Отв. ред. Румянцев В. А., Трифонова И. С. – СПб.: Лема, 2007. – С. 227–338 с.
3. Кренева С. В. Система экологического контроля состояния природных вод // Гидробиол. журн. – 1993. – Т. 29, №3. – С.88–96.
4. Мамонтова Л. М. Основы микробиологического мониторинга водных экосистем и контроля питьевой воды: 03.00.16 / Л. М. Мамонтова. – Основы Лимнологический ин-т Сиб отд-ния РАН. НИИ биологии при Иркутском ун-те. Ин-т эпидемиологии и микробиологии. – Иркутск, 1998. – 39 с.
5. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учеб. пособие в 2-х частях: Часть 2. Специальная / Ю. А. Афанасьев, С. А. Фомин, В. В. Меньшиков и др. – М.: Изд-во МНЭ-ПУ, 2001. – 337 с. 6. Шорникова Е. А., Куяров А. В. Микробные сообщества речных экосистем Сургутского района // Биологические ресурсы и природопользование: Сб. науч. тр. – Сургут: Дефис, 2006. – Вып. 8. – С. 125–136.

УДК 628.394 (268.45)

МОНИТОРИНГ ХЛОРИРОВАННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

А. Ю. Жилин, Н. Ф. Плотицына, А. М. Лаптева

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н. М. Книповича), Мурманск, Россия,
zhilin@pinro.ru

Аннотация. Определены хлорорганические пестициды, полихлорбифенилы и микроэлементы группы тяжелых металлов в 30 пробах воды Баренцева моря. Суммарные концентрации изомеровгексахлорциклогексана, изомеров хлордана, изомеров и метаболитов ДДТ, конгенов ПХБ, концентрации ГХБ, микроэлементов группы тяжелых металлов в исследованных пробах воды не превышали предельно допустимые концентрации для морских рыбохозяйственных водных объектов. Полученные результаты подтверждают низкий уровень загрязнения воды Баренцева моря хлорированными углеводородами и микроэлементами группы тяжелых металлов, который не окажет существенного влияния на состояние запасов промысловых рыб.

Ключевые слова: Баренцево море, вода промысловых районов, концентрации хлорорганических пестицидов, полихлорбифенилов, тяжелых металлов.

MONITORING OF CHLORINATED HYDROCARBONS AND HEAVY METALS IN THE BARENTS SEAWATER

A. Yu. Zhilin, N. F. Plotitsyna, A. M. Lapteva

Summary. Organochlorine pesticides, polychlorobiphenyls and trace elements of the heavy metal group were determined in 30 samples of the Barents Sea water. The total concentrations of hexachlorocyclohexane isomers, chlordane isomers, DDT isomers and metabolites, PCB congeners, concentrations of HCB and trace elements of heavy metals in the studied water samples did not exceed the maximum permissible concentrations for marine fisheries water bodies. The results confirm the low level of pollution of the Barents Sea water with chlorinated hydrocarbons and trace elements of heavy metals, which will not have a significant impact on the state of commercial fish stocks.

Keywords: the Barents Sea, water of commercial areas, concentrations of organochlorine pesticides, polychlorobiphenyls, heavy metals.

Хлорированные углеводороды включают в себя хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорбифенилы (ПХБ). Они относятся к группе неприродных компонентов окружающей среды (ксенобиотиков) и представляют наибольшую опасность для биосферы. Многолетнее бесконтрольное использование ХОП и ПХБ привело к их повсеместному распространению и накоплению в биотических и абиотических компонентах как наземных, так и морских экосистем [1]. Микроэлементы группы тяжелых металлов по токсикологическим оценкам «стресс-индексов» занимают второе место среди загрязняющих веществ, уступая только хлорированным углеводородам. К числу распространенных и весьма токсичных микроэлементов в первую очередь относятся свинец, кадмий, мышьяк и ртуть, а также другие, так называемые, следовые элементы [1, 2].

Целью настоящей работы является получение современных данных о состоянии и тенденциях загрязнения водных биологических ресурсов Баренцева моря и среды их обитания основными группами загрязняющих веществ, которые позволяют провести экосистемный анализ и оценить возможный ущерб морским биологическим ресурсам в результате антропогенной деятельности.

Выполнено определение загрязняющих веществ в 30 пробах воды (поверхностный и придонный слои), отобранных в различных промысловых районах Баренцева моря на 15 станциях (рис. 1). ХОП (α -, β -, γ -гексахлорциклогексан [ГХЦГ], гексахлорбензол [ГХБ], цис-, транс-хлордан, цис-, транс-нонахлор, оксихлордан, изомеры и метаболиты дихлордифенилтрихлорэтана [ДДТ] и ПХБ (конгенеры с номерами по номенклатуре IUPAC 28, 31, 52, 99, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180) определялись методом газовой хромато-масс-спектрометрии на хроматографе GCMS-QP 2010 Plus фирмы «Shimadzu» (Япония) с капиллярной кварцевой колонкой HP-5MS длиной 30 м. Идентификация индивидуальных соединений проводилась с использованием многоуровневой калибровки тестовыми смесями, приготовленными из сертифицированных кристаллических ХОП и ПХБ фирмы «Sigma-Aldrich» (США).

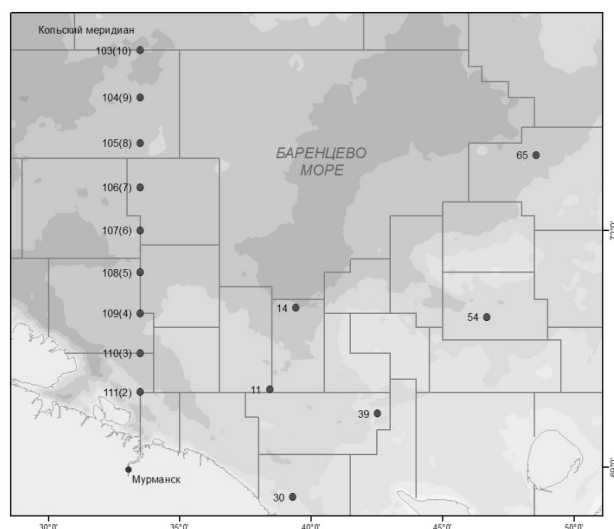


Рис. 1. Схема станций отбора проб воды Баренцева моря (НИС «Вильнюс», рейс 109, февраль-март 2019 г.). Цифры в скобках – номера станций векового разреза «Кольский меридиан»

Микроэлементы группы тяжелых металлов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) определялись на спектрофотометре с ртутно-гидридной приставкой фирмы «Shimadzu», модель АА-6800 (Япония), методами пламенной и непламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии с использованием многоуровневой калибровки тестовыми смесями, приготовленными из сертифицированных стандартных растворов микроэлементов фирмы «Sigma-Aldrich» (США).

ХОП в пробах воды Баренцева моря были представлены α -, β -, γ -изомерами ГХЦГ, остаточными количествами ГХБ, изомерами и метаболитами ДДТ. В феврале-марте 2019 г. концентрации изомеров хлордана в воде Баренцева моря на исследованных станциях были ниже пределов обнаружения применяемого метода анализа (газовая хромато-масс-спектрометрия), так как в качестве пестицидов изомеры хлордана ранее в СССР, а затем и в России, не применялись. Суммарные концентрации α -, β -, γ -изомеров ГХЦГ в поверхностном слое воды варьировали в широком диапазоне от 0,75 до 3,02 при среднем значении $1,15 \pm 0,52$ нг/л, в придонном слое – от 0,65 до 2,26 при среднем значении $1,15 \pm 0,52$ нг/л (рис. 2).

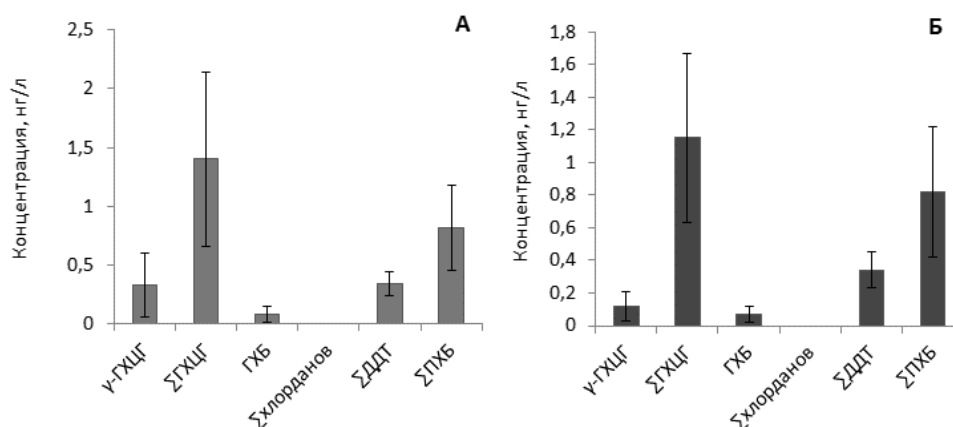


Рис. 2. Средние концентрации ХОП и ПХБ в поверхностном (А) и придонном (Б) слоях воды Баренцева моря (февраль-март 2019 г.)

Увеличение относительной концентрации α -ГХЦГ по сравнению с другими изомерами ГХЦГ свидетельствовало о его давнем поступлении в морскую воду [4]. В соответствии с классификацией Государственного агентства по охране окружающей среды Норвегии (SFT), величины концентраций изомера γ -ГХЦГ (линдана) в исследованных пробах морской воды отвечали критерию «незначительное загрязнение» (<20 нг/л) [5]. В поверхностном слое воды основных промысловых районов Баренцева моря концентрации ГХБ изменялись в интервале от аналитического 0 до 0,21 нг/л при среднем значении $0,08 \pm 0,07$ нг/л, в придонном слое – от аналитического 0 до 0,17 нг/л при среднем значении $0,07 \pm 0,05$ нг/л. По классификации SFT концентрации ГХБ в исследованных пробах морской воды соответствовали критерию «незначительное загрязнение» (<13 нг/л) [5]. Суммарные концентрации изомеров и метаболитов ДДТ в пробах поверхностного слоя морской воды варьировали от 0,18 до 0,57 при среднем значении $0,34 \pm 0,10$ нг/л, придонного слоя – от 0,22 до 0,58 при среднем значении $0,34 \pm 0,11$ нг/л (см. рис. 2). На исследованных станциях в поверхностном и придонном слоях водах суммарные концентрации ДДТ на 100% были представлены только одним метаболитом р,р' – ДДЕ. Это свидетельствовало о длительном процессе трансформации ДДТ в более стойкий метаболит, то есть о «старом» загрязнении [4]. По классификации SFT суммарные концентрации ДДТ в исследованных пробах воды на всех станциях соответствовали критерию «незначительное загрязнение» ($<1,0$ нг/л) [5]. Определяемые концентрации ГХБ, а также суммарные концентрации ГХЦГ и ДДТ были значительно ниже ПДК_{р/х}, составляющих 10 нг/л для каждого пестицида [3].

Суммарные концентрации ПХБ в поверхностном слое воды варьировали от 0,34 до 1,44 при среднем значении $0,82 \pm 0,36$ нг/л, в придонном слое – от 0,36 до 1,65 при среднем зна-

чении $0,82 \pm 0,40$ нг/л (см. рис. 2). Из индивидуальных конгенов ПХБ в воде промышленных районов доминировали соединения, входящие в состав коммерческих смесей типа Agoslog, и достигающие в поверхностном слое воды 85 %, а в придонном – 88 % от Σ ПХБ. Тем не менее суммарные концентрации ПХБ в воде исследованных промышленных районов Баренцева моря были значительно ниже ПДК_{р/х}, составляющей 10 нг/л [3].

Среди исследованных микроэлементов группы тяжелых и переходных металлов в морской воде практически всегда количественно преобладали железо, цинк и хром, тогда как свинец, кадмий и ртуть присутствовали в минимальных концентрациях (рис. 3). В поверхностном и придонном слоях воды на исследованных станциях концентрации меди изменялись от 0,06 до 0,93, цинка – от 2,09 до 19,4, никеля – от 0,07 до 0,60, хрома – от 0,35 до 1,42, марганца – от 0,25 до 1,45, кобальта – от 0,05 до 0,22, свинца – от 0,004 до 0,56, железа – от 2,95 до 88,5, кадмия – от 0,02 до 0,12, мышьяка – от 0,02 до 0,73, ртути – от аналитического 0 до 0,058 мкг/л. Вертикальное распределение следовых элементов в толще воды довольно пестрое, что говорит о сложном характере их распределения в водных массах. В целом, концентрации одиннадцати определяемых микроэлементов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Fe, Co, Pb, Cd, As, Hg) в поверхностном и придонном слоях воды Баренцева моря были намного ниже установленных ПДК_{р/х} [3].

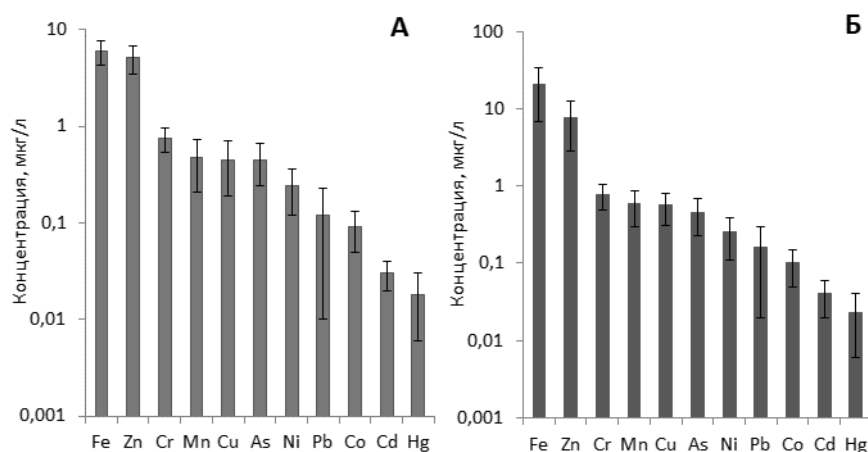


Рис. 3. Средние концентрации микроэлементов в поверхностном (А) и придонном (Б) слоях воды Баренцева моря (февраль-март 2019 г.)

Полученные результаты подтверждают общий незначительный уровень загрязнения среды обитания водных биологических ресурсов в исследованных промышленных районах Баренцева моря.

Список литературы

- 1 Израэль Ю. А., Цыбань А. В. Антропогенная экология океана. – М.: Наука, 2009. – 532 с.
- 2 Кольский залив: освоение и рациональное природопользование / ММБИ КНЦ РАН. – М.: Наука, 2009. – 381 с.
- 3 Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно-допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения / Приложение к приказу Минсельхоза РФ от 13 декабря 2016 г. № 552. – 169 с.
- 4 Arctic contaminants: sources occurrence and pathways / L. Barrie, D. Gregor, B. Hargrave [et al.] // Sci. Total Environ. – 1992. – Vol. 122. – P. 1–71.
- 5 Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revision av klassifisering av metall- og organisk miljøgifter i vann og sedimenter / T. Bakke, G. Breedveld, T. Kælgvist [et al.]; Norsk institutt for vannforskning. – Oslo: SFT, 2007. – 12 s. – (Veiledning; TA-2229/2007). – Norw.

САПРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОД ПО ФИТОПЛАНКТОНУ КРУПНЫХ ОЗЕР ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ В 2016–2018 ГГ.

Н. Н. Макаренкова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Вологодский филиал, г. Вологда, Россия, e-mail: mackarenckowa@yandex.ru

Аннотация. Дана сапробиологическая оценка состояния вод крупных озер Вологодской области, основанная на данных, полученных при анализе фитопланктона в 2016–2018 гг. Богатство фитопланктона в исследуемый период составляло 277 видов, разновидностей и форм водорослей. Структуру фитопланктона определяли диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли. Сапробность в оз. Воже в среднем находилась на уровне 1,64 по численности и 1,63 по биомассе, в оз. Белом – 1,99 и 1,85, в оз. Кубенском – 1,61 и 1,72 соответственно.

Ключевые слова: фитопланктон, индекс сапробности, органическое загрязнение, оз. Белое, оз. Воже, оз. Кубенское, Вологодская область.

SAPROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF THE STATE OF WATERS ON PHYTOPLANKTON OF LARGE LAKES OF THE VOLOGDA REGION IN 2016–2018

N. N. Makarenkova

Summary. Saprobiological assessment of the state of waters of large lakes of the Vologda region is given, based on the data obtained in the analysis of phytoplankton in 2016–2018. The phytoplankton abundance in the studied period was 277 species, varieties and forms of algae. The structure of phytoplankton was determined by diatoms, green and blue-green algae. Saprobity in lake Vozhe averaged 1.64 in number and 1.63 in biomass, in lake Beloe-1.99 and 1.85, in lake Kubenskoe-1.61 and 1.72.

Key words: phytoplankton, saprobity index, organic pollution, Beloe lake, Vozhe lake, Kubenskoe lake, Vologda region.

Крупнейшими рыбохозяйственными водоемами на территории Вологодской области являются озера Воже, Кубенское и Белое. Озеро Воже (418 км²) принадлежит к бассейну реки Онеги, его средняя глубина составляет 1,4 м, при этом для водоема характерны значительные внутригодовые и межгодовые колебания уровня воды [2]. Озеро характеризуется изрезанной береговой линией, что в сочетании с нестабильным уровнем воды и заболоченностью берегов обуславливает интенсивное развитие макрофитов. Кубенское озеро (417 км²) относится к Северо-Двинскому бассейну и является частью одноименного водного пути [5]. Морфологические и гидрологические особенности этого водоема, во многом сходные с озером Воже, а также значительная антропогенная нагрузка обуславливают его интенсивное зарастание. Самым крупным водоемом, находящимся полностью в границах Вологодской области, является озеро Белое (1284 км²). Озеро принадлежит к бассейну Верхней Волги, его средняя глубина – 4,1 м [3]. Характерной чертой водоема является интенсивное перемешивание воды в связи с мелководностью, открытостью и округлой формой. Литоральная зона с зарослями макрофитов выражена в озере слабо.

Материалом для исследования послужили пробы фитопланктона, отобранные в 2016–2018 гг. (март – ноябрь) из фотического слоя воды батометром Паталаса (1 л) с учетом методических рекомендаций [6, 7]. 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 [4]. К категории «доминирующих» относили виды, составляющие $\geq 10\%$ от суммарной численности и биомассы фитопланктона. Показатели сапробности водной толщи озера оценивались индексами Пантле-Букка [8] в модификации Сладечека [9]. Индикаторное значение сапробности отдельных видов взято из работ Сладечека [9], Вегла [10] и Бариновой и др. [1].

В исследуемый период в фитопланктоне озер Воже, Белое и Кубенское были обнаружены 277 видов, разновидностей и форм водорослей из 8 отделов: Bacillariophyta – 126 таксонов, Chlorophyta – 72, Cyanophyta – 49, Euglenophyta – 8, Cryptophyta – 8, Chrysophyta – 7, Xanthophyta – 6, Dinophyta – 1. Основу флористического списка составляют диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли. По числу видов в сообществах выделяются роды *Scenedesmus* (19), *Synedra* (14), *Fragilaria* (12), *Navicula* (12), *Surirella* (10), *Dolichospermum* (9), *Aphanocapsa* (9), *Pediastrum* (9), *Cymbella* (9).

Общее количество видов-индикаторов органического загрязнения составляет 181 таксон. Из них большая часть приходится на диатомовые водоросли – 87 (69% от общего числа диатомей), к зеленым водорослям относится 42 вида-индикатора сапробности (58%), к синезеленым – 33 (67%), к эвгленидам и криптомонадам – 7 (88%) и 6 (75%) соответственно, к желтозеленым и золотистым водорослям – по 3 таксона (50% и 43%). В структуре сапробионтов-фитопланктеров преобладают индикаторы низкой и средней степени органического загрязнения, так, ксеносапробионты представлены 3 видами, олигосапробионты – 71, β -мезосапробионты – 105, α -мезосапробионты – 2. Среди олигосапробионтов наибольшая часть приходится на виды с индикаторными значениями 1,30–1,40, среди β -мезосапробионтов – на виды со значениями 1,9–2,2. Ксено- и олигосапробионты представлены преимущественно диатомовыми водорослями (68%) с наиболее насыщенными родами *Surirella* и *Cymbella*. Состав β -мезосапробионтов определяют диатомовые, синезеленые и зеленые водоросли в равной степени: 33%, 23% и 30%. Из диатомовых β -мезосапробионтов выделяется род *Synedra*, из синезеленых – *Microcystis* и *Dolichospermum*, из зеленых – *Scenedesmus*. Группа α -мезосапробионтов немногочисленна, к ней относится два вида: диатомея *Stephanodiscus hantzschii* Grunow и *Closterium acerosum* (Schrank) Ehrenberg ex Ralfs var. *acerosum* f. *acerosum* из зеленых.

По численности в ранг доминантов входят β -мезосапробионты (β) с средним относительным количеством в сообществе в 23%, олигосапробионты (о) – 21%, олиго- β -мезосапробионты (о- β) – 21%, олиго- α -мезосапробионты (о- α) – 18%, β -олигосапробионты (β -о) – 17%, β - α -мезосапробионты (β - α) – 16%. По биомассе доминантами являются β - α -мезосапробионты (β - α) с средней долей в сообществе – 37%, β -олигосапробионты (β -о) – 26%, олиго- β -мезосапробионты (о- β) – 20%, β -мезосапробионты (β) – 19%, олигосапробионты (о) – 14%, олиго- α -мезосапробионты (о- α) – 13%.

Величина сапробности по численности и по биомассе в оз. Белом изменяется в пределах от 1,51 до 2,30 и от 1,54 до 2,39 соответственно, в оз. Воже – от 1,43 до 2,27 и от 1,30 до 2,08, в оз. Кубенском – от 1,50 до 1,75 и от 1,53 до 2,55. По усредненному значению индекса сапробности озера являются β -мезосапробными водоемами с умеренно загрязненными водами, III класса качества.

В Белом озере к видам, указывающим уровень органического загрязнения, относятся 39% от общего числа видов фитопланктона (диатомеи – 16 видов, зеленые водоросли – 12, синезеленые – 8, криптомонады и эвглениды – 3 и 1 соответственно). По числу таксонов выделяются олиго- β -мезосапробионты (о- β) – 25% от всего количества индикаторов и β -олигосапробионты (β -о) – 20% (рисунок).

В фитопланктоне оз. Воже виды-индикаторы сапробности составляют 43% от общего числа видов, среди них на диатомовые приходится 39 таксонов, на синезеленые – 18, на зеленые – 14, на криптофитовые – 5 и на желтозеленые и эвгленовые водоросли – по 2. По числу таксонов выделяются β -мезосапробионты (β) – 21% и олиго- β -мезосапробионты (о- β) – 21%.

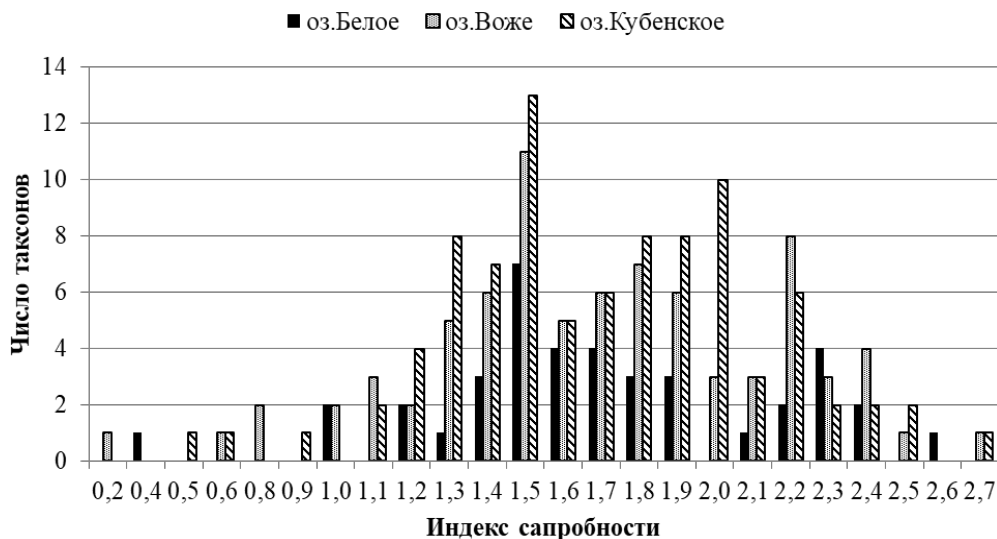


Рис. Распределение индикаторных таксонов фитопланктона крупных озер Вологодской области по значениям индексов сапробности

В оз. Кубенском индикаторы органического загрязнения представляют 76% от всего флористического списка. Наибольшее количество индикаторов наблюдается среди диатомей – 44, к зеленым относится 19 видов, к синезеленым – 13, к криптомонадам и эвгленидам – по 5, к золотистым – 3 и к желтозеленым – 1. По числу таксонов выделяются β -мезосапробионты (β) – 23% и олиго- β -мезосапробионты (о- β) – 21%.

Одними из наиболее представленных групп сапробионтов в фитопланктоне крупных озер Вологодской области являются β -мезосапробионты (β) и олиго- β -мезосапробионты (о- β). В ряду озер Белое – Воже – Кубенское их количество увеличивается. Число индикаторов высокого органического загрязнения во всех озерах невысокое: в оз. Белом – 2, в оз. Воже – 5, в оз. Кубенском – 4. Наиболее показательно в индикаторном отношении Кубенское озеро, в фитопланктоне которого доля видов-индикаторов самая высокая (76%). По составу сапробионтов обнаруживается наибольшее сходство между озерами Воже и Кубенское.

Список литературы

1. Барина С. С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С. С. Барина, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова. – Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. – 498 с.
2. Веселова М. Ф. Природные условия бассейна озер // Гидрология озер Воже и Лаче. – Л., 1979. – С. 3–18.
3. Веселова М. Ф. Природные условия, этапы освоения и история исследования / М. Ф. Веселова, Г. В. Дружинин // Антропогенное влияние на крупные озера Северо-Запада СССР. Часть I Гидрология и гидрохимия озера Белого. – Л., 1981. – С. 5–24.
4. Кузьмин Г. В. Фитопланктон. Видовой состав и обилие // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М., Наука, 1975. – С. 73–87.
5. Поляков М. М. Опыт комплексной оценки современного экологического состояния бассейна Кубенского озера / М. М. Поляков, В. С. Поливанов, А. В. Белый // Вопросы региональной геоэкологии. – Вологда: ВоПИ, 1997. – С. 134–143.
6. Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона. – М.: Ун-т и шк, 2003. – 157 с.
7. Федоров В. Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. – М., 1979. – 168 с.
8. Pantle R. Die biologische Überwachung der Gewässer und Darstellung der Ergebnisse / R. Pantle, H Buck. // Gas und Wasserfach. – 1955. – Bd. 96. – № 18. – P. 604–681.
9. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // Ergebn. der Limnol. Arch. Hydrobiol. – 1973. – Bd. 7. № 7. – P. 218–253.
10. Wegl R. Index für die Limnosaprobität // Wasser und Abwasser. – 1983. – Band 26. – 175 p.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА В ВОДАХ ГОРЛА И ВОРОНКИ БЕЛОГО МОРЯ

О. Н. Мохова¹, Р. А. Мельник¹

¹Полярный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Архангельск, Россия, e-mail: mohova@pinro.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований в Горле и Воронке Белого моря в осенний период 2013–2016, 2018 гг. Рассмотрено пространственное распределение содержания растворенного кислорода, проанализированы показатели содержания и насыщения вод кислородом в зависимости от гидрологических параметров, прослежена их динамика по годам.

Ключевые слова: Горло и Воронка Белого моря, содержание и насыщение вод кислородом.

VARIABILITY OF DISSOLVED OXYGEN IN THE WHITE SEA GORLO AND VORONKA

O. Mokhova, R. Melnik

Summary. The paper presents the results of research in the Gorlo and Voronka of the White Sea in autumn of 2013–2016 and 2018. The spatial distribution of the content of dissolved oxygen is considered, the oxygen content and saturation of water depending on hydrological parameters are analyzed, the parameter dynamics is studied over the years.

Keywords: Gorlo and Voronka of the White Sea, oxygen content and saturation of water

К важнейшим экологическим показателям состояния водного объекта относится содержание растворенного кислорода. Наличие в воде кислорода является обязательным условием для существования большинства водных организмов. Возникновение зон дефицита кислорода неблагоприятно влияет на гидробионтов и на всю экосистему в целом. Для водоемов рыбохозяйственного значения его концентрация не должна быть ниже 4 мг/л в зимний период (при ледоставе) и 6 мг/л – в летний [1]. Минимальная его концентрация, необходимая для нормального развития, например, рыб, составляет около 5 мг/л, понижение ее до 2 мг/л вызывает их массовую гибель [2].

Содержание растворенного кислорода зависит от многих факторов: температуры, атмосферного давления, минерализации воды и др. Однако, ввиду того, что растворимость газа напрямую зависит от температуры и минерализации воды (обратная зависимость) для обоснованной оценки избытка или дефицита кислорода используют показатель кислородонасыщения, т.е. процентного отношения наблюдаемого содержания кислорода к его растворимости.

Цель работы заключается в рассмотрении пространственной и межгодовой изменчивостей растворенного кислорода в водах северной части Белого моря – в его Горле и Воронке, которые являются важными районами судоходства и связывают Белое море с Баренцевым.

Мониторинговые исследования в Горле и Воронке Белого моря проводились в осенний период 2013–2016, 2018 гг. на 6 станциях экологического мониторинга. С целью определения растворенного кислорода было отобрано по 26 проб воды из поверхностного и придонного горизонтов в Горле и по 18 проб – в Воронке моря. Растворенный кислород определяли объемным методом Винклера [4]. Гидрологические исследования выполнялись в соответствии с методикой, принятой во ФГБНУ «ПИНРО» [3].

В рассматриваемый период в Горле моря содержание кислорода варьировало от 9,18 до 13,16 и 13,13 мг/л в поверхностном и придонном слоях воды соответственно, средние показатели в обоих горизонтах имели близкие значения 10,79 и 10,78 мг/л (табл. 1). В Воронке

моря, в отличие от Горла, в поверхностном слое значения выше, чем у дна. Содержание кислорода варьировало от 9,17 до 13,39 мг/л на поверхности и от 8,99 до 13,13 мг/л у дна, в среднем показатели составили 10,93 и 10,77 мг/л на поверхности и у дна соответственно. Значения растворенного кислорода за весь период исследований не опускались ниже 6 мг/л.

Насыщенность кислородом поверхностных и придонных вод в Горле моря в среднем составляла 109% при вариабельности 97–136% и 94–138% соответственно на поверхности и у дна. В Воронке средняя насыщенность также была более 100% (113% в Горле и 109% в Воронке), изменяясь в диапазоне 101–140% и 94–137% в поверхностном и придонном горизонте. Воды Горла и Воронки при данной вариабельности кислородонасыщения характеризуются как «очень чистые» [1].

Таблица 1. Статистические характеристики гидрохимических и гидрологических показателей воды Горла и Воронки Белого моря осенью 2013–2016, 2018 гг.

Показатель	Min	Mid	Max	Стандартное отклонение	Стандартная ошибка
Горло поверхностный горизонт					
Содержание кислорода, мг/л	9,18	10,79	13,16	1,27	0,25
Насыщение кислорода, %	97	109	136	14	3
Температура, °C	5,1	8,3	11,3	2,0	0,4
Соленость	22,4	27,0	29,7	2,1	0,4
Горло придонный горизонт					
Содержание кислорода, мг/л	9,18	10,78	13,13	1,29	0,25
Насыщение кислорода, %	94	109	138	15	3
Температура, °C	5,3	7,7	9,9	1,2	0,2
Соленость	25,1	28,1	30,9	1,5	0,3
Воронка поверхностный горизонт					
Содержание кислорода, мг/л	9,17	10,93	13,39	1,56	0,37
Насыщение кислорода, %	101	113	140	15	4
Температура, °C	3,9	8,2	11,1	2,1	0,5
Соленость	25,1	30,3	33,9	2,5	0,6
Воронка придонный горизонт					
Содержание кислорода, мг/л	8,99	10,77	13,13	1,49	0,35
Насыщение кислорода, %	94	109	137	16	4
Температура, °C	4,0	7,2	8,5	1,1	0,3
Соленость	27,4	31,3	34,1	2,3	0,5

Пространственное распределение (рис. 1 а, б) также показывает, что содержание кислорода в Горле мало отличается на поверхности и у дна. Там из-за интенсивного приливного турбулентного перемешивания вертикальное распределение температуры практически однородное. В Воронке же акватория в поверхностном слое воды с более высокими концентрациями кислорода значительно больше, чем у дна. Повышенное содержание кислорода зафиксировано в юго-восточной части Воронки на выходе из Мезенского залива.

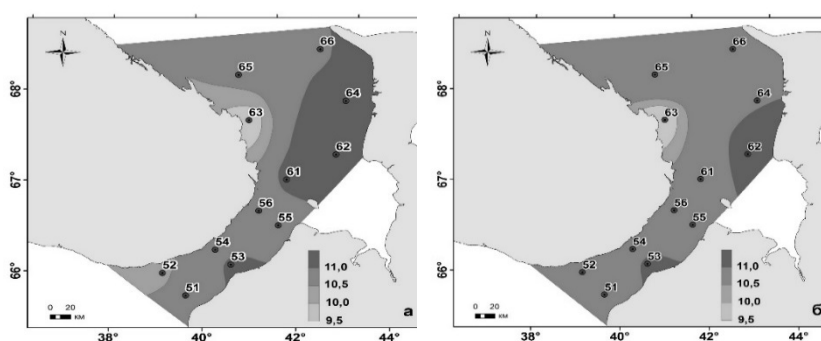


Рис. 1. Распределение содержания кислорода (мг/л) в поверхностном (а) и придонном (б) слоях воды Горла и Воронки Белого моря

При расчете насыщения кислорода основными показателями являются температура и соленость воды. Температура поверхностного слоя обычно выше придонного, соленость же на поверхности ниже, чем у дна. Сравнивая средние показатели насыщения кислородом, можно отметить, что они почти не отличаются на поверхности и у дна на каждой станции. В Горле они варьировали незначительно от 107 до 111% в обоих горизонтах (рис. 2 а, б). В Воронке с меньшим кислородонасыщением выделяется станция № 63, хотя температура и соленость на ней незначительно отличаются от остальных станций. Но, в целом, недонасыщения на ней по средним показателям 102% (поверхность) и 100% (дно) нет.

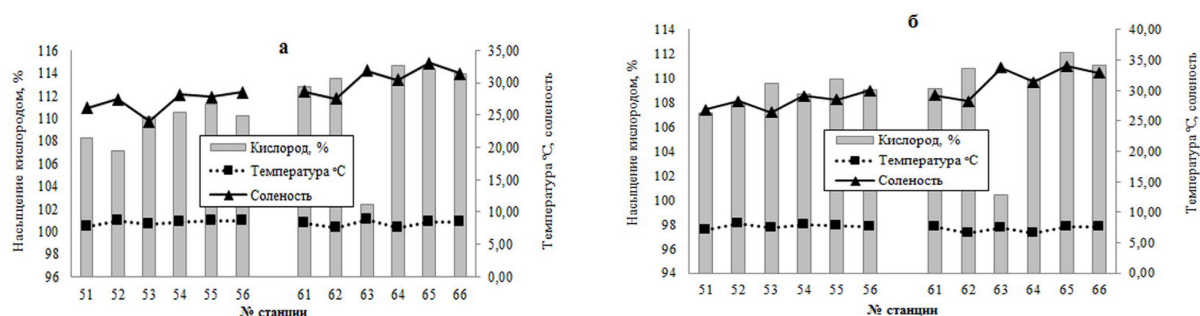


Рис. 2. Кислородонасыщение, температура и соленость (средние показатели за 2013–2016, 2018 гг.) в поверхностном (а) и придонном (б) слоях воды на станциях Горла и Воронки Белого моря

Анализируя в целом средние по годам показатели, можно отметить следующее: более высокое содержание и насыщение вод кислородом в 2016 г., среднее кислородонасыщение в Горле 135% в обоих горизонтах, в Воронке – 136 и 134% на поверхности и у дна (рис. 3, 4). В 2018 г., наоборот, было зафиксировано более низкое кислородонасыщение – на поверхности 100 и 101%, у дна 95 и 96% в Горле и Воронке соответственно. В 2018 г. в связи с повышенной температурой воды в период исследований содержание и насыщение кислорода на обследованной акватории Белого моря было ниже, чем в аналогичный период прошлых лет.

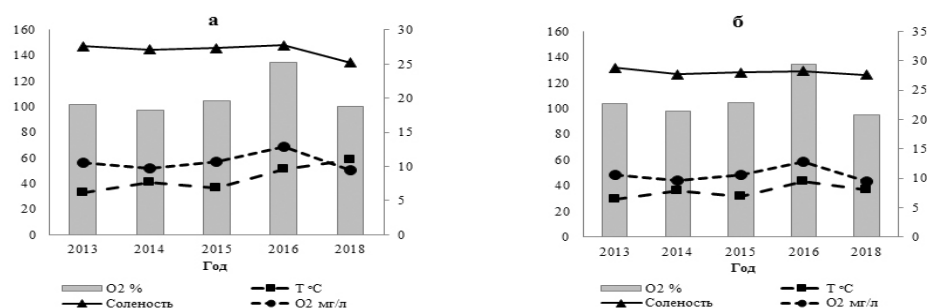


Рис. 3. Динамика растворенного кислорода, температуры и солености (осредненные по годам показатели) в поверхностном (а) и придонном (б) слоях воды Горла Белого моря

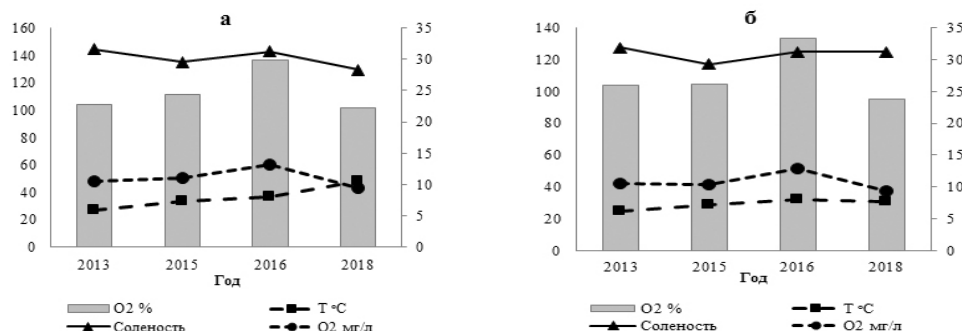


Рис. 4. Динамика растворенного кислорода, температуры и солености (осредненные по годам показатели) в поверхностном (а) и придонном (б) слоях воды Воронки Белого моря

В результате исследований в Горле и Воронке Белого моря за рассматриваемый период было выявлено следующее:

- содержание кислорода в перемешанных водах Горла мало отличается на поверхности и у дна, в Воронке акватория с более высокими концентрациями кислорода значительно больше в поверхностном слое воды, чем в придонном;
- вся толща воды хорошо снабжена кислородом, содержание его на всех станциях за исследованный период не опускалось ниже концентрации, допустимой для водоемов рыбохозяйственного значения, т.е. ниже 6 мг/л;
- несмотря на некоторые межгодовые изменения рассматриваемых характеристик, колебания их невелики, а воды по кислородонасыщению характеризуются как «очень чистые».

Список литературы

1. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. Справочные материалы / Т. В. Гусева и др. – М.: «Эколайн», 2000. – 87 с.
2. Зенин А. А. Гидрохимический словарь / А. А. Зенин, Н. В. Белоусова. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.
3. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 725 с.
4. Руководство по методам химического анализа морских вод. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 208 с.

УДК 504.062+556+574.5+913

ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ОЗЁРНЫХ ВОД РЕГИОНОВ СИБИРСКОЙ СУБАРКТИКИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 40 ЛЕТ (1979-2019 гг.)

Н. В. Савченко

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
e-mail: savchenkonv52@mail.ru

Аннотация: на основе синхронных наблюдений за элементами климата и процессами лимногенеза выявлены геохимические изменения в озёрных экосистемах

Ключевые слова: озёра, органическое вещество, ионный состав, минерализация химических элементы, класс химизма

GEOCHEMICAL CHANGES IN LAKE ECOSYSTEMS SOUTH WEST SIBERIA FOR THE LAST 40 YEARS (1979-2019)

N. V. Savchenko

Abstract. Based on synchronous observations of climate elements and limnogenesis processes, geochemical changes in lake ecosystems

Keywords: lakes, organic matter, ionic composition, mineralization, chemical elements, chemical class

Субарктическая территория азиатской части России является одной из самых заозёрных в стране (табл.). Общее число озёр здесь, исходя из подсчётов по топографическим картам 100000-го масштаба (в корреляции со спутниковыми дешифрованными снимками), составляет 296 тыс. Суммарная площадь их измеренных акваторий превышает 46002 км², а объёмные запасы воды превышают

86 км.³ Средний показатель озёрности, равный 9,0%, значительно изменяется по территории (от 0,1 до 88%) и превышает общероссийский в 4,1 раза. В настоящее время эти озёра представляют собой весьма уязвимые экосистемы: с одной стороны, по своему гидрографическому положению они являются естественными коллекторами для питающих их водосборов, а с другой – большинство их водосборов вовлечены в сферы интенсивного хозяйственного освоения газовой промышленности, цветной металлургии, транспортного и производственного строительства, оленеводства. По мере развития производства и роста населения хозяйственная, рекреационная и экологическая роль озёр постоянно будет возрастать. В этой связи возрастает общественный и научный интерес к выявлению их функционального состояния, и, в первую очередь, качественных свойств. Однако в научной литературе до сих пор отсутствуют работы по этой проблеме. Имеются лишь разрозненные публикации, посвящённые характеристикам основного ионно-гидрохимического состава, минерализации, pH и органического вещества (ОВ) отдельных озёр полуостровов Ямал и Таймыр (при полном отсутствии даже этой информации по озёрам северной Якутии и Чукотки). Такой подход не даёт полного и чёткого представления об экологическом состоянии водоёмов, так как самую большую группу химического состава озёрных компонентов составляют макро- и микроэлементы, сведения о которых по озёрам, как России, так и её Субарктики до 80-х годов прошлого века почти полностью отсутствовали. Лишь за последние 40 лет с развитием хроматографии, спектрографии, полярографии, атомной абсорбции и других высокоточных геохимических методов информация о них стала быстро накапливаться.

В контексте выше сказанного, цель нашего исследования заключалась в том, чтобы показать фундаментально-прикладные возможности элементно-геохимического мониторинга озёр в длительном временном тренде для установления их функционально-динамического (качественного) состояния. Это, в свою очередь, позволяет оценивать не только степень экологической устойчивости озёрных экосистем к лимитирующим антропогенным и ландшафтным факторам окружающей среды, но и выявлять её пространственно-временные закономерности, а также дифференцировать перспективы хозяйственного использования водоёмов.

В формировании химического состава вод и донных отложений в озёрах большую роль играют размер и форма их котловин, географические особенности водосборных бассейнов, состав и свойства почво-грунтов, элементы климата, поверхностный и подземный сток, а также внутриводоёмные процессы, происходящие в лимнионах и в донных отложениях. В этой связи количественно-качественные геохимические показатели озёр в значительной мере отражают особенности сформировавшейся их ландшафтной среды и на этой основе озёра могут быть её геоэкологическими индикаторами.

Таблица 1. Озерный фонд некоторых регионов Сибирской Субарктики

Озерный регион	Число озёр	Площадь озёр, кв. км	Глубина озёр, м		Объём воды, куб. км	Озерность, %	
			наибольшая	средняя		пределы	средняя
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Ямальский	24 520	9817	136	3,4	33,377	0,5–88	12,2
2. Пурский	17 402	6902	19	1,2	8,282	0,5–32	11,2
3. Тазовский	9407	3481	23	1,5	5,221	0,5–50	11,0
4. Мессояхский	3012	1204	21	1,6	1,633	2,2–23	9,3
5. Нижнеобский	7990	3402	12	0,8	2,721	0,5–31	8,6
6. Нижнеенисейский	7000	6732	120	1,6	10,772	2,2–25	8,1
7. Надымский	3000	920	12	0,5	0,423	2,2–23	8,0
8. Ненецкий	1500	490	15	0,8	0,392	0,5–19	6,8
9. Казымский	2602	704	16	0,8	0,563	0,5–40	8,1
10. Ноябрьский	9720	3102	16	0,9	2,791	4,0–32	12,9
11. Гыданский	8000	3120	42	2,8	8,736	2,2–22	9,0
12. Таймырский	5903	6128	154	19,5	11,95	0,2–41	9,2
13. Восточно-Сибирский ¹	169 000	н / о н / о	61 ³	4,0	н / о н / о	0,5–62	9,8
14. Чукотский ²	26 944		178 ⁴	6,2		0,1–11	1,8
Итого	296 000	46 002	178 ⁴	4,4	86,861	0,2–88	9,0

¹ – от побережий Восточно-Сибирского моря и моря Лаптевых до 66° с.ш.; ² – в пределах Чукотского АО и Магаданской области; ³ – Озёра Якутии: <http://www.wikiwand.com/ru/>; ⁴ – Чукотка: <http://www.j-verne.com/ru/chukotka-tainstvennoe-ozero-elgygytyn> (дата обращения 24.09.2019)

Многолетняя динамика компонентов основного (ионного) химического состава, растворённого (РОВ) и взвешенного органического вещества (ВОВ) субарктических регионов Сибири обусловлена в основном колебаниями элементов водного баланса, особенно количественными изменениями объёма стока и проточности. Анализ отмеченных выше гидрохимических компонентов по материалам авторских данных (1978-2019 гг.) позволил выявить следующие закономерности:

1) В регрессивные фазы увлажнённости – в 1981, 1991, 1998, 2000, 2006–2008 годы происходило снижение уровня озёрных вод, что приводило к росту содержания основного ионного состава – Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , HCO_3^{2-} , Cl^- , $\text{Fe}_{\text{общ}}$, жёсткости и минерализации в 1,8–2,5 раза; pH приобретала средне- и высоко- кислотные значения. В солевом составе доминировали воды сульфатно-хлоридного или гидрокарбонатно-хлоридного класса натриевой группы второго типа (по классификации О. А. Алёкина). Содержание РОВ увеличивалось автохтонной его составляющей в 0,2–1,3 раза.

2) В периоды повышенной увлажнённости – 1986–1988, 1993, 1997, 2002, 2009, 2012–2019, годы прослеживались обратные тенденции: хлоридно-натриевый, сульфатно-хлоридно-натриевый и карбонатно-хлоридно-натриевый солевой состав воды замещался на гидрокарбонатно-натриевый. pH приобретала слабощелочные или (иногда) нейтральные значения. В составе РОВ и ВОВ резко возрастала доля аллохтонной составляющей, но общее содержание органических веществ сокращалось с 0,2 до 0,7 раза.

В последнее 40-летие на фоне развития новейших методов спектрального анализа, абсорбции, рентгенофлуоресценции и т.п. авторами осуществлялся режимный мониторинг 32 химических элементов. Использование методов ландшафтно-геохимических коэффициентов и миграционно-геохимических формул позволяет однозначно утверждать следующее:

1) Во всех северных территориях – от Западной Сибири и Таймыра – до Восточной Сибири и Чукотки крайне неустойчивыми экосистемами обладают термокарстовые озёра с прилегающими водосборами. Они активно накапливают органическое вещество, а также Fe , N , P , Ca , Mo , Ti , Mg , Li , Mn , подвержены глубокой эвтрофикации, и, даже, дистрофикации. Закономерно, что в направлении от Чукотки к полуострову Ямал эти процессы усиливаются ($K_{\text{дн}}$ изменяется от 2,4 до 10,2).

2) В крупных озёрах флювиально-гляциального (тектонического) генезиса устойчивость экосистем нарушается противоположным процессом: вынос Mn , Ca , P , N , Zn , Cu , Pb , Ti , Mo , Cd , Ni , B , K и OB существенно преобладает над их привносом. $K_{\text{дн}}$ изменяется в регионе с запада на восток (Ямал – Таймыр) от 0,002 до 0,6, а далее на восток – к Чукотке – до 0,2. В этой связи все водоёмы этого типа являются ультраолиготрофными.

3) Относительно сбалансированными в экологическом отношении во всех регионах являются: на Ямале, Таймыре и северной Якутии – пойменно-террасовые и карстовые озера, а на Чукотке – озёра кратерного генезиса. В элементно-геохимическом круговороте у них одновременно участвуют многие элементы: Pb , Ni , Al , Sr , Mo , Ca , K , Ti , S , Si , Li , Fe , Mg , Mn , Zn , V , B , а $K_{\text{дн}}$ варьирует в пределах от 0,8 до 1, 3.

4) На всей территории субарктики озёра имеют слабую минерализацию (12–154 мг/л), преимущественно кислую реакцию среды ($\text{pH} = 5,1\text{--}6,8$) и очень низкую жёсткость (0,6–1,8°). Вода относится к гидрокарбонатному классу, натриевой группе, первому типу (C^{Na}) – на севере Западной и Восточной Сибири, к сульфатному классу, кальциевой группе, третьему типу – в Нижнеенисейском и Таймырском регионах ($\text{S}^{\text{Ca}}_{\text{III}}$) и к гидрокарбонатному, сульфатному классам, кальциевой группы – в пределах Чукотки. Кислородный режим в большинстве озёр Ямала, Гыдана, Нижнего Енисея и Таймыра и Чукотки благоприятный в течение всего года сравнительно с водоёмами лесотундровых регионов, где зимой возможны заморы.

Для подтверждения корректности выше изложенных заключений была применена альтернативная методика экологической оценки озёр по трофическим критериям, разработанная

В. Г. Драбковой с соавторами [3]. Для этого были использованы материалы гидробиологических исследований в характеризующихся регионах, полученные автором в период с 1978 по 2018 годы, а также литературные данные [1–2, 5].

Полученные результаты позволили выявить следующие ландшафтно-эколого-лимнологические закономерности. 1) Как видно из ранее опубликованных данных [1, 5–6] современные термокарстовые озёра территории сибирской субарктики имеют неустойчивую экосистему, что сказывается на видовом разнообразии планктонных и бентосных сообществ. Он значительно ниже, чем в глубоководных озёрах ледниково-тектонического (флювиально-гляциального), кратерного, карстового и пойменного происхождения. По результатам многолетних наблюдений [1, 5–6] фитопланктон в первых постоянно представлен 6–11, видами против 12–25 в последних, зоопланктон соответственно 9–11 и 16–28 видами, а простейшие соответственно 3–9 и 8–19 видами. Аналогичная закономерность выявлена и по результатам единичных (полурежимных) наблюдений в Восточной Сибири и на Чукотке. 2) Обе эти группы озёр различаются и по функциональным показателям гидробионтов, прежде всего по соотношению продукционно-деструкционных процессов. В термокарстовых, как правило, величины первичной продукции (Φ) значительно превышают скорость деструкции ОВ (D), коэффициент $\Phi: D$ в абсолютном большинстве озёр был больше 1. Следовательно, эти озёра способны к быстрому накоплению в толще воды ОВ, создаваемого фитопланктоном. Они более уязвимы к эвтрофированию при поступлении дополнительных биогенных элементов. В крупных ледниковых, пойменных, карстовых и кратерных водоёмах с более сбалансированными экосистемами наблюдалось преобладание деструкционных процессов над продукционными ($\Phi: D < 1$). 3) Кроме этого выявлены некоторые специфические особенности молодых озёр антропогенного генезиса. В частности, на юго-востоке и юго-западе от посёлка Харасавэй на полуострове Ямал в 1991 и 2018 годах исследовано четыре таких водоёмов с глубинами 0,4–0,9 метра и с площадью акваторий от 0,2 до 1 га. Они образовались в понижениях вблизи у буровых скважин, заложенных с 1983 по 1985 годы, и имеют небольшие по площади водосборы (от 1 до 3 га). Водосборы почти полностью лишены почвенно-растительного покрова. Примечательно, что три озера (имеющих ручьевого приток из буровых и сток из своих котловин) по параметрам биопродуктивности почти не отличаются от озёр пойменного типа, а по биомассе основных групп гидробионтов даже опережают их. Рассчитанный для них коэффициент $\Phi: D$ (от 1,16 до 1,22) указывает на то, что эти озёра, несмотря на свою молодость, являются сбалансированными, достаточно устойчивыми системами. Четвёртый водоём также имеет ручьевого приток, но является бессточным. Хотя показатели его биопродуктивности также несколько выше, чем в пойменных водоёмах, но коэффициент $\Phi: D$, равный 2,27, больше роднит его с молодыми озёрами термокарстового типа. Аналогичные тенденции отчётливо проявляются и в рукотворном озере-коллекторе Харасавэй. Следовательно, можно предполагать, что бессточно-приточный гидрологический режим является не только важным условием доминирования продукционных процессов ОВ над деструкционными в молодых озёрах антропогенного и термокарстового генезиса, но и одним из основных факторов их экологической неустойчивости. Напротив, проявление устойчивости пойменных и приточно-сточных антропогенных озёр, т. е. способности сохранять своё оптимальное состояние в процессе активного функционирования, следует рассматривать в аспекте ручьевого (речного) стока, благодаря которому не создаётся одностороннего накопления ОВ и обеспечивается необходимая для гидробионтов и человека биогеохимическая, а значит и экологическая обстановка.

Таким образом, применённая автором методика экологической оценки озёр В. Г. Драбковой с соавторами [3] и основанная на анализе количественных и качественных показателей продуктивности основных групп гидробионтов, показала, что результаты состояния устойчивости совпадают на 86–92% с нашими результатами по миграционно-геохимическим коэффициентам и МГФ.

Список литературы

1. Богданов В.Д. Ретроспектива ихтиологических и гидробиологических исследований на Ямале/ В.Д. Богданов, Е. Н. Богданова, О. А. Госькова и др. – Екатеринбург, 2000. – 88с.
2. География озёр Таймыра. – Л.: Наука, 1986. – 222 с.
3. Драбкова В.Г. Закономерности формирования экосистем тундровых озёр и их изменение под влиянием антропогенного воздействия /В.Г. Драбкова, В.П. Беляков, И. А. Денисова и др. //Особенности структуры экосистем Крайнего Севера. – СПб: Наука, 1994. – С. 242–248.
4. Савченко Н.В. Гидрохимическое состояние озёр низменных равнин северной Евразии (на примере Западной Сибири). – Новосибирск, 2004. – 92 с. – Деп. в ВИНТИ, № 1266 – В 2004.
5. Савченко Н.В. Геоэкологическая дифференциация субарктических озёр азиатской части России / Н. В. Савченко, В. А Бакаев, Л. А. Сайдакова //Биоразнообразие, проблемы экологии Горного Алтая и сопредельных территорий: настоящее, прошлое, будущее. Материалы IV международной конференции. – Горно-Алтайск, 2016. С. 308–310.
6. Savchenko N. V. Ecological condition of Lakes Subarctic regions in Asian part of Russia // Science, Technology and Higher Education. – Westwood, Canada 2014. – pp. 251–259.

IV. ИНВАЗИОННЫЕ И ИНФЕКЦИОННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ РЫБ И ИХ ПРОФИЛАКТИКА

УДК 591.69–755.251 (282.256.21)

ПАЗАРИТОФАУНА СИГОВЫХ РЫБ В ОЗЁРАХ БАССЕЙНА Р. ЩУЧЬЕЙ (ЯНАО)

А. Л. Гаврилов, О. А. Госькова

Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия
gavrilov@ipae.uran.ru, goskova@ipae.uran.ru

Аннотация. Для оценки эпизоотической ситуации в четырёх озёрах бассейна р. Щучьей (уральского притока нижней Оби), где планируется выращивание сиговых рыб, были проведены паразитологические исследования аборигенных пеляди и сига-пыжьяна. Несмотря на массовое поражение личинками трематоды *Ichthyocotylurus erraticus*, невысокая интенсивность инвазии не приводила к патологиям и снижению упитанности половозрелых пеляди и сига-пыжьяна. Наиболее полно изучена паразитофауна половозрелых особей пеляди, у которой выявлено 10 видов широко распространённых в низовье Оби ихтиопаразитов из 7 систематических групп. Паразиты рыб, вызывающие опасные заболевания человека, не обнаружены.

Ключевые слова: паразитофауна, пелядь, сиг-пыжьян, озёра, река Щучья, нижняя Обь.

PARASITE FAUNA OF COREGONIDS IN LAKES BASIN R. SCHUCH'YA (YANAO)

A. L. Gavrilov, O. A. Goskova

Summary: To assess the epizootic situation were carried out parasitological studies of the aboriginal coregonid fish in four lakes of the River Schuch'ya basin (Polar Ural tributary of the lower Ob). It is planned coregonid cultivation in these lakes, where Siberian whitefish and peled are inhabited now. The peled parasite fauna has been studied most fully. There are widely distributed in the ob basin 10 ichthyoparasitic species from 7 systematic groups. Despite of the *Ichthyocotylurus erraticus* larvae massive infection, low invasion intensity did not lead to pathologies and fatness decrease of mature peled and Siberian whitefish. Causing dangerous human diseases fish parasites were not found.

Keywords: parasite fauna, peled, Siberian whitefish, River Schuch'ya basin lakes, lower Ob.

Снижение численности сиговых рыб в нижней Оби, озерах Ямала и Полярного Урала и увеличение антропогенной нагрузки на экосистемы определяют необходимость проведения рыбоводных мероприятий, чтобы сохранить водные биоресурсы.

В июле – августе 2016 г. были проведены работы с целью оценки возможности использования озёр Еданта, Нготато, Мынгорманта, Теунто в бассейне р. Щучьей (уральского притока нижней Оби) для озерного сигового рыбоводства.

Методом неполного паразитологического анализа изучено 50 экз. пеляди и 4 экз. – сига-пыжьяна. Для оценки благополучия озер по инвазионным заболеваниям использовали свежую и фиксированную в 4% растворе формалина рыбу, которая обрабатывалась согласно общепринятым в ихтиологии и паразитологии методикам. В лабораторных условиях у рыб проводили визуальный осмотр слизистых поверхностей кожи и жаберных лепестков, исследовали сдавленные между предметными стеклами ткани внутренних органов под бинокулярным микроскопом МБС-1 при увеличении 8х1 и 8х2. Обнаруженные макропаразиты подвергались

консервации. Фиксацию и окраску препаратов проводили согласно методическому пособию по паразитологическому исследованию рыб [2,3]. Для характеристики зараженности рыб использовали 3 показателя: экстенсивность инвазии (ЭИ – частота встречаемости паразита), интенсивность инвазии (ИИ – степень поражения особи), индекс обилия (ИО – отношение общего количества особей паразита к общему количеству рыб в пробе). Для видовой идентификации паразитов использовали определители паразитов пресноводных рыб [5].

В результате неполного паразитологического исследования пеляди в оз. Мынгорманто найдено 8 видов паразитов. Наиболее часто у половозрелых рыб встречались личинки цестоды *Diphyllbothrium ditremum* (pl.), при среднем ИО 2,16 личинок паразита. Вторым по встречаемости был эндопаразит из кишечника и пилорических придатков – цестода *Proteocephalus exiguus*. ИО этой цестодой была сходной у пеляди из озер Мынгорманто и Теунто (табл. 1, 2).

Таблица 1. Паразитофауна и показатели зараженности пеляди в оз. Мынгорманто

Вид паразита	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
<i>Henneguya zschokkei</i>	2,6	1	0,03
<i>Diphyllbothrium ditremum</i> (pl.)	80,7	2,7 (1-14)	2,16
<i>Proteocephalus exiguus</i>	22,6	1,7 (1-4)	0,39
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i> mtc.	18,5	1,6 (1-4)	0,30
<i>Cystidicola farionis</i>	9,7	1,3 (1-2)	0,13
<i>Raphidascaris acus</i> (l.)	3,23	1	0,03
<i>Neoechinorhynchus</i> sp.	3,23	1	0,03
<i>Piscicola geometra</i>	7,9	1,3 (1-2)	0,11

Отличительной особенностью паразитофауны пеляди оз. Мынгорманто была инвазия скребнями *Neoechinorhynchus crassus* и нематодами, в жизненном цикле которых участвуют различные бентосные организмы (остракоды, гаммарусы). Большинство обнаруженных видов паразитов встречались реже (ЭИ от 3 до 10%, при очень низкой ИИ) (табл. 1). Из факультативных паразитов пеляди встречалась рыба-пиявка *Piscicola geometra*, часто свободно обитающая в прибрежных биотопах и периодически нападающая на рыб.

У сига-пыжьяна в оз. Мынгорманто обнаружено 2 вида паразитов: скребни *Neoechinorhynchus* sp. и метацеркарии трематоды *Ichthyocotylurus erraticus*.

У пеляди из сравнительно мелководного оз. Теунто выявлено 7 видов паразитов. Среди них доминировали личинки трематоды *Ichthyocotylurus erraticus* (ИИ была в пределах от 2 до 53, в среднем не более 20 личинок паразита на сердце одной рыбы) (табл. 2).

Таблица 2. Паразитофауна и показатели зараженности пеляди в оз. Теунто

Вид паразита	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
<i>Dermocystidium salmonis</i>	11,1	1	0,11
<i>Henneguya zschokkei</i>	5,6	1	0,10
<i>Diplostomum</i> sp. mtc.	5,6	1	0,10
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i> mtc.	100	19,1	19,1
<i>Diphyllbothrium ditremum</i> (pl.)	22,2	3,25 (1-6)	0,72
<i>Proteocephalus exiguus</i>	16,7	3,0 (1-7)	0,50
<i>Raphidascaris acus</i> (l.)	5,6	2	0,11

Несмотря на массовое поражение личинками ихтиокотилуруса, невысокая интенсивность инвазии не приводит к снижению упитанности пеляди [4]. Вторым по встречаемости эндопаразитом пеляди были личинки (плероцеркоиды) цестоды из рода дифиллоботриум. Цикл

развития цесто́ды связан с питанием пеляди зоопланктоном (первый промежуточный хозяин паразита – веслоногие ракообразные, второй – рыбы-планктофаги). Окончательный хозяин – рыбоядные птицы, в основном гагары. Специфичная для сиговых рыб цесто́да протеоцефалюс встречалась реже (ЭИ – 16,7%). Рыбы – ее окончательные хозяева. Цикл развития этого паразита связан с питанием пеляди зоопланктоном [6,7]. Из эндопаразитов со сложным циклом развития наиболее редко встречались локализующиеся в хрусталиках глаз личинки плоских червей из рода диплостомум и личинки нематоды *Raphidascaris acus* на кишечнике рыб (табл. 2). Одноклеточные паразиты с простым циклом развития (без смены хозяев), встречались единично и не вызывали патологий у рыб (жаберный эктопаразит *Dermocystidium salmonis* и микоспори́дия *Henneguya zschokkei*, локализующаяся в мышцах тела). В озерах Еданта и Нготато

В целом, паразитологический анализ проведённый у 2 видов сиговых рыб, озера Еданта, Нготато, Мынгорманта и Теунто выявил 10 видов паразитов из 7 систематических групп: ихтиоспоровые – 1; микоспори́дии – 1; цесто́ды – 2; трематоды – 2; нематоды – 2; скребни – 1; пиявки – 1.

Наибольшее видовое богатство паразитов у рыб из четырех обследованных озера отмечено у пеляди (10 видов). У сига-пыжьяна их было заметно меньше (2 вида). В оз. Теунто выявлена массовая инвазия пеляди личинками трематоды *Ichthyocotylurus erraticus*. Интенсивность инвазии пеляди в оз. Теунто невысокая (в среднем около 20 цист на сердце рыбы) и не приводит к патологии (заболеванию ихтиокотилурозом) взрослых рыб. Инвазия метацеркариями данной трематоды наиболее опасна для личинок сиговых рыб, даже при единичной инвазии (особенно для молоди сигов-бентофагов – чира и сига-пыжьяна, поскольку места нагула этих видов совпадают с распространением в водоеме первых промежуточных хозяев паразита – моллюсков).

В оз. Теунто также обнаружены патогенные для сиговых рыб личинки паразита *Diplosthomum* sp. n., вызывающие диплостомоз. Интенсивность инвазии пеляди в данном водоёме низкая (не превышает 1 личинки паразита на особь) и не наносит существенного вреда половозрелым рыбам.

В итоге можно заключить, что наиболее благополучная эпизоотическая обстановка сложилась в оз. Мынгорманта, где инвазия взрослой пеляди самым распространённым гельминтозом (ихтиокотилурозом) не превышала 20% при низкой величине индекса обилия до 0,30 личинок паразита на рыбу.

Выявлена неблагополучная эпизоотическая ситуация по заболеванию пеляди ихтиокотилурозом (100%) в оз. Теунто. Ввиду того, что местные виды рыб и будущие объекты аквакультуры (сиговые рыбы) могут являться переносчиками опасных болезней, необходим паразитарный мониторинг, чтобы избежать массовых потерь рыбной продукции.

Работа выполнена в рамках государственного задания Института экологии растений и животных УрО РАН АААА-А19-119 031 890 085-3.

Список литературы

1. Альбетова Л.М. О протеоцефалёзе сигов в озере Кучак Нижне-Тавдинской группы Тюменской области хозяйствах Тюменской области// Труды ГосНИОРХ. – 1975. – Т. 93. – С. 105–107.
2. Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. – Л.:Наука, 1969. – 109 с.
3. Болезни рыб в аквакультуре России: практическое руководство. /В.Н. Воронин, Е.В. Кузнецова, Ю.А. Стрелков, Н.Б. Чернышёва. – ФГНУ СПб. – ГосНИОРХ, 2011. – 263 с.
4. Гаврилов А.Л. Влияние зараженности метацеркариями трематоды *Ichthyocotylurus erraticus* (Rudolphy, 1809) на биоресурсы сиговых рыб /А.Л. Гаврилов, Н.В. Бурдакова // Аграрный вестник Урала. – 2011. – №8 (87). – С.14–16.
5. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 1: Паразитические простейшие. – Л.: Наука, 1984. 428 с; Т. 2: Паразитические многоклеточные (Первая часть) – Л.: Наука, 1985. 425 с; Т. 3: Паразитические многоклеточные (Вторая часть). – Л.: Наука, 1987. – 583 с.

6. Прогнозирование паразитарных и токсикологических заболеваний. Биотехнический приём борьбы с ними в водоёмах озёрных хозяйств Западной Сибири: методические указания/ исп. Д. А. Размашкин, Л. И. Литвиненко, В. Я. Ширшов. – Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. – 68 с.
7. Размашкин Д. А. Паразитофауна и болезни пеляди /Д. А. Размашкин, В. В. Кашковский // Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1788): Систематика, экология, продуктивность. – М.: Наука, 1989. – С. 242–266.

УДК 576.895.1:591.81

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПАРАЗИТОФАУНЫ *GADUS MORHUA MARIS-ALBI*

Н. Д. Ишимникова

Казанский Федеральный университет, г. Казань, Россия, isimnikovanatala@mail.ru

Аннотация. Треска играет важную роль в экосистеме Белого моря, является дефинитивным/промежуточным и кумулятивным хозяином для разных видов паразитов. В ходе работы рассчитаны экстенсивность и интенсивность инвазии, проведено соотношение возраста и размера рыб с их зараженностью, а также выявлены наиболее инвазированные органы. Было обнаружено 6 видов 4 типов паразитов.

Ключевые слова: беломорская прибрежная треска, *Gadus morhua*, паразитофауна, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, инвазирование органов, размерно-возрастные группы.

QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF PARASITOFUNA *GADUS MORHUA MARIS-ALBI*

N. D. Ishimnikova

Summary. Cod plays an important role in the ecosystem of the White sea, is definitive/annectent and cumulative host for different parasite species. In the course of work is designed extensity and intensity of invasion, the correlation between age and size of fish with their infestation, as well as the most infested organ. It was discovered 6 species 4 types of parasites.

Keywords: White Sea coastal cod, *Gadus morhua*, parasitofauna, extensity of invasion, intensity of invasion, infested organ, size-age groups.

Введение

Беломорская прибрежная треска *Gadus morhua marisalbi* – пример тех видов рыб, которые не являются первостепенными промысловыми объектами [2], но является обязательной частью рациона местного населения и играет важную роль в экосистеме Белого моря. Большое разнообразие паразитофауны трески отражает большое разнообразие ее рациона питания и высокий трофический уровень в биоценозе. Систематическое исследование паразитофауны трески, являющейся одним из ключевых видов, которые участвуют в поддержании численности разных групп паразитов, может способствовать правильной оценке паразитологической ситуации в данном районе.

Материал и методы

Лов *Gadus morhua maris-albi* производился в период интенсивного откорма (июнь-июль 2018 года: 20.06–10.07). Сбор материала проходил в акватории губы Чупа Кандалакшского залива близ о.Средний. Для паразитологического исследования было выловлено 25 экземпляров

трески. При определении возраста использовались метрические данные по системе Европейцевой Н. В. [3]. Длина анализируемых особей варьировала от 13,5 см до 51,5 см, вес колебался от 100 г до 1000 г. По результатам сопоставительного анализа были выделены три возрастные группы:

I – 2+/3+ года (100–200 г /23–29,5 см);

II – 4+/5+ (220–500 г /13,5–39 см);

III – 8+ (1000 г и >/48,5–51,5 см).

Самой многочисленной возрастной группой (68%) была II группа. К тому же, именно в ней несколько экземпляров выбивались по весовым или линейным параметрам из общепринятых показателей. А также качественный состав паразитофауны отличался от I и III групп.

Паразитологическое обследование трески проводилось по общепринятой методике И. Е. Быховской-Павловской [1]. Найденные паразиты фиксировались в 70% спирте. Далее для приготовления временных препаратов гельминты были пропущены через ряд растворов для просветления по общепринятому в паразитологии методу [4]. В жидкости Барбагалло (3% раствор формалина на физиологическом растворе) нематоды и скребни провели трое суток. Далее их поместили в раствор из глицерина и молочной кислоты 1:1 еще на 2 суток. После этого были приготовлены временные препараты для детальной камеральной обработки материала. Фотографии делались на универсальном моторизованном биологическом световом микроскопе с люминесцентной приставкой Carl Zeiss Axio Imager M2, а резкость полученных кадров была улучшена с помощью программы Helicon Focus.

Результаты и их обсуждение

По итогам общего паразитологического обследования общая экстенсивность инвазии (Е) составила 96% (24 рыбы из 25 были заражены). Средняя интенсивность инвазии составила 65,3 экземпляров на особь (I = 65,3 экз/особь), также она была посчитана для размерно-возрастных групп (табл. 1).

Наиболее высокая интенсивность инвазии отмечена у самых старших экземпляров выборки – 330 экз/особь. Минимальная зараженность характерна для рыб I группы (возраст: 2+/3+года) – 11,2 экз./особь. II группа рыб (самая многочисленная) – 50,12 экз./особь. Выявленные паразиты относились к четырем типам: Nematoda, Acanthocephala, Arthropoda, Plathelminthes. Наивысший показатель интенсивности инвазии отмечен для Acanthocephala (*Echinorhynchus gadi*) (рис.1) и Nematoda (доминирующий вид – *Anisakis simplex* larva) (рис.2). В отдельных экземплярах трески присутствовало до 495 круглых червей и 109 скребней. На диаграмме показано распределение паразитов по органам хозяев (табл.2). Видовое разнообразие паразитов, обнаруженных в беломорской прибрежной треске незначительное (выявлено 6 видов). Из них – три вида нематод семейства Anisakidae: *Anisakis simplex* (larva), *Contracoecum aduncum* (larva), *Porocoecum* sp. (larva). Скребни единственного вида *Echinorhynchus gadi* обнаружены в адультином состоянии в полости кишечника, а на стадии личинки – в желудке, пилорических придатках и печени. Плероцеркоиды цестод вида *Bothriocephalus scorpii* встречаются в желудке, пилорических придатках и печени. Эктопаразитические раки *Lernaeocera branchialis* выявлены в жабрах (рис.3). Поражение трески этим эктопаразитом вызывает снижение на 30% веса тела, замедление или прекращение развития гонад, рост смертности из-за открытых ран и потери крови [5].

Список литературы

1. Быховская-Павловская И. Е. Паразитологическое исследование рыб. – Л.: Наука. – 1969.
2. Житний Б. Г. Второстепенные рыбы Белого моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря. – Петрозаводск. – 2005.
3. Европейцева Н. В. Расовый анализ беломорской трески. – Л.: Изд-во Ленингр. гос. ун-та. – 1937.
4. Суменкова Н. И. О методах приготовления препаратов нематод для морфотаксономических исследований // Фитогельминтологические исследования. – М.: Наука. – 1978.
5. Шульман С. С., Шульман-Альбова Р. Е. Паразиты рыб Белого моря. – 1953.

МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ РЫБ ПРИ ЭКТО- И ЭНДОПАРАЗИТОЗАХ

Е. Н. Кашинская, Е. П. Симонов, М. М. Соловьев

Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск,
Россия, elena.kashinskaya@inbox.ru

Аннотация. Проведено изучение таксономического состава бактериальных сообществ внешних покровов серебряного карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) и микробиоты, ассоциированной с желудочно-кишечным трактом окуня *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) при паразитировании ракообразных из рода *Lernaea* и *Argulus* и цестод (*Proteocephalus* sp.), соответственно. Показаны достоверные изменения в составе микробиоты неповрежденных кожных покровов зараженных особей серебряного карася по сравнению с микробиотой кожных покровов незараженных рыб. В составе ассоциированной микробиоты паразитических ракообразных доминировали условно-патогенные микроорганизмы – потенциальные возбудители вторичных инфекций у рыб. Кишечная микробиота окуня при эндопаразитозе достоверно не отличалась от ассоциированной микробиоты цестод, что по – видимому, свидетельствует о мимикрии паразитов не только на морфологическом уровне (сходство пищеварительно-транспортных структур рыб и цестод), но и на уровне микробных сообществ.

Ключевые слова: рыбы, микробиота кожных покровов и кишечника, *Lernaea* sp., *Argulus* sp., *Proteocephalus* sp., секвенирование.

METAGENOMIC ANALYSIS OF MICROBIAL COMMUNITY OF FISH AT ECTO- AND ENDOPARASITOSIS

E. N. Kashinskaya, E. P. Simonov, M. M. Solovyev

Summary. The bacterial taxonomic composition of the skin mucosa of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) and the microbiota associated with the gastrointestinal tract of *Perca fluviatilis* (Linnaeus, 1758) during of infection caused by parasitic crustaceans from the genus *Lernaea* and *Argulus* and cestode (*Protece*) was studied, respectively. Significant perturbation of microbial community in skin mucosa of unhealthy Prussian carp in comparison with healthy fish during ectoparasites infestation was revealed. Microbiota associated with ectoparasites were dominated by opportunistic pathogens. No significant differences were found between the intestinal microbiota of perch and associated microbiota of cestodes, which apparently indicates the mimicry of parasites not only at the morphological level (similarity of the digestive and transport structures of fish and cestodes), but also at the level of microbial communities.

Keywords: fish, microbiota of skin and intestine, *Lernaea* sp., *Argulus* sp., *Proteocephalus* sp., sequencing.

Введение. Хозяин, паразит и микробиота представляют собой микробиоценоз со сложившимися за время совместной эволюции тесными взаимоотношениями, исследование которых важно для понимания происходящих в нем процессов. Установлено, что микробиота рыб не только участвует в процессах пищеварения, в синтезе ряда витаминов и аминокислот, но, также участвует в защите против патогенных микроорганизмов [4; 2]. В настоящее время о микробиоте рыб накоплено достаточно большое количество работ. Показано, что разнообразие микробиоты рыб подвержено влиянию различных факторов окружающей среды абиотической и биотической природы [1; 5; 3]. Одним из фак-

торов, способным также оказывать влияние на формирование микробиоты рыб, являются паразитарные инвазии, вызываемые различными группами экто- и эндопаразитов. Среди эндопаразитов рыб, вызывающих массовые инвазии и гибель ценных промысловых рыб, значительное место занимают цестоды. Цестоды лишены собственной пищеварительной системы и используют хозяина в качестве среды обитания и источника питания, адаптируясь к его биохимическим особенностям. Эктопаразитозы, вызываемые различными паразитическими ракообразными, также могут наносить значительный ущерб аквакультуре. В процессе реализации своего жизненного цикла паразит может повреждать ткани хозяина, что создает «ворота» для вторичных инфекций, вызываемых разными группами микроорганизмов, преимущественно бактериями и грибами. Цель исследования: 1) определить структуру микробных сообществ кожных покровов и слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта рыб при экто- и эндопаразитозах, соответственно. 2) выявить структуру микробных сообществ паразитов рыб, воды и донных отложений как потенциальных источников патогенной микробиоты.

Материалы и методы. Сбор ихтиологического и микробиологического материала проводили в районе оз. Малые Чаны (Новосибирская область, 54036»56.3»«N, 78012»5.9»«E). Для изучения микробных сообществ рыб при паразитировании в их кишечнике гельминтов из класса Cestoda были отловлены семь половозрелых особей окуня обыкновенного *Perca fluviatilis* (192,5 ± 24,8 мм) с использованием разноячеистых жаберных сетей (размер ячеек № 35 и 45). В течение часа после отлова рыб доставляли в лабораторию, где в асептических условиях проводили их вскрытие. Половозрелых цестод *Proteocephalus* sp. извлекали из кишечника рыб также в асептических условиях. От каждой особи окуня собраны образцы слизистой (n=7) и содержимого (n=5) желудка, слизистой (n=7) и содержимого кишечника (n=7), пилорических придатков (n=4) и цестоды (n=7) в количестве 5 экземпляров.

Для молекулярно-генетических исследований микробиоты при эктопаразитозах зафиксированы образцы кожной слизи в области поврежденной (язвы) и неповрежденной части кожи у 35-ти половозрелых особей серебряного карася (Q=372,8±7,04 гр.; L= 274,4±0,17 мм). Дополнительно собраны ракообразные для изучения ассоциированной с ними микробиоты (*Argulus* sp. и *Lernaea* sp.). Сбор образцов воды (600 мл), соскобы обрастаний с тростника обыкновенного (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud) и донных осадков проводили в трех повторностях в месте отлова рыб согласно методике, описанной ранее [3]. Из собранных образцов была выделена тотальная ДНК с использованием коммерческого набора «ДНК-сорб В» (НекстБио) и проведена ПЦР с консервативными праймерами. Секвенирование гипервариабельных участков V3, V4 гена 16S рРНК проводили на платформе «MiSeq Illumina» в компании «Евроген» (Москва). Биоинформационный и статистический анализ полученных последовательностей проводили как описано ранее [3].

Результаты и обсуждение. Микробиота желудочно-кишечного тракта при эндопаразитозе. Доминирующими таксонами в микробиоте слизистой и содержимого кишечника окуня выступали бактерии из рода *Mycoplasma*, *Serratia* и *Pseudomonas*. Микробиота слизистой, содержимого желудка и пилорических придатков у отдельных особей варьировала, общие таксоны бактерий представлены родами *Serratia*, *Pseudomonas*, *Enterobacteriaceae* и *Mycoplasma*. В составе микробиоты содержимого желудка идентифицированы бактерии семейства Comamonadaceae и Moraxellaceae. Наряду с типичными представителями микробиоты рыб (*Serratia*, *Pseudomonas*, бактерии u114 из семейства Fusobacteriaceae), на поверхности тегумента *Proteocephalus* sp. впервые детектированы бактерии из рода *Mycoplasma*. Анализ сходства (тест ADONIS) показал, что микробиота, ассоциированная с тегументом цестод, достоверно не отличалась от таковой микробиоты слизистой, содержимого кишечника и слизистой желудка окуня (p>0.05), что, по-видимому, свидетельствует о мимикрии паразитов не только на морфологическом уровне (сходство пищеварительно-транспортных структур рыб и цестод), но и на уровне микробных сообществ. Достоверные отличия получены только для микробиоты содержимого желудка по сравнению с остальной микробиотой желудочно-кишечного тракта рыб и микробиотой цестод. Общеизвестно, что цестоды способны создавать специфическую микросреду с низким уровнем pH, которая, вероятно, образуется вокруг лен-

точного червя из-за его метаболической активности. Вероятно, такая микросреда обеспечивает выживание только тех видов бактерий, которые перемещаются из желудка в передний отдел кишечника (из кислой среды в нейтральную).

Микробиотакожных покровов рыб при эктопаразитозе. Наряду с типичными представителями нормальной микробиоты внешних покровов серебряного карася результаты проведенных исследований позволили выявить представителей условно-патогенных микроорганизмов, таких как *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Streptococcus* и бактерии из семейства *Aeromonadaceae*. В микробиоте, ассоциированной с рачками *Argulus* sp., доминировали бактерии из рода *Flavobacterium*, *Corynebacterium*, *Arcobacter* и *Staphylococcus*. Микробиота, ассоциированная с рачками *Lernaea* sp., представлена в основном бактериями из семейства Comamonadaceae и Aeromonadaceae. Выявлены достоверные отличия между микробиотой неповрежденных кожных покровов рыб и микробиотой язв, а также микробиотой, ассоциированной с рачками из рода *Argulus* и *Lernaea* (ANOSIM, $p \leq 0.05$). Результаты проведенных исследований показали, что ассоциированная микробиота эктопаразитов играет потенциальную роль в трансмиссии вторичных инфекций у рыб. Проникновение условно-патогенной микробиоты предположительно может происходить в результате прямого контакта паразитических рачков с поверхностью кожи рыб.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-74-10 054.

Список литературы

1. Austin B. The bacterial microflora of fish Doi.org/10.1100/tsw.2002.137530// The Scientific World Journal. – 2002. – vol. 2. – P. 558–572.
2. Ghanbari M. A new view of the fish gut microbiome: Advances from next-generation sequencing /M. Ghanbari, W. Kneifel, Domig K. doi.org/10.1016/j.aquaculture.2015.06.033576// Aquaculture. – 2015. vol. 448. – 464–475.
3. Kashinskaya E. N. Diet and other environmental factors shape the bacterial communities of fish gut in an eutrophic lake//E. N. Kashinskaya, E. P. Simonov, M. R. Kabilov, G. I. Izvekova, K. B. Andree, M. M. Solov'yev doi. org/10.1111/jam.14064// Applied Microbiology. – 2018. – №125 (6). – P. 1626–1641.
4. Nayak S. K. Role of gastrointestinal microbiota in fish doi. org/10.1111/j.1365–2109.2010.02546.x // Aquaculture Research. – 2010. №41. – P.1553–1573.
5. Sullam K. E. Environmental and ecological factors that shape the gut bacterial communities of fish: A meta-analysis/ K. E. Sullam, S. D Essinger, C. A Lozupone, M. P. O'connor, G. L. Rosen, R. Knight, J. A Russel doi. org/10.1111/j.1365-294X.2012.05552.x// Molecular Ecology. – 2012. – №21. – P. 3363–3378.

УДК 574.522

КОРРЕЛЯЦИЯ УРОВНЯ ГЕМАТОКРИТА И СТЕПЕНИ ИНВАЗИИ ПАРАЗИТАМИ КАРПОВЫХ РЫБ ИЗ ТЕХНОГЕННОЙ ВОДНОЙ СИСТЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ДООЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД СЕВЕРСКОГО ТРУБНОГО ЗАВОДА

П. В Кочубей., А. А. Чураков, А. В. Лугаськов

Уральский филиал ФГБНУ ВНИРО, Екатеринбург, Российская Федерация,
grc-ural@mail.ru

Аннотация. Резкие изменения условий обитания могут привести к стрессу и к увеличению числа паразитов в рыбе. В этой работе мы постарались установить связь между стрессоустойчивостью и степенью инвазии паразитами у серебряного карася (*Carassius auratus*, L.,

1758), лещ (*Abramis brama*, L., 1758) и плотвы (*Rutilus rutilus*, L., 1758) выловленных из системы биологической доочистке сточных вод Северского трубного завода. Стресс у рыб определяли по изменению гематокритного числа, то есть по отношению форменных элементов к общему объему крови. Стресс фактором служило резкое падение температуры. Наименее устойчивым к такому стрессу оказался лещ, а наиболее – карась. Несмотря на то, что лещ оказался наименее стрессоустойчивым, количество диплостом в его глазу было меньше чем в глазу плотвы. *Digamma interrupta* была обнаружена только в полости тела леща. Карась оказался единственным видом, у которого на момент поимки из системы биологической доочистке сточных вод Северского трубного завода отсутствовал стресс и паразиты. Следовательно, стрессоустойчивость рыбы может быть одним из факторов её устойчивости к заражению паразитами.

Ключевые слова. Стресс, стрессоустойчивость, паразиты, лещ, плотва, серебряный карась, падение температуры, кровь.

HEMATOCRIT AND PARASITE INVASION CORRELATION OF CARP FAMILIAL FROM TECHNOGENIC AQUEOUS SYSTEMS OF BIOLOGICAL PURIFICATION OF SEWAGE PIPE FACTORY SEVERSKY

P. V. Kochubey, A. A. Churakov, A. V. Lugaskov

Summery. Sharp habitat conditions changes, may lead to stress that could increase parasites in fish. Here we try to find a correlation between stress resistance and parasite invasion of crucian carp (*Carassius auratus*, L., 1758), bream (*Abramis brama*, L., 1758) and roach (*Rutilus rutilus*, L., 1758) from technogenic aqueous systems of biological purification of sewage pipe factory Seversky. Fish stress was determined by ratio of blood cells to total blood volume or hematocrit changes [2]. We have used a sharp temperature drop as a stress factor. Bream had the least resistance to stress and crucian carp had the most. Despite the fact that the bream had the least stress resistance, the diplosotomes quantity in it eyes were less than in the roach eyes. *Digamma interrupta* was found only in bream body cavity. Crucian carp was exclusive species without stress when it was catching from technogenic aqueous systems of biological purification of sewage pipe factory Seversky. Therefore fish stress resistances may be one of the resistance factors of parasite invasion to fish body cavity.

Key words: stress, stress resistances, parasites, bream, roach, crucian carp, temperature drop, blood.

Изменение различных факторов внешней среды вызывает стресс у рыб, который приводит к увеличению количества форменных элементов в крови по отношению к общему объему крови или гематокритное число [1–4]. Стресс подавляет общий иммунитет рыбы, вызывая вспышки различных заболеваний [5]. Нередко сами паразиты приводят к росту гематокритного числа [6, 7]. Разные виды рыб обладают разной чувствительностью к патогенам, которая часто зависит от их стрессоустойчивости.

Целью нашей работы стала оценка влияния стрессоустойчивости на степень инвазии паразитами рыб, отобранных из техногенной водной системы биологической доочистке сточных вод Северского трубного завода (г. Полевской, Свердловская область). Материалом для исследования стали: серебряный карась (*Carassius auratus*, L., 1758), лещ (*Abramis brama*, L., 1758) и плотва (*Rutilus rutilus*, L., 1758).

Средний размер отобранного для эксперимента леща был 20 ± 3 см и вес 217 ± 5 гр, плотвы 14 ± 4 см, вес – 50 ± 10 гр, серебряного карася 16 ± 2 см, вес – 135 ± 5 гр. Для оценки гематокрита кровь, у уснувшей от гвоздичного масла рыбы, забирали вакуумной системой из хвостовой вены. Кровь, обработанную гепарином, центрифугировали в гематокритных капиллярах, в результате чего форменные элементы крови отделялись от плазмы. Гематокрит определяли как отношение форменных элементов крови к общему объему крови в капилляре. Анализу было подвергнуто по 15 экземпляров каждого вида.

Исходно, у леща гематокрит оказался завышенным – $38,5 \pm 2,0\%$, при норме 20–25%. У карася он находился в норме, 22–26% [8]. У плотвы наблюдалось небольшое отклонение, гематокрит составил $30,0 \pm 2,0\%$, при норме 22–26% [8].

Для оценки стрессоустойчивости выловленной рыбы *in vitro*, мы понижали температуру в аквариумной системе, резкими подменами воды. Стрессоустойчивость рыбы смотрели по изменению гематокрита [1, 2].

Перед проведением эксперимента на стрессоустойчивость, выловленную из биоинженерной площадки рыбу выдерживали в аквариумной системе в течение 2 недель, до нормализации гематокрита. Всего было выполнено 3 эксперимента: в первом температура снижалась с 20 °С до 15 °С, во-втором – с 20 °С до 10 °С и в третьем – с 20 °С до 5 °С. Перед каждым новым резким снижением температуры, рыба выдерживалась в аквариумной системе 2 недели, до нормализации гематокрита. При падении температуры с 20 °С до 15 °С отмечалось незначительное повышение гематокрита у леща с $22,0 \pm 2,0\%$ до $31,0 \pm 5,0\%$, у карася и плотвы статистически значимых изменений не наблюдали. Снижение температуры на 10 °С привело к частичной гибели леща (35% от общего числа) и повышению гематокрита до $49 \pm 4,5\%$ у оставшегося в живых леща. У плотвы гематокрит поднимался до $35 \pm 4,4\%$, а у карася до $30 \pm 2,5\%$. Падение температуры с 20 °С до 5 °С стало летальным для леща и 70% плотвы, у карася гематокрит поднялся до $48 \pm 6,2\%$. В конце эксперимента, вся рыба была усыплена гвоздичным маслом и вскрыта на предмет наличия паразитов.

С помощью бинокля МБС-10 в хрусталике глаза леща и плотвы обнаружили трематод рода *Diplostoma* (Poirier, 1886). У трех лещей, помимо трематод, найдена *Digramma interrupta* (Rud., 1810). Степень интенсивности инвазии диплостомой у леща была до 15 метацеркариев на глаз, в среднем 12 ± 3 экз., диграммой – по одному экземпляру в полости тела леща. Степень интенсивности инвазии диплостомой у плотвы – до 28 экземпляров, в среднем 22 ± 6 метацеркариев на глаз. Индекс обилия диплостом у леща и плотвы совпал со степенью инвазии, поскольку все вскрытые особи были заражены диплостомами, но индекс обилия *Digramma interrupta* для леща составил 0,2, в плотве и серебряном карасе этот вид паразита не обнаружен. Экстенсивность инвазий диплостомой у леща и плотвы составила 100%. Экстенсивность инвазии диграммой у леща – 20%. В карасе паразитов не обнаружено.

Лещ оказался наименее стрессоустойчивым среди всей выловленной рыбы, поскольку у него был самый высокий гематокрит. Мы это подтвердили *in vitro*, у леща в отличие от плотвы и карася, при падении температуры на 5 °С гематокрит возрастал, а при падении на 15 °С, лещ полностью погибал. Несмотря на низкую стрессоустойчивость интенсивность инвазии диплостомой у леща была ниже, чем у плотвы, но *Digramma interrupta* была обнаружена только в леще. Серебряный карась оказался наиболее стрессоустойчивым и единственным видом рыбы, выловленным из техногенной водной системы биологической доочистке сточных вод Северского трубного завода, у которого мы не обнаружили ни стресса, ни паразитов. Таким образом, наличие стресса и стрессоустойчивость рыбы может быть одним из факторов, влияющих на степень инвазии паразитами рыбы.

Список литературы

1. Matias A. Preliminary studies on hematological and plasmatic parameters in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) held under day/night temperature variations / A. C. Matias, L. Ribeiro, R. L. Araujo, P. Pousao-Ferreira // *Fish Physiol Biochem.* – 2018. – Т. 44, №1. – С. 273–282.
2. Munoz N. J. Hematocrit Is Associated with Thermal Tolerance and Modulated by Developmental Temperature in Juvenile Chinook Salmon / N. J. Munoz, A. P. Farrell, J. W. Heath, B. D. Neff // *Physiol Biochem Zool.* – 2018. – Т. 91, №1. – С. 757–762.
3. Лугаськова Н. В. Гематологическая характеристика рыб в условиях техногенного загрязнения водоемов Уральского региона // *Изучение экологии водных организмов восточного Урала* – Свердловск: УрО АН СССР, 1992. – 116–128 с 4. Clark N. J. Low hazard of silver

- nanoparticles and silver nitrate to the haematopoietic system of rainbow trout / N. J. Clark, B. J. Shaw, R. D. Handy // *Ecotoxicol Environ Saf.* – 2018. – Т. 152. – С. 121–131.
5. Cramp R. L. Synergistic interaction between UVB radiation and temperature increases susceptibility to parasitic infection in a fish / R. L. Cramp, S. Reid, F. Seebacher, C. E. Franklin // *BiolLett.* – 2014. – Т. 10, №9.
6. Filipsson K. Encystment of parasitic freshwater pearl mussel (*Margaritifera margaritifera*) larvae coincides with increased metabolic rate and haematocrit in juvenile brown trout (*Salmo trutta*) / K. Filipsson, J. Brijs, J. Naslund, N. Wengstrom, M. Adamsson, L. Zavorka, E. M. Osterling, J. Hojesjo // *Parasitol Res.* – 2017. – Т. 116, №4. – С. 1353–1360.
7. Kundu I. Study of Pathophysiological Effects of the Nematode Parasite *Eustrongylides* sp. on Freshwater Fish *Channa punctatus* by Hematology, Serum Biochemical, and Histological Studies / I. Kundu, P. K. Bandyopadhyay, D. R. Mandal, G. Gurelli // *Turkiye Parazitoloj Derg.* – 2016. – Т. 40, №1. – С. 42–7.
8. Васильков Г. В. Болезни рыб / Г. В. Васильков, Л. И. Грищенко, В. Г. Енгашев, А. И. Кананев, И. Ларькова, В. С. Осетров. – Москва: ВО «Агропромиздат», 1989. – 288 с.

УДК 576.895.122.2

СРАВНЕНИЕ И ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАРАЖЁННОСТИ КАРАСЯ *CARASSIUS AURATUS* (L.) ИЗ ОЗ. ИК И САЛТАИМ-ТЕНИС ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. Морозко, А. В. Цапенков, В. Ф. Зайцев

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Новосибирск, Россия

Аннотация. Изучен состав паразитофауны карася из оз. Ик и Салтаим-Тенис. Произведена оценка сходства видового состава паразитов карася из данных озёр с применением коэффициента Серенсена-Чекановского. Выявлены инвазионные связи рассматриваемых озёр.

Ключевые слова: паразитофауна, карась, экстенсивность инвазии, индекс обилия, интенсивность инвазии, коэффициент Серенсена-Чекановского.

COMPARISON AND EVALUATION OF INFECTIOUS INDICATORS CRUCIAN CARP *CARASSIUS AURATUS* (L.) FROM LAKES IK AND SALTAIM-TENIS OF THE OMSK REGION

A. M. Morozko, A. V. Tsapenkov, V. F. Zaitsev

Summary. The article studied the composition of the parasitofauna of crucian carp from Lake. Ik and Saltaim-Tenis. The similarity of the species composition of crucian parasites from these lakes was estimated using the Serensen-Chekanovsky coefficient. Revealed invasive relationships of the considered lakes.

Keywords: parasitofauna, crucian carp, invasive extensity, abundance index, invasion intensity, Serensen-Chekanovsky coefficient.

Введение

Паразитофауна рыб – один из факторов показывающий экологический статус и особенности жизни рыб. Изучение видового разнообразия паразитов рыб живущих в водоёмах одной озёрной системы дополняет данные о их биологии.

Озерный фонд Омской области насчитывает более 2400 озёр, общей площадью около 190 тыс. га: из них около 7,5 тыс. га гаммарусных озёр и 10 тыс. га гипергалинных (солёных)

озер, используемых для добычи артемии. Из рыбных озер в настоящий период для добычи рыбы и частично для ее разведения используется 30 тыс. га крупных озер и около 2 тыс. га средних озер. Большая часть озер расположены в центральной части области, на территории Крутинского, Тюкалинского, Колосовского и Саргатского районов.

Наиболее крупные озера находятся в Крутинском районе, это оз. Салтаим-Тенис и Ик, в которых добывается в последние годы более 80% всей рыбы в Омской области. Единственным пользователем, ведущим промысел активными орудиями лова на крупных озерах является ООО «Крутинский рыбозавод» [6].

Оз. Ик находится на юге Западно-Сибирской равнины, в междуречье Ишима и Иртыша. Площадь озера составляет 7,1 тыс. га. В озере Ик впадают три реки: Яман с юго-запада, Крутиха с юга и Грязнуха с востока. В северо-восточной части из озера вытекает р. Китерьма, в многоводные годы (2015–2019 гг.) соединяющая оз. Ик с оз. Салтаим-Тенис. Средняя глубина – 3,5 м, максимальная – 4,5 м (весной в паводок до 5 м) [6].

Озеро Салтаим-Тенис – крупный водоём, площадью 22,9 тыс. га состоит из двух плёсов площадью 12,3 тыс. га и 10,2 тыс. га, которые соединяются протокой шириной до 2000 м. Средние глубины составляют 3 м, максимальные – 4 м. Наиболее крупные притоки озера – Челдак, Карасук и Кошара дают до 95% воды. Из озера вытекает р. Оша, впадающая в р. Иртыш. В 2005 г. для поддержания уровня воды в водоёме на истоке р. Оша была построена плотина [7].

Крупные озера подвержены циклическим колебаниям уровня воды. Это обуславливает периодическое изменение гидрологического режима и гидро-химических показателей, которые оказывают определенное влияние на гидрофауну водоемов [6].

Ихтиофауна озёр сходна. В оз. Ик она из-за периодических локальных зимних заморозов и акклиматизационных работ неоднократно менялась. Промысловыми видами в настоящее время являются серебряный карась *Carassius auratus* (L.), сазан (каarp) *Cyprinus carpio* L., лещ *Abramis brama* L., окунь речной *Perca fluviatilis* L., щука обыкновенная *Esox lucius* (L.), судак *Sander lucioperca* (L.), пелядь *Coregonus peled* Gmelin. Из непромысловых видов единично встречаются верховка *Leucaspis delineatus* (Heckel), пескарь *Gobio gobio* (L.) и головешка-ротан *Perccottus glenii* Dybowski [4]. В оз. Салтаим-Тенис, в отличие от оз. Ик, в ихтиофауне не представлен ротан [4].

В настоящее время основными промысловыми видами в оз. Ик и Салтаим-Тенис являются карась и окунь. В рассматриваемых водоемах карась серебряный *Carassius auratus* (L.) – аборигенный вид.

Целью работы было сравнить видовой состав паразитофауны карася из двух озёр, которые в многоводные годы становятся связанными единой проточной системой и выявить их инвазионные связи.

Материал и методики

Материал для исследования отбирался в оз. Ик и Салтаим-Тенис в летний период 2019 г.

Отлов рыбы проводился ставными сетями. Обработка ихтиологического материала проводилась в лабораторных условиях. У всех отловленных для изучения рыб проводился размерно-весовой анализ и определялся возраст. Для этого исследовались следующие показатели: длина без хвостового плавника – от конца рыла до конца чешуйного покрова; масса тела с гонадами. Для взвешивания рыбы применялись весы. Длина рыб измерялась линейкой. Возраст определялся посредством подсчёта под бинокуляром годичных колец чешуи [5].

Отобранная для исследования рыба охлаждалась, для предотвращения гниения и гибели паразитических организмов, далее проводилось патологоанатомическое вскрытие по методике И. Е. Быховской-Павловской [3].

Определение паразитов до вида проводилось с помощью Определителя паразитов пресноводных рыб [1].

Оценивая заражённость рыб, мы использовали показатели экстенсивности инвазии (Э. И. – доля заражённых особей в процентах от общего числа обследованных рыб), интен-

сивности заражения (И. И. – число паразитов, встреченных на одной рыбе), индекс обилия (И. О. – число паразитов на одну исследованную рыбу).

Для вычисления видового сходства паразитофауны карася из исследованных озёр применялся модифицированный коэффициент Серенсена-Чекановского [2].

Результаты исследования

Методом полного патологоанатомического вскрытия исследованы 20 экз. карася, выловленной в Озёрах омской области (оз. Ик и оз. Салтаим-Тенис) в 2019 году.

У серебряного карася из оз. Ик были обнаружены два вида паразитов относящихся к одной систематической группе – трематоды (*Posthodiplostomum cuticola*, *Diplostomum spathaceum*, l. (*sensu lato*)). У исследованной рыбы из оз. Салтаим-Тенис четыре вида паразитов относящихся к трём систематическим группам: простейшие (*Trichodina mutabilis*), трематоды (*Posthodiplostomum cuticola*, *Diplostomum spathaceum*, L. (*sensu lato*)), цестоды (*Ligula intensinalis*).

Данные по заражённости исследованных карасей из озёр Омской области представлены в таблице.

Таблица. Показатели заражённости серебряного карася, выловленного в оз. Ик и Салтаим-Тенис в 2019 г.

Водоём	Вид зарегистрированного паразита	Э. И.	И. О.	И. И.		
				min	max	среднее
Салтаим-Тенис	<i>Trichodina mutabilis</i>	10%	0,8	8	8	8
	<i>Diplostomum spathaceum</i> , l. (<i>sensu lato</i>)	50%	3,3	1	17	9
	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	30%	0,8	1	5	3
	<i>Ligula intensinalis</i>	10%	0,1	1	1	1
Ик	<i>Diplostomum spathaceum</i> , l. (<i>sensu lato</i>)	30%	0,8	2	4	3
	<i>Posthodiplostomum cuticola</i>	20%	1,2	4	8	6

Так как паразитофауна характеризует качество рыб-хозяев, то для оценки сходства видового состава паразитов мы использовали модифицированный коэффициент Серенсена-Чекановского, как наиболее универсальный при оценках сходства двух или более совокупностей данных по **качественным** признакам. В нашем случае данный коэффициент равен 0,67. Поскольку коэффициент Серенсена-Чекановского изменяется от 0 до 1 (отсутствие сходства – полное сходство), то в можно говорить о высокой степени сходства.

Обсуждение

В паразитофауне карася из оз. Ик и Салтаим-Тенис наблюдается высокая степень сходства по коэффициенту Серенсена-Чекановского, что ожидаемо, поскольку данные озёра относятся в единой системе, позволяющих как перенос паразитофауны через окончательного хозяина – рыбадных птиц, так и через второго промежуточного хозяина – карася в периоды высокой водности.

Однако видовой состав паразитов карася из оз. Салтаим-Тенис не только богаче, но и характеризуется более высокими показателями экстенсивности инвазий у трематод. Это объясняется тем, что из оз. Ик через р. Китерья происходит скат рыбы в оз. Салтаим-Тенис период объединения акваторий. Тогда как обратного переноса инвазии (цестодозы) не происходит.

Список литературы

1. Бауэр О. Н. Определитель паразитов пресноводных рыб. Т. 1.– Л.: Наука, 1984. Т. 2. – Л.: Наука, 1985. Т. 3 – Л.: Наука, 1987.
2. Боголюбов А. С. Методы статистической обработки результатов экологических исследований. – М.: Экосистема, 1998–8 с.

3. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 123 с.
4. Зайцев В. Ф. Некоторые вопросы биологии и хозяйственное значение окуня *Perca fluviatilis* L. озера Ик Омской области / В. Ф. Зайцев, А. А. Ростовцев, А. В. Цапенков, Н. В. Рассказов, Л. С. Прусевич // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2015. – Т. 2, №2 (6). – С. 29–37
5. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
6. Прусевич Л. С. Состояние зоопланктона озера Ик (Омская область) в связи с меняющимися экологическими условиями Л. С. Прусевич, А. В. Цапенков, В. Ф. Зайцев, У. В. Ефанова // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2017. – Т. 4, №3 (15). – С. 66–75
7. Цапенков А. В. Состояние нерестового стада леща *Abramis brama orientalis* (Berg) в оз. Салтаим-Тенис / А. В. Цапенков, А. А. Ростовцев, В. Ф. Зайцев, Н. В. Рассказов // Современное состояние водных биоресурсов: материалы 3-й международной конференции, Новосибирск, 2014. – С. 75–77

УДК: 595.1:597.552.3 (282.247.212)

ПАРАЗИТОФАУНА КОРЮШКИ *OSMERUS EPERLANUS* ВОЛХОВСКОЙ ГУБЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА

А. А. Печенкина, М. В. Мосягина

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургская Государственная Академия Ветеринарной Медицины»,
г. Санкт-Петербург, Россия, ltauto@list.ru

Анотация. Изучена паразитофауна корюшки *Osmerus eperlanus* – промыслового вида рыб Ладужского озера в районе Волховской губы. Определен видовой состав и локализация паразитов. Отмечены виды паразитов, которые имеют эпидемиологическое значение.

Ключевые слова: Ладужское озеро, корюшка, паразитофауна.

PARASITOFAUNA OF SMELT, *OSMERUS EPERLANUS* OF THE LADOGA LAKE'S VOLKHOV BAY

А. А. Pechenkina, М. V. Mosyagina

Summary. Parasitofauna of smelt from Volkhov Bay area of Ladoga Lake has been studied. This is a commercial species of fish. The species composition and localization of parasites was determined. Species of parasites that have epidemiological significance have been noted.

Keywords: Ladoga Lake, smelt, parasitofauna

Ладужское озеро относится к важным рыбопромысловым водоемам России.

Серьезными проблемами Ладужского озера являются эвтрофирование, техногенное загрязнение [4] и биоинвазии. Негативные последствия антропогенного воздействия привели к сокращению запасов и резкому падению численности ценных видов рыб. Одной из основных промысловых рыб в озере стала европейская корюшка.

Целью наших исследований было описание фауны паразитов корюшки Волховской губы Ладужского озера. Сбор паразитов произведен методом полного паразитологического вскрытия [2]. В апреле 2019 года было исследовано 56 экземпляров корюшки длиной 9,0–13,2 см и весом 10–35 г. Интенсивность заражения оценивали по экстенсивности инвазии (доля зараженных рыб от числа исследованных, выраженная в процентах) и индексу обилия (среднее число паразитов в одной исследованной рыбе).

Паразитологические исследования корюшки позволили обнаружить 8 видов паразитов [3]. В хрусталике глаза обнаружены метацеркарии *Diplostomum spathaceum*, в перикардиальной полости и в паренхиме печени *Ichthyocotylurus sp.*, в паренхиме печени инцистированные плероцеркоиды *Triaenophorus nodulosus*, в полости тела плероцеркоиды *Diphyllobotrium ditremum*, на серозных оболочках кишечника акантеллы *Corynosoma strumosum*, *Corynosoma semerme*, в просвете кишечника *Proteocephalus longicollis* и *Echinorhynchus sp.* Также плероцеркоиды *Triaenophorus nodulosus* и *Diphyllobotrium ditremum* были обнаружены в просвете кишечника (табл.).

Таблица. Экстенсивность инвазии (ЭИ) и индекс обилия (ИО)

вид гельминта	локализация	ЭИ, %	ИО
<i>Diplostomum spathaceum</i> (личинка)	Хрусталик глаза	48,2	0,8
<i>Ichthyocotylurus sp.</i> (личинка)	перикардиальная область, печень	7,1	0,4
<i>Triaenophorus nodulosus</i> (личинка)	печень, кишечник	69,6	2,7
<i>Diphyllobotrium ditremum</i> (личинка)	полость тела, кишечник	10,7	0,1
<i>Corynosoma strumosum</i> , <i>Corynosoma semerme</i> (личинка)	серозная оболочка кишечника	67,8	2,7
<i>Proteocephalus longicollis</i>	кишечник	44,6	1,0
<i>Echinorhynchus sp.</i>	кишечник	5,3	0,08

Таким образом, при исследовании корюшки отловленной в Ладожском озере в районе Волховской губы обнаружено 8 видов паразитов, 3 из которых имеют эпидемиологическое значение. Это *Diphyllobotrium ditremum*, *Corynosoma strumosum* и *C. semerme* [5]. Плероцеркоиды *Diphyllobotrium ditremum* отмечены далеко не у всех рыб (табл.). Однако зараженность корюшки личинками *Corynosoma strumosum* и *C. semerme* (окончательный хозяин – нерпа) достаточно высока (67,8%). Наиболее сильно исследованная корюшка была заражена личинками цестод *Triaenophorus nodulosus* (окончательный хозяин щука), одного из самых широко распространенных паразитов данного вида рыб в Ладожском озере [1].

Список литературы

1. Аникиева Л.В. Лососеобразные в системе взаимоотношений паразитов европейской корюшки *Osmerus eperlanus* (L.) // XII съезда гидробиологического общества при РАН: тез. Докл. (отв. Ред. Н. В. Ильмаст) – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2019. – 15с.
2. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 122 с.
3. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: в 3 т /под ред. О.Н. Бауера – Л.: Наука, 1987. – Т.3. – 583с.
4. Румянцев Е. А., Драбкова В. Г. Экологическая диагностика состояния Ладожского озера. Водные ресурсы Европейского Севера России: итоги и перспективы исследований. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2006. – С.110–126
5. ТР ЕАЭС 040/216 Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции»

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ АКТИВНОСТИ И PH ОПТИМУМОВ КЛЮЧЕВЫХ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ФЕРМЕНТОВ, А ТАКЖЕ ЭНТЕРАЛЬНОЙ МИКРОБИОТЫ ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОГО ТРАКТА СИМПАТРИЧЕСКОЙ ПАРЫ СИГОВ ОЗЕРА ТЕЛЕЦКОЕ

М. М. Соловьев¹, Е. Н. Кашинская¹, Н. А. Бочкарев¹, Н. С. Пустовалова^{1,2}, Е. П. Симонов¹,
Э. Жизберт³

¹Институт систематики и экологии животных СО РАН (ФГБУН «ИСиЭЖ СО РАН», г. Новосибирск), e-mail: yarmak85@mail.ru. ²Новосибирский государственный университет, (ФГАО-УВО «НГУ», г. Новосибирск). ³Institut de Recerca i Tecnologia Agroalimentaries (IRTA), Crta. Poble Nou del Delta km 5.5, Sant Carles de la Rapita, Spain.

Аннотация. Работа направлена на выявление особенностей функционирования ключевых пищеварительных ферментов (рН и температурный оптимумы, активность и ее распределение вдоль пищеварительного тракта, изоферментный состав и некоторых других) и симбиотной микрофлоры желудочно-кишечного тракта сигов из озера Телецкое. Выявлены достоверные различия в уровнях активности панкреатических ферментов и составе симбиотной микрофлоры кишечника.

Ключевые слова: щелочные протеазы, трипсин, химотрипсин, *Coregonus lavaretus pravdinellus*, *C. l. pidschian*, корегониды.

COMPARISON OF ACTIVITY AND PH OPTIMUMS OF KEY DIGESTIVE ENZYMES AS WELL AS MICROBIAL COMMUNITY IN THE GUT OF SYMPATRIC PAIR OF WHITEFISH FROM TELETSKOYE LAKE

M. M. Solovev, E. N. Kashinskaia, N. A. Bochkarev, N. S. Pustovalova, E. P. Simonov, E. ZHizbert

Summary. The present study was focused on the most important physiological parameters of the key digestive enzymes (pH and temperature optimums, activity and its distribution along the gut, spectrum, and several others) and gut microbial community of sympatric pair of whitefish from Teletskoye Lake. The significant differences were found in terms of activity of pancreatic enzymes and structure of gut bacterial communities between two studied whitefish.

Key words: alkaline proteases, trypsin, chymotrypsin, *Coregonus lavaretus pravdinellus*, *C. l. pidschian*, coregonids.

Coregonus lavaretus – широко распространенный в северном полушарии вид, образующий в озёрах симпатрические популяции. Одна из таких пар обитает в Телецком озере: малотычинковый (менее 30 тычинок на первой жаберной дуге) сиг-пыжьян *C. lavaretus pidschian* (бентофаг) и многотычинковый (в среднем 34 тычинки) сиг Правдина *C. l. pravdinellus* (планктофаг). Согласно одной из гипотез, кормовая база водоема послужила ключевым фактором в морфологической адаптации данных форм сигов к их типам питания. Однако остается не исследованной функциональная адаптация различных компонентов желудочно-кишечного тракта сигов (пищеварительные ферменты, структура микробного сообщества) к данным типам питания. Цель работы – провести сравнительный анализ ключевых биохимических параметров пищеварительных ферментов и структуры микробного сообщества в желудочно-кишечном тракте телецкого сига и сига Правдина. Сбор материала проводился на озере Телецкое (51°79'N; 87°26'E) в сентябре 2012 и 2017 гг. Сигов

отлавливали ставными жаберными сетями (20–25 мм), затем в пластиковых контейнерах с водой доставляли в лабораторию. У живых особей желудочно-кишечный тракт немедленно извлекались и замораживались в жидком азоте для последующего анализа. Для определения структуры микробного сообщества в слизи и содержимом различных отделов пищеварительного тракта были отдельно отловлено по пять особей каждой формы сига. Активности, pH и температурные оптимумы, а также кинетические характеристики основных групп пищеварительных ферментов (желудочные, панкреатические и пристеночные) определяли в желудке и трех отделах кишечника с пилорическими придатками. Изоферментный состав щелочных протеаз определяли только в кишечнике. Нами не выявлено достоверных различий в исследуемых характеристиках пищеварительных ферментов (кроме активности) между ситами. Также не обнаружено достоверных отличий в активности пепсина (желудок) и ферментах щеточной каймы энтероцитов кишечника. В тоже время специфическая активность ключевых ферментов поджелудочной железы (трипсин, химотрипсин, липаза и амилаза) была достоверно выше у сига телецкого по сравнению с сигом Правдина. Также мы отмечаем существенные различия в структуре микробных сообществ, как в слизи, так и в содержимом пищеварительного тракта между исследуемыми формами сига. Таким образом, на данном этапе работы можно констатировать, что основные биохимические отличия между сигом Правдина (планктофаг) и сигом телецким (бентофаг) заключаются в уровне активности панкреатических ферментов. Также различный тип питания оказывает существенное влияние на структурную и функциональную составляющие микробных сообществ пищеварительного тракта сига.

Работа поддержана Российским Научным Фондом, проект № 17–74–10071.

УДК 576.895.1

ПАРАЗИТОФАУНА РЫБ РЕКИ МЕША

Н.В. Шакурова¹, О.К. Анохина², Р.Р. Нуретдинов², В.О. Большакова¹

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, e-mail: ntlshakurova@gmail.com. ² Татарский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Казань, Россия, e-mail: nuretdinovrru@gmail.com

Аннотация. По результатам паразитологического обследования рыб (Cyprinidae, Percidae Esocidae) приустьевой зоны реки Меша ихтиопаразитофауна представлена 15 видами, принадлежащими к Acanthocephala, Platyhelminthes, Nematoda, Annelida, Arthropoda, Mollusca. «Ядро видов» паразитов составляют трематоды (виды *Posthodiplostomum cuticola*, *Paracoenogonimus ovatus*, *Diplostomum spathaceum*, *D. clavatum*) и личинки унионид – глохидии. К наиболее патогенным паразитам можно отнести метацеркарии трематод вида *Diplostomum spathaceum* – возбудителя «паразитарной катаракты», метацеркарии *Posthodiplostomum cuticola* – возбудителя «чернильной болезни», цестод вида *Ligula intestinalis*, скребней – *Pomphorhynchus laevis*. Наибольшее разнообразие паразитов выявлено у трех видов рыб: *Blicca bjoerkna*, *Leuciscus idus*, *Perca fluviatilis*.

Ключевые слова: паразиты рыб, река Меша, трематоды, метацеркарии, глохидии, зараженность.

PARAZITOFAUNA OF MESHA RIVER FISHES

N.V. Shakurova, O.K. Anohina, R.R. Nuretdinov, V.O. Bolshakova

Summary. Nine species of *Cyprinidae*, *Percidae* *Esocidae* from Mesha river estuary were investigated. According to the results of a parasitological examination it was found that parazitofauna of mesha river fishes is represented by 15 species of Acanthocephala, Platyhelminthes, Nematoda, Annelida, Arthropoda, Mollusca. «Core of species» of the parasites consist of Trematodes (*Posthodiplostomum cuticola*, *Paracoenogonimus ovatus*, *Diplostomum spathaceum*, *D. clavatum*) and of the glochidia. The most pathogenic parasites are *Diplostomum spathaceum* metacercaria (causes «parasitic cataract»), *Posthodiplostomum cuticola* metacercaria (causes pathological melanism), *Ligula intestinalis*, *Pomphorhynchus laevis*. The greatest diversity of parasites was detected in three species of fish: *Blicca bjoerkna*, *Leuciscus idus*, *Perca fluviatilis*.

Keywords: parasites of fishes, Mesha river, Trematoda, metacercaria, glochidia larva, invasion.

Местами сосредоточения наибольшего биоразнообразия являются малые и средние реки [1, 3, 5]. Одной из таких рек является Меша, входящая в бассейн главной реки Поволжья. В условиях эскалации антропогенного преобразования природных водных экосистем изучение биологического разнообразия остается актуальным.

Сбор материала проводился в летний сезон 2018 года в приустьевой части р. Меша и заливных ее участках сотрудниками Татарского филиала ВНИРО в рамках плановых гидробиологических исследований. Ихтиофауна представлена общепресноводными видами (густера, плотва, сазан, лещ, язь, окунь, судак, щука) за исключением единственного лимнофильного вида – *Scardinius eritroftalmus*. Массовыми видами рыб в районе исследования были *Perca fluviatilis* (30%), *Blicca bjoerkna* (20%), *Rutilus rutilus* (20%), *Leuciscus idus* (10%), *Abramis brama* (10%). Обследование рыб проводилось по общепринятым паразитологическим методикам [2, 4]. Паразиты присутствовали преимущественно на коже, плавниках, глазах, в жабрах, брюшной полости, кишечнике, сердце, мышцах. Выделенные паразиты анализировались на микроскопе CZ Axio Imager с использованием программы Axio Vision.

В ходе паразитологического анализа выявлено 15 видов паразитов, принадлежащих к шести типам: Acanthocephala (1 вид), Platyhelminthes (10 видов), Nematoda (1 вид), Annelida (1 вид), Arthropoda (1 вид), Mollusca (1 вид). Общая экстенсивность инвазии составила 96%.

Наиболее богатой в фаунистическом отношении группой являются трематоды (Platyhelminthes), представленные в сборах семью видами: *Posthodiplostomum cuticola*, *Diplostomum spathaceum*, *Diplostomum clavatum*, *Paracoenogonimus ovatus*, *Ichthyocotylurus platycephalus*, *Aspidogaster limacoides*, Trematoda sp., три из которых (*Posthodiplostomum cuticola*, *Diplostomum spathaceum*, *Paracoenogonimus ovatus*) являются эвриадаптивными, по гостальному признаку. Метацеркарии *Posthodiplostomum cuticola* отмечены у пяти видов рыб (густера, плотва, язь, красноперка, окунь) на коже, плавниках, жабрах. *Diplostomum spathaceum* обнаружен в хрусталики глаз рыб тех же видов и леща. *Diplostomum clavatum* – паразит стекловидного тела глаз, присутствовал у леща, плотвы и окуня. Метацеркарии *Paracoenogonimus ovatus* – паразиты мышечной ткани четырех видов карповых рыб (густеры, плотвы, язя, красноперки). Стенадаптивными, по нашим наблюдениям, являются *Ichthyocotylurus platycephalus* и *Aspidogaster limacoides*, встречены у единственного вида рыб – густеры (*Ich. platycephalus*) и язя (*A. limacoides*). К этой же группе стенадаптивных паразитов следует отнести и цестод вида *Ligula intestinalis*, присутствующих только у леща. В отличие от плоских червей, поражающих преимущественно карповых рыб, круглые черви (*Camallanus lacustris*) характерны для хищных – *Percidae*. Единственным представителем типа Acanthocephala является вид *Pomphorhynchus laevis*, обнаруженный у густеры и карпа. Отмечена относительно высокая степень поражения глохидиями – 22% обследованных рыб были инвазированы.

Наибольшее разнообразие паразитов выявлено у трех наиболее массовых видов: бентофага *Blicca bjoerkna*, язя *Leuciscus idus* (бентофага на первых года жизни с переходом к хищничеству во взрослом состоянии) и хищного вида – *Perca fluviatilis*. У густеры (*Blicca bjoerkna*) обнаружено семь видов паразитов: метацеркарии трематод трех видов – *Posthodiplostomum cuticola*, *Paracoenogonimus ovatus*, *Diplostomum spathaceum*; моногенеи видов *Diplozoon paradoxum*, *Dactylogyrus sp.*; аспидогастры вида *Aspidogaster limacoides*; скребни – *Pomphorhynchus laevis*. У окуня (*Perca fluviatilis*) обнаружено шесть видов паразитов: глохидии; нематоды вида *Camallanus lacustris*; метацеркарии трематод трех видов – *Diplostomum spathaceum*, *Diplostomum clavatum*, *Posthodiplostomum cuticola*; марита Trematoda sp.. У язя выявлено 6 видов паразитов: метацеркарии трематод четырех видов (*Posthodiplostomum cuticola*, *Diplostomum spathaceum*, *Paracoenogonimus ovatus*, *Ichthyocotylurus platycephalus*); глохидии; циклопоиды вида *Ergasilus sieboldi*.

К наиболее патогенным паразитам рыб приустьевой зоны реки Меша можно отнести метацеркарии трематод вида *Diplostomum spathaceum* – возбудителя «паразитарной катаракты», метацеркарии *Posthodiplostomum cuticola* – возбудителя «чернильной болезни», цестод вида *Ligula intestinalis*, скребней – *Pomphorhynchus laevis*.

Список литературы

1. Богданова Е.А., Никольская Н.П. Паразитофауна рыб Волги до зарегулирования стока// Паразитофауна рыб бассейна р.Волги и вопросы загрязнения Пермского водохранилища. //Известия ГОСНИИОРХ, 1965. – Т.60. – С.5-110.
2. Быховская-Павловская И.Е. Паразитологическое исследование рыб. – Л.: Наука, 1969. – 109с.
3. Жохов А. Е., Пугачева М. Н., Шершнева А. В., Молодужникова Н. М., Ларина С. Н. Разнообразие паразитов рыб бассейна Волги: проблемы изучения и оценки // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. – 2014. – Т.23, №2. – С.84-91.
4. Метацеркарии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов России. Т. 1 / В.Е. Судариков, А. А. Шигин, Ю. В. Курочкин, В.В. Ломакин, Р. П. Стенько, Н. И. Юрлова – М.: Наука, 2002. – 296с.
5. Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды / Под. ред. А.В. Крылова, А.А. Боброва. – М.: Т-во научн. изданий КМК. – 2007. – 372 с.

V. ТОВАРНОЕ РЫБОВОДСТВО И ВОПРОСЫ ИСКУССТВЕННОГО РЫБОРАЗВЕДЕНИЯ

УДК 639.3.043.13: [639.371.64+639.373.8]

РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ШЕСТИЛЕТОК ПИЛЕНГАСА *LIZA HAEMATOCHEILUS* В САДКАХ

Н. А. Абросимова, Е. Б. Абросимова, Т. В. Арутюнян

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону, Россия,
abrosimovana@yandex.ru

Аннотация. Введение в комбикорм пиленгаса в возрасте 6⁺ в качестве источника каротиноидов пасты хлореллы и комплекса липидов, обеспечивающих протеин корма суммой $\omega 3$ и 22:6 жирными кислотами на уровне 24 и 14 ед. соответственно, способствуют приросту рыб более чем на 60% и улучшению энергетического обмена.

Ключевые слова: аквакультура, пиленгас, шестилетки, садки, комбикорма, масса, прирост, упитанность, энергетический обмен.

RESULTS OF REARING OF SIX-YEAR-OLD HAARDER *LIZA HAEMATOCHEILUS* IN CAGES

N. A. Abrosimova, E. B. Abrosimova, T. V. Arutyunyan

Summary. The application of chlorella paste and lipid preparation as a source of carotenoids into mixed feeds of the 6⁺ haarder, allows one to supplement protein with $\omega 3$ and 22: 6 fatty acids at the level of 24 and 14 units, respectively, which contributes to the growth of fish by more than 60% and improves their energy metabolism.

Keywords: aquaculture, haarder, six-year old fish, cages, mixed feeds, weight, growth, fatness, energy metabolism.

Привлекательность пиленгаса как объекта аквакультуры объясняется высоким темпом роста и отсутствием конкуренции в питании с другими гидробионтами, что позволяет успешно выращивать его в поликультуре с другими рыбами в озерах, водохранилищах, прудах и других водоемах, а также высокими вкусовыми качествами мяса и икры [2–4].

В соответствии с прогнозами увеличения потребления и деградации окружающей среды необходимо разработать надежную технологию воспроизводства пиленгаса как потенциал для развития аквакультуры.

Производственный опыт показал, что не более 60% производителей пиленгаса, выращенных в искусственных условиях, пригодны для воспроизводственных целей. Причем из этого числа более половины особей дают икру с оплодотворенностью менее 70%, использование которой не целесообразно в дальнейшем рыбоводном процессе.

Низкое рыбоводно-репродуктивное качество маточного стада пиленгаса, сформированного в искусственных условиях обусловлено рядом факторов, важнейшим из которых является кормление.

Задачей настоящих исследований являлась разработка комбикормов для производителей пиленгаса и их влияние на физиологический статус рыб.

Производителей (6⁺) содержали в 2-х трехсекционных делевых садках размером 3х3х1,5 м площадью каждой секции 3 м².

Использовали 2 варианта кормов: традиционный (контроль) и экспериментальный. В экспериментальный корм 10% растительного сырья заменяли пастой хлореллы и дополнительно обогащали липидной добавкой с повышенным содержанием $\omega 3$ жирных кислот и фосфатидов. Изменение состава кормов способствовало улучшению баланса $w3/w6$ жирных кислот, а также обеспеченности протеина $w3$ и 22:6 $w3$ кислотами (табл. 1).

Таблица 1. Особенности химического состава комбикормов, % сухого вещества

Показатели	Контроль	Опыт
Протеин	52,8	51,8
Липиды	10,2	12,1
Жирные кислоты*:		
насыщенные	32,2	35,8
полиеновые	36,9	30,0
$w3/w6$	0,28	0,40
$w3/\text{протеин}$	18,6	23,9
22:6/протеин	8,6	13,7
Валовая энергия, МДж/г	20,8	20,6
* – % суммы жирных кислот		

Суточный рацион составлял 3% от массы рыб, кормление 4-кратное, в каждом варианте кормов использовали по 20 экземпляров рыб.

По завершении экспериментального кормления некоторые отличия по приростам, не превышающие 5%, статистически не достоверны близких величинах упитанности (табл. 2).

Таблица 2. Показатели выращивания шестилеток пиленгаса (6⁺)

Показатели	Контроль	Опыт
Начальная масса, г	1090,0 $\pm$ 41,3	1061,2 $\pm$ 39,7
Конечная масса, г	1765,5 $\pm$ 91,6	1770,8 $\pm$ 90,5
Абсолютный прирост,:		
г	675.5	709.6
%	62.0	66,9
Упитанность по Фультону	1,7 $\pm$ 0,03	1,8 $\pm$ 0,04

Уровень протеина и жира в мышцах контрольного и опытного пиленгаса отличался незначительно – 50,8–53,0 и 28,5–31,6%. Не выявлено также существенных отличий по суммарному содержанию насыщенных, моноеновых и полиеновых жирных кислот в составе общих липидов шестилеток. Однако баланс $w3/w6$ кислот у опытных производителей составил 1,7 ед., а у контрольных – 1,0, что находилось на грани минимума. Эти различия обусловлены повышенной концентрацией у опытных рыб линоленовой, докозапентаеновой и докозагексаеновой в среднем в 1,8–1,7 раза и на 25%, соответственно, что свидетельствует о более благоприятном энергетическом обмене, необходимом при генеративном созревании. Это подтверждается и показателями энергетического обмена по фосфолипидно-триацилглицериновому коэффициенту (ФЛ/ТАГ) и коэффициенту Дьёрдии (ФС/ФЛ) (рис. 1).

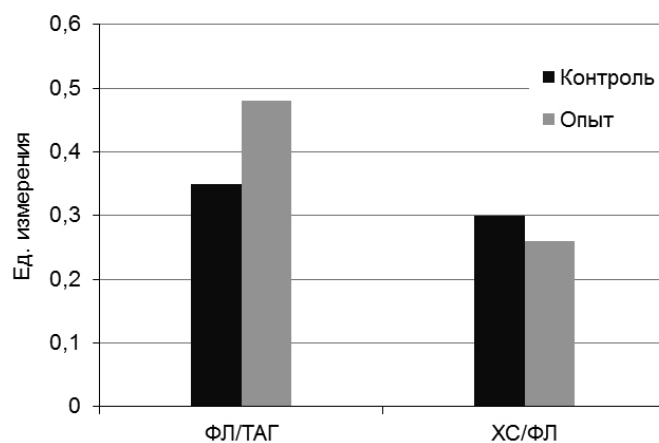


Рис. 1. Показатели энергетического обмена в мышцах шестистеток пиленгаса

Повышенное соотношение ФЛ/ТАГ при более низком коэффициенте Дъёрдии у опытных рыб по сравнению с контрольными свидетельствует о лучшей обеспеченности протеина энергией, требующейся при генеративном росте производителей и о более высокой прочности клеточной мембраны из-за достаточного уровня фосфолипидов [1].

Таким образом, лучшие результаты получены при выращивании в садках шестистеток пиленгаса и кормлении комбикормами с содержанием протеина более 50% и липидов – 12% при обеспеченности протеина корма w3 и докозагексаеновой жирной кислотой (22:6) на уровне 24 и 14 ед. соответственно. Такой корм обеспечил прирост шестистеток пиленгаса на 66–67% и хорошее физиологическое состояние.

Список литературы

1. Гершанович А.Д. Особенности обмена липидов у рыб / Гершанович А.Д., В.И. Ланин, М.И. Шатуновский // Успехи современной биологии. – 1991. – Т.111. – Вып. 2. – С. 207–219.
2. Туркулова В.Н. Перспективы выращивания рыбопосадочного материала и товарной рыбы в солоноватоводных водоемах НИБ «Сиваш» ЮгНИРО / В.Н. Туркулова, Н.В. Новоселова, А.С. Гетта, Л.В. Борткевич // Рыбное хозяйство. – 2004. – Вып. 63. – С. 234.
3. Туркулова В.Н. Опыт садкового выращивания пиленгаса *Liza haematocheilus* (Temmincket Schlegel, 1845) = *Mugil so-iuy* (Basilewsky) в озере Донузлав / В.Н. Туркулова, О.А. Имамova // Научная конференция студентов КГМУ: труды (Керчь, апрель, 2012). – Керчь, 2012. – С. 35–41.
4. Туркулова В.Н. Анализ роста и выживаемости пиленгаса в течение трехлетнего цикла выращивания в условиях бассейнового хозяйства ФГБНУ «ЮгНИРО» / В.Н. Туркулова, Н.В. Новоселова, Л.И. Були и др. // Тр. ЮгНИРО. – Керчь, 2015. – Т. 53. – С. 80–91.

УДК 639.4.05 (262.5)

МОРСКАЯ АКВАКУЛЬТУРА КРЫМА В РЕТРОСПЕКТИВЕ (2012–2019 ГГ.) И ПЕРСПЕКТИВЕ (2020–2025 ГГ.)

О.Ю. Вялова

ФГБУН Федеральный Исследовательский Центр «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН», г. Севастополь, Россия, vyalova07@gmail.com

Аннотация. В обзорной статье приводятся данные по развитию морской аквакультуры Крыма и Севастополя, начиная с 2012 года. За период с 2014 по 2019гг отмечается резкий

рост количества морских ферм и объемов выращивания черноморских мидий и тихоокеанских устриц. В дальнейшем в условиях Крыма целесообразно развивать садковое морское рыбоводство, поликультурное фермерство и УЗВ.

Ключевые слова. марикультура, Черное море, Крым

MARINE AQUACULTURE OF CRIMEA IN RETROSPECTIVE (2012-2019) AND OUTLOOK (2020-2025)

O. Yu. Vyalova

Summary. The review article provides data on the development of marine aquaculture of the Crimea and Sevastopol, starting in 2012. From 2014 to 2019, there has been a sharp increase in the number of marine farms and the growing volumes of Black Sea mussels and Pacific oysters. In the future, in the conditions of Crimea, it is advisable to develop cage marine fish farming, multicultural farming and RAS.

Keywords. mariculture, the Black sea, the Crimea.

В Программе ФАО устойчивого развития мирового агропродовольственного сектора на период до 2030 г. аквакультуре отводится одна из ключевых ролей. Сейчас эта отрасль обеспечивает более половины мирового потребления морепродуктов. В России аквакультура тоже рассматривается как одна из точек роста рыбохозяйственного комплекса. Отраслевая программа предполагает рост объемов производства продукции рыбоводства почти до 300 тыс. тонн к 2024 г. [1]. Представители ФАР отмечают 5–10% рост аквакультуры по аквакультуре за последние годы, в то время как промысел, судя по всему, достиг определенной планки, и даже удержать ее выше 5 млн. тонн будет сложно.

Крым признан перспективным регионом для развития морской аквакультуры. С каждым годом это направление хозяйствования привлекает все большее внимание инвесторов и оказывает все более заметное влияние на социально-экономическое состояние Крымского полуострова. Производство морепродуктов способствует не только насыщению внутреннего рынка качественными продуктами моря, но и росту туристической привлекательности Крыма, его экономической стабильности. Первые мидийные и устричные фермы появились у берегов пос.Кацивели (Голубой залив), Севастополя (Мартынова бухта, бухта Ласпи) и пос. Новоозерное (лиман Донузлав) в период с 2005 по 2013 годы (рис.1). Практически каждая ферма была «пилотным» проектом, где разрабатывались и внедрялись современные технологии в условиях открытых и полузакрытых акваторий Черного моря. Первый опыт выращивания диплоидов и триплоидов тихоокеанской устрицы был осуществлен в Голубом заливе. Здесь впервые были отработаны технологии штормоустойчивости конструкций ферм, разные типы носителей для мидий и устриц, определены оптимальные условия для быстрого роста моллюсков, которые затем использовали при организации других ферм. Немногочисленные мидийные фермы к 2013 году показали объемы производства, не превышающие 100–150 т мидий в год, а единственная на тот момент устричная ферма ежегодно выращивала 0,5–0,9 т устриц.

Экономическая эффективность устричных и мидийных хозяйств объясняется тем, что моллюсков не нужно откармливать, как рыбу, основными компонентами питания являются некоторые виды микроводорослей, органическая взвесь. Общий принцип выращивания мидий в Черном море состоит в сборе мидийной молоди на коллекторы во время их оседания, дальнейший уход за моллюсками и выращивание до товарных размеров (≥ 5 см). Уже через год можно собирать урожай: ведь примерно за 12–14 месяцев мидия увеличивается в размере до 7–8 см, и становится товарным морепродуктом. Выход мяса доходит до 12% от общего веса моллюска [2].

Выращивание устриц более сложный и трудоемкий процесс. Посадочный материал – устричный спат – производят в специализированных питомниках, затем молодь перемещают в специальные контейнеры (садки), которые устанавливаются на рыбоводных участках вдоль черноморского побережья. Фермеры ежемесячно поднимают садки и вручную очищают их от обрастаний для свободной циркуляции воды, а подросших устриц сортируют и размещают снова в садках с меньшей плотностью. Растут устрицы дольше мидий – на протяжении 2–3 лет [2].

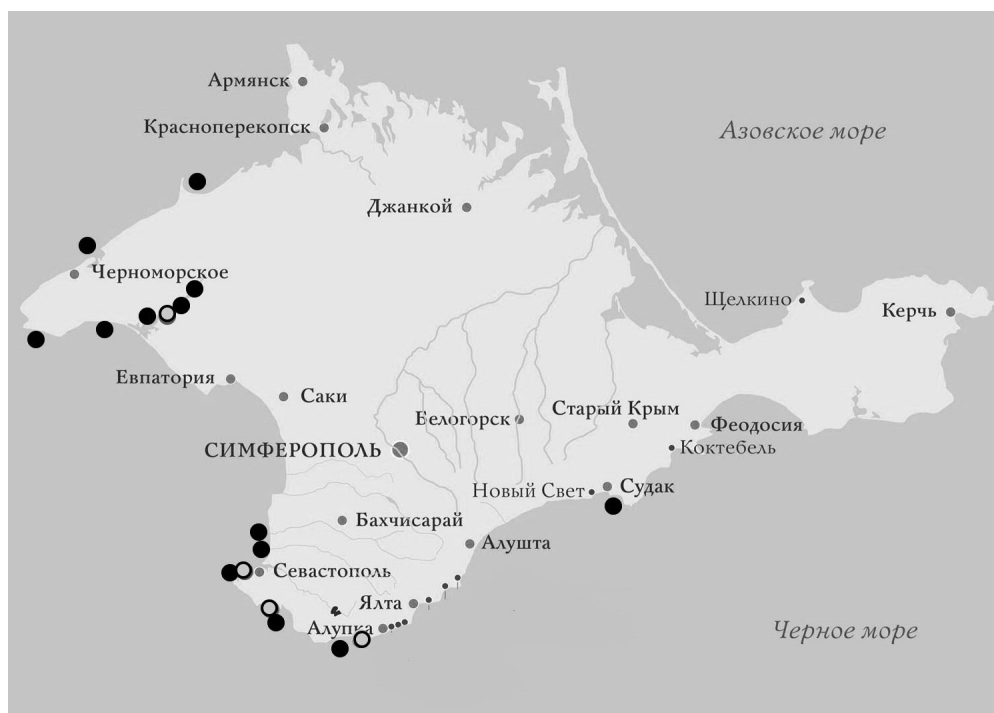


Рис. 1. Мидийно-устричные фермы Крымского полуострова (серые метки – до 2014 г.; черные метки – 2014-2019 гг.) [2].

Начиная с 2014 года и с принятием Закона об аквакультуре РФ, ситуация в Крыму и Севастополе стала быстро меняться, количество мидийно-устричных хозяйств увеличиваться, и в результате к 2019 году было организовано чуть меньше 20 морских ферм (рис.1) [3]. Динамика нарастания объемов выращивания двустворчатых моллюсков представлена на рисунке 2. Анализ данных показал, что в период с 2014 по 2019 годы производство мидий увеличилось более чем в 21 раз, а тихоокеанских устриц – в 2673 раза (!) [3,4]. По данным ФАР, полуостров стал крупнейшим производителем морских деликатесов: в 2018 году в Крыму была выращена каждая вторая российская мидия и две трети всех устриц. Быстрым темпам развития устрицееводства также способствовало снятие санкций на ввоз молоди этих моллюсков для целей марикюльтуры в середине 2015 года [5].

Согласно официальной статистики, до августа 2014 года Россия импортировала двустворчатых моллюсков из Евросоюза в объеме 4,2 тыс.т, в 2015 году он сократился более чем вдвое – до 1,7 тыс.т. Сегодня устрицы ввозятся в Россию преимущественно из Туниса, Новой Зеландии, Южной Кореи, Марокко и Японии, мидии – из Новой Зеландии, Китая, Чили и Туниса. Таким образом, емкость российского рынка морепродуктов можно оценить в 4–5 тысяч т с растущим потенциалом.

Правительствами Республики Крым и Севастополя предпринимаются новые шаги для обеспечения устойчивого развития морской аквакультуры Черного моря. Так, начиная с 2020 года, планируется увеличить площади, выделяемые под выращивание морепродуктов, на 30%, что бу-

дет равняться 1,3 тыс. га. В ближайшем будущем будет организована единая служба диагностики, лечения и профилактики заболеваний устриц, что необходимо для развития марикультуры и поддержания санитарно-эпизоотического благополучия в Азово-Черноморском бассейне [7]. В период 2021–2026 гг. будет построен и введен в эксплуатацию питомник для получения 10 млн. спата (молоди) черноморской (2 млн. экз.) и тихоокеанской (8 млн. экз.) устрицы в год.

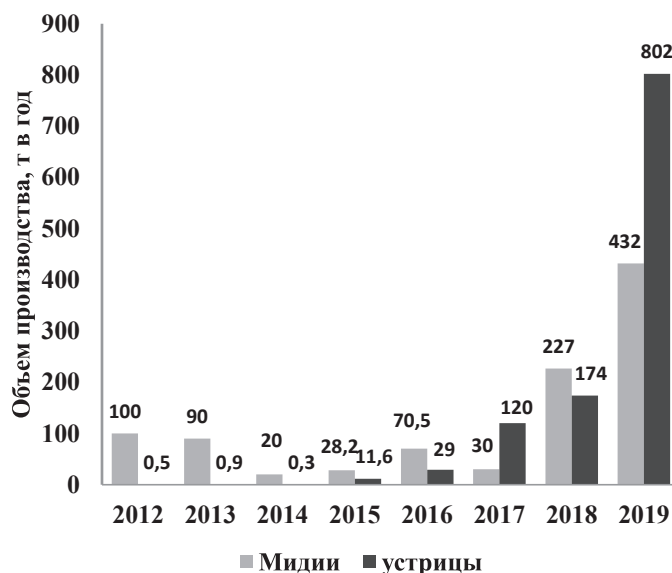


Рис. 2. Динамика нарастания объемов выращивания двустворчатых моллюсков

Появление поликультурных морских ферм, предусматривающих совместное выращивание рыб (лосось, сибас), моллюсков (мидия, устрица, гребешок) и водорослей (грациллэрия), должно стать новым трендом устойчивой экологической аквакультуры у берегов Крыма. Мировая практика показывает высокую эффективность таких проектов. Следует отметить тот факт, что сегодня в данном регионе отсутствует морское промышленное рыбководство.

Быстрые темпы освоения прибрежных акваторий в ближайшие годы приведут к необходимости развития такого нового для Крыма направления промышленной аквакультуры, как выращивание водных организмов в УЗВ (установки замкнутого водоснабжения). Технологии УЗВ позволяют культивировать разнообразных гидробионтов в контролируемых условиях, планировать их урожайность и качество. УЗВ особенно востребованы при дефиците пресной воды. Представители ФАО отмечают, что «Технологии – это ключевой элемент устойчивости в аквакультурном секторе. Устойчивость – это ключ к стабильности сектора и развитию в будущем».

Список литературы

1. <http://www.fish.gov.ru> Дата обращения: 07.09.2019.
2. Холодов В. И., Пиркова А. В., Ладыгина Л. В. Выращивание мидий и устриц в Черном море// Севастополь: Институт биологии южных морей им. А. О. Ковалевского, 2010. – 424 с.
3. <http://www.fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/ekonomika-otrasli/statistika-i-analitika> Дата обращения: 07.09.2019.
4. http://crimea.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/crimea/ru/statistics/stat_Crimea/enterprises/fisheries/ Дата обращения: 06.09.2019.
5. <http://government.ru/docs/18622/> Дата обращения: 07.09.2019.
6. <http://fish.gov.ru/press-tsentr/obzor-smi/19063-razvedenie-mollyuskov-i-osetrovykh-v-sevastopole> Дата обращения: 08.09.2019.
7. <http://www.fish.gov.ru/press-tsentr/obzor-smi/28136-uchenye-prodolzhat-nablyudenie-za-zdorovem-krymskikh-ustrits> Дата обращения: 07.09.2019.

ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА ЛИЧИНОК АЛТАЙСКОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА (*CYPRINUS CARPIO L.*) В УСЛОВИЯХ ЗАВОДСКОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРЕПАРАТА «ВЕТОМ 3»

Д. В. Дорошенко, И. В. Морузи, Г. А. Ноздрин, Р. Х. Инцибаев, Т. А. Литош, С. В. Севастеев

Новосибирский государственный аграрный университет
E-mail: moryzi@ngs.ru

Аннотация. Проведены исследования микробиологического препарата «Ветом 3», изготовленного на основе *Bacillus amyloliquefaciens* в ООО НПФ «Исследовательский центр», на личинках алтайского зеркального карпа, полученных в условиях заводского воспроизводства в исследовательском центре аквакультуры НГАУ. Для реализации цели было сформировано 2 опытные группы и 1 контрольная из личинок алтайского зеркального карпа. В условиях производственного эксперимента проводили изучение влияния различных доз 200 мг/кг корма и 300 мг/кг корма и схемы применения препарата на сохранность личинок, абсолютную массу, относительный и среднесуточный прирост. Непосредственно перед применением препарат разводили в воде и смешивали с кормами. Продолжительность применения препарата составила 12 дней. Температура воды в течение периода эксперимента находилась в пределах 18,8–20,9 °С. Все группы содержались в аналогичных условиях. Установлено, что пробиотический препарат «Ветом 3» способствует повышению сохранности, среднесуточного и относительного прироста личинок алтайского зеркального карпа; максимальные данные сохранности составили 97,7%, показатели абсолютной массы – 156,15 мг; среднесуточного и относительного приростов – 10,99 мг и 6,07%. Эти данные были получены при применении препарата «Ветом 3» в дозе 300 мг/кг корма ежедневно 1 раз в день в течение 5 суток, затем через сутки еще в течение 7 дней до завершения опыта.

Ключевые слова. Алтайский зеркальный карп, *Cyprinus carpio L.*, личинки, корма, пробиотики, «Ветом 3», дозы, схема применения, абсолютная масса, прирост, среднесуточный, относительный, сохранность.

THE INTENSITY OF GROWTH OF LARVAE OF THE ALTAI MIRROR CARP (*CYPRINUS CARPIO L.*) IN THE CONDITIONS OF FACTORY REPRODUCTION WITH THE USE OF THE PREPARATION «VETOM 3»

D. V. Doroshenko, I. V. Moruzi, G. A. Nozdrin, P. H. Intsibaev, T. A. Litosh, S. V. Sevasteev

Summary. Researches of the microbiological preparation «Vetom 3» made on the basis of *Bacillus amyloliquefaciens* in NPF «Research center» LLC, on the larvae of the Altai mirror carp received in the conditions of factory reproduction in the research center of aquaculture of NSAU are carried out. To achieve this goal, 2 experimental groups and 1 control group were formed from the larvae of the Altai mirror carp. In a production experiment investigated the effect of different doses 200 mg/kg diet and 300 mg/kg diet and patterns of use the preparation on the safety of the larvae, the absolute mass, relative and average daily gain. Immediately before use, the preparation was diluted in water and mixed with feed. The duration of the preparation was 12 days. The water temperature during the experiment period was in the range of 18,8–20,9 °C. All groups were kept in similar conditions. It was found that the probiotic preparation «Vetom 3» contributes to the safety, average daily and relative growth of larvae the Altai mirror carp; the maximum safety data amounted to 97,7%, absolute weight – 156,15 mg; average daily and relative growth – 10,99 mg and 6,07%.

These results were obtained when using «Vetom 3» at a dose of 300 mg / kg of feed daily 1 time per day for 5 days, then a day later for another 7 days before the end of the experiment.

Keywords. Altai mirror carp, *Cyprinus carpio* L., larvae, feed, probiotics, «Vetom 3», doses, scheme of application, absolute weight, growth, average daily, relative, safety.

Введение. Микробиоценоз пищеварительного тракта рыб играет одну из главных ролей в жизнедеятельности. Микроорганизмы, свойственные нормофлоре кишечника рыб, участвуют в процессах пищеварения и являются важнейшим звеном неспецифического иммунитета. У живых организмов собственная микрофлора формируется сразу после рождения и сосуществует с ними на протяжении всей жизни. Что касается рыб, то при подращивании в условиях заводского воспроизводства создаются проблемы с формированием микробиоценоза в желудочно-кишечном тракте. Эти проблемы связаны со спецификой содержания и кормления рыб. Накопление патогенных и не свойственных нормальной микрофлоре рыб микроорганизмов ведет к возникновению заболеваний, ведущих к снижению темпов роста рыбы и ее значительным отходам. Эти микроорганизмы на ранних этапах выращивания колонизируют кишечник личинок рыб. Все это приводит к появлению неспецифического для личинок микробного пейзажа и, как результат, к снижению темпов роста, выживаемости, нарушению процессов переваривания, усвоения пищи и появлению бактериальных заболеваний [6]. Для предотвращения подобного состояния у рыб в аквакультуре стали активно применяться микробиологические препараты, которые способствуют стабилизации деятельности желудочно-кишечного тракта и повышению иммунного статуса. Основой действия микробиологических препаратов является конкуренция с условно-патогенной и гнилостной микрофлорой кишечника, активация кишечных ферментов, улучшение перевариваемости корма [1–9]. Позитивное влияние пробиотиков обусловлено их антагонистической активностью против патогенов и за счет стимуляции иммунитета (стимуляции активности макрофагов, увеличения уровня антител) [10, 11]. Пробиотики помогают послестрессовой адаптации (после бонитировки, в условиях резкой смены температурного режима, применения антибиотиков, химиопрепаратов), увеличивая резистентность макроорганизма к патогенным микроорганизмам, улучшают работу пищеварительной системы за счет дополнительной продукции ферментов в пищеварительном тракте. Регулируя микробиоценоз пищеварительного тракта, пробиотики вносят существенный вклад в усвоение питательных веществ, делает корма более эффективными [14]. Исследования показали, что применение пробиотика на ранних стадиях выращивания рыб способствует стимуляции жизнестойкости рыб на ранних этапах онтогенеза и повышению иммунитета [13, 14]. Целью нашего исследования являлось определение влияния микробиологического препарата «Ветом 3» на рыбоводные показатели личинок алтайского зеркального карпа, установление профилактических доз препарата.

Объекты и методы исследований. Исследования были проведены на личинках алтайского зеркального карпа, полученных в условиях заводского воспроизводства в исследовательском центре аквакультуры НГАУ.

В условиях производственного эксперимента проводили изучение влияния различных доз 200 мг/кг корма и 300 мг/кг корма и схемы применения препарата на сохранность личинок, абсолютную массу, относительный и среднесуточный прирост. Схема и дозы применения препарата приведены в таблице 1.

Относительный прирост рассчитывали по формуле $Q =$, где

Q – относительный прирост,

max – максимальное значение признака,

min – минимальное значение признака.

Среднесуточный прирост рассчитывали по формуле $K =$, где

K – среднесуточный прирост,

max – максимальное значение признака,

min – минимальное значение признака,

Δt – промежуток времени.

Таблица 1. Схема и дозы применения препарата «Ветом 3» на личинках алтайского зеркального карпа

Группа	Доза, на кг корма	Кратность применения
Контроль	—	Ежедневно 2 раза в день в течение 5 дней, затем через сутки в течение 7 дней
Опыт 1	200 мг/кг корма	
Опыт 2	300 мг/кг корма	

Для эксперимента личинки алтайского зеркального карпа были рассажены в прямоугольные бассейны площадью 2,1 м² с плотностью 24 тыс. шт. на бассейн. Объем воды в среднем был 350 л. Скорость движения воды 14 л в минуту. В течение первых 3 суток личинок не кормили. Кормление во всех группах было одинаковым. В последующие 3 дня личинок кормили науплиусами артемии, с частотой внесения 1 раз в 1 час. На 7 день перешли на кормление стартовым кормом Corpens Advance с частотой внесения 1 раз каждые 2 часа. Размер крупки 0,3–0,5 мм. Количество корма рассчитывали с учетом средней массы личинок. Питательная ценность представлена в таблице 2.

Перед применением препарат разводили в воде и смешивали с кормами, непосредственно перед кормлением. Продолжительность применения препарата составила 12 дней.

Температура воды в течение периода эксперимента находилась в пределах 18,8–20,9 °С. Все группы содержались в аналогичных условиях.

Таблица 2. Питательная ценность полнорационного комбикорма Advance, производитель Corpens International BV, Нидерланды

Белки	56%
Жиры	15%
Сырая клетчатка	0,3%
Зола	11%
Фосфор	1,85%
Витаминные добавки	
Витамин А (У.е./кг)	14.000
Витамин D (У.е./кг)	1.300
Витамин Е (мг/кг)	280
Витамин: С (мг/кг)	350
Энергия	
Общая энергия (МДж/кг)	20,9
Легко усваиваемая энергия (МДж/кг)	19,4

Взвешивание личинок алтайского зеркального карпа проводилось по 10 рыб из каждой группы до применения препарата и каждые 2 дня в период опыта. Рыбоводно-биологические показатели определяли путем оценки экстерьера (абсолютная масса, относительный прирост, среднесуточный прирост массы).

Полученный материал подвергнут статистической обработке с использованием программы Microsoft Excel (2008).

Результаты исследований. В результате применения препарата «Ветом 3» сохранность личинок алтайского зеркального карпа повышалась (табл.3). Выраженность этих изменений зависела от доз применения препарата.

Таблица 3. Сохранность личинок, %

Группа	Доза препарата, на кг корма	Сохранность, %
Контроль	—	93,8
Опыт 1	200 мг/кг корма	97,5
Опыт 2	300 мг/кг корма	97,7

Исходя из полученных данных, сохранность личинок алтайского зеркального карпа на 12-й день применения препарата в 1-ой и 2-ой опытных группах составляла 97,5 и 97,7% соответственно (табл.3). По сравнению с контрольной группой, сохранность личинок АЗК во всех опытных группах выше. Максимальные данные по сохранности личинок карпа были зарегистрированы при применении препарата «Ветом 3» в дозе 300 мг/ кг корма по схеме назначения 1 раз в сутки, ежедневно в течение 5-ти суток, затем через сутки в течение 7-ми дней до завершения опыта.

Таким образом, пробиотический препарат «Ветом 3» способствовал сохранности личинок карпа. По всей видимости, это связано с повышением их естественной резистентности и устойчивостью к действию неблагоприятных факторов внешней среды. Влияние препарата на сохранность личинок должно быть связано с антагонистическим действием бацилл (которые составляют основу пробиотика) на условно-патогенную и патогенную микрофлору.

Таблица 4. Абсолютная масса личинок алтайского зеркального карпа при применении препарата «Ветом 3», мг

Группа	До применения	При применении, сутки					
		2-е	4-е	6-е	8-е	10-е	12-е
Опыт 1	21,65±0,82	29,29±0,67	39,87±1,19	52,96±2,79	64,02±2,50	90,33±3,30	153,11±5,86
Опыт 2	24,24±0,85	33,78±1,58	52,98±1,02	61,76±1,83	79,71±2,26	102,91±2,48	156,15±3,21
Контроль	20,8±1,31	25,85±0,77	30,67±1,51	51,49±1,62	73,62±2,43	85,91±3,27	133,53±3,86

Примечание: 1-я опытная группа – доза препарата 200 мг/кг корма; 2-я опытная группа – доза препарата 300 мг/кг корма; контрольная группа – препарат не применялся.

Анализируя данные таблицы 4, отмечаем, что абсолютная масса личинок алтайского зеркального карпа на 12-й день применения препарата в 1-й опытной группе составила 153,11 мг. Доза применения препарата для этой опытной группы составила 200 мг/кг корма. Абсолютная масса во 2-й опытной группе составила 156,15 мг; доза применения препарата – 300 мг/кг корма.

Абсолютная масса контрольной группы, для которой препарат не применялся, составила 133,53 мг.

Таким образом, установлено, что препарат «Ветом 3» благоприятно действует на рост личинок карпа, тем самым увеличивая данные показатели. Абсолютная масса личинок в 1-й опытной группе (доза препарата – 200 мг/кг корма) на 12,8% выше, чем в контрольной группе. А для опытной группы, в которой доза применения составила 300 мг/кг корма, этот показатель оказался выше на 14,5%.

На основании полученных данных, можно сделать вывод. Наиболее оптимальным количеством препарата стала дозировка в 300 мг/кг корма.

Таблица 5. Среднесуточный и относительный прирост при применении препарата «Ветом 3»

Группа	Среднесуточный прирост, мг	Относительный прирост, %
Опыт 1	10,96	5,44
Опыт 2	10,99	6,07
Контроль	9,39	4,42

Примечание: 1-я опытная группа – доза препарата 200 мг/кг корма; 2-я опытная группа – доза препарата 300 мг/кг корма; контрольная группа – препарат не применялся.

В группе, где доза препарата составила 200 мг/кг корма, среднесуточный прирост составил 10,96 мг, $0,99 < p < 0,999$. Во 2-й группе (доза препарата – 300 мг/кг корма) среднесуточный прирост составил 10,99 мг, $0,99 < p < 0,999$. В контрольной группе, для которой препарат не применялся, данный показатель составил 9,39 мг (табл.5).

Таким образом, среднесуточный прирост при дозировке в 200 мг/кг корма и 300 мг/кг корма составил на 14,3 и 14,5% больше, чем в контрольной группе. Максимальные показатели при дозировке в 300 мг/кг корма.

В 1-й опытной группе, где доза препарата составила 200 мг/кг корма, относительный прирост составил 5,44%; $p > 0,999$. Во 2-й группе (доза препарата – 300 мг/кг корма) относительный прирост составил 6,07%; $p > 0,999$. В контрольной группе данный показатель составил 4,42 мг (табл.5).

Можно сделать вывод, что относительный прирост при дозировке в 200 мг/кг корма и 300 мг/кг корма составил на 18,75 и 27,2% больше, чем в контрольной группе. Максимальные показатели при дозировке в 300 мг/кг корма.

Максимальные данные по среднесуточному и относительному приросту личинок были зарегистрированы при применении препарата в дозе 300 мг/кг корма по схеме назначения 1 раз в сутки, ежедневно в течение 5 суток, затем через сутки в течение 7 дней до завершения опыта.

Выводы

1. Микробиологический препарат «Ветом 3» на основе *Bacillus amyloliquefaciens*, способствовал повышению сохранности, среднесуточного и относительного прироста личинок алтайского зеркального карпа. Выраженность этих изменений зависела от доз применения препарата.

2. Максимальные данные сохранности личинок – 97,7% отмечали при применении микробиологического препарата «Ветом 3» в дозе 300 мг/кг корма ежедневно 1 раз в день в течение 5 суток, затем через сутки еще в течение 7 дней до завершения опыта.

3. Максимальные показатели абсолютной массы на 12-й день применения препарата составили 156,15 мг; среднесуточного и относительного приростов – 10,99 мг и 6,07% мг. Эти данные были получены при применении микробиологического препарата «Ветом 3» в дозе 300 мг/кг корма по схеме ежедневно 1 раз в день в течение 5 суток, затем через сутки еще в течение 7 дней до завершения опыта.

4. Полученные нами результаты позволяют говорить о перспективности применения пробиотического препарата «Ветом 3» для повышения сохранности личинок алтайского зеркального карпа при выращивании в заводских условиях на ранних стадиях развития.

Список литературы

1. Аликин Ю.С. Биологически активные вещества (БАВ) в решении проблем экологии и защиты окружающей среды/ Ю.С. Аликин, С.Г. Губин, Г.А. Ноздрин// Труды XIX Всероссийской научно-технической конференции: в 4 томах. Под ред. С.Д. Саленко. – 2018. – С. 218–221.

2. Аликин Ю.С. Использование разработанных препаратов БАВ для защиты человека, животных и перспективных при получении экологически чистых продуктов питания рыбоводства/ Ю.С. Аликин, Г.А. Ноздрин, И.В. Морузи, И.С. Щелкунов// Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2018. – №9 (152). – С. 60–66.
3. Андреева Н.Л. Ростостимулирующие свойства иммуномодуляторов // Новые фармакологические средства в ветеринарии: тез. докл. науч.-практ. конф. – Л., 1990. – С. 32.
4. Белов Л.Н. Пробиотики в сельском хозяйстве // Агропресс. – 2008. – №5. – С. 36–38.
5. Бондаренко В.М. Терапевтический эффект пробиотиков/ В.М. Бондаренко, О.В. Рыбальченко// НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи, Гос. НИИ особо чистых биопрепаратов ФМБА России. – С-Пб. – № 1. – 2009. – С. 1–3.
6. Бурлаченко И.В. Использование пробиотиков на ранних этапах развития рыб и их влияние на микрофлору, рост и выживаемость личинок ленского осетра (*Acipenserbaerii*). – М.: ФГУП ВНИРО, 2008. – 232 с.
7. Малик Н.И., Панин А.Н. Ветеринарные пробиотические препараты // Ветеринария. – 2001. – №1. – С. 46–51.
8. Мирзоева Л.М. Применение пробиотиков в аквакультуре // Рыбное хозяйство. Сер. Болезни гидробионтов в аквакультуре. – 2001. – Вып. 2. – С. 23–30.
9. Морузи И.В. Рыбоводство. (Учебник для Вузов)/ И.В. Морузи, Н.Н. Моисеев, Е.В. Пищенко, З.А. Иванова, Н.М. Костомахин. – М.: КолосС. – 2010. – 295 с.
10. Научные основы применения пробиотиков в птицеводстве: монография / Г.А. Ноздрин, А.Б. Иванова, А.И. Шевченко [и др.]; Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2013. – 224 с.
11. Панасенко В.В. Оценка микробиологических показателей пробиотиков, используемых в кормах при выращивании рыб (субтилис, ветом, субалин) // Материалы Междунар. конф. «Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны». – Ростов-н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. – 112 с.
12. Пищенко Е.В. Биологические и продуктивные особенности алтайского зеркального карпа/ Е.В. Пищенко// Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2006. – 96 с.
13. Смирнов В.В. Современные представления о механизме лечебно-профилактического действия пробиотиков из бактерий рода *Bacillus* // Микробиология. – 1993. – Т. 55. – С. 34–35.
14. Старцева Е.А. и др. Интенсивность роста личинок алтайского зеркального карпа в производственных условиях с применением микробиологического препарата Аквапурин // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2016. – №. 1. – С. 112–119.
15. Эффективность пробиотика ветом 2.26 при скармливании молоди карпа / Г.А. Ноздрин, И.В. Морузи, С.В. Хмельков [и др.] // Вестн. НГАУ. – 2013. – №4 (29). – С. 58–59.

УДК 639.3

ИССЛЕДОВАНИЕ НАЛИЧИЯ ЛЕТАЛЬНЫХ ГЕНОВ ПРИ СЕЛЕКЦИИ ТЕПЛОВОДНОГО КАРПА

Л.И. Законнова¹, И.В. Никишкин²

¹Филиал КузГТУ в г. Белово, ²ООО «Беловское рыбное хозяйство»

Аннотация. В производственных условиях сложно проводить селекцию рыб на устойчивость к негативным факторам, которые отсутствуют в данном конкретном рыбхозе, поэтому возникающие время от времени на рыбхозах форс-мажорные ситуации следует использовать при формировании пород и породных групп рыб для выявления пределов их устойчивости.

В условиях ООО «Беловское рыбное хозяйство» на фоне неблагоприятной эколого-экономической ситуации проведены исследования по выявлению причин снижения выживаемости молоди беловского карпа, которые позволили с уверенностью исключить наследственность как возможную причину гибели сеголетков от стресса.

Ключевые слова. Селекция, летальные гены, плеiotропный эффект, чистые линии, беловский карп, немецкий карп.

INVESTIGATION OF THE PRESENCE OF LETHAL GENES IN THE SELECTION OF WARM-WATER CARP

L. I. Zakonnova, I. V. Nikishkin

Summary. In production conditions it is difficult to carry out selection of fishes on resistance to negative factors which are absent in this concrete fish farm therefore the force majeure situations arising from time to time on fish farms should be used at formation of breeds and breed groups of fishes for identification of limits of their stability. In the conditions of LLC «Belovsky fisheries» against the background of unfavorable ecological and economic situation, studies were conducted to identify the causes of reduced survival of young Belovsky carp, which allowed us to confidently exclude heredity as a possible cause of death of juveniles from stress.

Keyword. Selection, lethal genes, pleiotropic effect, clean lines, Belovsky carp, German carp.

Селекция рыб в производственных условиях – неоднозначный процесс. С одной стороны, такой метод селекции позволяет четко определять конкретные требования, предъявляемые к объекту разведения и проводить отбор и подбор рыб в соответствии с этими требованиями, минуя стадию лабораторных исследований. С другой стороны, в производственных условиях немыслима селекция на устойчивость к негативным факторам, которые отсутствуют в данном конкретном рыбхозе: инфекционные, инвазионные, алиментарные заболевания и пр. Все это исключает возможность создания универсальных пород и породных групп, с неограниченными адаптационными возможностями, и, следовательно, значительно сужает ареал их возможного распространения как объектов аквакультуры. Поэтому возникающие время от времени на рыбхозах форс-мажорные ситуации следует, на наш взгляд, использовать при формировании пород и породных групп рыб для выявления пределов их устойчивости. В настоящей работе мы рассмотрим ситуацию, возникшую во время проведения работ по созданию группы беловского тепловодного карпа в условиях ООО «Беловское рыбное хозяйство».

ООО «Беловское рыбное хозяйство», расположенное во II зоне рыбоводства, относится к рыбным хозяйствам индустриального типа, по температурному режиму – к группе «холодноводных» тепловодных хозяйств. Максимальная производительность – 1000 тонн товарной рыбы в год. Длительность вегетационного периода, когда температура воды в районе хозяйства выше 18–20°C, составляет 100–120 дней [1; 2]. Температурный режим характеризуется значительными колебаниями, обусловленными частыми изменениями погоды. Для весеннего периода характерно снижение температуры воды в период паводка, а затем резкий ее подъем до нерестовых величин. В отдельные годы наблюдается предпаводковый подъем температуры воды до преднерестовых значений. Кислородный режим, в целом, благоприятный, однако в отдельные дни, во время летнего подъема температуры воды, содержание кислорода падает ниже 2 мг/л и наблюдаются заморные явления.

В середине 90-х годов сложилась неблагоприятная эколого-экономическая ситуация, проявившаяся в ухудшении качества кормов и нарушении гидрохимического режима водоема-охладителя Беловской ГРЭС, при которой было отмечено снижение достигнутого гетерозисного эффекта.

В 1997–1998 гг. среди товарной гибридной молоди карпа была отмечена массовая гибель рыб во время осенних контрольных обловов, причем сеголетки погибали в садках в первые часы после их отлова и взвешивания. Подобные явления наблюдались на протяжении всего периода выращивания данных групп рыб до товарных кондиций. При этом не наблюдалось снижения темпа роста карпа по сравнению с нормативными величинами, а гибель отдельных особей происходила только в тех случаях, когда производился подъем садков. Имеются все основания предполагать, что гибель товарных сеголетков карпа происходила в результате стресса, вызванного целым комплексом негативных факторов. Были высказаны возможные причины подобного явления:

– Загрязнение акватории рыбхоза промышленными стоками Беловской ГРЭС в летний период: произошло кратковременное повышение pH воды в акватории рыбхоза. Полного химического анализа воды не проводили, но косвенным подтверждением данного предположения может послужить тот факт, что незадолго до гибели сеголетков карпа в Беловском рыбхозе, наблюдалась массовая гибель рыбы в сбросном канале (по устному сообщению А. С. Никифорова).

– Несбалансированные либо слаботоксичные корма вызвали алиментарную анемию, повышенную ломкость кровеносных сосудов: у всех погибших рыб выявлены многочисленные точечные кровоизлияния во внутренние органы, при отсутствии инфекционных и инвазионных заболеваний.

– Генотип. Возможное сочетание в потомстве рецессивных летальных генов, полученных от гетерозиготных производителей.

Для изучения этой проблемы проведены следующие исследования:

1. Проведены скрещивания производителей беловского карпа из различных генераций и поколений обеих селекционных линий с целью выявления неблагоприятных генотипов.

2. Проведен расширенный литературный поиск и консультации с ведущими селекционерами-генетиками, специализирующимися в карповодстве: Р. М. Цой, А. Г. Селюков (ТюмГУ).

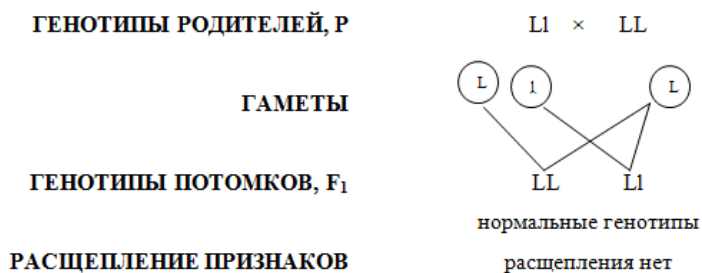
3. Проведена диагностика алиментарной болезни карпа у сеголетков беловского карпа.

Ни в доступной нам литературе, ни в устных консультациях с работающими в данной области исследователями мы не обнаружили упоминаний о наличии в геноме карпов генов, или их сочетаний, которые могут обусловить явления, подобные тем, которые мы наблюдали в 1997–1998 гг. По мнению Р. М. Цоя, подобные явления, скорее всего, возможны при загрязнении водоема техногенными стоками, либо при использовании некачественных кормов. Что касается возможной причины гибели от проявления летальных генов, то следующий пример пояснит теоретическую невозможность такого явления.

– Погибали не все рыбы из группы, а меньшая часть, значит предполагаемый «летальный» ген (назовем его l), является рецессивным, то есть может проявляться только в гомозиготе по рецессивному признаку ll.

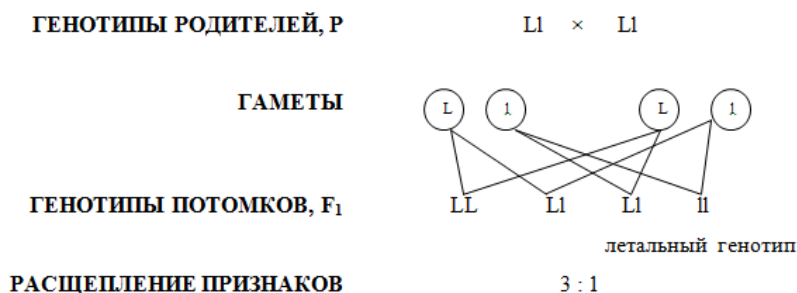
– Если предположить, что в одной из групп производителей, от которых получали гибридную молодь, были скрытые носители «летального» гена, то их генотип по этому гену Ll (гетерозигота).

– Если носителем «летального» рецессивного гена является только одна линия, то при получении гибридов действие данного гена проявиться не должно:



– Всех производителей, от которых получали гибридную молодь, использовали для скрещивания «в себе» с целью получения очередных поколений «чистых» чешуйчатых

и «разбросанных» карпов, поэтому при наличии в группе гетерозигот, неизбежна была бы гибель рыб среди «чистой» чешуйчатой или «разбросанной» молодежи:



Однако среди «чистых» чешуйчатых и «разбросанных» линий ни разу не зафиксировано гибели молодежи от стресса, даже в те годы, когда гибли гибридные сеголетки.

– Ремонтные сеголетки в условиях Беловского рыбхоза выращиваются и содержатся в лучших условиях: с меньшей плотностью посадки, имеют преимущества в кормлении. Поэтому, возможно, они оказываются наиболее устойчивыми к стрессам, если эти стрессы вызваны не генетическими причинами.

Единственной возможностью наследственной природы гибели карпов является плеiotропный эффект действия генов, при котором нормальные гены при взаимодействии между собой могут дать неожиданный эффект (например, летальное действие гена чешуйного покрова N: особи с генотипом NN погибают при инкубации или вскоре после вылупления). Так как доминантный ген N может встречаться только у «зеркальных» карпов: голых (ssNn) или линейных (SSNn, SsNn), возможно было занесение в рыбхоз данного гена в группе немецкого карпа, так как линейные, голые и малочешуйные «разбросанные» (ssnn) карпы мало различимы по внешнему виду.

По устному сообщению Р.М. Цоя, на территорию бывшего СССР завозили группы линейного и голого немецкого карпа в смеси с малочешуйным «разбросанным». Существуют морфологические признаки, по которым данные группы можно легко различить: у линейных и голых карпов редуцированы мягкие лучи в спинном и анальном плавниках. В норме количество лучей в анальном плавнике должно быть 5–6, в спинном – не меньше 18. Во время весенней бонитировки мы выявили в стаде немецкого карпа наличие особей с редукцией плавников. Так как немецкий карп используется и при межлинейных скрещиваниях, и при скрещивании «в себе», ген N может снизить выживаемость молодежи, все немецкие карпы с редукцией плавников были выбракованы.

Таким образом, в истории карповодства известен только один случай плеiotропного летального действия генов. Мы не стали исключать возможность существования и других генов с подобным действием, поэтому решили проверить стадо беловского карпа на наличие плеiotропного летального действия неизвестных генов.

Теоретически такое возможно при межлинейных скрещиваниях, поэтому мы провели межлинейные скрещивания всех групп рыб, которые имели общее происхождение с производителями, от которых в 1997 и 1998 гг. получали промышленную молодежь (таблица 1):

Таблица 1. Выживаемость молодежи от межлинейных скрещиваний

Скрещивание		Выживаемость	
самки	самцы	при инкубации, %	при выпр. сеголетков, %
4 ⁰ чеш. × 6 ⁰ разбр.		91,7	54,0
5 ⁰ чеш. × 4 ⁰ разбр.		73,1	62,0
5 ⁰ чеш. × 5 ⁰ разбр.		90,9	77,9
5 ⁰ чеш. × 4 ⁰ нем.		73,4	81,5

Карпы из данной группы получали некачественные корма в лотковый период, поэтому большинство из них погибло. Выживших выращивали в садках по обычной схеме. Во время контрольных обловов и осенней инвентаризации ни в одной из полученных групп сеголетков не наблюдали повышенного отхода. Таким образом, проведенные исследования позволили с уверенностью исключить наследственность как возможную причину гибели сеголетков карпа от стресса.

Список литературы

1. Лебедева И. М. Беловское садковое хозяйство / И. М. Лебедева, А. М. Сахаров // Рыбоводство. – 1985. – №2. – С. 18–19.
2. Сахаров А. М. Опыт расчетов водоснабжения рыбоводных бассейнов / А. М. Сахаров // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. – 1983. – Вып. 206. – С.8–23.

УДК 639.3

ВЛИЯНИЕ ПРОБИОТИКА СИБМОС ПРО НА РОСТ СЕГОЛЕТКОВ АЛТАЙСКОГО ЗЕРКАЛЬНОГО КАРПА В УСЛОВИЯХ ПРУДОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Т. А. Литош, Е. В. Пищенко, И. В. Морузи

Новосибирский государственный аграрный университет, г. Новосибирск, Россия.
epishenko@ngs.ru

Аннотация. Выявлена скорость и динамика роста сеголетков карпа при добавлении в корма и воду прудов пробиотика СИБМОС ПРО, установлена взаимосвязь между формированием рыбоводных признаков и внесением пробиотических препаратов.

Ключевые слова: сеголетки, карп, пруд, пробиотики, масса, индексы телосложения, динамика роста, морфобиологические показатели.

EFFECT OF PROBIOTIC SIBMOS PRO ON THE GROWTH OF JUVENILE ALTAI MIRROR CARP IN POND FARMING

E. V. Pishchenko, I. V. Moruzi, T. A. Litosh

Summary. The rate and dynamics of growth of carp juveniles were revealed when sibmos PRO probiotic was added to the feed and water of ponds, the relationship between the formation of fish-breeding characteristics and the introduction of probiotic drugs was established.

Keywords: juveniles, carp, pond, probiotics, weight, body indices, growth dynamics, morphobiological indicators.

В современных условиях, когда значение аквакультуры в производстве пищевой продукции для человечества неуклонно возрастает, встает вопрос о методах повышения количества продукции на предприятиях аквакультуры. При этом не стоит забывать и о качестве этой продукции. Несомненно, пищевые качества рыбы выращенной в естественных условиях выше, чем у рыбы, выращенной на высокотехнологичных производствах – в УЗВ, садках и пр. Это происходит из-за того, что в открытых водоемах – озерах, реках, прудах рыбы в той или иной мере питается естественной пищей. Однако количество рыбы выращиваемой в таких водоемах на единицу площади на порядок ниже, чем на индустриальных хозяйствах. С другой стороны озерно-прудовой фонд нашей страны достаточно велик для обеспечения населения качественной рыбной продукцией водоёмов такого типа.

Несмотря на высокие темпы развития индустриальной аквакультуры, основным направлением развития отрасли в нашей стране по-прежнему является прудовое рыбоводство [1, 7]. Рыбоводные пруды, по сравнению с озерами, обладают высокой рыбопродуктивностью, которая достаточно легко может регулироваться человеком.

На сегодняшний день к основным средствам интенсификации рыбоводства относится – кормление дополнительными кормами, увеличение плотности посадки, удобрение прудов и стимуляция естественной кормовой базы. Все эти мероприятия направлены на различные звенья пищевой цепи и в той или иной степени влияют не только на рыбу, но и в целом на весь водоем [5].

Наиболее актуальной задачей в системе рыбохозяйственных мероприятий является оптимизация режима питания, которая должна базироваться на знании физиологических потребностей рыб на различных стадиях технологического цикла [2]. Использование искусственных кормов, это весьма ощутимая графа расходов любого рыбоводного предприятия. Поэтому снижение затрат на корма – один из основных экономических факторов, повышающих рентабельность рыбоводства. Существенное влияние на расход кормов на единицу прироста рыбы оказывают пробиотики, т.к. они способствуют их более полному усвоению, укрепляют общую резистентность организма рыбы [3]. Применение пробиотиков для кормления рыб доказало их потенциальную возможность, однако их воздействие и степень влияния на скорость роста пока мало изучено.

Известно, что применение в рыбных кормах пробиотиков – веществ, создающих условия для развития и сохранения в кишечнике нормальной микрофлоры. Положительно сказывается на росте и развитии рыб.

Целью нашей работы являлось установить влияние пробиотика СИБМОС ПРО на скорость роста сеголетков карпа в условиях прудового хозяйства расположенного в 1 зоне рыбоводства в ООО «Кулон-М» Тогучинского района Новосибирской области.

Материал и методы

Материалом для исследования послужили сеголетки алтайского зеркального карпа (АЗК), выращиваемые в рыбоводных прудах ООО «Кулон – М», пос. Колтырак, Тогучинского района Новосибирской области. Выращивание личинки проводили с 18 июня по 25 октября 2017 г.

Задачей исследования было выявить особенности скорости и динамики роста сеголетков карпа, а также установить взаимосвязь между формированием рыбоводных признаков и разными вариантами внесения пробиотических препаратов в корма и в воду пруда.

В качестве пробиотика использовался противомикробный кормовой концентрат СИБМОС ПРО – противомикробный кормовой концентрат на основе мананолигосахаридов (полученных из клеточных стенок дрожжей) в сочетании с бактериями *Bacillus subtilis* и *Bacillus licheniformis*.

Основным механизмом действия препарата, является блокировка колонизации кишечника патогенными микроорганизмами.

При определении методов внесения пребиотика в воду опирались на то, что при внесении вещества непосредственно в корм, вещество попадает в организм рыбы и улучшает работу кишечной микрофлоры. Однако какое-то количество пребиотика из корма попадает в воду и оттуда может поступить в пищеварительный тракт животных зоопланктонного сообщества.

Молодь алтайского зеркального карпа была получена от самок непосредственно в хозяйстве. Семидневные личинки были посажены в выростные пруды хозяйства расположенные друг за другом. Площадь всех прудов по 1,2 га. Водоснабжение независимое. Вода для наполнения и подпитки прудов забирается из одной точки головного водохранилища, следовательно, все пруды получают одну и ту же воду практически одновременно. Плотность посадки во все пруды составила 25,5 тыс. шт личинок / га.

Пробиотики вносились в пруды в дозировке предусмотренной производителем и была одинаковой во всех прудах, независимо от метода внесения. Эффективность применения кормовых пробиотиков на скорость роста сеголетки алтайского зеркального карпа исследовалось в 7 выростных прудах (№2 – №8) хозяйства. Контрольными прудами служили №2 и №3.

В пруды №4, №5 кормовые пробиотики входили в состав корма для рыб. В прудах №6 и №7 пробиотики вносились непосредственно в воду. В пруду №8 добавлены и в корм для рыб, и в воду.

Для определения скорости роста, раз в 10 дней при контрольном облове, промеривалось не менее 30 особей из каждого пруда.

Измерения прироста сеголетки алтайского зеркального карпа проводили по руководству И. Ф. Правдина (1966) с использованием схемы измерений карповых рыб Л. С. Берга (1948).

Статистическую обработку проводили по общепринятым методикам [4].

Результаты исследований

В результате эксперимента, было установлено, что наибольшая масса и длина тела была у особей из опытных прудов №4 и №5, при внесении пробиотиков в корм (табл.1).

Таблица 1. Масса тела (г) сеголетка алтайского зеркального карпа за весь период выращивания

Дата облова	Пруд						
	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
28.06	1,20	1,14	1,77	1,46	1,49	1,10	0,83
06.07	2,95	2,85	12,09	4,47	3,67	3,73	3,34
20.07	5,07	7,76	9,73	8,17	6,65	5,86	4,99
03.08	7,94	16,2	15,79	12,5	14,0	12,87	9,10
11.08	8,05	-	18,27	20,1	14,47	16,5	-
25.10	12,3	17,1	30,5	33,5	22,2	17,1	15,5

В конце периода выращивания максимальной средняя масса сеголетка в прудах была в пруду №4 и №5–30,5 и 33,5 г соответственно, а минимальной в пруду №2–12,3 и №8–17,1 г. Длина тела сеголетка алтайского зеркального карпа, в пруду №4 и №5 составила 9,46 и 9,96 см соответственно (табл.2).

В опытных прудах №6 и №7 кормовые пробиотики добавляли непосредственно в воду. Масса (г), сеголетка алтайского зеркального карпа в прудах №6 и 7 в конце периода исследования составляла 22,2 и 17,1 соответственно, что в среднем выше, чем в контрольных прудах на 33%.

Таблица 2. Длина тела (см) сеголетка алтайского зеркального карпа за весь период выращивания

Дата облова	Пруд						
	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
28.06	3,52	3,37	3,65	3,58	3,43	3,40	3,01
06.07	4,72	4,66	5,53	5,13	5,17	5,05	4,73
20.07	5,51	6,24	6,85	6,41	5,93	5,92	5,54
03.08	6,26	7,87	7,82	7,31	7,55	7,49	6,51
11.08	6,30	—	8,45	8,46	7,71	7,90	—
25.10	—	8,61	9,46	9,96	8,61	7,96	—

В опытном пруду №8, при внесении пробиотика в корм и в воду, и в контрольном пруду №2 показатели прироста сеголетка алтайского зеркального карпа были наименьшими. Масса (г) сеголетки алтайского зеркального карпа пруда №8 составила 15,5, №2–12,3 соответственно, что в среднем меньше, чем в прудах 4 и 5 на 56%. Длина (см) рыб в прудах №3 и 6 была одинаковой 8,61 см, а в пруду №7 меньше на 0,65 см (8%) достигая, всего 7,96 см.

Также наибольший коэффициент упитанности был у сеголетка алтайского зеркального карпа пруда №4–3,58 больше на 17% и пруда №7–3,37 на 10% больше, чем у сеголеток контрольного пруда №3–3,06.

Таблица 3. Коэффициент упитанности (%) сеголетка алтайского зеркального карпа

Дата облова	Пруд						
	№2	№3	№4	№5	№6	№7	№8
28.06	2,77	3,00	3,62	3,18	3,69	3,69	3,29
06.07	2,76	2,82	7,17	3,37	2,71	2,93	2,81
20.07	3,02	3,12	2,98	3,04	3,14	2,83	2,91
03.08	3,20	3,30	3,29	3,20	3,24	3,07	3,30
11.08	3,25	—	2,95	3,30	2,49	3,32	—
25.10	—	3,06	3,58	3,33	3,34	3,37	—

В зависимости от метода внесения пробиотика была выявлена среднесезонная разница между численностью и биомассой зоопланктонных организмов [6].

Так, в прудах №4 и №5, при внесении пробиотика в корм рыб, среднесезонная численность зоопланктонных организмов составила 342 тыс. экз./м³ и 360 тыс. экз./м³, что в среднем на 22% меньше, чем в контрольных прудах №2–471 тыс. экз./м³ и №3–435 тыс. экз./м³.

Кроме того, в прудах №4 и №5 наблюдалось снижение среднесезонной биомассы зоопланктонных организмов, в сравнении с данным показателем контрольных прудов. Средняя за сезон биомасса зоопланктона в прудах 4 и 5 составляла 18,23 г/м³ и 18,28 г/м³, ниже на 24%, чем в контрольных прудах №2–25,17 г/м³ и №3–22,95 г/м³, соответственно.

Среднесезонная численность зоопланктона в прудах №6 и 7 за период исследования составляла 827 тыс. экз./м³ и 583 тыс. экз./м³, соответственно, что в среднем выше данного показателя контрольных прудов на 56% (№2–471 тыс. экз./м³ и №3–435 тыс. экз./м³). Среднесезонная биомасса зоопланктона в прудах №6 и 7 составила 46,89 г/м³ и 31,53 г/м³, что в среднем на 63% выше, чем в прудах 2 и 3 (№2–25,17 г/м³ и №3–22,95 г/м³).

Таким образом, наличие кормовых пробиотиков в корме для рыб оказало положительное влияние на динамику скорости роста сеголетка алтайского зеркального карпа. Кроме того пробиотики, добавленные в воду, оказали положительное влияние на рост и развитие зоопланктона, тем самым увеличивая их численность в водоеме.

Список литературы

1. Власов В. А. Практикум по рыбоводству / В. А. Власов, Ю. А. Привезенцев, А. П. Завьялов. – М., 2005. – 108 с.
2. Гримм О. А. Рыбоводство. Научные основы и практика рыбоводства / О. А. Гримм – М.: Книга по Требованию, 2012. – 263 с.
3. Кононенко С. И., Юрина Н. А., Максим Е. А. Экономический эффект скармливания отечественных пробиотиков в рационах для рыбы // Сборник научных трудов СКНИИЖ. – 2016. [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekonomicheskij-effekt-skarmlivaniya-otechestvennyh-probiotikov-v-ratsionah-dlya-ryby>
4. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
5. Морузи И. В. Первичная продукция прудов и ее трансформация при выращивании рыбы в поликультуре / И. В. Морузи, Е. В. Пищенко, Л. А. Осинцева, А. Г. Незавитин, Г. Н. Мисейко // Фундаментальные исследования. – 2015. – №2–9. – С. 1897–1902.
6. Пищенко Е. В. Влияние пребиотиков на рост сеголетка алтайского зеркального карпа в ООО «Кулон-М» Новосибирской области / Е. В. Пищенко, И. В. Морузи, Е. В. Цыганкова, Е. А. Архангельская // Водные биоресурсы и аквакультура юга России: материалы

Всероссийской научно-практической конференции приуроченной к 20-летию открытия в Кубанском государственном университете направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура»/ Отв. ред. Г. А. Москул.. – Изд-во: Кубанский государственный университет (Краснодар). – 2018. – С 365–370.

7. Привезенцев Ю. А. Рыбоводство / Ю. А. Привезенцев, В. А Власов. – М., – 2004. – 455с.

УДК 574.622: 639.3

РЫБОВОДНО БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ ОЗЕР НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

*И. В. Моружи, Е. В. Пищенко, П. В. Белоусов, Д. В. Кропачев,
С. В. Севастеев, Е. А. Архангельская, Ю. В. Цыганкова*

ФГБОУ ВО Новосибирский государственный аграрный университет

Аннотация. Приведены данные по продуктивности некоторых озер Новосибирской области рассчитанные по зоопланктону и бентосу, так же видовой состав ихтиофауны. Сделаны предложения по рыбохозяйственному использованию водоемов.

Ключевые слова: рыбопродуктивность, зоопланктон, зообентос, ихтиофауна, рыбохозяйственное использование.

FISH AND BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SOME SMALL LAKES OF THE NOVOSIBIRSK REGION

*I. V. Moruzi, E. V. Pishchenko, P. V. Belousov, D. V. Kropachev,
S. V. Sevasteev, E. Arkhangelskaya, V. Tsygankova*

Summary. Data on productivity of some lakes of the Novosibirsk region calculated on zooplankton and benthos, as well as species composition of ichthyofauna are given. Proposals on fishery use of reservoirs are made.

Key words: fish production, zooplankton, zoobenthos, ichthyofauna, fishery use.

Рыбохозяйственное значение малых озер в последние годы значительно возрастает. В соответствии с решениями Правительства РФ об увеличении производства пищевой продукции и импортозамещении малые озера могут и должны использоваться для производства экологически чистой, безопасной, полноценной пищевой продукции. В Новосибирской области насчитывается около 6500 озер общей площадью 608 тыс.га. Среди них малые озера, площадью менее 1 тыс.га, составляют 530 тыс.га. Из последних в рыбохозяйственный фонд входят озера с акваторией 371 тыс. га, в том числе заморные 105 тыс.га. Минеральный состав воды в этих водоемах весьма различен.

К сожалению, многие малые озера подвержены ежегодным зимним заморным явлениями, перепадами уровня режима, а также промерзают до дна. Средний вылов рыбной продукции на больших озёрах составляет до 15 кг с гектара; на малых и средних водоемах – 12–15 кг/га, однако в рыбохозяйственную деятельность они вовлечены крайне слабо.

В последние десятилетия наблюдается рост число рыбохозяйственных участков на малых и средних озерах Новосибирской области. По данным отдела водных биологических ресурсов Минприроды НСО на территории области организовано и работает 647 рыбохозяйственных участков из них рыбных – 197. В 2018 г. они произвели 1600 т рыбы, по данному показателю Новосибирская область находится на 6-м месте в Российской Федерации, а по общей добыче водных биоресурсов на 4-м месте.

Нами в 2018 г. по заказу Министерства природных ресурсов и экологии Новосибирской области (государственный контракт №158 от 02 августа 2018 г.) выполнена разработка рыбоводно-биологических обоснований для десяти озер расположенных в различных районах Новосибирской области. С целью характеристики экосистемы заселяемого водного объекта.

Целью исследований было определить приемную мощность озер и рекомендовать комплекс рыб наиболее рационально использующих естественную кормовую базу с целью повышения эффективности при их эксплуатации.

Материал и методы исследований

Обследование водоема было проведено 1–18 августа 2018 г. по стандартным методикам. Ионный состав воды определяли по методикам В. Я. Антонова, А. П. **Блинова** [3], класс и группу химизма воды по количеству и соотношению катионов и анионов [2]. Соединения азота и фосфора – по методике, разработанной в ВНИИПРХ [7], **экспресс-методом** и **калориметрированием**. рН определяли прибором **Алямовского**. Кальций и жесткость – **трилометрическим методом** [11].

Пробы зоопланктона отбирали путем процеживания 50 литров воды через сеть Апштейна из мельничного газа №70. Пробы фиксировали 4%-м раствором формалина с добавлением сахара и обрабатывались в лабораторных условиях общепринятыми методами [9]. Видовой состав зоопланктона определяли с помощью определителей: по коловраткам – Л. А. Кутиковой [6], по ветвистоусым ракообразным – Е. Ф. Мануйловой [8], по веслоногим рачкам – В. М. Рылова [13].

Для определения продукции зоопланктона использовали формулу Э. А. Шушкиной [12].

Продукционный коэффициент (Р/В- коэффициент соотношения между продукцией и биомассой) для водоемов Новосибирской области приняли равным 6.

Отбор проб бентоса проводился с использованием дночерпателя Петерсона в 5-ти точках водоема (север, юг, запад, восток, центральная). Собранный материал фиксировался 4% формалином и изучался в лаборатории НГАУ при помощи бинокля МБС-2. Каждый вид бентоса подсчитывался и взвешивался, а затем их количество и вес экстраполировались на всю площадь водоема [1]. Дата отбора проб 10.08.2018

Оценка состояния ихтиофауны проводилась опроса населения и методом лова ставными сетями.

По результатам исследования составлена электронная база данных. Все расчёты проводились по стандартным методикам.

Результаты исследований и их обсуждение

Химический состав воды озера характеризуется очень средней минерализацией: от 0,03 г/л до 0,5 г/л (по классификации И. В. Баранова). Содержание основных биогенных элементов в августе 2018 г. было следующим: фосфаты – 0,05–0,07 мг Р/л; азот аммонийный – 0,002; нитриты – 0,001; нитраты – 0,12 мг N/л (таблица 1).

Таблица 1. Содержание основных биогенных элементов

Показатели	Озеро	Биогенные элементы, мг/л			
		Аммонийный азот	Нитриты	Фосфаты, P_2O_5	Кальций, СаО
Кыштовский	Урманное	<0,5	0,001	0,015	26,54
	Безымянное	<0,5	0,001	0,013	24,992
Купинского	Сачково	0,2	0,0001	0,024	215,8
	Чубары	0,8	0,001	0,020	18,2
	Безымянное	0,2	0,02	0,026	65,9
Здвинский	Орлово	0,12	0,001	0,05–0,07	22–29
	Долгое	2,2	0,04	0,1–0,21	24–35
Венгеровский	Яшкино	0,5	0,001	0,013	26,13
Краснозерский	Барсучье	1,2	0,001	0,09–0,11	не измерялся
Чистозерный	Колочкино	0,1	0,001	0,0018	28,4

По лимнологической классификации озера относятся к числу мезотрофных или эвтрофных водоемов.

В августе нами было отмечено высокое содержание кислорода от 8,6 до 9,7 мг/л, в зимний период его концентрация варьировала от 0,1 до 3,0 мг/л. С учетом среднесуточного падения содержания кислорода от 0,1 до 0,3 мг/л замор в озерах должен наступить с 20.12 по 15.01.

В связи с тем, что зимний период наблюдается дефицит кислорода зимнее выращивание и (или) сохранение рыбы невозможно.

Содержание биогенных элементов колеблется в пределах: солей азота – от 0,1–2,2 мг/л, нитритов – 0,001–0,04, фосфатов (P_2O_5) – 0,013–0,1, кальция в форме CaO – 18,2–28,4 мг/л, при биологической норме кальция, обеспечивающей высокую продуктивность, для зоны Западной Сибири колеблется от 60 до 100 мг/л [4; 5; 10].

Сообщество зоопланктона в большинстве озер не отличается разнообразием, оно монотонно и представлено 2–3 видами (таблица 2).

Таблица 2. Сообщество зоопланктона

Район	Название озера	Площадь, га	Видовой состав	Число видов по группам организмов	Численность, тыс. экз/м³	Био масса, г/м³	Рыбопродуктивность по зоопланктону, кг/га
Венгеровский	Яшкино	13	Copepoda	2			
			Cyclops sp.				
			<i>Diaptomus sp</i>		15	0,41	9,92
Кыштовский	Урманное	38	Copepoda				
			Cyclops sp.	2	16,33	0,69	
			<i>Diaptomus sp</i>				
			<i>Scapholeberis mucronata</i>				
	Безымянное	29	Copepoda				
			<i>Mesocyclops leukarti</i>	1	25,3	3,5	
			Cladocera				
			<i>Ceriodaphnia reticulate</i> , Rotifera	2			
			<i>Drepanothrix dentata</i> (Eurén, 1861), <i>Branchionus diversicornis</i>	2			
Здвинский	Долгое	29	Copepoda	1			
			Cladocera	4			
			<i>Daphnia longispina</i>				
			Rotifera	2			
			<i>Filinia longiseta</i>				
	Орлово	67	<i>Keratella quadrata</i>				
			<i>Chaoborus (Corethra)</i>	1	43,07	4,8	67
			Copepoda	2			
			Rotifera	4			
<i>Keratella quadrata</i>							
Купинский	Безымянное	40		17		0,6	
	Чубары		Cladocera	2	3,867	0,17	4,08
			<i>Chydorus spp</i>				
			Rotifera	2			
			<i>Bdelloidea sp.</i>				
	Сачково		Copepoda	3	20,5	1,57	38,5
			<i>Mesocyclops sp.</i>				
			<i>Cyclops sp.</i>				
<i>Diaptomus sp</i>							

Чистозерный	Колючкино	105	Copepoda	2	16,2	1,80	43,2
			<i>Mesocyclops sp.</i>				
			<i>Cyclops sp.</i>				
			<i>Diaptomus sp</i>				
			Cladocera	3			
			<i>Daphnia spp.</i> ,				
			<i>Scapholeberis microcephala</i>				
			<i>Ceriodaphnia spp.</i>				
Краснозер-ский	Барсучье	18	Copepoda	2	240,7	4,2	8,69
			<i>Diaptomus sp</i>				
			Cladocera	2			
			<i>Daphnia longispina</i>				
			Rotifera	2			
			<i>Keratella quadrata</i> ,				
			<i>Brachyonus quadridentatus</i>				

Численность зоопланктонного сообщества озер колеблется в широких границах от 3,8 до 240,7 тыс. экз./м³ и зависит от видового состава. Если в сообществе большое количество коловраток, то общая биомасса будет небольшой. Как правило это характерно для мелких и малых по площади озер с высоким содержанием азота в воде. Рыбопродуктивность по зоопланктону таких озер низкая.

Зообентос этих озер так же отличается низким видовым разнообразием и в основном представлен *Chironomus sp.* (таблица 3)

Таблица 3. Сообщество бентоса

Район	Название озера	Биомасса, г/м ²	Рыбопродуктивность зообентоса, кг/га	Вид доминат
Венгеровский	Яшкино	3,8	20,4	личинки <i>Chironomus plumosus</i>
Кыштовский	Урманное	6,8	43,06	тот же
	Безымянное	3,5	18,55	тот же
Здвинский	Долгое	2,3	12,9	тот же
	Орлово	4,6	24,38	тот же
Купинский	Безымянное	5,0	26,2	тот же
	Чубары	17,6	89,8	<i>Gammarus</i> .
	Сачково	11,8	61,95	группа <i>Lymnaeidae</i>
Чистозерный	Колючкино	14,7	77,18	личинки <i>Chironomus plumosus</i>
Краснозерский	Барсучье	1,16	6,2	тот же

Основным видом доминантом в составе зообентоса являются личинки *Chironomus plumosus*. В озерах с таким типом бентического сообщества биомасса лежала в пределах от 1,16 до 6,8 г/м². В оз. Чубары в бентосе основным видом был *Gammarus*. В озере Чубары Купинского района из зообентосных организмов преобладает *Gammarus*. Наименьшая численность наблюдалась в группе *Chironomus*. Остальные гидробионты имеют бедный качественный состав. В этот водоем отличался высокой биомассой зообентоса. Она составляла 17,1 г/м².

В результате проведенных обловов установлено, что ихтиофауна отсутствует в озерах Яшкино, Чубары, Сачково. В оз. Колючкино она представлена золотистым карасем. В оз. Урманное аборигенная фауна представлена окунем (*Perca fluviatilis*), карасем (*Carassius gibelio*), сибирской плотвой (*Rutilus rutilus lacustris*) и линем (*Tinca tinca*). На 100 м сетей ловится примерно 10 кг ихтиомассы.

В оз. Безымянное ихтиофауна представлена в основном ротаном или головешкой (*Perccottus glenii*), а так же тугорослой формой карася (*Carassius gibelio*). Примерная плотность ихтиофауны около 2 экз./га.

В оз. Долгое обитает серебряный карась *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758). Основу ихтиомассы составляют 3–5 летние особи. Общая рыбопродуктивность по аборигенной ихтиофауне составила 63,5 кг/га

В оз. Орлово ихтиофауна представлена золотым карасем *Carassius gibelio* (Bloch, 1782). Основу ихтиомассы составляют 3–5 летние особи.

В оз. Безымянное Купинского района – серебряный карась (*Carassius carassius*).

Ихтиофауна в оз. Барсучье представлена золотым и серебряным карасями *Carassius carassius* (Linnaeus, 1758) и *Carassius gibelio* (Bloch, 1782). Основу ихтиомассы составляют 3–5 летние особи. Общая рыбопродуктивность по уловам составляет 103,5 кг/га.

Расчетная общая рыбопродуктивность озер лежит в пределах 20,4 до 140 кг/га и зависит от заморности водоема.

Выводы

1. Оценка естественной кормовой базы озер выявила, что биомасса зоопланктона лежит в пределах от 0,17 до 4,9 г/м³, зообентоса 1,6–17,6 г/м². Расчетная рыбопродуктивность колеблется от 20,4 до 140 кг/га и зависит от заморности водоема.

2. Проведенное обследование озер на пригодность к рыборазведению показало, что из 10 обследованных водоемов 2 являются не заморными в зимний период и именно в них отмечаются наличие наиболее разнообразной ихтиофауны. В одном из них отмечено наличие ротана головешки (*Perccottus glenii*). В 3-х озерах аборигенная ихтиофауна отсутствует.

Список литературы

1. Абакумов В. А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В. А. Абакумова / В. А. Абакумов, Н. П. Бубнова, Н. И. Холикова и др. – Гидрометеиздат Ленинград, 1983. – 240 с.
2. Алекин О. А. Основы гидрохимии. – Ленинград: Гидрометиздат, 1970. – 444 с.
3. Антонова В. Я. Лабораторные исследования в ветеринарии / В. Я. Антонова, П. Н. Блинова. – М.: Колос, 1974.
4. Иванова З. А., Нормы и способы внесения извести в пруды Западной Сибири: Рекомендации // Иванова З. А., Огнева Р. И., Морузи И. В. / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИПТИЖ. – Новосибирск, 1983. – 30 с.
5. Иванова З. А. А.с. № 1 199 223 СССР МКИ А 01 к 61/00 Способ удобрения рыбоводных прудов / З. А. Иванова, И. В. Морузи, Р. И. Огнева (СССР). – № 3 701 810. Заявлено 17.02.1984 // Открытия. Изобретения. – 1985. – N47. – С.6.
6. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria) // Определители по фауне СССР. – Т.104. – Л.:1970. – 742 с.
7. Ляхнович В. Н. Инструкция по применению минеральных удобрений в рыбоводных прудах различных почвенно-климатических зон СССР / В. Н. Ляхнович, А. Г. Минц, К. С. Христенко, Е. П. Ефимова. – Мин. рыб. хоз-ва СССР. – М., 1975. – 38 с.
8. Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР// определитель фауны СССР. – Л.:1964, Т. 88. – 326 с.
9. Методическое пособие по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1982. – Т. 33. – С.27–35.
10. Моисеев Н. Н. Рыбоводство / Н. Н. Моисеев, И. В. Морузи, Е. В. Пищенко, З. А. Иванова, Н. М. Костомахин. – М.: КолосС, 2010. – 289 с.
11. Шишкина Л. А. Гидрохимия. – М.-Л.: Гидрометеиздат, 1974.
12. Шушкина Э. А. Соотношение продукции и биомассы зоопланктона озер // Гидробиологический журнал. – 1966. – том 2, № 1. – С.27–35.
13. Рылов В. М. Cyclopoidea пресных вод. Фауна СССР. Ракообразные. Т. III, вып. 3. / В. М. Рылов, Е. Н. Павловский (ред.). – М. -Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 348 с.

ВЛИЯНИЕ ЗАМЕНЫ РЫБНОЙ МУКИ НА ВЫСОКОБЕЛКОВЫЕ СОЕВЫЕ ПРОДУКТЫ И ГАПРИН В КОРМАХ ДЛЯ СЕГОЛЕТОК СИГОВЫХ РЫБ

И. Н. Остроумова, В. В. Костюничев, А. А. Лютиков, А. К. Шумилина, Т. А. Филатова

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

Аннотация. В составе кормов для сеголеток сиговых заменяли рыбную муку на 10% высокобелковых продуктов сои или 10 и 15% бактериальной биомассы (гаприн). Темп роста рыб и выживаемость (88–99%) были сходны с таковыми у рыб, получавших контрольный и импортный корма. Физиологическое состояние всех рыб не имело отклонений от нормы

Ключевые слова. Сиговые, рыбная мука, высокобелковые соевые продукты, гаприн, рост, выживаемость, физиологическое состояние

THE EFFECT OF THE REPLACEMENT OF FISH MEAL ON HIGH-PROTEIN SOY PRODUCTS AND GAPRIN IN FEED FOR WHITEFISH UNDERYEARLINGS

I. N. Ostroumova, V. V. Kostyunichev, A. A. Lyutikov, A. K. Shumilina, T. A. Filatova.

Summary. As part of the young whitefish feed, fishmeal was replaced with 10% high-protein soybean products or 10 and 15% bacterial biomass (gaprin). Fish growth and survival rates (88–99%) were similar to those in fish fed the control and imported feed. The physiological state of all fish had no abnormalities.

Keywords: whitefish, fish meal, high-protein soy products, gaprin, growth, survival, physiological state.

Введение

Активно развивающаяся несколько десятилетий мировая аквакультура в последнее время замедлила темп роста. Главной причиной, по общему мнению, считается дефицит основных источников белка и липидов в составе рыбных кормов – рыбной муки и рыбьего жира [8,9,4,7]. Производство рыбной муки с годами не только не нарастает, а, напротив, снижается, что часто сопровождается ухудшением качества, так как в основе ее изготовления увеличивается роль переработки отходов рыбных промыслов. Кроме того участились случаи фальсификации рыбной муки – для повышения ее цены увеличивают уровень белка любым путем, в том числе за счет трудно перевариваемых элементов не всегда рыбной природы [3,2].

Повсеместно ведется поиск заменителей рыбной муки в кормах рыб разных видов и экологии на источники высокобелковых растительных и животных ингредиентов. В 80-е годы хорошие результаты получали при использовании выпускаемых в то время высокобелковых продуктов микробиосинтеза – паприна (дрожжи на н-парафинах) и гаприна (бактериальная биомасса на природном газе) в составе кормов для карпа разного возраста и других видов рыб [1].

В статье рассматривается возможность замены рыбной муки на высокобелковые продукты сои и новый гаприна (бактериальная биомасса производства ООО «ГИПРОБИОСИНТЕЗ») в кормах для сеголеток сиговых.

Из продуктов сои использовали концентрат и изолят соевого белка. Концентрат содержал 63,6% белка, изолят – 86,5%. Ранее мы уже имели опыт использования изолята соевого белка в составе стартовых кормов для личинок сиговых – пеляди и муксуна (масса 3,8 и 8,5 мг), который оказался негативным. Замена рыбной муки и сухого белка яйца на изолят сои существенно снижал скорость роста личинок [5]. В настоящем исследовании рассматривается во-

прос о включении соевых продуктов в корма более крупной молоди – сеголеток волховского сига и пеляди массой от 2 до 4 г.

Материал и методы

Работу проводили в 2017–2018 гг. на базе рыбоводного хозяйства ООО «Форват» Ленинградской обл. в садках, установленных в оз. Суходольское (Вуоксинская озерно-речная система).

Молодь для экспериментов получали из производственных бассейнов, где она выращивалась с первых дней питания на смеси живой артемии и кормов датской фирмы БиоМар, а затем – только на импортных кормах.

В 2017 г. испытывали замену рыбной муки на 10% концентрата и изолята соевого белка. В 2018 г. исследовали замену рыбной муки на 10 и 15% гаприна. Замену проводили в изопротеиновых и изокалорийных кормах. Помимо указанных компонентов в состав кормов входили мясная мука, сухой белок яйца, пшеница, шроты соевые, дрожжи гидролизные, рыбий жир, витаминный и минеральный премиксы, физиологически активные добавки. Корма изготавливали методом экструзии.

Уход и кормление осуществляли по рекомендациям ГосНИОРХ [6].

В 2017 г. опыты продолжались 65 суток с 30 июля по 3 октября при температуре воды в среднем 16,9°C, которая постепенно снижалась с 20,1°C до 12,6°C. В 2018 г. рыб выращивали с 10 сентября по 4 ноября – 55 суток. Температура воды за этот период снизилась с 19,4 до 6,2°C и в среднем составила 12,3°C.

Результаты

В опытах 2017 г. сеголетки массой от 2 г, получавшие корма с включением 10% соевых продуктов в качестве заменителей рыбной муки, росли одинаково с контрольным вариантом и импортными кормами. Конечная масса после выращивания свыше двух месяцев колебалась в пределах 15–16 г (рисунок 1). Различия – не достоверны. Выживаемость на всех вариантах была высокой (96–99%). Кормовые коэффициенты составляли 0,8–0,9.

В опытах 2018 г. сеголетки пеляди массой 4 г, питавшиеся кормами с введением гаприна в количестве 10 и 15%, также не имели различий в темпе роста (рисунок 2) при высокой выживаемости (88–91%). Кормовые коэффициенты колебались в пределах 1,0–1,1.

Судя по морфологической картине клеток красной и белой крови, лейкоцитарной формуле, а также содержанию гемоглобина, индексу печени, общей жирности, уровню витамина С в теле молоди (табл. 1) физиологические показатели колебались в пределах нормы, что свидетельствовало об отсутствии патологических явлений в организме сеголеток, получавших экспериментальные и импортные корма.

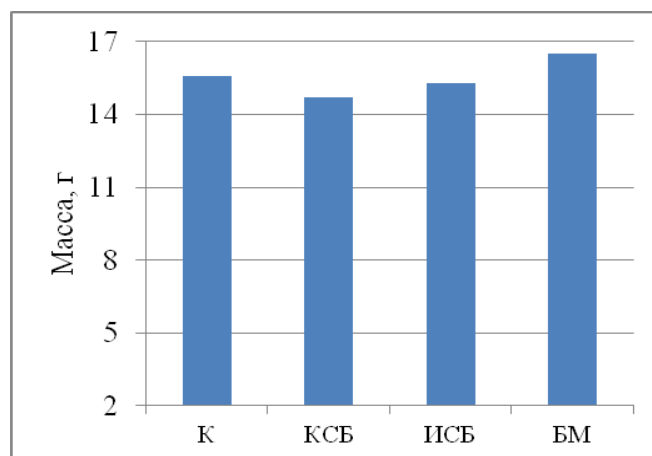


Рис. 1. Конечная масса сеголеток сига на кормах с включением соевых высокобелковых продуктов (2017 г.). К – контроль, КСБ – Концентрат соевого белка 10%, ИСБ – Изолят соевого белка 10%, БМ – БиоМар.

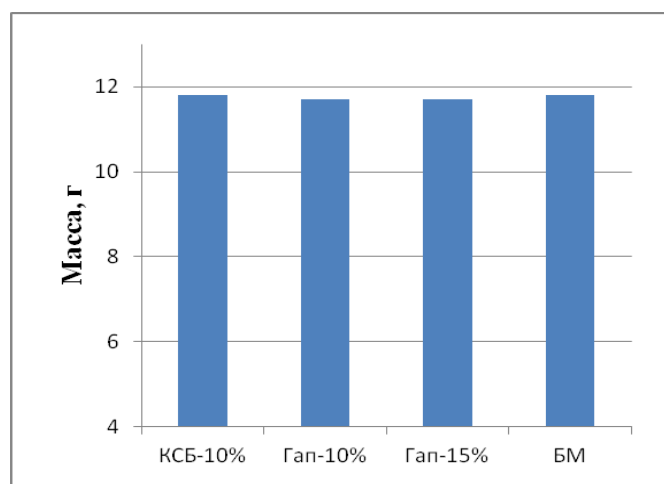


Рис. 2. Конечная масса сеголеток пеляди на кормах с включением гаприна (2018 г.).
КСБ – Концентрат соевого белка, Гап – гаприн, БМ – БиоМар.

Таблица 1. Физиологические показатели выращивания сеголеток пеляди на кормах с включением гаприна

Особенности корма	Гемоглобин, г/л	Лимфоциты, %	Индекс печени, %	*Общий жир, %	Витамин С, мкг/г
Концентрат соевого белка 10%	75±4,8	97,8±0,28	1,44±0,05	10,5	59,9
Гаприн. 10%	66±3,7	97,4± 0,37	1,37±0,10	10,1	55,6
Гаприн. 15%	73±1,9	98,1±0,40	1,33±0,07	8,9	54,8
БиоМар	67±1,9	97,8±0,60	1,40±0,11	11,3	51,3
Норма для сеголеток сиговых	60–80	70–98	1,1–1,6	—	40–100

*Жир определяли по Фолчу.

Замена 10% рыбной муки на белковые продукты сои и 10 и 15% на гаприн не отразилась существенно на росте и выживаемости сеголеток, достигших массы 2–4 г, и не вызвала отклонений физиологических показателей. Следовательно их можно использовать в качестве частичных заменителей рыбной муки для молоди сиговых, начиная с этого возраста.

Список литературы

1. Белковые продукты микробиосинтеза в кормлении рыб и другие вопросы интенсивного рыбоводства// Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1991. – Вып. 306. – 163 с.
2. Головня Е. Метод выявления фальсификации рыбной муки // Комбикорма. – 2014. – №3: – с. 70–72.
3. Донник И.М. Показатели питательности рыбной муки и способы ее фальсификации /И.М. Донник, А.Ю. Лошманова, Н.Н. Беспмятных // Аграрный вестник Урала №9 (101). – 2012. – С. 18–19.
4. Лагуткина Л.Ю. Перспективное развитие мирового производства кормов для аквакультуры: альтернативные источники сырья// Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство. –2017. – №1. – с. 67–78
5. Остроумова И.Н. Эффективность включения неорганических фосфатов, различных источников белка и астаксантина в стартовые корма для сиговых И.Н. Остроумова, А. К., Шумилина В.В. Костюничев, Е.Н. Смирнова, Л.В. Смирнова, А.В. Козьмина // Труды ГосНИОРХ. – 2005. – Вып. 333. – с. 260–277.

6. Сборник методических рекомендаций по индустриальному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры // Под общ. редакц. А. К. Шумиловой. – СПб: ГосНИОРХ, 2012. – 288 с.
7. Тренклер И. В. Состояние и перспективы развития мировой аквакультуры // Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ВВЦ, 5 февраля 2019 г.). – Том 1.: с. 381–403. – Москва, 2019.
8. Tacon A. G. J. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: trends and future prospects / A. G. J. Tacon M. Metian // Aquaculture. – 2008. – V. 285 (1–4). – P. 146–158.
9. Tocher D. R. Omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids and aquaculture in perspective // Aquaculture. – 2015. – V. 449. – P. 94–107.

УДК 597.2/.5:591.1 (477.75)

ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧЕРНОМОРСКИХ РЫБ ПРИБРЕЖЬЯ ЮГО-ВОСТОЧНОГО КРЫМА В РАЗЛИЧНЫЕ ВРЕМЕННЫЕ ПЕРИОДЫ

Ю. А. Силкин, В. Е. Василец, Е. Н. Силкина, В. Н. Черняева, Т. Н. Петрова

Карадагская научная станция им. Т. И. Вяземского – природный заповедник РАН Феодосия, Республика Крым, Россия, e-mail: ysilkin@mail.ru

Аннотация. Проведен сравнительный анализ размерно-весовых характеристик у 20 постоянно встречающихся у Карадага видов рыб в настоящее время и 60 лет тому назад. Показано, что у большинства видов рыб за этот период произошло уменьшение размера.

Ключевые слова: размерно-весовые характеристики, рыбы, Карадаг.

CHANGES IN THE DIMENSIONAL WEIGHT CHARACTERISTICS OF THE BLACK SEA FISHES OF THE COASTAL OF THE SOUTHEAST CRIMEA IN DIFFERENT TIME PERIODSY.

A. Silkin, E. V. Vasilets, E. N. Silkin, V. N. Chernyaeva, T. N. Petrova

Summary. A comparative analysis of the size and weight characteristics of 20 species of fish constantly occurring in Karadag at present and 60 years ago is carried out. It is shown that the majority of fish species during this period there was a reduction.

Key words: size and weight characteristics, fish, Karadag.

Прибрежная зона Юго-Восточного Крыма – это регион, где природоохранные объекты сочетаются с зонами развитой рекреации. Эксплуатация человеком морских ресурсов неизбежно приводит к ухудшению качества водной среды. Для сохранения прибрежной экосистемы региона и принятия соответствующих решений необходимо владеть информацией о состоянии основных составляющих этой экосистемы [1]

Как известно, одной из характеристик благополучия ихтиоценоза является динамика размерно-весовых показателей видов рыб. Наиболее полные сведения о видовом составе и биологии рыб Восточного побережья Крыма были приведены в работах А. Смирнова еще в 1959 году [4].

Целью данной работы является исследование размерно-массовых характеристик некоторых черноморских рыб акватории Карадагского заповедника в современном периоде и сравнение их с результатами 60-ти летней давности.

Объектом исследования служили 20 видов черноморских рыб, отловленных в 2017–2018 гг. в прибрежье Карадагского заповедника. Отловленных рыб подвергали биологическому анализу: промеры общей длины, определение сырой массы рыбы согласно методикам, описанным ранее [3]. Полученные современные данные размерно-весовых показателей и данные за 1956–1960 гг. сведены в общую таблицу.

Таблица. Размерно-массовые характеристики рыб прибрежья Карадага за 1956–1960 и 2017–2018 гг.

Вид рыб	А. Смирнов. 1956–1960 гг.		2017–2018 гг.	
	Длина, см Min – max	Масса, г.	Длина, см.	Масса, г.
<i>Merlangius merlangus</i> L., 1758 – черноморский мерланг	12,0–22,0	10,0–30,0	<u>16,0–19,0</u> 16,8±0,2	<u>37,2–46,1</u> 41,7 ± 1,6
<i>Liza aurata</i> Risso, 1810 – сингиль	14,0–34,0	130,0–300,0	<u>18,0–32,0</u> 23,8±1,1	<u>52,0–260,0</u> 132,7±12,2
<i>Atherina boyeri</i> Risso, 1810 – атерина черноморская	3,5–11,0	1,1–8,5	<u>12,4–14,0</u> 13,3±0,5	<u>9,6–15,0</u> 12,9±1,2
<i>Belone belone</i> L., 1761 – сарган	18,0–44,3	<u>8,0–473,0</u> 57,7±6,1	<u>27,5–48,5</u> 35,1±0,5	<u>19,11–109,2</u> 46,9±2,2
<i>Pomatomus saltatrix</i> L., 1766 – луфарь	29,5–53,0	<u>210,0–1300,0</u> 568,8±13,1	<u>11,0–22,0</u> 15,4±0,4	<u>10,0–84,0</u> 32,5±3,1
<i>Trachurus mediterraneus</i> Steindachner, 1868-ставрида черноморская	7,0–18,0	<u>15,0–70,0</u> 37,7±9,4	<u>10,0–20,0</u> 15,3±0,1	<u>11,0–66,0</u> 30,0±0,6
<i>Spicara flexuosa</i> Rafinesque, 1810 – смарида	8,0–22,0	<u>5,0–106,0</u> 31,2±2,8	<u>11,5–17,8</u> 14,0±0,2	<u>13,9–59,7</u> 30,9±1,3
<i>Mullus barbatus</i> L., 1758 – султанка	8,5–18,0	<u>20,0–75,0</u> 29,7±1,1	<u>11,0–17,0</u> 13,2±0,2	<u>16,0–52,0</u> 25,3±1,3
<i>Sarda sarda</i> Bloch, 1793 – пелагида	60,0	3500,0	18,8	53,96
<i>Serranus cabrilla</i> L., 1758 – каменный окунь (ханос)	9,8–22,0	<u>11,0–150,0</u> 58,5±13,1	<u>13,4–19,5</u> 16,6±1,1	<u>34,5–108,0</u> 69,2±11,9
<i>Diplodus annularis</i> L., 1758 – ласкерь	7,0–25,0	<u>4,0–217,0</u> 77,0±15,8	<u>13,5–22,0</u> 19,4±1,9	<u>44,0–225,3</u> 115,3±16,6
<i>Diplodus puntazzo</i> Cetti, 1777 – зубарик	44,0	1250,0	<u>34,0–38,5</u> 36,3±0,3	<u>548,0–657,0</u> 591,0±16,6
<i>Sciaena umbra</i> L., 1758 – горбыль темный	15,0–35,0	<u>34,0–515,0</u> 206,2±33,4	<u>13,0–30,6</u> 25,7±1,8	<u>180,0–380,0</u> 261,1±20,5
<i>Crenilabrus roissali</i> Risso, 1810 – зеленушка перепёлка	12,0–17,0	<u>30,0–80,0</u> 46,7±3,5	<u>9,0–14,0</u> 11,7±0,8	<u>15,3–54,0</u> 32,4±6,9
<i>Crenilabrus tinca</i> L., 1758 – зеленушка рулена	9,0–30,0	<u>10,0–280,0</u> 113±18,3	<u>8,5–29,0</u> 19,0±1,2	<u>10,0–298,0</u> 124,1±17,0
<i>Gaidropsarus mediterraneus</i> L., 1758 – налим морской	15,0–29,0	<u>25,0–180,0</u> 88,07±13,1	<u>20,0–27,0</u> 23,4±0,7	<u>45,7–145,0</u> 83,2±10,3
<i>Scorpaena porcus</i> L., 1758 – скорпена	8,0–30,7	<u>19,0–560,0</u> 156±36,3	<u>12,5–30,0</u> 19,7±0,5	<u>29,5–515,0</u> 257,7±10,7
<i>Uranoscopus scaber</i> L., 1758 – звездочет	11,0–24,0	<u>20,0–240,0</u> 100,4±18,5	<u>11,0–21,5</u> 16,6±0,9	<u>27,0–175,0</u> 78,7±14,5
<i>Gobius cobitis</i> Pallas, 1814 – бычок-кругляш	8,0–19,0	<u>11,0–250,0</u> 70,9±17,9	<u>15,8–22,0</u> 18,5±1,0	<u>55,3–142,5</u> 80,4±12,3
<i>Solea nasuta</i> Pallas, 1814 – морской Язык	15,0–29,0	<u>25,0–200,0</u> 91,7±13,8	<u>18,5–25,5</u> 22,6±0,8	<u>50,0–150,0</u> 105,8±10,8

Примечание. В числителе – lim, в знаменателе – M ± m.

В таблице представлены пределы колебаний показателей (min, max) и усредненные данные, которые за 2017–2018 гг. представлены в полной мере, а за 1956–60 гг. – фрагментарно. Из таблицы видно, что в настоящее время у большей части представленных видов рыб размерно-весовой состав уменьшился на 20–40% и более.

Так, луфарь в наших уловах встречался только в виде мелких рыб, и длина его была в 2,7 раз меньше, вес – в 20 раз ниже, чем особи, исследованные в 1956–60 гг. Такие виды рыб, как зубарик, кефаль-сингиль, зеленушка-перепелка и звездочет уменьшили размерно-массовые характеристики на 30–40%. У ставриды, барабули и зеленушки рулены вес уменьшился на 14–20%.

При сравнении полученных современных данных с показателями 60-ти летней давности было также отмечено увеличение показателей у некоторых видов рыб. Так, у мерланга и атерины средний вес тела увеличился на 50–70%. Увеличение размерно-весовых величин на 25–40% отмечено у бычка-кругляша, горбыля, ласкиря и скорпены. У морского языка и каменного окуня вес тела увеличился на 13–15%.

Следует отметить, что у таких рыб как сарган, налим и смарида размерно-массовые показатели за 60 лет не изменились.

Полученные данные об изменении размерных характеристик рыб в первую очередь связаны с наличием и доступностью корма. Многочисленными исследованиями в настоящее время показано уменьшение видового состава зоопланктона (на 15%), видового состава ракообразных (на 30%), которые являются основными объектами питания для большинства видов рыб [2]. Отсутствие достаточного количества и качества кормовой базы сказывается, прежде всего, на размерно-весовых характеристиках, что и выражается в измельчании рыб. Однако, некоторые виды рыб, такие как мерланг и хамса, изменили характер питания. Из-за уменьшения видового состава личинок ракообразных, кишечнополостных и моллюсков в рационе их питания эти виды рыб перешли к употреблению в пищу других, более мелких рыб, что привело к увеличению массы их тела.

Приведенные данные по размерно-массовым характеристикам Черноморских рыб в современных экологических условиях дают не только общую информацию о биологии вида, но и иллюстрируют общую напряженность состояния ихтиоценоза в районе Карадага.

Работа выполнена в рамках темы гос. задания № АААА-А19-119 012 490 045-0 Изучение фундаментальных физических, физиолого-биохимических, репродуктивных, популяционных и поведенческих характеристик морских гидробионтов.

Список литературы

1. Костенко Н. С. История гидробиологических исследований у берегов Юго-Восточного Крыма // Биология Черного моря у Юго-восточного Крыма. – 2018. – С. 8–39.
2. Лисицкая Е. В. Исследования меропланктона в акватории Карадагского природного заповедника // Заповедники Крыма: заповедное дело, биоразнообразие, экообразование: материалы III научной конференции (22 апреля 2005 г., Симферополь, Крым). Часть 2. – Симферополь. – 2005. – С. 37–41.
3. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром. – 1966. – 376 с.
4. Смирнов А. Н. Материалы по биологии рыб Черного моря в районе Карадага // Труды Карадагской биологической станции. – 1959. – Вып. 15. – С. 31–109.

УДК 59.08

К ВОПРОСУ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НЕОБХОДИМЫХ УСЛОВИЙ ЗИМОВКИ (ЗИМНЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ) РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (PARASALMO MYKISS IRIDEUS) В ПРУДАХ ВТОРОЙ РЫБОВОДНОЙ ЗОНЫ

Р. Г. Тауров, Ф. М. Шакирова, А. Э. Калайда

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно – исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» Татарский филиал (ТатарстанНИРО), Федеральное агентство по рыболовству, Казань, Россия, e-mail: shakirovafm@gmail.com, gosniiorh@gmail.com

Аннотация. В статье приводится информация об условиях и результатах зимовки (зимнего выращивания) сеголетков радужной форели в мелиоративных прудах с использованием пресных подземных вод в условиях второй рыбоводной зоны. В результате проведенных исследований установлено, что применение современных технических средств в зимний период обеспечивает поддержание в прудах обширных площадей открытой водной поверхности. Это имеет важнейшее значение для обеспечения благоприятных условий зимовки радужной форели и исключает возникновение заморных явлений. Полученные результаты позволяют рекомендовать прошедшие испытания и технические решения для практического применения в хозяйствах, осуществляющих выращивание радужной форели в открытых прудах второй рыбоводной зоны России и расширения в связи с этим перспектив дальнейшего развития аквакультуры.

Ключевые слова: радужная форель, аквакультура, водоемы мелиоративного назначения, ледовый покров, технические средства, темп роста, рыбохозяйственные нормативы.

ON THE ISSUE OF PROVIDING THE NECESSARY CONDITIONS FOR WINTERING (WINTER GROWING) OF RAINBOW TROUT (*PARASALMO MYKISS IRIDEUS*) IN THE PONDS OF THE SECOND FISH-BREEDING ZONE

R. G. Tairov, F. M. Shakirova, A. E. Kalaida

Summary. The article provides information about the conditions and results of wintering (winter growing) of juvenile trout fingerlings in land-reclamation ponds using fresh groundwater in the conditions of the second hatchery. As a result of the research conducted, it has been established that the use of modern technical equipment in the winter period ensures the maintenance of vast areas of open water in ponds. This is crucial for ensuring favorable wintering conditions for rainbow trout and excludes the occurrence of overland phenomena. The results obtained allow us to recommend passed tests and technical solutions for practical application in farms that grow rainbow trout in open ponds of the second fish-breeding zone of Russia and expand in this connection the prospects for further development of aquaculture.

Key words: rainbow trout, aquaculture, amelioration reservoirs, ice cover, technical equipment, growth rate, fisheries standards.

Зимовка любых видов рыб, и в особенности, радужной форели (*Parasalmo mykiss irideus*), в прудовых хозяйствах с открытой поверхностью водоемов всегда является очень ответственным этапом рыбоводного процесса [2; 3]. В этот период выращиваемая рыба наиболее уязвима и максимально подвержена воздействию низких температур, дефициту растворенного в воде кислорода, сплошному ледовому покрову водоемов.

Одним из главных факторов, сдерживающих культивирование радужной форели в открытых водоемах в условиях второй рыбоводной зоны, является ледовый покров. Содержание растворенного в воде кислорода в прудах в этот период снижается для критических для форели величин и часто не превышает 3,5–4,0 мг/л [5].

Вместе с тем, в водоемах с подпиткой водой артезианских скважин радужная форель продолжает активно питаться и расти. В связи с этим, для обеспечения благополучной зимовки ей необходим свободный доступ к открытой поверхности воды в течение всего пери-

ода ледостава. Для решения этой задачи в рыбоводных хозяйствах используют специальные устройства для зимовки рыб именуемые: «колодец» или «фонарь» рыб [4]. Однако площадь поверхности открытой воды, которую способны обеспечить данные устройства крайне мала – не более 05, м².

В целях решения данной проблемы нами совместно с подсобным хозяйством одного из Казанских заводов, на мелиоративных прудах которого в сезон 2018 г. были получены положительные результаты выращивания радужной форели на подземных водах повышенной минерализации [7], было проведено опытное зимнее выращивание (зимовка) форели. Для этого были использованы современные технические решение и оборудование.

В мелиоративный пруд площадью 1,3 га, со средней глубиной 4,5 м в первой декаде ноября 2018 г. были посажены 3 тыс. сеголетков радужной форели, полученные в ходе летнего выращивания в сезон 2018 года. Перед посадкой в водоем ихтиопатологом был проведен осмотр молоди, не выявивший симптомов инвазионных и инфекционных заболеваний [1].

Кормление форели осуществлялось комбикормом производства фирмы «AQUAREX» марки «форель рост 43/19» и «форель рост 44/14», характеризующиеся как диетические, содержащие умеренное количество энергии [6].

В первой декаде ноября 2018 г. в целях обеспечения обширной площади открытой поверхности воды в период ледостава и всего зимнего периода на дне водоема глубине 3 м был установлен дренажный насос для вертикальной подачи струи воды производительностью 250 л/мин (рисунок 1а). В целях дополнительного насыщения воды кислородом также была установлена прудовая помпа (рисунок 1б), которая забирая атмосферный воздух через воздушный патрубок, формировала струю смеси воды и воздуха параллельно поверхностью воды.



а



б

Рис. 1. Дренажный насос OASIS DN 250/10 (а) и прудовая помпа 12 000 HAILEA (б)

Результаты совместной работы дренажного насоса и прудовой помпы в период ледостава и зимнего ледового покрова представлены на рисунке 2. Начало ледостава на прудах было зафиксировано 15 ноября 2018 г. Температура воды в водоеме не опускалась в зимний период ниже 2,3 °С, а содержание растворенного в воде кислорода было не менее 7,2 мг/л. Диаметр майны в течение всего зимнего периода был в пределах 15–18 м. Форель концентрировалась в зоне открытой воды, активно передвигалась и питалась.



Рис. 2. Поддержание обширной майны на пруду (январь 2019 года)

Весной 2019 года полное очищение от ледового покрова пруда с форелью произошло 07 апреля 2019 г.

Основные рыбоводные показатели за период зимнего выращивания радужной форели представлены в таблице 1.

Таблица 1. Основные рыбоводные показатели на этапе зимнего выращивания радужной форели 2018–2019 гг.

Показатели	значения
Средняя навеска в начале зимнего периода выращивания, г	215,0
Средняя навеска по завершении зимнего периода выращивания (07.04.2019.) г.	319,0
Общий вес в начале зимнего периода выращивания, кг	645,0
Общий вес по завершении зимнего периода выращивания (07.04.2019.) кг.	956,7
Израсходовано корма за период зимнего выращивания, кг	904,0
Кормовой коэффициент за период зимнего выращивания, единиц	2,9

Как видно из представленных данных (табл. 1), средний индивидуальный привес форели составил более 100 г, а общий ее привес за зимний период превысил 300 кг. При этом на кормление форели было затрачено немногим более 900 кг комбикорма, а кормовой коэффициент составил 2,9 единицы. Наиболее крупные экземпляры форели достигли средней индивидуальной навески более 330 г

На основании вышеизложенных результатов, можно сделать следующие выводы:

1. Применение в зимних условиях второй рыбоводной зоны современных недорогих и простых в обращении технических средств обеспечивает поддержание в прудах обширных площадей открытой водной поверхности, что имеет важнейшее значение для обеспечения благоприятных условий зимовки (зимнего выращивания) радужной форели и исключает возникновение заморных явлений.

2. Радужная форель в период зимнего выращивания в прудах в условиях второй рыбоводной зоны при поддержании обширных площадей открытой водной поверхности и применения высококачественных специализированных кормов демонстрирует отличный рост, отсутствие заболеваний и эпизоотий.

3. Широкий ассортимент и различное функциональное назначение отечественных экстрадированных кормов производства компании «AQUAREX» позволяют обеспечить оптимальный для прудового зимнего выращивания в условиях второй рыбоводной зоны рацион

радужной форели. Данные корма являются не только эффективной альтернативой дорогостоящим комбикормам производства Дании и Франции, но позволяют в силу своего функционального разнообразия и своевременной корректировке рациона и норм кормления, обеспечивать сохранность и даже определенный рост форели в диапазоне низких значений температуры воды.

4. Полученные результаты зимнего прудового выращивания радужной форели в условиях второй рыбоводной зоны с применением современных простых технических средств, обеспечивающих поддержание обширных площадей свободной от ледового покрова водной поверхности, позволяет положительно оценить перспективы дальнейшего развития аквакультуры в зоне ответственности Татарского филиала ФГБНУ «ВНИРО» и определенного роста привлекательности данной сферы для инвестирования.

Список литературы

1. Ветеринарно-санитарные правила для лососевых рыбоводных заводов / Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. – М.: Отдел маркетинга «АМБ-агро», 1998. – С.15–25.
2. Канидьев А. Н. Инструкции по разведению радужной форели / А. Н. Канидьев, А. Н. Новоженин, Е. А. Гамыгин, Е. Ф. Титарев. – М.: ВНИИПРХ, 1985. – 60 с.
4. Козлов В. И. Аквакультура / В. И. Козлов, А. Л. Никифоров-Никишин, А. Л. Бородин. – М.: Колос, 2006. – 445 с.
3. Патент (а.с.) № 991 963 СССР, МПК: А01К 61/00: Устройство для зимовки рыбы: № 3 343 029: заявл. 11.09.1981: опубл. 30.01.1983/ Грудницкий В. П., Басов Б. М., Бузулков Б. А., Богомолов А. П. – 4 с.
4. Радужная форель, как объект морского садкового рыбоводства. – 2017. URL: biblio.arktiskfish.com.
5. Рыбные корма Акварекс – корма для разведения карпа, форели, осетра: сайт завода по производству кормов для рыбы «AQUAREX». – URL: [aquarex @ melcom.ru](http://aquarex@melcom.ru) (Дата обращения ноябрь 2019 г.).
6. Шакирова Ф. М. Первые результаты выращивания радужной форели на минерализованных подземных водах Ф. М. Шакирова, Р. Г. Таиров, А. Э. Калайда // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2019. – № 3. – С. 36–43.

УДК: 639.311:631.8:579.68

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МИКРОБНЫХ КОНСОРЦИУМОВ – ОСНОВЫ БАКТЕРИАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ ДЛЯ РЫБОВОДНЫХ ПРУДОВ

*Г. П. Воронова¹, О. М. Таврыкина¹, З. М. Алещенкова², Г. В. Сафронова², О. Н. Марцуль¹,
С. И. Ракач¹.*

¹РУП «Институт рыбного хозяйства», г. Минск, Беларусь, belniirh@tut.by

²Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь, microbio@mbio.bas-net.by

Аннотация. В модельных опытах выявлен наиболее эффективно действующий комплексный микробный консорциум, разработанный на основе трех наиболее активных штаммов азотфиксирующих и фосфатмобилизующих бактерий из *p. Pseudomonas*, выделенных из воды и грунтов рыбоводных прудов. Определены разовые нормы его внесения в рыбоводные пруды.

Ключевые слова: модельные опыты, микробные консорциумы, азотфиксирующие и фосфатмобилизующие штаммы бактерий, бактериальное удобрение, рыбоводные пруды.

EXPERIMENTAL STUDY OF MICROBIAL CONSORTIUMS – BASES OF BACTERIAL FERTILIZER FOR FISH PONDS

G. P. Voronova¹, O. M. Tavrykina, Z. M. Aleschenkova², G. V. Safronova², O. N. Martsul¹,
S. I. Rakach¹.

Summary. The most effective complex microbial consortium, developed on the basis of the 3 most active strains of nitrogen-fixing and phosphate-mobilizing bacteria from *p. Pseudomonas*, isolated from the water and soil of fish ponds was found in model experiments. Single norms of microbial consortium for introducing it into fish ponds were determined.

Keywords: model experiments, microbial consortium, nitrogen fixing and phosphate-mobilizing strains of bacteria, bacterial fertilizer, fish ponds.

Введение. Перспективным направлением в рыбоводстве является использование экологически безопасных удобрений, созданных на основе природных штаммов азотфиксирующих и фосфатмобилизирующих бактерий. Их применение повышает обеспеченность водоемов азотом и фосфором, стимулирует развитие естественной кормовой базы, регулирует состав и численность полезной микрофлоры, положительно влияет на выживаемость и продукцию рыб [2–4]. Микробные препараты являются альтернативой традиционным широко используемым органоминеральным удобрениям. Обладая пролонгированным действием, они эффективно утилизируются в экосистеме пруда, не создавая угрозы биогенного загрязнения.

Целью работы было выявить наиболее эффективно действующий комплексный микробный консорциум, перспективный в качестве основы при создании микробного удобрения, и нормы его внесения в пруды.

Материалы и методы исследований. В экспериментальных условиях изучали активность четырех комплексных консорциумов, сформированных на основе наиболее активных фосформобилизирующих и азотфиксирующих штаммов из рода *Pseudomonas* и *Shingobium*, выделенных из воды и грунтов рыбоводных прудов. Биологическую активность консорциумов и нормы их внесения отрабатывали в микрокосмах (грунт-вода) при концентрации препаратов от 0,05 до 0,2 мкл/л. Опыты проводили на отстоянной водопроводной воде, обогащенной водорослями и минеральными формами азота и фосфора (до 0,5–0,8 мгN/л и 0,05–0,08 мг P/л) и на прудовой воде. Контролем служили опыты с удобрением минеральными соединениями азота и фосфора и без них.

Объем рабочей емкости сосудов составлял 5 л, продолжительность опытов 19–25 суток. Температура воды в опытах не превышала 20±1°C. Всего было поставлено 9 опытов (20 вариантов), каждый вариант был в двукратной повторности. Содержание в воде минеральных форм азота (нитратный, аммонийный), общего и минерального фосфора, кислорода, pH определяли раз в 5 суток по общепринятым в гидрохимии методикам [1]. Изучали биологическую активность консорциумов: №1, состоящего из трех штаммов: *Shingobium xenophagum* БИМ В-1101Д (азотфиксирующий штамм) + *Pseudomonas sp.* БИМ-1102Д (фосформобилизирующий штамм) + *Pseudomonas sp.* БИМ В-1103Д (фосформобилизирующий штамм), с общим титром жизнеспособных клеток – 2,5*10⁹ КОЕ/мл; – №2, состоящего из 2-х штаммов: азотфиксирующего *Pseudomonas sp.* БИМ-1104Д + фосформобилизирующего штамма *Pseudomonas sp.* БИМ-1103Д, с общим титром жизнеспособных клеток – 2,3*10⁹ КОЕ/мл; – №3, состоящего из 2-х штаммов: азотфиксирующего *Shingobium xenophagum* БИМ В-1101Д + фосформобилизирующего штамма *Pseudomonas sp.* БИМ-1103Д, с общим титром жизнеспособных клеток – 1,7*10⁹ КОЕ/мл; – №4, представляющего собой модификацию консорциума №2, усиленного фосформобилизирующим штаммом *Pseudomonas sp.* БИМ В-485Д, выделенным из грунтов водоема, с общим титром жизнеспособных клеток 1,5*10⁹ КОЕ/мл.

Результаты исследований и их обсуждение. Проведенные исследования показали, что среди изученных микробных консорциумов наиболее интенсивно процессы азотфиксации протекали при использовании микробного препарата №2 (таблица 1, опыт 2, вариант 5–7).

Его применение в микрокосмах совместно с ограниченным количеством азотно-фосфорных удобрений (70% нормы) приводило к увеличению минерального азота по отношению к контролю с удобрениями на 13–25%, а по отношению к контролю, где удобрения не использовали, на 54–58%. При этом наиболее эффективно процессы азотфиксации проходили при использовании микробного препарата в концентрации 0,05 мкл/л (таблица 1, вариант 7). Применение бактериального консорциума №2 без использования минеральных удобрений увеличивало концентрацию азота в воде по сравнению с контролем без удобрений на 37% (таблица 1, вар. 8). Наиболее интенсивно процессы азотфиксации проходили в первые 6 суток. Снижение процессов азотфиксации наблюдалось на 7–14 сутки, что, по-видимому, связано с расходом в водной среде фосфатов, необходимых для жизнедеятельности азотфиксирующих бактерий.

Таблица 1. Содержание минеральных форм азота и фосфора в воде модельных опытов при применении комплексных микробных консорциумов (средние данные за 25 суток), 2017 г.

Опыт,	Вариант	Препарат	Концентрация препарата, мкл/л	Общий азот, мг N/л	%к контролю 1	% к контролю 2	Общий фосфор, мг P/л	%к контролю 1	% к контролю 2	Минеральный фосфор, мгP/л	%к контролю 1	% к контролю 2
1	1	1	0,2	1,25	125	171	0,32	84	200	0,09	69	150
	2		0,1	0,97	97	132	0,35	92	219	0,10	77	167
	3		0,05	1,06	106	145	0,36	95	205	0,04	30	67
	4*		0,2	0,82	82	112	0,11	29	69	0,03	23	50
2	5	2	0,2	1,15	115	158	0,33	87	206	0,04	31	66
	6		0,1	1,13	113	154	0,34	89	212	0,10	77	166
	7		0,05	1,25	125	171	0,34	89	212	0,12	92	200
	8*		0,2	1,00	100	137	0,11	29	69	0,05	38	83
3	9	3	0,2	1,09	109	149	0,26	68	162	0,07	54	117
	10		0,1	0,92	92	126	0,36	95	225	0,09	69	150
	11		0,05	1,05	105	144	0,34	89	212	0,12	92	200
	12*		0,2	0,75	75	102	0,11	29	69	0,04	67	66
4 K1	13	-		1,00	100	-	0,38	100	-	0,13	100	-
5 K2	14	-		0,73		100	0,16	-	100	0,06	-	100

Примечание: K1- контроль с NP, K2-контроль без NP, варианты 1,2,3,5,6,7,9,10,11 с применением азотно-фосфорных удобрений (70% нормы), варианты 4,8,12,14 – без удобрений.

В то же время анализ фосфатмобилизующей активности изученных консорциумов по отношению к контролю, где применяли азотно-фосфорные удобрения, показал снижение общего фосфора в среднем на 5–16%, а минерального на 8–70% (таблица 1). При этом наименьшее падение концентрации фосфатов в опытной воде (на 8%) по отношению к контролю с удобрениями наблюдалось при использовании бактериальных консорциумов №2 и №3, в концентрации 0,05 мкл/л, содержащих один и тот же фосфатмобилизующий штамм бактерий *Pseudomonas sp.* БИМ В-1103Д, (таблица 1; опыт 2,3; варианты 7,11). В этом случае разница в содержании фосфатов в воде опытов и контроле находилось в пределах точности метода определения фосфатов (5–10%). Анализ динамики общего и минерального фосфора в течение опыта на примере применения комплексного микробного консорциума №2 показал, что наибольшее содержание общего и минерального фосфора в воде отмечалось в течение первых 6 суток опыта. Отмеченное снижение фосфатов в водной среде в последующий период опыта, возможно, было вызвано как слабой обеспеченностью воды органи-

ческим веществом, так и значительной конкуренцией за фосфаты между фосфатмобилизующими и азотфиксирующими штаммами бактерий входящих в консорциумы. Нами дополнительно были проведены исследования с микробным консорциумом №2, обогащенным 0,03% полифунгуром, полученным путем аэробного ферментирования подстилочного куриного помета, с общим титром жизнеспособных клеток $1,1 \cdot 10^9$ КОЕ/мл и с трехкомпонентным микробным консорциумом №4, представляющим модификацию консорциума №2, дополнительно усиленного фосформобилизующим штаммом *Pseudomonas sp.* БИМ В-485Д, выделенным из грунтов водоема, с общим титром жизнеспособных клеток $1,5 \cdot 10^9$ КОЕ/мл. Исследования показали, что наибольшим фосформобилизующим эффектом обладал консорциум №4. Применение его в микрокосмах в концентрации 0,05–0,1 мкл/л увеличивало в среднем содержание фосфатов в воде по сравнению с контролем, где использовали минеральные удобрения в среднем в 1,3–2,0 раза (с 0,025 до 0,032–0,050 мгР/л) (таблица 2). При этом максимальное увеличение фосфатов наблюдалось при использовании препарата в концентрации 0,1 мкл/л на 9 сутки опыта (до 0,15 мг Р/л) (рис.1). Фосформобилизующая активность обогащенного полифунгуром консорциума №2 была несколько ниже. Применение его в микрокосмах увеличивало содержание фосфатов в воде в среднем в 1,1–1,3 раза. При этом наибольшая концентрация фосфатов (до 0,051–0,055 мг Р/л) наблюдалась на 5 сутки опыта (рис. 1). Последующее снижение фосфатов до 0,018–0,009 мг Р/л, по-видимому, было связано не только с потреблением биогенов гидробионтами, но и слабой обеспеченностью микробного препарата органическим веществом полифунгура (рис. 1).

Таблица 2. Содержание минеральных форм фосфора и азота при применении комплексных микробных консорциумов в прудовой воде модельных опытов (средние данные за 19 суток), 2017 г.

Опыт	Вариант	Препарат	Концентрация препарата (С), мкл/л	Общий азот, мгN/л	% к К1	% к К2	Общий фосфор, мгР/л	% к К1	% к К2	Минеральный фосфор, мгР/л	% к К1	% к К2
1	1	2*	0,05	1,33	75	82	0,302	106	343	0,027	108	142
	2		0,1	1,68	94	103	0,275	96	312	0,033	132	174
2	3	4	0,05	1,76	99	108	0,318	112	361	0,032	128	168
	4		0,1	1,83	103	112	0,304	107	345	0,050	200	263
3 К1	5	-	-	1,78	100	-	0,285	100	-	0,025	100	-
4 К2	6	-	-	1,63	-	100	0,088	-	100	0,019	-	100

Примечание: К1- контроль с NP, К2-контроль без NP, * комплексный консорциум №2, обогащенный 0,03% полифунгуром.

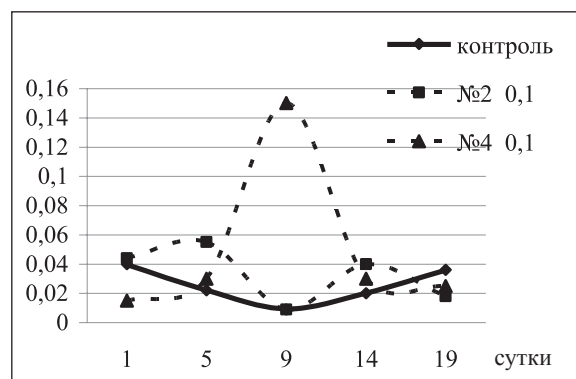


Рис. 1. Динамика фосфатов в опытной воде при использовании препарата №2, обогащенного полифунгуром и трехкомпонентного препарата №4

Изучение азотфиксации консорциумом №2 и №4 показало, что, несмотря на то, что общий уровень минерального азота в опытной воде при применении бактериального препарата №4 был значительно выше, чем в предыдущих опытах, азотфиксирующая активность их была ниже, что, по-видимому, связано с более высокой обеспеченностью прудовой воды минеральными формами азота (таблица 2). Последнее позволяет говорить о возможности саморегуляции процессов фиксации атмосферного азота микробными консорциумами в зависимости от уровня концентрации минерального азота в водной среде. С увеличением содержания минерального азота в воде свыше 1,0 мг/л интенсивность фиксации снижалась.

Применение комплексных микробных консорциумов в концентрации от 0,05 до 0,2 мкл/л не оказывало отрицательного влияния на основные элементы газового режима в модельных опытах. Содержание растворенного в воде кислорода в опытах было на уровне 5,9–7,8 мг/л, pH в пределах 7,8–8,6 ед., в среднем за период исследований составив 6,4–7,4 мг O₂/л и 8,0–8,4 ед., соответственно.

Заключение. Выявлен наиболее эффективно действующий азотфиксирующий и фосфатмобилизирующий микробный консорциум, состоящий из 3 штаммов бактерий из р. *Pseudomonas*, являющийся перспективным для создания бактериального удобрения. Применение его в концентрации 0,05–0,1 мкл/л способствовало увеличению в воде фосфатов в среднем на 28%, общего азота на 3%. Отмечена возможность саморегуляции процессов фиксации атмосферного азота микробным консорциумом в зависимости от концентрации минерального азота в водной среде. Определены разовые нормы внесения микробного консорциума в рыбноводные пруды, которые составили от 0,5 до 1,0 л/га.

Список литературы

1. Алекин, О. А. Руководство по химическому анализу вод суши / О. А. Алекин [и др.]. – Л.: Гидрометеиздат, – 1973. – 262 с.
2. Базаева, А. В. Рыбопродуктивность прудов при использовании фосформобилизирующего бактериального удобрения полимиксобактерина / А. В. Базаева, Н. И. Вовк // Материалы съезда НАСЕМ «Аквакультура Центральной и Восточной Европы: Настоящее и будущее». – Кишинев, 17–19 октября 2011 года. – Кишинев, – 2011. – С. 25–28.
3. Скурят, Э. К. Бактериальные удобрения для рыбноводного пруда / Э. К. Скурят [и др.] // Патент РБ ВУ 10 942 С1 2008.08.30.
4. Спосіб підвищення продуктивності вирощувальних ставів [Электронный ресурс]: пат. UA №1 153 050 / Институт рыбного хозяйства НААНУ. – Оpubл. 10.04.2017. – Режим доступа: <http://ua-patents.com/6-115305-sposib-pidvishhennya-produktivnosti-viroshhuvalnikh-stativ.html>. – Дата доступа: 06.03.2019.

УДК 504.4.06

ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРАВОБЕРЕЖНЫХ ПРИТОКОВ РЕКИ ОБЬ В СУРГУТСКОМ РАЙОНЕ ХМАО – ЮГРЫ

К. А. Петрацук, Е. А. Шорникова.

Сургутский государственный университет, г. Сургут, 95.k95@bk.ru; carucin72@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты мониторинга качества вод рек в Сургутском районе ХМАО – Югры в различные гидрологические сезоны 2016–2019 гг. по гидрохимическим показателям.

Ключевые слова: Сургутский район, гидрохимические показатели, река Обь, реки.

HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE RIGHT-BANK INFLOWS OF THE OB RIVER IN THE SURGUT REGION OF THE KHANTY-MANSI AUTONOMOUS OKRUG – UGRA

K. A. Petrashchuk, E. A. Shornikova

Summary. The results of water quality monitoring of rivers in the Surgut region of the Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Ugra during different hydrological seasons of 2016–2019 according to hydrochemical indicators are presented.

Keywords: Surgut region, hydrochemical indicators, the Ob river, rivers.

Множество водохозяйственных участков на территории РФ характеризуются высокой степенью загрязнения водных объектов и низким качеством воды [1]. Хозяйственная деятельность, осуществляемая в пределах водных объектов и их площадей водосбора, а также в связи с непосредственным их использованием, приводит к нарушению целостности естественных природных процессов. В сложившейся ситуации большая часть акваторий характеризуется попросту непригодностью вод поверхностных водных объектов, выступающих одним из основных источников питьевого и хозяйственно-бытового водообеспечения, являясь при этом средой обитания для множества гидробионтов.

В свою очередь, пригодность воды для конкретного вида водопользования интерпретируется её качеством, а именно особенностью её химического состава и свойствами, которые служат критерием отнесения водного объекта к какому-либо классу качества воды [2, 4].

Исследуемая территория Сургутского района расположена в пределах Среднеобской низменности и приурочена к среднему течению реки Обь. Основным видом хозяйственной деятельности её правобережного участка является нефтяная отрасль. Интерес к экологическому состоянию рек бассейна реки Обь объясняется их существенной ролью в формировании гидрохимического состава реки, являясь при этом индикаторами тех или иных процессов, происходящих как в природе, так и в процессах, обусловленных хозяйственной деятельностью человека.

Мониторинг качества вод правобережных водотоков Средней Оби проводился в период 2016–2019 гг. [5–6]. Данная работа посвящена изучению гидрохимической характеристики в бассейнах рек Лямин и Пим. Пробы воды отбирались в основные гидрологические сезоны (весенне-летнее половодье, осенняя межень, зимняя межень). Отбор проб проводился согласно ГОСТ 31861–2012 «Вода. Общие требования к отбору проб» [3]. Анализ проб воды осуществлялось по основным гидрохимическим показателям, а именно: растворённый кислород, биохимическое потребление кислорода (5 суток), общее содержание легкоокисляемых органических соединений по перманганатной окисляемости, а также общее содержание нефтепродуктов и массовая концентрация фенолов.

Ниже представлена таблица с результатами рассматриваемых гидрохимических показателей. Для водотоков бассейнов рек Лямин и Пим отмечаются следующие особенности:

1. Характерный для водотоков Западной Сибири дефицит кислорода в период зимней межени, не соответствующий нормативам ПДК_{вр} в 2,4 раза. При этом, процессы восстановления кислорода в водном объекте можно наблюдать в период начала ледохода.

2. Высокое содержание легкоокисляемых органических соединений во все гидрологические сезоны, с выраженным превышением нормативов ПДК_{вр} по показателям перманганатной окисляемости, достигающей более 14 ПДК_{вр}, а также чрезвычайно высокому уровню загрязнения нефтепродуктами – более 100 ПДК_{вр}. Дополнительное привнесение аллохтонного органического вещества антропогенного характера характеризуется обнаружением в водотоках высоких концентраций фенольных соединений с превышением нормативов ПДК_{вр} в 2,9 раз.

В отобранных пробах воды водотоков бассейнов рек Лямин и Пим наблюдается угнетение процессов самоочищения при выраженном дефиците растворённого кислорода.

Таблица. Гидрохимические показатели рек за 2016–2019 годы

Наименование показателя	Гидрохимические показатели за 2016–2019 годы		
	Весенне-летнее половодье	Осенняя межень	Зимняя межень
Растворённый кислород			
БПК ₅			
Перманганатная окисляемость			
Нефтепродукты			
Фенолы			

Примечания: в числителе указано минимальное и максимальное значение / среднее значение; в знаменателе указано количество проб, превышающих ПДК_{квр} в %.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства РФ от 29.08.2009 № 1235-р (ред. От 17.04.2012) «Об утверждении Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года и плана мероприятий по ее реализации (с изменениями на 17 апреля 2012 года)».
2. ГОСТ 17.1.101–77. (СТ СЭВ 3544–82). Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения // Охрана природы. Гидросфера / Сборник. Государственные стандарты. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998.
3. ГОСТ 31 861–2012 Вода. Общие требования к отбору проб/Сборник. Государственные стандарты. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 2012. 15
4. СанПиН 2.1.4.1074–01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. – 103 с.
5. Петрашук К. А., Шорникова Е. А. Оценка качества правобережных водотоков бассейна Средней Оби в пределах Сургутского района // Безопасный Север – чистая Арктика: материалы I Всеросс. науч.-практ. конференции (г. Сургут, 26 октября 2018 г.). – Сургутский гос. ун-т. – Сургут: ООО «Печатный мир г. Сургут», 2018. – С. 128–132.
6. Шорникова Е. А., Петрашук К. А., Прушинская Я. В. Материалы к оценке качества вод малых рек Сургутского района // Экология и управление природопользованием. Стратегия использования природного капитала в интересах устойчивого развития Арктики и регионов: сборник науч. трудов второй Всеросс. науч.-практ. конференции с международным участием, г. Томск, 23–24 ноября 2017; под ред. А. М. Адама. – Томск: Литературное бюро, 2018. – Вып. 2. – С. 108–109.

Подписано в печать 00.00.2019 г. Формат 60×84 1/8.

Объем 23,5 уч.-изд.л., 38,13 усл. печ. л

Тираж 100 экз. Заказ № 2239

Отпечатано в Издательском центре НГАУ «Золотой колос»

630039, Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.

Тел./факс (383) 267–09–10. E-mail: 2134539@mail.ru