

**Материалы VI МЕЖДУНАРОДНОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ
«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ
БИОРЕСУРСОВ»**

(11-13 ноября 2021 г., г. Новосибирск)

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

**VI МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ
БИОРЕСУРСОВ»**

**Материалы
(11-13 ноября 2021 г., г. Новосибирск)**

НОВОСИБИРСК 2021

УДК 556.1115:591+639.1
ББК 28.082

Современное состояние водных биоресурсов: материалы международной конференции, г. Новосибирск, 11-13 ноября 2021 г. / под ред. Е. В. Пищенко, И. В. Морузи. – Новосибирск: НГАУ. – 2021. – 265 с.

ISBN 978-5-94477-299-2

В сборнике опубликованы материалы, представляющие результаты научных исследований доложенных на Международной конференции «Современное состояние водных биоресурсов» (11-13 ноября 2021 г., г. Новосибирск). В них рассматриваются вопросы биоразнообразия, структуры, динамики популяций и сообществ гидробионтов, состояние запасов, воспроизводство, ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов 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 International conference " Current state of aquatic bioresources " (November 11-13, 2020, Novosibirsk). They address issues of biodiversity, structure, dynamics of populations and communities of hydrobionts, state of reserves, reproduction, and ichthyopathological state of reservoirs and aquaculture facilities.

The publication is of interest to hydrobiologists, ichthyologists, ichthyopathologists, fisheries workers, environmental specialists and can be useful for University teachers, graduate students and students.

**ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НОВОСИБИРСКОГО ФИЛИАЛА
ФГБНУ ВСЕРОССИЙСКОГО НИИ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И
ОКЕАНОГРАФИИ «ЗАПСИБНИРО»**

А.Л. Абрамов, А.А. Ростовцев

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. В сборнике представлены этапы становления Новосибирского филиала ФГБНУ Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») – «ЗапСибНИРО» с 1946 – 2021 гг. Приводятся основные результаты многолетних (75 лет) научно-исследовательских работ филиала, связанных с развитием рыбохозяйственной отрасли в Новосибирской, Томской, Кемеровской, Омской областях и Алтайском крае.

Ключевые слова: отделение, филиал, рыбохозяйственные исследования, ОДУ, ОТПХ, аквакультура.

**WORK'S MAIN STAGES OF NOVOSIBIRSK BRANCH OF THE FEDERAL STATE
BUDGET SCIENTIFIC INSTITUTION "RUSSIAN FEDERAL RESEARCH
INSTITUTE OF FISHERIES AND OCEANOGRAPHY" "ZAPSIBNIRO"**

A.L. Abramov, A.A. Rostovtsev

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Absrtact. This collection presents the formation's stages of Novosibirsk branch of "VNIRO" - "ZapSibNIRO" from 1946 to 2021. It consists of main results of longstanding researches in fishery at Novosibirsk, Tomsk, Kemerovo, Omsk districts and Altay Territory.

Keywords: branch, affiliate, fishery researches, CAC, LPFF, aquaculture.

1946 – 1958 гг. 27 мая 1946 г. в связи с Постановлением правительства СССР (19. 02. 1945 г.) и приказа Наркомрыбпрома (23. 04. 1945 г.) Всесоюзный НИИ озерного и речного рыбного хозяйства (ВНИОРХ), приказом № 36 организовал Барабинское отделение ВНИОРХ Минрыбпрома СССР с месторасположением в г. Барабинске Новосибирской области. Эта дата и стала официальным днем рождения нового подразделения рыбохозяйственной науки в Западной Сибири. За отделением было закреплено изучение всех рыбохозяйственных водоемов Новосибирской области и верховьев р. Обь (Алтайский край).

Первым директором отделения был назначен Петкевич Александр Николаевич. А.Н. Петкевич, выпускник Томского госуниверситета, 15 лет проработавший на рыбохозяйственных предприятиях Томского, Новосибирского рыбтрестов, и Алтайского рыбокомбината от инженера по добыче до директора рыбозавода и заместителя управляющего Новосибирского рыбтреста.

Основным направлением в работе первых научных сотрудников Барабинского отделения ВНИОРХ В.Н. Башмакова, А.Я. Башмаковой, М.П. Долженко, А.И. Стрижевой, Е.В. Юдиной, В.П. Соломоновской под научным руководством А.Н. Петкевича, было выяснение результатов проведенной в начале 30-х годов интродукции сазана и леща в крупные озера Чано-Барабинской системы.

Научные сотрудники, супруги Башмаковы, Виктор Николаевич и Агния Яковлевна, с озерами Барабинской системы были знакомы еще с 1925 г., когда Енисейская ихтиологическая лаборатория г. Красноярск (ныне Красноярский филиал

ФГБНУ «ВНИРО»- «НИИЭРВ»), сотрудниками которой они являлись, организовала круглогодичный наблюдательный пункт на оз. Чаны, который размещался в с. Таган, а затем в 1929 г. переехал в с. Квашнино Барабинского района. Работу пункта возглавлял В. Н. Башмаков, который и обосновал тогда возможность акклиматизации сазана в оз. Чаны и Сартлан и леща в оз. Убинское, что и было осуществлено в 1927 – 1929 гг. К сожалению, в конце 30-х годов прошлого века рыбохозяйственные научно-исследовательские работы, проводимые красноярцами на водоемах Западной Сибири были прекращены.

Большой практический опыт исследовательской работы первых сотрудников отделения способствовал успешному решению поставленных перед ними задач: тщательное изучение биологии акклиматизантов в новых для них экологических условиях обитания, возможности их промыслового использования и промышленной переработки, одновременно выяснялась зависимость состояния рыбных запасов в этих водоемах от гидрологических условий. Это было связано с тем, что периодические колебания уровня воды в озерах, связанные с климатическими факторами, приводили в маловодные годы к ухудшению экологической обстановки – сокращению объема водной массы, увеличению минерализации, усилению зимних заморозов, и в конечном счете, к сокращению воспроизводства рыб и резкому падению уловов с 10,0 тыс. т до 200 т. Кроме того, сотрудники отделения проводили углубленные ихтиологические, экологические, гидробиологические и гидрологические наблюдения и на других озерах этой системы - оз. Тандово, оз. Карган и других перспективных для рыбохозяйственного использования водоемов с целью проведения на них интродукционных работ по вселению ценных промысловых рыб.

В последующие годы исследования сырьевых ресурсов Чано-Барабинских озер продолжены Э.П. Битюковым, М.П. Долженко, Р.И. Сецко, Ю.П. Мартемьяновой, И.Ф. Бухаровым, Н.Д. Кирилловым. Этими сотрудниками подробно изучено состояние кормовой базы, выяснялись причины изменения запасов рыб из-за гидрологических условий водоемов, были биологически обоснованы предложения по увеличению численности промысловых видов рыб, методов их добычи и составлены промысловые карты всех крупных водоемов этой системы озер. Для повышения рыбопродуктивности Чано-Барабинских озер был разработан комплекс биологических мер рыбоводного, промыслового и мелиоративного направления. В связи с тем, что воспроизводство ценных, в пищевом отношении, местных рыб и акклиматизантов постоянно сдерживалось неустойчивым уровнем воды, Новосибирским отделением было рекомендовано строительство на всех крупных озерах Барабинской и Карасукско-Бурлинской систем рыбопитомников для получения жизнестойкой молоди рыб с последующей их посадкой в озера для пастбищного выращивания товарной продукции. Так началось новое направление в рыбном хозяйстве юга Западной Сибири – озерное товарное рыбное хозяйство (ОТРХ).

По результатам выполненных и внедренных в производство научных разработок отделения Б.Г. Иоганzenым и А.Н. Петкевичем были опубликованы монографии: «Акклиматизация рыб в Западной Сибири» и «Рыбное хозяйство Барабинских озер и пути его развития».

Одновременно с озерной тематикой отделение много внимания уделило работам по развитию рационального рыбного хозяйства в бассейне реки Обь. В конце 40-х годов прошлого столетия А.Н. Петкевич, А.Я. Башмакова, В.Н. Башмаков и М.В. Волгин осуществляли изучение биологии сибирского осетра Верхней и Средней Оби. В 1950 г. А.Н. Петкевичем в монографической сводке были обоснованы рекомендации по охране, воспроизводству, в том числе и заводскому, путем строительства рыбообразных заводов, и рациональному использованию запасов осетра в условиях планируемых гидростроительных работ, которые сохраняют свою актуальность и в настоящее время.

В середине 50-х годов были начаты работы по искусственному разведению осетровых рыб. При участии профессора Ленинградского госуниверситета Г.М. Персова, в 1956 г. на р. Обь в районе г. Новосибирска А.Н. Петкевичем и Р.И. Сецко впервые в Обском бассейне были получены рыбоводная икра и личинки осетра и стерляди. Вместе с аналогичными работами одновременно проводившимися на Иртыше под руководством Н.П. Вотинова, было положено начало разработки биотехники искусственного разведения осетровых рыб в Сибири.

В 1958 г. отделение на основании приказа Госплана РСФСР от 2 августа 1958 г. № 1837 и приказа Государственного НИИ озерного и речного рыбного хозяйства (ГосНИОРХ) г. Ленинград, № 109 от 21 октября 1958 г. было переименовано в Новосибирское отделение ГосНИОРХ с местом расположения в г. Новосибирске.

Плановые наблюдения за сырьевыми ресурсами рыбохозяйственных водоемов продолжались. Кроме того, перекрытие плотиной Новосибирской ГЭС основных, сложившихся в процессе эволюции миграционных путей к родным нерестилищам осетра, нельмы, сиговых в Верхней Оби, вызвало образование их скоплений в нижнем бьефе. В течение ряда лет отделение проводило здесь регулярные наблюдения для разработки охранных мер и режима рыболовства. Руководили этими работами В.Н. Злоказов и Л.А. Конева, которыми, помимо ихтиологических наблюдений были осуществлены и рыбоводные работы по получению молоди осетра и стерляди. В 1961 г. здесь же, сотрудниками Центральной производственной акклиматизационной станции (ЦПАС) Минрыбхоза РСФСР, г. Москва, А.П. Мусатовым и Е.Н. Кружилиной совместно с сотрудниками Новосибирского отделения впервые получено 1, 9 млн. рыбоводной икры нельмы. Далее работы с нельмой успешно уже продолжались В.Н. Злоказовым и Л.А. Коневой с участием сотрудников Сибирской акклиматизационной станции (САС). По рекомендации Главрыбвода полученную молодь нельмы использовали для выпуска в р. Обь, так и для интродукции в другие водоемы страны, в первую очередь в р. Амур.

Значительные работы были выполнены А.Н. Петкевичем, М.П. Долженко, Э. П. Битюковым, А.А. Битюковой, совместно с сотрудниками Томского госуниверситета, д. б. н. Б.Г. Иоганzenом, д. г. н. И.Я. Марусенко по изучению пойменных водоемов Средней Оби, в результате которых были разработаны предложения по увеличению ее продуктивности путем зарегулирования уровня .

В 1959 – 1961 гг. отделением, под руководством А.Н. Петкевича осуществлены комплексные исследования по разработке темы: «Основные пути развития рыбного хозяйства на водоемах Томской области». В результате проведенных работ Л.А. Благовидовой, В.П. Власовым, В.Н. Злоказовым и Н.Д. Кирилловым были разработаны меры по регулированию рыболовства в Томской области, совершенствованию охраны и воспроизводства полупроходных рыб в этом регионе.

В 1963 г. на основании приказа Госкомитета по рыбному хозяйству при Совете народного хозяйства (СНХ) СССР от 2 декабря, № 184, Новосибирское отделение ГосНИОРХ перешло в ведение Сибирского НИИ рыбного хозяйства (СибНИИРХ) Минрыбхоза РСФСР, (г. Тюмень), а директор отделения, д. б. н. А.Н. Петкевич был назначен первым директором СибНИИРХ и переехал в г. Тюмень.

В последующие 5 лет Новосибирское отделение возглавляли Л.А. Благовидова (1963 – 1964 гг.), Г. В. Шутов (1964 – 1965 гг.) и И.М. Донде (1966 – 1968 гг.).

С расширением объемов работ по сырьевым исследованиям на водоемах юга Западной Сибири в 1966 г. в отделении открывается лаборатория сырьевых исследований, возглавляла которую со дня образования и до назначения ее директором отделения в 1983 г. к. б. н. Римма Ильинична Сецко. Исследования, проводимые лабораторией сырьевых ресурсов, позднее ставшей лабораторией ихтиологии, были связаны с изучением сырьевой базы рыбохозяйственных водоемов в бассейне Верхней

и Средней Оби, промысловых водоемов Алтайского края, Омской и Кемеровской областей.

Почти одновременно была сформирована лаборатория рыбоводства, до 1988 г. работавшая под руководством к.б.н., заслуженного рыбовода РСФСР Вионора Николаевича Злоказова, позже ее возглавил к. б. н. Е.В. Егоров.

Началу работы лаборатории послужило пристальное внимание со стороны рыбной промышленности деятельности рыбопитомников, занимающихся расширенным воспроизводством рыбопосадочного материала ценных видов рыб для зарыбления ОТРХа, которые добились к тому периоду высокой рентабельности в своей деятельности, но дальнейшее увеличение объемов товарного производства рыбы требовало значительного количества производства рыбопитомниками высококачественного рыбопосадочного материала. Кроме того, организация работы лаборатории рыбоводства была вызвана тем, что в этот период вышел ряд постановлений Правительства страны о всемерной организации в Сибири озерных и прудовых рыбных хозяйств для обеспечения местного населения свежей товарной рыбной продукцией. Следует особо отметить, что деятельность лаборатории в этом направлении добилась определенных успехов. Так, практически все работы по подбору перспективных участков для всех первых прудовых хозяйств в Новосибирской и Кемеровской областях, их проектированию, авторскому надзору за строительством и эксплуатацией осуществлялись при постоянном участии научных сотрудников отделения. Выращивание товарной рыбы в ОТРХа и прудовых хозяйствах стало полноправной подотраслью рыбного хозяйства в регионе. В этот период, впервые для Сибири, был проведен естественный и заводской нерест карпа, выращивание полноценных сеголетков и их успешная зимовка в суровых климатических условиях. Этот период связан с началом организации селекционно-племенной работы с карпом, проводившейся к. с.-х. н. Всеволодом Антоновичем Коровиным, впоследствии ставшим автором первой в России породы культурного карпа – «Сарбоянский карп» известной не только в нашей стране, но и в дальнем зарубежье. Одновременно, ихтиопатолог лаборатории, к. б. н. Эмилия Геннадиевна Скрипченко, наряду с изучением паразитофауны естественных рыбохозяйственных водоемов, успешно изучала болезни рыб, неизбежно возникающих в прудовых рыбоводных хозяйствах в связи с интенсификацией выращивания и зимовки рыб при уплотненных посадках. Этим ученым было много сделано по разработке методов профилактики и лечения заболеваний у разновозрастных групп прудовой рыбы.

Сотрудниками лаборатории были разработаны и внедрены в производство практически все биотехнологии по ведению озерного и прудового рыбоводства, в результате чего, основные рыбоводные нормативы для прудовых хозяйств Западной Сибири, разработанные отделением, вошли в отраслевой сборник Нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству, утвержденный министром рыбного хозяйства СССР В. М. Каменцевым в 1986 г.

С 1968 г. по 1983 г. отделение возглавил Кирыяк Ильич Константиныди, известный работник рыбной промышленности Западной Сибири, в течение ряда лет руководивший Томскрыбпромом. Глубокие знания особенностей рыбного хозяйства Обского бассейна позволили ему успешно решать многие проблемы развития и регулирования рыболовства. Особый вклад внесен им в разработку вопросов влияния гидростроительства на рыбное хозяйство бассейна, обоснование мер по уменьшению ущерба воспроизводству рыб Обского бассейна сокращением стока. Успешно была реализована сотрудниками отделения и его идея об использовании для рыбоводных целей сиговых рыб Средней Оби и организации стационарных пунктов по сбору рыбоводной икры этих видов рыб в Томской области.

Большое внимание К.И. Константиныди уделял росту высококвалифицированных научных кадров в отделении. Достаточно отметить, что

если в первые 17 лет существования в отделении защитил кандидатскую диссертацию только один сотрудник – А.Н. Петкевич, то к 1983 г. кандидатские диссертации защитили уже 8 человек. Благодаря усилиям К.И. Константиныди и гендиректора Новосибирскрыбпрома С.С. Захарова, с помощью Минрыбхоза СССР, в г. Новосибирске удалось построить лабораторный корпус на ул. Писарева, 1, на одном из этажей которого с 1982 г. размещается Новосибирское отделение.

В связи с особым значением оз. Чаны для рыбного хозяйства Новосибирской области, по инициативе К. И. Константиныди в 1971 г. была создана лаборатория Чано-Барабинских озер, руководство которой осуществлял ихтиолог Олег Петрович Парамонов, а затем долгие годы, выпускник Томского госуниверситета, к. б. н. Михаил Иванович Феоктистов.

После периода маловодья, достигшего апогея в 1967 – 1969 гг., и первым за историю существования тотальным замором на оз. Убинское, произошло резкое снижение запасов и уловов рыбы в Барабинских озерах - с 10,6 тыс. т в 1967 г. до 1,97 тыс. т в 1971 г., поэтому сотрудники лаборатории в течение 1972 – 1977 гг. разработали меры по увеличению и направленному формированию рыбных запасов в крупных озерах этой системы путем организации водоемов-спутников на заливах озер для целенаправленного выращивания рыбопосадочного материала ценных промысловых рыб и дальнейшего их нагула до товарных кондиций в основной акватории. Эта биотехника и рекомендованная методика использования поликультуры в озерном рыбоводстве, путем зарыбления годовиками сазана и подрощенными личинками пеляди, способствовали в течение нескольких лет значительно увеличить уловы в основных рыбопромысловых водоемах региона. Определенная заслуга в этом принадлежит сотрудникам лаборатории: О.П. Парамонову, В.А. Воскобойникову, В.М. Крайнову, Л.С. Реуко (Л.С.Визер), а также сотрудникам других лабораторий отделения, работавших на озерах Убинское и Сартлан – Н.А. Нестеренко, Н.В. Парамоновой, Л.С.Федоровой и Р.И. Сецко. Эффективность проведенных исследований получило высокую оценку и Минрыбхозом РСФСР был выделен отделению катер для интенсификации исследований на оз. Чаны.

Кроме рыбохозяйственных исследований на Чано-Барабинской и Карасукско-Бурлинской системах озер сотрудники лаборатории активно участвовали в работах по изучению сырьевых ресурсов и на других водоемах с различной гидрологической и гидрохимической характеристиками. Так, к. б. н. Л.С. Визер, изучая солоноватые озера Новосибирской области определила их продуктивность и установила научно-обоснованные допустимые объемы изъятия гаммаруса и других беспозвоночных без подрыва их запасов.

Интенсификация рыбной промышленности Алтайского края способствовала организации при отделении в 1975 г. Алтайской озерно-речной лаборатории со спецификой исследований многочисленных средних и малых озер различных ландшафтных зон – от степной до горной. Возглавлял лабораторию до 1990 г. к. б. н., заслуженный рыбовод РСФСР Валентин Петрович Соловов, позже – к. б. н. Валерий Александрович Новоселов. Эта лаборатория вела работы по изучению сырьевых запасов озерных систем и водоемов бассейна Оби, верхней зоны Новосибирского водохранилища, многочисленных малых водохранилищ различного хозяйственного назначения. Сотрудники лаборатории разрабатывали различные вопросы по повышению эффективности рыбоводных работ в рыбопитомниках и ОТРХа края. Изучалось влияние всех видов хозяйственной деятельности на состояние рыбохозяйственных водоемов, проводился расчет ущербов, наносимых рыбному хозяйству, разрабатывались охранные меры.

В 80-х годах, под руководством В. П. Соловова с участием к. б. н. Т.Л.Студеникиной и к. б. н. (в будущем доктор биологических наук) Л.В. Весниной проведена работа по выяснению перспектив и разработке биотехнологии

использования сырьевых запасов рачка артемии для подращивания, в качестве стартового корма, сиговых и других видов рыб. В течение этого периода лабораторией обследованы практически все высокоминерализованные озера Алтая с оценкой перспектив хозяйственного использования обитающих в них кормовых ресурсов водного происхождения.

Под руководством к. б. н. (в будущем доктор биологических наук) В.Б. Журавлева выполнен значительный ряд работ по определению пределов возможности для развития рекреационного и хозяйственного использования акватории и прибрежных территорий для многих озер края. Установлены их экологические возможности для развития рекреации прибрежных территорий в связи с интенсивным использованием водных биоресурсов. Были составлены экологические и рыбохозяйственные паспорта, проведена экологическая экспертиза современного состояния озер Бурлинской системы и определены перспективы их использования. В.Б. Журавлевым разработан и установлен бонитет, и проведена эколого-рыбохозяйственная паспортизация карасевых озер Мамонтовского рыбокомбината.

Биологические обоснования Правил заготовки водных беспозвоночных в водоемах Алтайского края и Новосибирской области разработаны В.П. Солововым, Т.Л. Студеникиной, З.И. Новоселовой и Л.В. Весниной.

Алтайской лабораторией осуществлялся большой объем наблюдений на водоемах региона для определения состояния запасов рыб и разработке научно-обоснованного прогноза возможного вылова. По результатам многолетних наблюдений и экспериментальных исследований сотрудники подготовили и издали достаточно большое количество различных инструкций, методических рекомендаций, а в 1999 г. была издана монография: «Водоемы Алтайского края». Авторы монографии – Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов, З.И. Новоселова, А.А. Ростовцев, В.П. Соловов, Т.Л. Студеникина. Следует особо отметить и высокий научный потенциал лаборатории: практически все научные сотрудники защитили кандидатские диссертации, а Л.В. Веснина и В.Б. Журавлев впоследствии защитили и докторские диссертации.

С 2000 г. Алтайская озерно-речная лаборатория получила статус самостоятельного научного подразделения «СибрыбНИИпроект» и в настоящее время является Алтайским филиалом ФГБНУ «ВНИРО» - (АлтайНИРО).

С организацией в 1979 г. «Кемероворыбпром», базирующегося на выращивании товарной рыбы в садках и бассейнах, установленных на сбросных теплых водах ряда крупных энергетических и промышленных предприятий Кузбасса и прудовом рыбоводстве, широко развитом в регионе, была создана Кемеровская лаборатория индустриального рыбоводства, руководителем которой до 1994 г. был выпускник Астраханского рыбвтуза, к.б.н. Анатолий Константинович Кондратьев. Коллектив лаборатории в составе к.с.- х.н. Г.Т. Бузмакова, к.б.н. Л.И. Колтаковой (Л.И. Законновой), М.В. Колтакова, А.В. Кузьмина, к. с.-х. н. Г.З. Фоминых, С.А. Горбунова и др. занимался разработкой и внедрением методов интенсификации прудового рыбоводства, направленных, прежде всего, на производство необходимого для рыбного хозяйства региона рыбопосадочного материала, в том числе и для полного обеспечения потребностей интенсивно развивающегося в регионе индустриального рыбоводства.

В 1988 г. лаборатория подготовила и опубликовала книгу: «Воспроизводство и выращивание рыбы в Кузбассе» в которой отразила результаты рыбоводных работ в историческом аспекте и наметила перспективы развития прудового и индустриального рыбоводства в Кемеровской области. В течение 1988 – 1991 гг. лабораторией разрабатывалась технология использования Кузбасских природных цеолитов с целью использования этого адсорбента в рыбных комбикормах. Результаты экспериментальных работ с этим минералом в качестве кормовых добавок показали их высокую эффективность при скармливании разным возрастным группам карпа в

индустриальном рыбоводстве и были утверждены на НТС Минрыбхоза РСФСР в составе техусловия при изготовлении рыбных комбикормов.

В течение 1983 – 1988 гг. отделение, возглавлявшееся в этот период к.б.н. Риммой Ильиничной Сецко, выполняла достаточно много важных и необходимых для рыбной промышленности Верхнеобского рыбохозяйственного бассейна научных разработок. В первую очередь, это касалось изучения сырьевых ресурсов водных объектов бассейна, с целью разработки основ их рациональной эксплуатации, текущего и перспективного прогнозирования общих допустимых уловов (ОДУ) и возможного вылова (ВВ) водных биологических ресурсов (ВБР). Планомерные и комплексные ихтиологические исследования основных рыбохозяйственных водоемов Западной Сибири под руководством Р.И. Сецко проводились регулярно и с особой тщательностью, благодаря чему, за все годы существования Новосибирского отделения, а затем и с 1988 г. – Новосибирского филиала, разработанные и научно-обоснованные прогнозы вылова рыбы всегда оправдывались с высокой точностью. Кроме того, в этот период деятельности отделение продолжало выполнять работы и по дальнейшей интенсификации озерного и прудового рыбоводства. Разработку этой темы осуществляли практически все научные подразделения отделения. В процессе этой работы была разработана и утверждена Минрыбхозом РСФСР зональная биотехнология всех производственных процессов в рыбоводстве - от инкубации икры, выращивания жизнестойкой молоди, ее зимовки в сложных экстремальных условиях Сибири и производства товарной продукции высокого потребительского качества.

С 1988 г. и по 2017 г. работу отделения возглавил д.с.- х.н., профессор Александр Алексеевич Ростовцев, уже известный специалист в области рыбоводства.

Начало 90-х годов прошлого столетия совпало с экономическими и политическими реформами и перехода страны к рыночным отношениям. Рыбная промышленность внутренних водоемов России резко сократила расходы на проведение перспективных научных разработок, сохранив лишь частичное финансирование прогнозной тематики.

В таких сложных условиях отделение благодаря активной деятельности и переориентации по поиску заказчиков сумело сохранить свои научные кадры и материальную базу. Однако тематика исследований изменилась. Если еще в 1988 г. отделение выполняло работы по 4-м основным темам: сырьевые и прогнозные исследования, работы по аквакультуре (пастбищная, прудовая и индустриальная), по оценке воздействия на окружающую среду, изучение и профилактика различных заболеваний у рыбы, то к 1991 г. – более 40 наименований работ. В основном это заказы Комитета по экологии и охране окружающей среды, заказы Новосибирскрыбпрома, АО «Новосибирский рыбозавод», «Верхнеобьрыбвода», АО «Томусинская ГРЭС» и расчеты ущерба. Благодаря этому, отделению удалось сохранить свой творческий потенциал и организовать полноценные наблюдения по оценке запасов ВБР на основных рыбохозяйственных водоемах региона.

В 1991 г. по заказу администрации Алтайского края, под руководством А.А. Ростовцева, сотрудники лаборатории рыбоводства совершили экспедицию в предгорные районы края с целью определения перспективных водоемов и площадок для создания полносистемного форелевого хозяйства и межрегионального карпового рыбопитомника на 3 млн. годовиков карпа и растительноядных рыб.

В 1993 – 1996 гг. под руководством В.А. Воскобойникова лаборатория Чано-Барабинских озер разработала и внедрила в производства меры по интенсификации промыслового освоения оз. Чаны. Были даны рекомендации по применению активных орудий лова для селективного отлова выращиваемых и акклиматизированных рыб. Внесены изменения в Правила рыболовства, разрешающие постоянный промысел на оз. Яркуль пассивными орудиями лова (сети, ставные и закидные невода), что

обеспечивало лов только старшевозростных рыб, содержание которых в управляемом хозяйстве (ОТРХ) экономически неоправданно.

В этот период деятельности отделения расширились работы по изучению целесообразности применения искусственных нерестилищ, особенно в акватории Новосибирского водохранилища, подверженного негативному влиянию сработки уровня воды в нерестовый период, проводимой Новосибирской ГЭС без учета интересов рыбного хозяйства. Возглавлял эту работу сотрудник лаборатории ихтиологии, к.б.н. А.М. Визер. Одновременно он проводил наблюдения за состоянием весенне-летних нерестовых популяций и условиями нереста рыб в водохранилище и р. Обь в границах Новосибирской области.

В течение 90-х годов лабораторией рыбоводства, по техническому заданию Росрыбхоза Минсельхоза России, проведены работы по определению методов искусственного размножения язя в условиях рыбопитомников Новосибирской области для поддержания численности этой ценной промысловой рыбы в ОТРХа, подверженных в тот период зимними заморами. Существовал еще и спрос на рыбопосадочный материал этого вида рыб в ближнем и дальнем зарубежье.

В 1998 г. Новосибирское отделение было переименовано в Новосибирский филиал ФГУП «СибрыбНИИпроект».

Все последующие десятилетия деятельности филиала совпали с массовым проявлением коммерческого интереса к биокормам водного происхождения: артемии салина и рачку-бокоплаву – гаммарусу. В связи с этим, гидробиологи филиала, к.б.н. Л.С. Визер, Л.Л. Поротникова и Д.И. Наумкина провели обследования 110 гиперсолённых озёр Новосибирской, Омской областей и Республики Хакасии с целью определения промышленных запасов этих водных биоресурсов и установления научно-обоснованных квот их промышленного изъятия. В дальнейшем работы по определению запасов гаммаруса и артемии стали проводиться регулярно.

По гранту Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) филиалом в 2003 – 2004 гг. были проведены исследования закономерностей биогидроценозов крупных бессточных озёр, на примере Чановской озёрной системы. Руководила работами д.б.н. Г.Н. Мисейко, основными исполнителями являлись д.б.н. Л.С. Визер, к.б.н. В.А. Воскобойников и старший научный сотрудник В.А. Щенев. По результатам проведенных исследований филиалом подготовлена и опубликована монография: «Зооценозы разнотипных водных объектов юга Западной Сибири» (биоразнообразие, биопродуктивность, роль в системе экологического мониторинга).

Лаборатория ихтиологии, долгие годы возглавляемая к.б.н. О.В. Трифоновой, с 2006 г. – к.б.н. А.М. Визер, а с 2012 г. к.с.-х.н. В.Ф. Зайцевым, основные свои усилия направляла на разработку ОДУ и ВВ на всех рыбохозяйственных водоемах Новосибирской, Томской, Омской и Кемеровской областей. Занимается сбором и обработкой первичного материала по кадастру гидробионтов в Западно-Сибирском регионе. Кроме того, проводит достаточно много исследований общепроизводственного направления в изучении состояния популяций рыб Обь-Иртышского бассейна.

Совместно с институтом экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока Сибирского отделения (СО) Российской академии сельскохозяйственных наук на протяжении ряда лет выполнялась работа по теме: «Изучить закономерности формирования и функционирования очагов описторхозов в акватории Новосибирского водохранилища и разработать принципы их эпизоотического мониторинга». По результатам исследований были подготовлены: изданная в Германии монография, 2 методические рекомендации и справочное пособие – авторы: д.б.н., профессор К.П. Федоров, к.б.н. О.М. Бонина и д.с.-х.н., профессор А.А. Ростовцев.

Многолетняя совместная и плодотворная работа ученых Новосибирского филиала и Института систематики и экологии животных СО Российской академии наук способствовала подготовке и опубликованию в 2006 г. двухтомной монографии:

«Паразиты рыб Новосибирской области». Авторы: к.б.н. С.М. Соусь и д. с.- х. н., профессор А.А. Ростовцев.

В этом же году, Московский государственный университет издал коллективную монографию: «Экология рыб Обь-Иртышского бассейна». Значительная часть которой была подготовлена сотрудниками Новосибирского филиала: А.А. Ростовцевым, О.В. Трифионовой, В.А. Воскобойниковым, М.В. Селезневой, А.М. Визер, Л.С. Визер, Е.В. Егоровым, С.А. Еньшиной, Д.П. Померанцевой, Л.С. Прусевич и С. А. Ключня.

В 2008 г. Институт экономики и организации промышленного производства СО Российской академии наук подготовил и издал коллективную монографию: «Сибирь в первые десятилетия 21 века» в которой изложены направления развития экономики с позиций реалий 21 века. В разделе о развитии аграрно-продовольственного комплекса региона по вопросу о современном состоянии и прогнозе развития рыбного хозяйства в Сибири материал подготовлен Новосибирским филиалом Госрыбцентра. Автор очерка: д.с.-х.н., профессор Ростовцев А. А.

В период с 2005 – 2010 гг. в обществе сложился определенный интерес к выращиванию товарной рыбы в арендуемых многочисленных средних и малых озерах и прудах. Зачастую такой деятельностью пожелали заниматься люди недостаточно осведомленные о рыбоводстве. В связи с этим, по заданию Администрации Новосибирской области, филиалом были подготовлены и изданы в 2010 г. «Памятка рыбоводу» (Выращивание товарной рыбы в Западной Сибири), автор: А.А. Ростовцев, а в 2011 г. – «Методические рекомендации по зарыблению, выращиванию и вылову товарной рыбы в озерах»; Авторы: А.А. Ростовцев, Е.В. Егоров, В.Ф. Зайцев. В развитие этой темы, по заказу Администрации Кемеровской области была разработана Программа «Развитие рыбохозяйственного комплекса Кемеровской области на 2009 – 2011 гг.».

В 2013 г. по просьбе Администрации Томской области и указанию Роскомрыболовства при филиале была создана Томская лаборатория сырьевых исследований. Руководителем назначена ихтиолог, к.б.н. Елена Александровна Интересова. Этот небольшой научный коллектив сразу же приступил к выполнению работы по заданию Комитета рыбного хозяйства Томской области на тему: «Проведение инвентаризации прудов, средних и малых озер Томской области, подготовка технологических, рыбоводно-биологических, технико-экономических обоснований и проектов организации производства по зарыблению «В процессе исследований изучены гидрологические, гидрохимические и кормовые характеристики водоемов, их газовый режим, типы грунтов, наличие и состояние гидротехнических сооружений на прудах, видовой состав ихтиофауны, ее ихтиопатологическое состояние и перспективы использования. В целом, за время существования Томская лаборатория помимо выполнения государственного задания по оценке сырьевых ресурсов в водоемах Томской области и разработке прогнозов ОДУ и ВВ, выполнила ряд важных и актуальных исследований по уточнению мест нереста и зимовки осетровых рыб на реках Обь и Чулым, по разработке плана мелиорации пойменных систем Средней Оби, по оценке воздействия хозяйственной деятельности на гидробионтов и среду их обитания для более 25 крупных промышленных предприятий области и т. д.

В 2020 г. из-за сложной экономической ситуации научно-исследовательские работы по обеспечению рыбного хозяйства Томской области были свернуты, а Томская лаборатория закрыта.

В 2014 г. филиал по результатам многолетних исследований и рыбоводных работ на оз. Сартлан и Сартланском рыбопитомнике подготовил и издал совместно с сотрудниками Центрального ботанического сада и Института систематики и экологии животных СО Российской академии наук коллективную монографию: «Озеро Сартлан (биологическая продуктивность и перспективы рыбохозяйственного использования)».

Авторы: Е.В. Егоров, В.И. Ермолаев, В.Ф. Зайцев, Л.Б. Мильчакова, Л.С. Прусевич, А.А. Ростовцев, С.М. Соусь.

В 2016 г. д.б.н., гидробиолог филиала Л.С. Визер по результатам своих многолетних исследований подготовила и опубликовала монографию: «Зоопланктон озер Чановской озерной системы».

В 2017 г. в Новосибирском филиале произошла смена руководителя. А.А. Ростовцев перешел работать в лабораторию аквакультуры на должность главного научного сотрудника, а директором был назначен к.б.н. Евгений Васильевич Егоров.

В 2019 г. решением ВНИРО руководителем Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» был назначен известный в рыбохозяйственной отрасли Западной Сибири, много лет руководивший ФГУП «Верхнеобьрыбвод» Александр Леонидович Абрамов.

За довольно небольшой срок его работы была значительно улучшена материально-техническая база филиала. Были приобретены автотранспорт повышенной проходимости, катер, моторные лодки и другой инвентарь для экспедиционных выездов. Практически полностью обновлена у сотрудников компьютерная техника, отремонтированы кабинеты лабораторий и пр.

Научно-исследовательская работа филиала успешно продолжается по научному обеспечению рыбохозяйственного комплекса Новосибирской, Томской, Омской и Кемеровской областей. Основные направления работы филиала в современный период традиционны: это – проведение исследований ВБР рыбохозяйственных водоемов, расположенных в сфере ответственности Новосибирского филиала ВНИРО; изучение сырьевых ресурсов водных объектов региона, с целью разработки основ их рациональной эксплуатации, текущее и перспективное прогнозирование ОДУ и возможного вылова ВБР, разработка мер по направленному и расширенному воспроизводству и формированию запасов промысловых рыб; изучение продукционных возможностей водоемов и разработка методов интенсификации аквакультуры в озерных, прудовых и промышленных рыбоводных хозяйствах и биотехники искусственного размножения; разработка рыбоводно-биологических обоснований по акклиматизации ВБР, по созданию культурных рыбных хозяйств, предприятий по воспроизводству ВБР; экологический мониторинг состояния водных объектов; проведение кадастрового учета на рыбохозяйственных водоемах; мониторинг фауны паразитов рыб, обитающих в основных рыбохозяйственных водоемах региона; изучение влияния хозяйственной деятельности на водоемы и гидробионтов, расчет ущербов, наносимых ВБР и среде их обитания, разработка охранных и компенсационных мероприятий по предотвращению ущерба, наносимого рыбному хозяйству; проведение экологической экспертизы проектов хозяйственных объектов и дел по представлению арбитража, прокуратуры и природоохранных органов.

ЗАРАЖЕННОСТЬ ВЕРХОВКИ (*Leucaspisus delineatus* (Cyprinidae)) ЛИЧИНКАМИ (*Opisthorchis felinus* Rivolta, 1884) (СРЕДНЯЯ ОБЬ, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.М. Бабкин, А.В. Симакова, И.Б. Бабкина

Томский государственный университет, Россия, Томск

E-mail: babkin.alex1983@gmail.com

Аннотация. Крупнейший в мире очаг описторхоза, вызываемого трематодой *Opisthorchis felinus* связан с Обь-Иртышским бассейном. Неблагополучными по описторхозу являются практически все территории примыкающие к этому бассейну. Томская область занимает одно из лидирующих мест по зараженности населения кошачьей двуусткой. В Обь-Иртышском бассейне зарегистрировано по крайней мере 11 видов рыб, являющихся вторым промежуточным хозяином кошачьей двуустки. Верховка *Leucaspisus delineatus* (Cyprinidae) в водоемах юга Западной Сибири появилась как случайный вселенец еще в середине прошлого века. Исследованиям зараженности верховки в Томской области до настоящего времени не уделялось должного внимания, данные либо отсутствуют, либо свидетельствуют об отсутствии заражения. Цель работы: оценить основные показатели зараженности верховки личинками *O. felinus* в бассейне Средней Оби. Материал собран в весенний период 2020-2021 гг. Проанализирована верховка из двух водоемов (оз. Медвежье и оз. Савинское). Возрастной состав верховки в уловах оз. Медвежье от 1+ до 3+ лет. Половой состав в оба года наблюдений (2020 и 2021 гг.) в соотношении самцы самки 2:1, так же в уловах отмечалось значительное количество неполовозрелых особей (около 20%). Выборка из оз. Савинское представлена рыбами от 4+ до 5+ лет. В уловах оз. Савинское (2021 г.) отмечены только половозрелые особи с большим преобладанием самок в соотношении 7:1. Изучена зараженность личинками *Opisthorchis felinus* Rivolta, 1884 в озерах разного типа. Установлено, что показатели зараженности верховки в пойменном озере высокие, в материковом рыба свободна от инвазии.

Ключевые слова описторхоз; *Opisthorchis felinus*; верховка *Leucaspisus delineatus*; Томская область; эпизоотология

INFESTATION OF SUNBLEAK (*Leucaspisus delineatus* (Cyprinidae)) BY LARVAE (*Opisthorchis felinus* Rivolta, 1884) (MIDDLE OB, TOMSK REGION)

A.M. Babkin, A.V. Simakova, I.B. Babkina

Tomsk State University, Russia, Tomsk

E-mail: babkin.alex1983@gmail.com

Abstract. The world's largest focus of opisthorchiasis caused by the trematode *Opisthorchis felinus* is associated with the Ob-Irtysh basin. Almost all territories adjacent to this basin are unfavorable for opisthorchiasis. The Tomsk region occupies one of the leading places in terms of population infection with cat fluke. In the Ob-Irtysh basin, at least 11 species of fish have been recorded, which are the second intermediate host of the feline fluke. *Leucaspisus delineatus* (Cyprinidae) in water bodies in the south of Western Siberia appeared as an accidental invader in the middle of the last century. Research on the infestation of the sunbleak in the Tomsk region has not yet received due attention, data are either absent or indicate the absence of infection. Therefore, the purpose of our work is to assess the main indicators of infestation of the sunbleak by the larvae of *O. felinus* in the basin of the Middle Ob. The material was collected in the spring of 2020-2021. The sunbleak from two reservoirs (l. Medvezhye and l. Savinskoe) is analyzed. The age composition of the sunbleak in the

catches of l. Medvezhye from 1+ to 3+ years. The sex composition in both years of observation (2020 and 2021) was in the ratio of males to females 2:1; a significant number of immature individuals was also noted in the catches (about 20%). Sample from the lake. Savinskoe is represented by fish from 4+ to 5+ years old. In the catches of the lake. Savinskoe (2021), only sexually mature individuals were recorded with a large predominance of females in a ratio of 7:1. The infestation by the larvae of *Opisthorchis felineus* Rivolta, 1884 in lakes of different types was studied. It was found that the indicators of infestation in the sunbleak in the floodplain lake are high, in the mainland the fish is free from invasion.

Keywords. opisthorchiasis; *Opisthorchis felineus*; sunbleak *Leucaspis delineatus*; Tomsk region; epizootology

Крупнейший в мире очаг описторхоза, вызываемого трематодой *Opisthorchis felineus* связан с Обь-Иртышским бассейном. Неблагополучными по описторхозу являются практически все территории примыкающие к этому бассейну. Томская область занимает одно из лидирующих мест по зараженности населения кошачьей двуусткой [6]. В Обь-Иртышском бассейне зарегистрировано по крайней мере 11 видов рыб, являющихся вторым промежуточным хозяином кошачьей двуустки [7]. Наибольшую опасность для человека представляют такие промысловые виды как язь и елец, показатели зараженности плотвы и леща значительно ниже [10]. XX в. характеризовался интенсификацией рыбного хозяйства, что привело к появлению новых видов, потенциальных носителей описторхид. Лещ, уклейка и верховка в бассейне Средней Оби успешно натурализовались и в настоящее время включены в циркуляцию этой инфекции в регионе. Верховка *Leucaspis delineatus* (Cyprinidae) в водоемах юга Западной Сибири появилась как случайный вселенец еще в середине прошлого века [5]. Исследования зараженности в регионах Сибири показывают значительную разницу в зараженности от 1,6 в озерах Тюменской области [9] до 100% в Новосибирской области [1]. Изучению зараженности верховки в Томской области до настоящего времени не уделялось должного внимания, данные либо отсутствуют, либо свидетельствуют об отсутствии заражения [2].

В связи с этим **цель исследования** оценить основные показатели зараженности верховки личинками *O. felineus* в бассейне Средней Оби.

Материалы и методы

Материал собран в весенний период 2020-2021 гг. Всего проанализировано 135 экз. верховки из двух водоемов (110 экз. из оз. Медвежьего, 25 экз. из оз. Савинского). Озеро Медвежье (56°18'00", 84°53'00") - озеро в пойме р. Томи (правобережный приток первого порядка р. Оби) имеет связь с рекой. Озеро Савинское (56°26'2.285", 85°3'43.502") - материковое озеро, связи с рекой нет. Изучены биологические параметры рыб: стандартная длина (SL, см), масса тела (W, г), определяли пол и возраст (по чешуе). Зараженность рыб метацеркариями трематод исследовали общепринятым компрессорным методом, мышцы рыб просматривались полностью с обеих сторон тела [3]. Видовую принадлежность личинок в мышцах определяли морфологически [8], а так же подтверждали ПЦР диагностикой [4]. Определяли экстенсивность инвазии (ЭИ) – процент зараженных рыб от числа исследованных; интенсивность инвазии (ИИ) – количество паразитов, обнаруженных у зараженных рыб (минимальное, максимальное), а также их среднее значение. Интенсивность инвазии определяли делением общего количества паразитов на число зараженных рыб. Индекс обилия (ИО) – число личинок, в среднем приходящееся на одну исследованную рыбу, вычисляли путем деления общего числа выявленных личинок на количество обследованных рыб.

Результаты

Возрастной состав верховки в уловах оз. Медвежье от 1+ до 3+ лет. Половой состав в оба года наблюдений (2020 и 2021 гг.) в соотношении самцы самки 2:1, так же в уловах отмечалось значительное количество неполовозрелых особей (около 20%). Размеры верховки в выборке от 20,0 до 52,8 мм, в среднем 38,7 мм, масса тела от 0,13 до 2,55 г, в среднем 1,04 г.

Выборка из оз. Савинское представлена рыбами от 4+ до 5+ лет. В уловах оз. Савинское (2021 г.) отмечены только половозрелые особи с большим преобладанием самок в соотношении 7:1. Все самцы имели выраженный брачный наряд. Размеры верховки составляли от 63,0 до 73,9 мм (68,2 мм), масса тела от 4,52 до 7,19 г (в среднем 5,74 г) (Таблица).

Экстенсивность инвазии верховки в оз. Медвежье в целом оказалась высокой - 51% (Таблица). В 2020 г. она составила 73,3%, в 2021 – 42,5%. Интенсивность колебалась от 1 до 61 экз/особь, в 2020 г. – 8,27, в 2021 г. – 1,64 экз/особь (в среднем – 4,25 экз/особь). Средний индекс обилия верховки составил 2,16 экз/особь.

Таблица – Биологические параметры и зараженность верховки в озерах бассейна Средней Оби (Biological parameters and infestation of the sunbleak in the lakes of the Middle Ob basin)

Параметр	оз. Медвежье		оз. Савинское
	2020 г., 30 экз.	2021 г., 80 экз.	2021 г., 25 экз.
SL, мм	20-51 (37,1)	25-52 (39,2)	63-73,9 (68,2)
W, г	0,13-1,94 (0,92)	0,18-2,55 (1,08)	4,52-7,19 (5,74)
ЭИ, %	73,3	42,5	0
ИИ, экз/особь	1-61 (8,27)	1-6 (1,64)	0
ИО, экз/особь	6,06±2,07	0,70±0,12	0

Самцы и самки по показателям зараженности не различаются, зараженность неполовозрелых особей статистически ниже, чем у половозрелых (Kruskal-Wallis test, $p < 0.05$). ЭИ: 38,2% и 56,5%; ИИ: 1,84 экз/особь и 4,97 экз/особь соответственно.

Все особи верховки из оз. Савинского оказались незараженными личинками трематод (в том числе кошачьей двуусткой).

Заключение

Согласно нашим исследованиям верховка в бассейне Средней Оби в пределах Томской области является носителем личинок *O. felineus*. Показатели ЭИ высокие, ИИ могут значительно варьировать от особи к особи, однако в среднем не высоки.

В материковом озере, не имеющем связи с речной системой верховка не заражена личинками трематод.

Работа поддержана Министерством науки и образования Российской Федерации (проект № 0721-2020-0019); Грант РФФИ № 20-34-90055.

Список литературы

1. Бонина, О.М. Выявление локальных очагов описторхозов в пойме реки Обь и в Новосибирском водохранилище. Сообщение 1. Зараженность карповых рыб метацеркариями описторхид / О.М. Бонина, Е.А. Сербина // Российский паразитологический журнал. – 2011. – Т. 6, № 2. – С. 24-30.
2. Бочарова, Т.А. Возбудитель описторхоза и другие мышечные паразиты карповых рыб бассейна нижней Томи / Т.А. Бочарова. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 2007. – 66 с.
3. Беэр, С.А. Биология возбудителя описторхоза / С.А. Беэр. – Москва, 2005. – 336 с.

4. ДНК-диагностика микст-инвазий *Opisthorchis felinus* и *Metorchis bilis* с помощью метода ПЦР / И.И. Брусенцов [и др.] // Медицинская Паразитология и Паразитарные Болезни. – 2010. – Т. 2 – С. 10-13.
5. Кривошеков, Г.М. Верховка в Западной Сибири / Г.М. Кривошеков // Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования. – Томск: Изд-во Томск. ГУ, 1973. – С. 86-87.
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2017 году: Государственный доклад. – Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2018. – 268 с.
7. Пельгунов, А.Н. Влияние акклиматизации рыб на циркуляцию описторхоза и дифиллоботриоза в Обь - Иртышском бассейне / А.Н. Пельгунов // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2016, № 17. – Р. 344-347.
8. Способ прижизненной дифференциальной диагностики метацеркарий описторхид RU 2018144035 / В.Н. Воронин [и др.]. – Российская Федерация: Бюл. № 35, 2019. – С. 1–8.
9. Строкин, М.М. Основные гельминтозы рыб среднего Прииртышья: автореф. дис. канд. биол. наук / М.М. Строкин. – Тюмень, 2007. – 19 с.
10. Abundance of *Opisthorchis felinus* Metacercariae in cyprinid fish in the middle Ob River basin (Tomsk region, Russia) / A. V. Simakova [et al.] // Food Waterborne Parasitol. – 2021. – Vol. 22 – P. e00113.

УДК: 574.587

ЗООБЕНТОСНОЕ СООБЩЕСТВО НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Т.А. Балацкая^{1,2}, Ю.В. Шаруха², М.А. Дорогин²

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
Новосибирский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии, Новосибирск, Россия²

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. В данной статье представлен качественный и количественный состав зообентосных сообществ Новосибирского водохранилища в летний период 2021 года. Видовое богатство зообентоса русла водохранилища в летний период представлено разным количеством донных беспозвоночных: в верхней части отмечено 22 таксона, в средней – 7, в нижней – 13 таксонов. Верхняя часть водохранилища летом характеризовалась большим видовым разнообразием. Нижняя и средняя часть отличалась высокими значениями олигохет в течение всего летнего периода. В среднем численность кормового зообентоса по всему водоему летом 2021г. составила 534 экз./м², биомасса – 1,271 г/м². Личинки хирономид являлись доминирующей по числу видов группой беспозвоночных в летний период, составляя 62% общего таксономического списка. Виды *Criptochironomus fuscimanus* (Kief.), *Criptochironomus conjugens* (Kief.), *Procladius choreus* (Meig.) и класс Oligochaeta, в летний период встречались на всех трех участках водохранилища.

Ключевые слова: зообентос, личинки хирономид, олигохеты, водохранилище, численность, биомасса.

ZOOBENTHOS COMMUNITY OF THE NOVOSIBIRSK RESERVOIR

T.A. Balatskaya,^{1,2} Yu.V. Sharukha² M.A. Dorogin²

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia¹

Novosibirsk Branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography, Novosibirsk, Russia²

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Abstract. This article presents the qualitative and quantitative composition of the zoobenthic communities of the Novosibirsk reservoir in the summer of 2021. The species richness of the zoobenthos of the reservoir bed in summer is represented by a different number of benthic invertebrates: 22 taxa were noted in the upper part, 7 in the middle, and 13 taxa in the lower part of the reservoir in summer were characterized by a large species diversity. The lower and middle parts were distinguished by high values of oligochaetes throughout the summer period. On average, the number of fodder zoobenthos throughout the reservoir in the summer of 2021 amounted to 534 copies/m², biomass - 1,271 g/m². Chironomid larvae were the dominant invertebrate group in terms of the number of species in the summer period, making up 62% of the total taxonomic list. The species *Criptochironomus fuscimanus* (Kiev.), *Cryptochironomus conjugens* (Kiev.), *Procladius choreus* (Meig.) and class Oligochaeta were found in all three sections of the reservoir during the summer.

Keywords: zoobenthos, chironomid larvae, oligochaetes, reservoir, abundance, biomass.

Новосибирское водохранилище – искусственный водоем в бассейне р.Оби долинного типа линейно-вытянутой формы [1]. Площадь водного зеркала 1070–1090 км². Максимальная ширина 22 км, минимальная – 2 км. Полный объем водоема – 8,8 км³, полезный – 4,4 км³. Максимальная глубина 25 м, средняя – 9 м, протяженность около 180 км, длина по затопленному руслу р. Оби – 230 км [3].

Новосибирское водохранилище создано в 1957 г. в верхнем течении Оби и относится к водоемам долинного типа с сезонным регулированием стока [2].

Его можно подразделить на три части: нижнюю – озеровидную, среднюю – суженную и верхнюю – расширенную. Нижняя часть водохранилища характеризуется наибольшей шириной, максимальными глубинами, развитием ветрового волнения; В средней, суженной части водохранилища глубины уменьшаются, скорости стоковых течений здесь возрастают, ветроволновых – снижаются. В верхней, расширенной части скорости стоковых течений достигают 1,5 м/с, ветроволновые практически отсутствуют [6].

Зообентос - совокупность организмов, обитающих в грунте и в отложениях всех видов (ил, песок, камни), дна водоёмов [7]. Один из важнейших элементов экосистем континентальных водоемов и водотоков, однако степень его изученности недостаточна [4].

Наблюдения за формированием и развитием зообентоса Новосибирского водохранилища начались практически с момента его заполнения и продолжают до сих пор [5].

Целью исследований было определить качественные и количественные показатели зообентосных сообществ Новосибирского водохранилища в летний период 2021г. Сбор гидробиологического материала осуществлялся во время съёмок в течение летнего периода 2021 г. на трех основных его участках: верхнем, среднем и нижнем.

Видовое богатство зообентоса русла водохранилища в летний период 2021г. представлено разным количеством донных беспозвоночных: в верхней части отмечено 22 таксона, в средней – 7, в нижней – 13 таксонов (табл.1).

Личинки хирономид являются доминирующей по числу видов группой беспозвоночных в летний период, составляя 62% общего таксономического списка. Виды *Criptochironomus fuscimanus* (Kief.), *Cryptochironomus conjugens* (Kief.),

Procladius choreus (Meig.) и класс Oligochaeta, в летний период встречались на всех трех участках водохранилища (табл.1).

Зообентос верхнего участка отличался наибольшим видовым разнообразием. В его составе отмечено 6 систематических групп беспозвоночных, часть из которых относится к насекомым: личинки Chironomidae – 17 видов и 1 – стадия куколки, личинки Ceratopogonidae – 1 sp., из других классов беспозвоночных представлены Gastropoda (1 вид), Bivalvia и Oligochaeta (табл.1).

Численность зообентоса верхнего участка составила 679 экз./м². Доминировали личинки хирономид, их доля в общей численности достигала 81%. Наибольшая численность была у видов *Chironomus plumosus* (L.), *Procladius choreus* (Meig.), *Cryptochironomus conjugens* (Kief.).

Биомасса зообентоса верхнего участка достигала – 3,012 г/м². Доминировали, также как и в численности, личинки хирономид их доля в общей биомассе достигала 82%.

В средней части водохранилища обилие беспозвоночных было существенно ниже, чем на предыдущем участке. В его составе отмечено 7 таксонов из 5 систематических групп беспозвоночных: личинки Chironomidae – 3 вида, Gastropoda – 1 вид, Hirudinea – 1, Oligochaeta и Mysida (табл.1).

Численность зообентоса среднего участка мала и достигала всего лишь 433 экз./м². Основную роль играли малощетинковые черви Oligochaeta, их доля составляла 85% от общей. Второе место в численности принадлежало личинкам Chironomidae с долей в 11%.

Биомасса зообентоса средней части достигала крайне низких значений – 0,681 г/м². Доминировала группа малощетинковых червей, достигая 86 % от общей биомассы. Доля личинок хирономид составляла 12 %.

Бентофауна нижнего участка несколько иная и была представлена 13 таксонами из которых: 6 – Chironomidae, 1 – Gastropoda, 1 – Hirudinea, 1 – Amphipoda, Oligochaeta, Ephemeroptera, Bivalvia и Mysida.

Численность нижнего участка составила 491 экз./м². В число доминантов зообентоса нижней части составили малощетинковые черви Oligochaeta, их доля составила 46% от общей. Доля хирономид составила 23%. Доминантом среди личинок хирономид был – *Cr.conjugens*.

Биомасса нижнего участка незначительна и достигла 1,271 г/м². Основная доля биомассы, как и по численности, принадлежит Oligochaeta, составляя 31% от общей. Субдоминантами являлись личинки хирономид, с долей 19 %.

В среднем численность кормового зообентоса по всему водоему летом 2021г. составила 534 экз./м², биомасса – 1,271 г/м².

Следует отметить, что в водохранилище большую долю зообентосного сообщества составляет аутоакклиматизант *Viviparus viviparus*, некормового для рыб брюхоногого моллюска [4]. Средняя численность и биомасса этого вида в летний период 2021г. составила: в средней части – 183 экз./м² и 512,5 г/м², в нижней – 201 экз./м² и 872,3 г/м².

Таким образом, состав зообентоса водохранилища обеспечивает рыбам-бентофагам хороший корм. Зообентосные сообщества Новосибирского водохранилища существенно отличаются в качественном и количественном отношении в зависимости места расположения. Верхняя часть водохранилища летом характеризовались большим видовым разнообразием. Нижняя и средняя часть отличалась высокими значениями олигохет в течение всего летнего периода. Неблагоприятными факторами является массовое развитие некормового для рыб моллюска *V.viviparus*.

Таблица 1 – Таксономический состав Новосибирского водохранилища в летний период 2021 г.

Название таксонов	Верхняя	Средняя	Нижняя
Chironomidae:			
<i>Chironomus plumosus</i> Linne	+	-	+
<i>Chironomus heterodentatus</i> Konstantinov	+	-	+
<i>Cladotanytarsus mancus</i> Walker	+	-	-
<i>Cryptochironomus camptolabis</i> Kieffer	+	-	+
<i>Cryptochironomus conjungens</i> Kieffer	+	+	+
<i>Cryptochironomus defectus</i> Kieffer	+	-	-
<i>Cryptochironomus fuscimanus</i> Kieffer	+	+	+
<i>Cryptochironomus ussouriensis</i> Goetghebuer	+	-	-
<i>Einfeldia carbonaria</i> Kieffer	+	-	-
<i>Glyptotendipes glaucus</i> Meigen	+	-	-
<i>Lipiniella arenicola</i> Shilova	+	-	-
<i>Pagastiella orophila</i> Edwards	+	-	-
<i>Polypedilum scalaenum</i> Schrank	+	-	-
<i>Procladius choreus</i> Meigen	+	+	+
<i>Procladius ferrugineus</i> Kieffer	+	-	-
<i>Prodiamesa bathyphila</i> Kieffer	+	-	-
<i>Tanypus punctipennis</i> Meigen	+	-	-
Итого Chironomidae	17	3	6
Прочие насекомые			
Ceratopogonidae:			
<i>Culicoides</i> sp.	+	-	-
Efemeroptera	-	-	+
куколка <i>Diptera</i>	+	-	-
Итого прочие насекомые	2	0	1
Прочие организмы			
Amphipoda:			
<i>Gammarus lacustris</i> Sars	-	-	+
Bivalvia	+	-	+
Gastropoda:			
<i>Bithynia troscheli</i> Paasch	+	-	-
<i>Viviparus viviparus</i> Linnaeus	-	+	+
Hirudinea:			
<i>Glospsiphonia complonata</i> Linne	-	+	-
<i>Hemiclepsis marginata</i>	-	-	+
Mysida	-	+	+
Oligochaeta	+	+	+
Итого прочие организмы	3	4	6
Всего	22	7	13

Список литературы

1. Бейром, С. Г. Изменение природных условий в средней Оби после создания Новосибирской ГЭС / С. Г. Бейром, Н. В. Вострякова, В. М. Широков. – Новосибирск : Наука, Сибирское отделение, 1973. – 142 с.

2. *Благовидова, Л. А.* Состояние зообентоса водохранилища на втором десятилетии его существования // Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. – Новосибирск, 1976. – С. 83–98.
3. *Знаменский, В.А.* Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Новосибирское водохранилище и озера Средней Оби / В.А. Знаменский: — Ленинград: Гидрометеоиздат, 1979. – 155 с.
4. *Литош, Т.А.* [Особенности зообентоса новосибирского водохранилища](#) / Т.А. Литош, А.М. Визер // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания: материалы междунар. конф. – Новосибирск, 2020. – С. 167-171.
5. *Мордухай-Болтовской, Ф. Д.* Особенности водных биогеоценозов и методов их изучения / Ф. Д. Мордухай-Болтовской // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 5 – 9.
6. Новосибирское водохранилище // «Вода России» [Электронный ресурс]. URL: waterrf.ru/Водные_объекты/140/Новосибирское_водохранилище. (Дата обращения: 8.10.2021).
7. *Strayer, D. L.* Benthic Invertebrate Fauna, Lakes and Reservoirs. / D. L. Strayer // Encyclopedia of Inland Waters. – Millbrook, NY, USA. – 2009, volume 2, pp.191-204.

УДК 574.522

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ МАЛЫХ РЕК ЮГО-ЗАПАДА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТАЛЛАМИ НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОАККУМУЛЯТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МАКРОЗООБЕНТОСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РФА

Н.С. Батурина¹, Ф.А. Дарьин²

¹*Новосибирский государственный университет, Новосибирск, Россия,
n.baturina@g.nsu.ru*

²*Институт ядерной физики СО РАН, Новосибирск, Россия, FDaryin@gmail.com*

Аннотация. В ходе развития промышленного и сельскохозяйственного комплекса Новосибирской области значительно возросла антропогенная и техногенная нагрузка на локальные водные экосистемы. Отмечается постоянный рост уровня загрязненности металлами различных групп. Представлены первые результаты разработки комплексного метода оценки степени загрязненности тяжелыми металлами и другими микроэлементами малых рек на основе применения к биологическим объектам рентгенофлуоресцентного анализа. Исследованы малые реки Ордынского района, подверженные антропогенной нагрузке со стороны сельскохозяйственных предприятий: Алеус, Кирза, Орда, Ирмень. Установлен характер накопления в биомассе микрочастиц 19 химических элементов: Se, Rb, Ca, Sr, Mn, Fe, Ti, Ge, Ga, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, V, As, Y, Zr, Br. Выявлены зоны накопления таких металлов как Fe, Mn, Sr, Zn, Zr, Ti. Установлены природные источники загрязнения для Fe и Mn. Выявлены участки речных долин характеризующиеся повышенной биоаккумуляцией в бентосе Zn, Ti, Zr и Sr.

Ключевые слова: загрязнение металлами; малые реки; макрозообентос; рентгенофлуоресцентный анализ.

ANALYSIS OF CONTAMINATION OF SMALL RIVERS OF THE SOUTHWESTERN PART OF THE NOVOSIBIRSK REGION WITH METALS ON THE BASIS OF DETERMINING THE BIOACCUMULATIVE POSSIBILITIES OF MACROZOOBENTHOS USING XRF ANALYSIS

N.S.Baturina¹, F.A. Darin²

¹ *Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia, n.baturina@g.nsu.ru*

² *Institute of Nuclear Physics SB RAS, Novosibirsk, Russia, FDaryin@gmail.com*

Abstract. In developing the Novosibirsk region's industrial and agricultural complex, the anthropogenic and technogenic load on local aquatic ecosystems has significantly increased. There is a constant increase in the level of metals contamination of aquatic ecosystems. The first results of developing an integrated method for assessing the degree of pollution with heavy metals of small rivers based on the application of X-ray fluorescence analysis to biological objects are presented. Small rivers of the Ordynsky region, with anthropogenic pressure from agricultural farms: Aleus, Kirza, Orda, Irmen, have been investigated. The character of accumulation of 19 chemical elements in the biomass of benthos communities have been established: Se, Rb, Ca, Sr, Mn, Fe, Ti, Ge, Ga, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, V, As, Y, Zr, Br. The accumulation zones at river valleys of such metals as Fe, Mn, Sr, Zn, Zr, Ti have been identified. Natural sources of pollution for Fe and Mn have been determined. Areas of river valleys characterized by increased bioaccumulation in the benthos of Zn, Ti, Zr, and Sr have been identified.

Keywords: metal contamination; small rivers; benthos, XRF analysis.

В ходе развития промышленного и сельскохозяйственного комплекса Новосибирской области в последние десятилетия значительно возросла антропогенная и техногенная нагрузка на локальные водные экосистемы [7]. Особое положение в этом процессе занимает стремительный рост уровня загрязненности водных объектов металлами различных групп. Так, за последние 10 лет ситуация с превышением ПДК по таким металлам как медь, цинк, железо, марганец в бассейне реки Обь остается стабильно неудовлетворительной [6-7]. Кроме того, в последние годы для бассейна Оби и малых рек области регистрируются случаи загрязнения алюминием [7]. В связи со сложившейся ситуацией напрашивается вывод о необходимости разработки комплексного метода оценки степени загрязненности тяжелыми металлами и другими микроэлементами водных объектов. При разработке такого комплексного метода необходимо опираться не только на гидрохимический анализ, который отражает единовременное состояние водной среды, но и использовать методы гидробиологического мониторинга, отражающего степень экологической стабильности экосистем. Наиболее подходящей группой гидробионтов при мониторинге малых рек является макрозообентос. Поскольку именно бентосные организмы являются связующим звеном в трофических сетях между высшими хищниками и растительными сообществами, участвуют в процессах осадконакопления, переработке аллохтонной продукции, и, кроме всего вышеперечисленного, в силу продолжительности жизни могут служить индикатором длительного загрязнения малыми концентрациями поллютантов. Следовательно, анализ биоаккумулятивных возможностей макрозообентоса позволит установить факт загрязнения металлами водных систем на начальных этапах воздействия, предсказать дальнейшие пути миграции контаминантов и оценить экологические риски для водных объектов.

Цель исследования – провести анализ уровня загрязненности металлами малых рек Ордынского района Новосибирской области на базе анализа биоаккумулятивных возможностей бентосных сообществ с применением РФА.

Материалы и методы

Район исследования. Для исследования выбран Ордынский район Новосибирской области, расположенный в южной части центрально-восточной зоны Новосибирской области. На территории района насчитывается более 15 малых рек и расположена большая часть Новосибирского водохранилища [3]. Речная сеть района представлена малыми реками протекающими в пределах лесостепной природной зоны в юго-восточном направлении. Все водотоки характеризуются сходными геоморфологическими параметрами русла, типом питания и гидрохимическими параметрами [1]. На речные системы оказывается антропогенная нагрузка со стороны сельскохозяйственных предприятий, фермерских хозяйств. В районе сравнительно мало месторождений общераспространенных полезных ископаемых: кирпичных глин и известняков [3]. Однако, в конце XX века выявлено месторождения титана и циркония на территории, ограниченной линией, соединяющей села Филиппово-Усть-Луковка-Козиха-Верх-Чик-Петровское-Бугринская Роща-Филиппово [4-5].

Полевые исследования. Сбор бентосных проб на малых реках Ордынского района осуществлялся в летний период 2018-2020 гг. Исследованы малые реки – Ирмень, Орда, Кирза, Алеус. Для каждой реки отбирались количественные пробы макрозообентоса (в двукратной повторности на точке) в верхнем, среднем и нижнем течении реки. Дистанция между точками отбора проб не превышала 12 км. Таким образом, оценивался уровень локального загрязнения на всем протяжении водотока, с учетом возможного бокового загрязнения основного русла, при впадении притоков, и характера антропогенной нагрузки на прибрежные экосистемы. В качестве контрольных проб выбраны количественные сборы макрозообентоса в Новосибирском водохранилище в окрестностях впадения реки Алеус. Всего было собрано и обработано 30 проб, координаты и описание точек сбора представлены в таблице 1 (здесь далее используются краткие названия точек).

Лабораторные исследования. Пробы фиксировались 75% спиртом, этикетировались, последующий таксономический разбор проб производился до семейств. Пойманные организмы высушивали до сухого веса, пробу гомогенизировали в ступке до однородной пылеобразной массы. Обе количественные пробы с одной точки смешивались, отбиралась навеска 30 мг. Далее навеска прессовалась и размещалась в пластиковые шайбы для дальнейшего анализа на установке ВЭПП-4 в Институте ядерной физики СО РАН.

РФА. Анализ уровня накопления ряда химических элементов в микро размерных характеристиках проводился на станции «Элементный анализ» ИЯФ СО РАН на установке "Комплекс электрон-позитронных коллайдеров ВЭПП-4". Энергия возбуждения 21 кэВ, шаг сканирования 100 мкм, время измерения в точке 5 сек. Аналитические сигналы, полученные в результате измерений, представляют собой площади пиков аналитов, выделенные из спектрограммы при помощи программы обработки сложных РФА спектров (AXIL), предназначенной для энергодисперсионного спектрометрического анализа.

Установлен характер накопления микрочастиц 19 химических элементов: Se, Rb, Ca, Sr, Mn, Fe, Ti, Ge, Ga, Cr, Ni, Cu, Zn, Pb, V, As, Y, Zr, Br. При анализе данных произведен расчет отношения площади пиков всех исследуемых элементов к площади пика Ca. Поскольку именно содержание Ca во всех проанализированных пробах составляет от 47 до 52 %, что позволяет использовать интенсивность накопления Ca для нормирования интенсивности накопления всех остальных химических элементов. Полученные значения соотношенных площадей пиков использованы для сравнения интенсивности накопления металлов в различных пробах.

Результаты и обсуждение

Анализ интенсивности накопления металлов показал различия в характере биоаккумуляции бентосными сообществами для исследованных речных систем и

Новосибирского водохранилища. Для бентосных сообществ водохранилища характерно преимущественное накопление Fe и Mn (рис.1). Кроме того, установлен характер биоаккумуляции для боковых притоков. По характеру накопления металлов, бентосные сообщества боковых притоков рр. Кирза и Алеус, схожи с бентосными сообществами водохранилища. Следовательно, в притоках рек, расположенных вне зоны сельскохозяйственного освоения, характер накопления металлов значительно отличается от главного русла.

Таблица 1 – Участки сбора бентосных проб

№	Краткое название	Река	Широта	Долгота	Ближайший населенный пункт
1	I1	Ирмень	54.52936	81.89932	Малоирменка
2	I2	Ирмень	54.55405	82.11265	Козиха
3	I3	Ирмень	54.57531	82.23611	Верх-Ирмень
4	O1	Орда	54.33266	81.55174	Филиппово
5	O2	Орда	54.38632	81.7235	Усть-Луковка
6	O3	Орда	54.371	81.85795	Вагайцево
7	O4	Орда	54.37328	81.92496	Ордынское
8	K1	Кирза	54.21794	81.50635	Черемшанка
9	K2	Кирза	54.23093	81.6346	Кирза
10	K2'	Приток Кирзы	54.23093	81.50635	Кирза
11	A1	Алеус	54.18413	81.27316	Верх-Алеус
12	A2	Алеус	54.18215	81.36714	Средний Алеус
13	A2'	Приток Алеуса	54.12704	81.48147	Усть-Алеус
14	A3	Алеус	54.10176	81.45896	Усть-Алеус
15	RES	Новосибирское водохранилище	54.10362	81.49357	Усть-Алеус

Показано, что для речных систем характерно повышенное накопление Fe, Mn, что согласуется с гидрохимическим описанием района для которого указаны природные источники повышенной концентрации данных элементов [1]. Для зоны расположения месторождения титано-циркониевых руд (участки O1, O2) ожидаемо отмечены высокие значения накопления Zr. На ниже расположенных участке - O3 интенсивность накопления Zr постепенно снижается (рис.1.). Помимо сообществ реки Орда, высокая степень накопления Zr отмечена для бентоса главного русла реки Алеус, речная долина которой расположена существенно западнее, места расположения руд согласно литературным данным [4]. Относительно высокий уровень накопления Ti

зафиксирован только для бентосных сообществ рек Ирмень, стоит отметить, что титан в рудных месторождениях, как правило представлен ильменитами, и является неактивным в водных растворах при нормальных условиях, что затрудняет его миграцию в биогенных круговоротах.

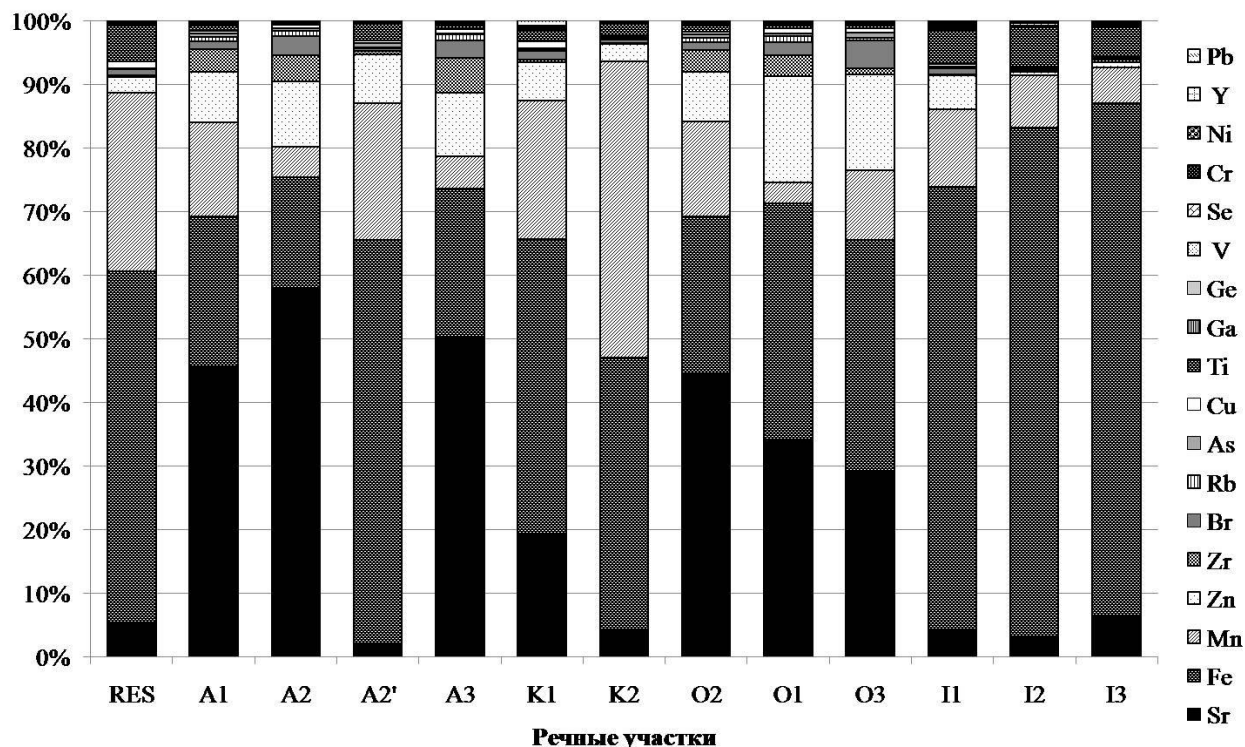


Рис. 1. Характер накопления металлов бентосными сообществами малых рек Ордынского района Новосибирской области.

Для рр. Алеус (A1, A2, A3), Кирза (K1) и Орда (O1, O2, O3) выявлено значительное увеличение в спектре накопления бентосными сообществами доли стронция (см. рис.1). Стронций является щелочноземельным металлом 3 класса опасности, близкий по своим свойствам к Ca [9], что способствует замещению Ca на Sr в тканях живых организмов, в частности в костной ткани. Это является причиной развития “стронциевого рахита” [9]. Вероятным источником загрязнения Sr речных систем, мы считаем неорганические фосфатные удобрения, для некоторых марок которых фосфаты представлены солями Sr [2, 8].

Для всего русла рек Алеус и Орда, и верхнего течения рек Кирза (K1) и Ирмень (I1) установлен факт высокого уровня накопления Zn (см. рис. 1), который относится к первому классу опасности [2]. Выявить источник загрязнения пока не представляется возможным.

Заключение

Для малых рек Ордынского района Новосибирской области выявлены высокие значения накопления таких металлов как Fe, Mn, Sr, Zn, Zr, Ti. Для Fe и Mn выявлены природные источники загрязнения. В бассейнах рр. Алеус, Орда, Кирза установлено повышенное накопление Sr в бентосных сообществах. Для верхнего течения р. Ирмень, реки Орда и реки Алеус выявлено повышенное накопление Zr. Относительно высокий уровень накопления Ti зафиксирован только для бентосных сообществ рек Ирмень. Для рек Алеус, Орда и верховий рек Кирза и Ирмень выявлено повышенное накопление Zn.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 19-05-50046. В работе использовалось оборудование ЦКП «СЦСТИ» на базе УНУ "Новосибирский ЛСЭ"/ "Комплекс ВЭПП-4 – ВЭПП-2000" в ИЯФ СО РАН.

Список литературы

1. Бакаев, В.А. Зональные особенности гидрохимического состояния малых озёр Новосибирской области / В.А. Бакаев, Н.В. Савченко // Мир Науки, Культуры, Образования. – 2013. – №5 (42). – С. 430-434.
2. Белоус, Н.М. Влияние различных систем удобрения на накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции / Н.М. Белоус, В.Ф. Шаповалов, Ф.В. Моисеенко, М.Г. Драганская // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2006. – С. 22-29.
3. Гаджиев, И.М. Районы и города Новосибирской области (природно-экономический справочник) / И.М. Гаджиев, Л. В. Молоденков. – Новосибирское книжное издательство, 1996. – 520 с.
4. Ларичкин, В.А. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1.01.2010. Выпуск 25. Цирконий / Н.В. Привезенцева. – Минприроды России. М.: Росгеолфонд, 2010. – 41 с.
5. Ларичкин, В.А. Государственный баланс запасов полезных ископаемых Российской Федерации на 1.01.2010. Выпуск 7. Титан / А.Д. Черкасов. – Минприроды России. М.: Росгеолфонд, 2010. – 41 с.
6. Марченко, Ю.Ю. Государственный доклад “О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2010 году” / Ю.Ю. Марченко. – Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области. Новосибирск, 2011. – 141 с.
7. О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2020 году. – Новосибирск, 2021 – 144 с. URL: https://www.nso.ru/sites/test.new.nso.ru/wodby_files/files/wiki/2014/01/gosdoklad_mpr_nso_2020_na_sayt_pnso.pdf (дата обращения 10.09.2021)
8. Плеханова, И.О. Влияние отходов производства фосфорных удобрений на экологическое состояние близлежащих территорий / И.О. Плеханова, Р.А. Аймалетдинов // Проблемы агрохимии и экологии. – 2014. – № 1. – С. 50-54.
9. Судья, Д. А. Проблема токсического действия солей стабильного стронция на организм [обзор литературы] / Д. А. Судья, Д.О. Ластков // Украинский журнал современных проблем токсикологии. – 2013. – №3(62). – С. 55-60.

УДК: 597.556.33-11 (262.5)

МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОМОРСКОЙ СУЛТАНКИ (*MULLUS BARBATUS PONTICUS* LINNAEUS, 1758), ВЫЛОВЛЕННОЙ В АКВАТОРИИ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ

И.К. Белоусова¹, А.К. Оборина¹, И.И. Чеснокова², З.Г. Каурова¹

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины», Санкт-Петербург, Россия, ²ФИЦ ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия

E-mail: irinabel.2210@yandex.ru

Аннотация. Черноморская султанка (*Mullus barbatus ponticus* Linnaeus, 1758) является промысловым и хорошо изученным видом, наблюдения за популяциями которого ведутся еще с начала XX века. Одним из методов, успешно используемых для изучения экологии рыб, считается метод морфофизиологических индексов, предложенный Шварцем С.С. Анализ межгодовой динамики этих индексов позволяет оценить современное состояние анализируемого вида и спрогнозировать тенденции изменений его популяций в ближайшем будущем. В связи с чем, целью данного исследования являлось изучение ряда морфофизиологических индексов черноморской султанки в

современный период по сравнению с предыдущими годами. Было установлено, что как у самок, так и у самцов султанки, отловленных в 2021 году, значения морфофизиологических индексов имеют тенденцию к снижению, по сравнению с аналогичными показателями 2008–2009 и 2010–2012 годов. Так стандартная длина для самок и самцов разного возраста в среднем снижается на 12% и 11% соответственно; масса самок и самцов возраста 0+ - 1 лет – на 17% и 15% соответственно; индекс печени самок и самцов разного возраста – на 45% и 25% соответственно; гонадосоматический индекс самок возраста 0+ - 1 и 1+ - 2 лет – на 34%, самцов возраста 1+ - 2 лет – на 52%; упитанность самок и самцов разного возраста – на 47%.

Ключевые слова: черноморская султанка, морфофизиологические показатели, Карантинная бухта, Черное море.

**INTERANNUAL DYNAMICS OF MORPHOPHYSIOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF THE RED MULLET (*MULLUS BARBATUS PONTICUS*
LINNAEUS, 1758) CAUGHT IN THE SEVASTOPOL WATER AREA**

I.K. Belousova¹, A.K. Oborina¹, I.I. Chesnokova², Z.G. Kaurova¹

¹Saint-Petersburg State University of veterinary medicine, Saint-Petersburg, Russia,

²A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia

E-mail: irinabel.2210@yandex.ru

Abstract. The red mullet (*Mullus barbatus ponticus* Linnaeus, 1758) is a commercial and well-studied species, which populations have been observed since the beginning of the 20th century. One of the methods successfully used to study the ecology of the red mullet is the method of morphophysiological characteristics proposed by S.S. Schwartz. Analysis of the interannual dynamics of these characteristics makes it possible to assess the current state of the analyzed species and shortly predict changes and trends in its populations. So the purpose of this research was to study a complex of morphophysiological characteristics of the red mullet in the modern period compared to previous years. It was found that both females and males of the red mullet caught in 2021 tend to decrease the values of their morphophysiological characteristics in comparison to the same indicators in 2008–2009 and 2010–2012. The standard length for females and males of different ages averagely decreases by 12% and 11%, respectively. The weight of females and males (age – 0+ - 1 years) decreases by 17% and 15%, respectively. The hepatosomatic index of females and males of different ages decreases by 45% and 25%, respectively. The gonadosomatic index of females (age – 0+ - 1 and 1+ - 2 years) decreases by 34%, males (age – 1+ - 2 years) – by 52%. The conditional factor of females and males of different ages decreases by 47%.

Keywords: red mullet, morphophysiological characteristics, Karantinna'ya bay, Black Sea

Метод морфофизиологических индикаторов, сформулированный С.С. Шварцем в 1953 году для изучения экологии наземных позвоночных, успешно применяется и в настоящее время для изучения экологии рыб [1].

Одной из основных задач метода морфофизиологических индикаторов является выявление биологических различий между популяциями [1], которые можно отслеживать в межгодовой динамике, что является особенно важным в связи с усилением антропогенной нагрузки на экосистему Черного моря, приводящей к снижению биоразнообразия, смене доминирующих видов, нарушению трофических связей [5]. Хотя уменьшение промышленного производства позволяет говорить о локальном характере загрязнений биоресурсов Черного моря [2], необходимо продолжать мониторинг не только показателей водной среды, но и морфофизиологических показателей популяций гидробионтов.

Так как черноморская султанка является массовым, промысловым и хорошо изученным видом прибрежных акваторий [6], изучение межгодовой динамики морфофизиологических показателей ее популяций представляет интерес.

Проведен полный биологический анализ особей султанки (*M. barbatus ponticus*) (n=100) [4], отловленных в бухте Карантинной в мае 2021 года. На основе полученных значений рассчитывались индекс печени (ИП), гонадосоматический индекс (ГСИ), упитанность по Кларку и упитанность по Фултону. Достоверность отличий между выборками устанавливали с применением U-критерия Манна-Уитни и t-критерия Стьюдента. В возрастной группе 3+ - 4 лет в 2021 году было выловлено 2 особи, следовательно, в табл. нет расчетов средней величины и ошибки среднего.

Проведен сравнительный анализ морфофизиологических показателей самок и самцов четырех возрастных групп черноморской султанки в современный период с показателями ее популяций в прошлые годы (табл.).

Таблица - Сравнительный анализ особей султанки, выловленных в разные годы

Возраст, лет	Параметр	2008-2009 гг. ^[6]		2010-2012 гг. ^[6]		2021 г., май	
		Самки	Самцы	Самки	Самцы	самки	самцы
0+ - 1	Стандартная длина, см	10,1±0,09 ^b	9,1±0,08 ^b	10,2±0,08 ^c	9,2±0,08 ^c	9,15±0,18 ^{b,c}	7,85±0,12 ^{b,c}
	М, г	20,37±0,79 ^b	14,09±0,33 ^b	19,62±0,48 ^c	13,77±0,34 ^c	16,56±1,23 ^{b,c}	11,88±0,89 ^{b,c}
	ИП, ‰	19,89±0,71 ^b	14,66±0,47 ^b	19,39±1,14 ^c	14,01±0,41 ^c	10,03±0,68 ^{b,c}	11,22±0,85 ^{b,c}
	ГСИ, ‰	3,75±0,23 ^b	3,21±0,15 ^{a,b}	3,12±0,25 ^c	2,58±0,14 ^a	2,49±0,14 ^{b,c}	2,26±0,24 ^b
	Упит., ‰	1,66±0,02 ^{a,b}	1,65±0,02 ^{a,b}	1,59±0,01 ^{a,c}	1,56±0,01 ^{a,c}	0,84±0,02 ^{b,c}	0,85±0,01 ^{b,c}
1+ - 2	Стандартная длина, см	10,4±0,11 ^{a,b}	9,1±0,07 ^{a,b}	11,0±0,1 ^{a,c}	9,4±0,12 ^{a,c}	9,04±0,28 ^{b,c}	8,51±0,11 ^{b,c}
	М, г	21,77±0,64 ^a	14,77±0,31	26,41±0,77 ^{a,c}	15,62±0,65	18,15±1,91 ^c	14,02±0,59
	ИП, ‰	21,01±0,50 ^{a,b}	15,61±0,5 ^b	18,30±0,45 ^{a,c}	15,26±0,57 ^c	10,50 ± 1,49 ^{b,c}	11,03±1,24 ^{b,c}
	ГСИ, ‰	4,99±0,31 ^{a,b}	3,57±0,17 ^b	2,90±0,19 ^{a,c}	3,19±0,22 ^c	2,17±0,17 ^{b,c}	1,75±0,12 ^{b,c}
	Упит., ‰	1,69±0,02 ^b	1,72±0,01 ^b	1,69±0,01 ^c	1,62±0,02 ^c	0,88 ± 0,03 ^{b,c}	0,88±0,02 ^{b,c}
2+ - 3	Стандартная длина, см	11,7±0,1 ^{a,b}	9,6±0,13	12,1±0,13 ^{a,c}	10,01±0,17	10,55 ± 0,45 ^{b,c}	9,35±0,40
	М, г	31,69±0,85	17,2±0,74	34,48±1,23	18,21±1,04	27,91 ± 3,38	19,06±2,68
	ИП, ‰	21,92±0,99 ^{a,b}	16,84±0,59 ^b	18,91±0,62 ^{a,c}	15,31±1,30	12,5 ± 1,91 ^{b,c}	12,80±1,20 ^b
	ГСИ, ‰	4,45±0,25	3,88±0,26 ^b	3,60±0,36	3,35±0,46 ^c	4,04±0,47	2,03±0,37 ^{b,c}
	Упит., ‰	1,73±0,015 ^{a,b}	1,73±0,02 ^{a,b}	1,65±0,02 ^{a,c}	1,61±0,035 ^{a,c}	0,94 ± 0,02 ^{b,c}	0,88±0,02 ^{b,c}
3+ - 4	Стандартная длина, см	12,5±0,15 ^a	10,1±0,3	13,3±0,19 ^a	10,4±0,5	9,2	9,5
	М, г	37,99±1,25 ^a	20,46±2,14	44,13±1,97 ^a	20,87±2,69	21,27	16,19
	ИП, ‰	21,57±0,81	15,18±0,9	20,13±0,92	14,54±1,49	14,96	13,19
	ГСИ, ‰	4,07±0,38	4,00±0,39	3,69±0,47	4,98±1,10	3,15	3,36
	Упит., ‰	1,68±0,017	1,72±0,03	1,65±0,02	1,62±0,05	0,84	0,74

Примечания: а – величины достоверно отличаются для следующих периодов: 2008–2009 гг. и 2010–2012 гг., b – величины достоверно отличаются для следующих периодов: 2008–2009 гг. и май 2021 г., c – величины достоверно отличаются для следующих периодов: 2010-2012 гг. и май 2021 г.; различия достоверны при p<0,05

Отмечена тенденция к измельчанию особей султанки: уменьшение их стандартной длины (в среднем снижается на 12% и 11% для самок и самцов разного возраста соответственно), массы тела (снижается на 17% и 15% для самок и самцов возраста 0+ - 1 лет соответственно), ИП (снижается на 45% и 25% для самок и самцов разного возраста соответственно), ГСИ (снижается для самок возраста 0+ - 1 и 1+ - 2 лет – на 34%, для самцов возраста 1+ - 2 лет – на 52%); упитанности (снижается для самок и самцов разного возраста – на 47%). Изменение показателей установлено как для самок, так и для самцов, во всех возрастных группах (кроме группы 3+ - 4 года).

По последним данным в акватории города наблюдается периодическое превышение ПДК по БПК₅, меди и нефтепродуктам [6], что может негативно сказываться на процессах жизнедеятельности рыб. С другой стороны, в исследованиях отмечено, что в более загрязненных бухтах ИП в периоды покоя и нереста рыб выше по сравнению с менее загрязненными бухтами [5], что может свидетельствовать о более благополучном состоянии водоемов в настоящий период времени, или же о том, что часть запасящихся веществ печени израсходовано на подготовку к нересту. Снижение же упитанности может быть обусловлено уменьшением интенсивности питания рыб или недостаточным их нагулом в преднерестовый период [3].

Таким образом, выявленные межгодовые отличия могут быть связаны как с влиянием природных, так и антропогенных факторов.

Список литературы

1. Кузьмина, Н.С. Половые и возрастные особенности устойчивости морского ерша *Scorpaena porcus* L. по отношению к антропогенному фактору / Н.С. Кузьмина, Е.Н. Скуратовская // Системы контроля окружающей среды. – 2008. – С. 414-420.
2. Назарова, Е.А. Некоторые морфофизиологические и биохимические показатели средиземноморской ставриды *Trachurus mediterraneus* / Е.А. Назарова, Н.С. Кузьмина // Вопросы рыболовства. – 2009. – №4 (40). – С. 788-798.
3. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) / И.Ф. Правдин; под ред. П.А. Дрягина, В.В. Покровского. – 4-е изд. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 373 с.
4. Применение методов морфофизиологических индикаторов в экологии рыб / В.С. Смирнов, А.М. Божко, Л.П. Рыжков, Л.А. Добринская, – Петрозаводск: Карелия, 1972. – 168 с.
5. Руднева, И.И. Биомониторинг прибрежных вод Черного моря / И.И. Руднева, Н.Ф. Шевченко, И.Н. Залесская, Н.В. Жерко // Водные ресурсы. – 2005. – №2. – С. 238-246.
6. Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя / Под ред. И.И. Рудневой. – М.: ГЕОС, 2016. – 360 с.

УДК 574.587

СОСТАВ И СТРУКТУРА МЕЙОЗООБЕНТОСА ОЗЕРА БОЛЬШОЕ ГОЛУБОЕ (СРЕДНЕЕ ПОВОЛЖЬЕ)

С.В. Бердник, Р.П. Токинова

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, Казань, Россия,

E-mail: svberdnik@mail.ru

Аннотация. Солончатоводное карстовое озеро Большое Голубое расположено вблизи города Казани на правом берегу реки Казанка, на территории государственного

природного заказника регионального значения «Голубые озера». Целенаправленных исследований состава и количественного развития мейзообентоса как в озере, так и в Татарстане, не проводилось. Материалом для исследования послужили пробы грунта, отбиравшиеся ежемесячно с апреля по октябрь в 2016 и 2017 годах на трёх станциях. Обнаружено 15 видов мейообентоса, относящихся к 6 систематическим группам: Platyhelminthes, Gastrotricha, Nematoda, Cyclopoida, Harpacticoida, Ostracoda и представители 2-х групп псевдомейообентоса – Oligochaeta и Chironomidae. Наиболее богаты видами донные отложения карстовой воронки. По численности и видовому разнообразию ведущей группой являются нематоды. Степень выявленности видового состава мейзообентоса исследованных участков озера оценена как очень высокая. Численность и биомасса мейзообентоса карстовой воронки Большая Пучина оказалась значительно выше, чем на станциях в центральной и южной части озера. При сравнении сезонной динамики численности и биомассы мейообентоса озера в 2016 и 2017 году видна различающаяся динамика, пики показателей приходятся на разные месяцы.

Ключевые слова: озеро Большое Голубое, Татарстан, мейообентос, видовое разнообразие, нематоды.

MEIOBENTHOS COMPOSITION AND STRUCTURE OF LAKE BOLSHOYE GOLUBOYE (MIDDLE VOLGA REGION)

S.V. Berdnik, R.P. Tokinova

*Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of
Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia,
E-mail: svberdnik@mail.ru*

Abstract. The brackish-water karst Lake Bolshoye Goluboe is located near the city of Kazan on the right bank of the Kazanka River, on the territory of the State nature reserve of regional significance "Blue Lakes". Purposeful studies of the composition and quantitative development of meiobenthos both in the lake and in Tatarstan have not been carried out. The material for the study was sediments samples taken monthly from April to October 2016 and 2017 at three stations. Fifteen permanent meiobenthos species belonging to 6 taxonomic groups were found: Platyhelminthes, Gastrotricha, Nematoda, Cyclopoida, Harpacticoida, Ostracoda and representatives of 2 temporary meiobenthos groups - Oligochaeta and Chironomidae. The richest in species diversity are the bottom sediments of the karst funnel. In terms of number and species diversity, the leading group are nematodes. The degree of knowledge of the meiobenthos species richness in the studied areas of the lake was estimated as very high. The abundance and biomass of meiobenthos in the Bolshaya Puchina karst funnel turned out to be significantly higher than at the stations in the central and southern parts of the lake. When comparing the seasonal dynamics of the abundance and biomass of the meiobenthos of the lake in 2016 and 2017, one can see a different dynamics, the peaks of indicators fall on different months.

Keywords: Lake Bolshoye Goluboe, Republic of Tatarstan, meiobenthos, species diversity, nematodes.

Актуальность проблемы. Озеро Большое Голубое расположено вблизи города Казани на правом берегу реки Казанка, на территории государственного природного заказника регионального значения «Голубые озера». Озеро относится к редкому для Среднего Поволжья типу водоемов - сульфатным карстовым озерам, с высокой минерализацией (2,2-2,5 г/л) и прозрачностью воды более 17 м [7].

Изучение фауны озера велось с 1920-х годов, но было в основном посвящено исследованию зоопланктона и макробентоса. В разное время из представителей мейофауны отмечались нематода *Dorylaimus stagnalis* Dujardin, 1845 [3], гарпактицида *Canthocamptus staphylinus* (Jurine, 1820) [1] и остракоды из рода *Candona* Baird, 1845

[7]. Целенаправленных исследований состава и количественного развития мейобентоса как в озере, так и в Татарстане, ранее не проводилось.

Материалы и методы. Материалом для нашего исследования послужили пробы грунта, отбиравшиеся ежемесячно с апреля по октябрь в 2016 и 2017 годах на трёх станциях: ст. 1 - в северной части озера на склоне карстовой воронки Большая Пучина (глубина 3-4 м); ст. 2 - в центральной мелководной части озера (глуб. 0,3-0,5 м); ст. 3 - в южной части озера (глуб. 1,5-2 м). На всех станциях донные отложения были представлены серыми илами со значительным количеством растительных остатков. На глубинах свыше 0,5 м грунт отбирался с помощью дночерпателя Петерсена, на мелководье отбор проб производился вручную. Всего с помощью трубчатого пробоотборника (площадь сечения 12,6 см²) было отобрано 39 количественных проб мейобентоса. Фиксация проб проводилась 4% раствором формалина. Организмы мейобентоса из грунта выделялась флотационным методом [4]. Определение видового состава велось по определителям [5,6]. Биомасса организмов вычислялась по формулам зависимости длины тела и массы [2].

Результаты. По итогам исследования, видовой состав мейозообентоса оз. Большое Глубокое является очень бедным, нами отмечено 15 видов эумейобентоса, относящихся к 6 систематическим группам: Platyhelminthes, Gastrotricha, Nematoda, Cyclopoida, Harpacticoida, Ostracoda. Также в пробах встречены представители 2-х групп псевдомейобентоса – Oligochaeta и Chironomidae. Большинство групп представлено единичными видами и только в составе нематод было отмечено 7 видов. Наиболее богаты видами донные отложения карстовой воронки (ст. 1). Только здесь отмечены гастротрихи *Polymerurus nodicaudus* (Voigt, 1901), два вида нематод - *Ethmolaimus pratensis* de Man, 1880 и *Ironus tenuicaudatus* de Man, 1876, а также гарпактициды *Canthocamptus staphylinus*.

Кривая накопления видов в пробах, построенная в программе EstimateS v.9.1.0, позволила оценить степень выявленности видового состава мейозообентоса исследованных участков озера как очень высокую (93±8%).

По индексу доминирования Папия-Ковнацки к доминантным видам относятся нематоды *Tobrilus gracilis* (Bastian, 1865), *Monhystera paludicola* de Man, 1881, *Eumonhystera filiformis* (Bastian, 1865), а к субдоминантным – олигохеты из семейства Tubificidae и нематоды *Chromadorita leuckarti* (de Man, 1876). Прочие виды относятся к субдоминантам первого порядка и второстепенным членам. Такая структура доминирования наблюдалась в оба года исследования.

По численности на ст. 1 преобладают нематоды, что типично для илистых грунтов. В 2016 году их доля составила 94%, а в 2017 – 88%. В биомассе мейобентоса доля олигохет, хирономид и циклопов выше за счет их более крупных размеров, по сравнению с нематодами.

Сравнение количественного развития мейозообентоса карстовой воронки Большая Пучина и станций в центральной и южной части озера, показало их значимое ($p < 0,05$) различие по показателям численности и биомассы. При этом между станциями в центральной и южной части отличий по этим параметрам не выявлено ($p = 1$). В пробах со склона карстовой воронки средняя численность и биомасса мейобентоса была существенно выше. Максимальная численность и биомасса достигали очень высоких значений - до 1041,4 тыс. экз./м² и 5,03 г/м², соответственно. Значение индекса Шеннона по численности в среднем составило $1,97 \pm 0,3$ бит/экз.

Количественные показатели мейобентоса на станциях в центральной и южной части озера существенно уступают предыдущей станции. Средняя численность мейобентоса здесь составляла 24 тыс. экз./м², а биомасса 0,16 г/м². Значение индекса Шеннона по численности в среднем составило $1,42 \pm 0,5$ бит/экз.

При сравнении сезонной динамики численности и биомассы мейобентоса озера в 2016 и 2017 году видна различающаяся динамика, пики показателей приходятся на

разные месяцы. Не наблюдается и характерного для мейофауны озер и водохранилищ Европейской части России пика количественных показателей в сентябре – октябре.

Список литературы

1. Горшкова, А.Т. Зоопланктон и зообентос охраняемых Голубых озер / А.Т. Горшкова, В.А. Яковлев, Е.В. Выборнова // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан: материалы III респ. науч. конф. – Казань: Татполиграф, 1997. – С. 80–81.
2. Курашов, Е.А. Мейобентос как компонент озерной экосистемы / Е.А. Курашов. – СПб.: Алга-Фонд, 1994. – 224 с.
3. Курбангалиева, Х.М. Гидробиологическая характеристика Голубого озера / Х.М. Курбангалиева, О.В. Кашеварова // Ученые записки Казанского университета. – 1946. – Т. 106(3). – С. 71–91.
4. Мокиевский, В.О. Мейобентос. Методическое пособие по полевой практике / В.О. Мокиевский, Г.Д. Колбасова, С.В. Пятаева, А.Б. Цетлин. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. – 199 с.
5. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. / Ред. В.Р. Алексеев, С.Я. Цалолихин. – М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. – 495 с.
6. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос. / Ред. В.Р. Алексеев, С.Я. Цалолихин. – М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 457 с.
7. Уникальные экосистемы солоноватоводных карстовых озер Среднего Поволжья. / Ред. А.Ф. Алимов, Н.М. Мингазова. – Казань: изд-во Казан. ун-та, 2001. – 256 с.

УДК 574.5

ПОГЛОЩЕНИЕ И ВЫВЕДЕНИЕ ЧАСТИЦ МИКРОПЛАСТИКА С РАЗНОЙ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ СЕМЕЙСТВА Lymnaeidae ИЗ ОЗ. БАЙКАЛ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ВОДОЕМОВ

**С.А. Бирицкая, Е.М. Долинская, М.А. Теплых, Л.Б. Бухаева, В.А. Пушница, Я.К.
Ермолаева, А.И. Охолина, Лавникова А.В., Д.Ю. Карнаухов, Е.А. Зиллов**
Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия,
E-mail: biritskaya.sofya@mail.ru

Аннотация. Загрязнение водоемов частицами микропластика привлекает все больше внимания. Микропластиком называют частицы пластика до 5 мм. Они встречаются по всему миру, при этом большинство исследований посвящено морским экосистемам, а пресноводные водоемы изучены слабо. Данное исследование проведено в рамках изучения загрязнения микропластиком уникального пресноводного водоема России – озера Байкал. Частицы микропластика уже обнаружены в водах озера, но их влияние на жизнедеятельность организмов, обитающих в озере, не было исследовано. Брюхоногие моллюски в озере Байкал составляют субдоминантную по числу видов группу организмов, при этом большинство видов является эндемиками озера. Чтобы оценить влияние микропластика с разной морфологической структурой на представителей семейства Lymnaeidae была проведена серия лабораторных экспериментов. Для эксперимента были взяты брюхоногие моллюски вида *Radix auricularia* (Linnaeus, 1758) и брюхоногие моллюски вида *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758), а также два типа флуоресцентного микропластика – фрагменты полистирола и волокна полиэстера. Эксперименты проводились в течение семи дней, и в результате было получено более 300 временных препаратов с экскрементами моллюсков. Проведенные эксперименты

позволили доказать, что брюхоногие моллюски, обитающие в озере Байкал, способны как поглощать частицы микропластика, так и выводить их из организма естественным путем, независимо от морфологической структуры частиц. Однако, для более полных данных о накоплении частиц микропластика в организме моллюска требуется проведение дополнительных лабораторных экспериментов.

Ключевые слова: озеро Байкал; брюхоногие моллюски; микропластик; антропогенная нагрузка.

ABSORPTION AND REMOVAL OF MICROPLASTIC PARTICLES WITH DIFFERENT MORPHOLOGICAL STRUCTURE BY REPRESENTATIVES OF THE LYMNAEIDAE FAMILY FROM LAKE BAIKAL AND ADJACENT WATER BODIES

S.A. Biritskaya, E.M. Dolinskaya, M.A. Teplykh, L.B. Bukhaeva, V.A. Pushnica, Ya.K. Ermolaeva, A.I. Okholina, Lavnikova A.V., D.Yu. Karnaukhov, E.A. Silov

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

E-mail: biritskaya.sofya@mail.ru

Abstract. The contamination of water bodies with microplastic particles is attracting more and more attention. Microplastics are plastic particles up to 5 mm. They are found all over the world, with most of the research on marine ecosystems, and little is known about freshwater bodies. This study was carried out as part of the study of microplastic pollution of a unique freshwater reservoir in Russia - Lake Baikal. Particles of microplastics have already been found in the waters of the lake, but their effect on the vital activity of organisms living in the lake has not been investigated. Gastropods in Lake Baikal constitute the dominant group of organisms in terms of numbers, most of the species are endemic to the lake. To assess the effect of microplastics with different morphological structures on representatives of the family Limnaeidae, a series of laboratory experiments were carried out. For the experiment, gastropods of the species *Radix auricularia* (Linnaeus, 1758) and gastropods of the species *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758), as well as two types of fluorescent microplastics, fragments of polystyrene and polyester fibers, were taken. The experiments were carried out over seven days, and as a result, more than 300 temporary preparations with shellfish excrement were obtained. The experiments carried out made it possible to prove that gastropods living in Lake Baikal are capable of both absorbing microplastic particles and removing them from the body in a natural way, regardless of the morphological structure of the particles. For more complete data on the accumulation of microplastic particles in the body of a mollusk, additional laboratory experiments are required.

Keywords: Lake Baikal; gastropods; microplastic; anthropogenic pressure.

Микропластиком называют частицы пластика размером менее 5 мм. Впервые с проблемой загрязнения воды микропластиком столкнулись около 50 лет назад, когда впервые обнаружили частицы пластика при отборе проб фитопланктона [7; 8]. Проблема загрязнения морских и пресноводных водоемов микропластиком становится с каждым годом все более актуальной. Каждый год появляется все больше сообщений о проблеме из разных уголков мира [5; 10; 16]. Загрязнение окружающей среды частицами микропластика привлекает все больший интерес среди ученых по всему миру. Действительно, проблема является серьезной, и с каждым годом опасность для окружающей среды и человека только растет. Частицы микропластика уже были обнаружены в воздухе, почве и воде, а также в живых организмах, включая организм человека. От одноклеточного зоопланктона до крупных млекопитающих, микропластик включается и накапливается в трофических цепях как наземных, так и водных экосистем. Несмотря на большое количество исследований, посвященных изучению влияния микропластика на живые организмы, неизвестно, насколько негативным

может быть его воздействие на разные группы организмов. Недостаточно данных о наличии и количественных показателях пластиковых частиц в водоемах [6], а также о токсическом воздействии на различные группы организмов, в особенности гидробионтов [15]. Гидробионты воспринимают микропластик как источник пищи, и способны поглощать частицы микропластика, который передается и аккумулируется, вызывая нарушения важных физиологических процессов, таких как питание, рост и размножение [9]. Также опасность представляет способность микропластика адсорбировать на своей поверхности различные загрязняющие вещества, которые также могут передаваться вверх по пищевой цепи [3].

Озеро Байкал является уникальным природным объектом по многим параметрам, таким как происхождение, климат, но одной из главных особенностей является количество эндемиков. Они составляют около 60% всей фауны озера, это более 1500 видов [1]. Исчезновение хотя бы одного из них повлечет за собой последствия для всей экосистемы, поэтому важно изучать влияние загрязнителей, в том числе микропластика, на обитающие в воде организмы.

Брюхоногие моллюски в озере Байкал образуют доминантную по биомассе и субдоминантную по численности группу организмов. Всего в озере обитает 150 видов брюхоногих моллюсков, 79% из которых являются эндемиками [1]. Моллюски в Байкале не достигают больших размеров – самые крупные представители достигают 6 см. Тем не менее, они также могут быть подвержены влиянию микропластика, который находится в воде, а затем накапливается в больших количествах в детрите.

Проведение лабораторных исследований в изучении влияния микропластика на организмы является наиболее перспективным подходом и позволит получить наиболее точные и актуальные данные. Проведение экспериментов с участием байкальских брюхоногих моллюсков позволит ответить на ряд актуальных вопросов, касающихся влияния микропластика на разные группы организмов, а также получить новые данные об экосистеме озера Байкал, его состоянии и рисках, связанных с возрастающей антропогенной нагрузкой.

Цель исследования

Целью данного исследования было изучение процессов поглощения и выведения частиц микропластика с разной морфологической структурой брюхоногими моллюсками оз. Байкал.

Материалы и методы

Для исследования нами был поставлен эксперимент, основанный на ранее проверенной методике [12]. Для эксперимента были взяты 20 моллюсков вида *Radix auricularia* (Linnaeus, 1758) и 20 моллюсков вида *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758), а также два типа флуоресцентного микропластика – фрагменты полистирола и волокна полиэстера. Моллюсков каждого вида разделили на две группы: 10 моллюсков питались смесью с фрагментами микропластика, другие 10 – с волокнами. Каждый моллюск был помещен в отдельный аквариум и подключен к системе аэрации. Эксперимент был проведен следующим образом: была приготовлена смесь из водорослей, желатина и микропластика, которую нанесли на предметное стекло (для имитации биопленки, которой моллюски питаются в естественной среде обитания), этой смесью моллюсков кормили один раз, а затем в течение пяти дней готовились препараты с экскрементами моллюсков. Экскременты каждый раз были отобраны перед сменой воды: в 15:00 и 17:00 в первый день; в 9:00, 11:00, 13:00, 15:00 и 17:00 во второй, третий и четвертый дни; и в 15:00 на седьмой день эксперимента.

Результаты и обсуждения

Таким образом, должно было быть получено 360 препаратов (180 от эксперимента с фрагментами микропластика и 180 от эксперимента с волокнами микропластика) с экскрементами моллюсков каждого вида, т.е. всего 720 препаратов. Но в конечном итоге количество готовых препаратов было гораздо меньше ожидаемого количества, что может быть связано с тем, что за весь период экспериментов моллюсков кормили всего один раз, что повлияло на количество экскрементов.

По результатам поставленных экспериментов для вида *R. auricularia* было получено 144 препарата, из которых 73 в эксперименте с фрагментами микропластика, и 71 с волокнами микропластика. Для *L. stagnalis* получено 176 препаратов, 91 в эксперименте с фрагментами, 85 с волокнами.

Каждый из полученных препаратов был сфотографирован на цифровую камеру под УФ-фонариком для визуализации полученных результатов. Это позволило визуально оценить не только наличие микропластика, но и степень его флуоресценции, где 3 – сильная флуоресценция, 2 – средняя флуоресценция, 1 – слабая флуоресценция, 0 – флуоресценция отсутствует. В эксперименте с фрагментами микропластика у вида *R. auricularia* в 12 из 73 случаев флуоресценция была оценена как сильная, в 25 случаях как средняя, в 24 случаях как слабая, в 12 флуоресценция отсутствовала. У вида *L. stagnalis*, также в эксперименте с фрагментами, в 3 из 91 случаев флуоресценция была сильной, в 25 средней, в 53 случаях слабая и в 10 отсутствовала совсем. В эксперименте с волокнами микропластика у вида *R. auricularia* сильная флуоресценция наблюдалась всего 2 раза, средняя 7 раз, слабая 13 раз, и в 49 случаях флуоресценция отсутствовала. У *L. stagnalis* в эксперименте с волокнами из 85 препаратов в 13 флуоресценция была сильной, в 20 средней, в 34 слабой и в 18 отсутствовала (табл. 1).

Таблица 1- Степень флуоресценции микропластика в поставленных экспериментах

Степень флуоресценции	Фрагменты микропластика		Волокна микропластика	
	<i>R. auricularia</i>	<i>L. stagnalis</i>	<i>R. auricularia</i>	<i>L. stagnalis</i>
3 – сильная	12	3	2	13
2 – средняя	25	25	7	20
1 - слабая	24	53	13	34
0 - отсутствует	12	10	49	18
Всего:	73	91	71	85

Корреляционный анализ полученных данных показал достоверную отрицательную корреляцию между количеством частиц микропластика в фекалиях моллюсков и течением времени, то есть со временем микропластик, поглощенный моллюском, выводится из его организма.

С точки зрения загрязнения микропластиком водных объектов на данный момент морские водоемы более изучены, чем пресноводные [15]. Так, загрязнение озера Байкал микропластиком только начинает изучаться [2; 14]. Первые полученные результаты говорят о том, что в озере обнаружены все исследуемые типы микропластика – волокна, фрагменты, гранулы и пленки; при этом самым часто встречаемым типом микропластика являются волокна, которые являются наиболее опасными для живых организмов [2]. Однако, на данный момент неизвестно, представляет ли загрязнение микропластиком реальную опасность для экосистемы оз. Байкал.

Согласно уже проведенным лабораторным исследованиям, морские и пресноводные брюхоногие и двусторчатые моллюски являются одной из самых обширных групп, подверженных влиянию микропластика. Он способен оказывать значительное экотоксикологическое и физиологическое влияние на моллюсков. Так, например, микропластик повлиял на пищевое поведение и вызвал физиологические

нарушения у пресноводного двустворчатого моллюска *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1897) – частицы микропластика снизили показатели кормления моллюсков, что привело к замедлению индивидуального роста [13].

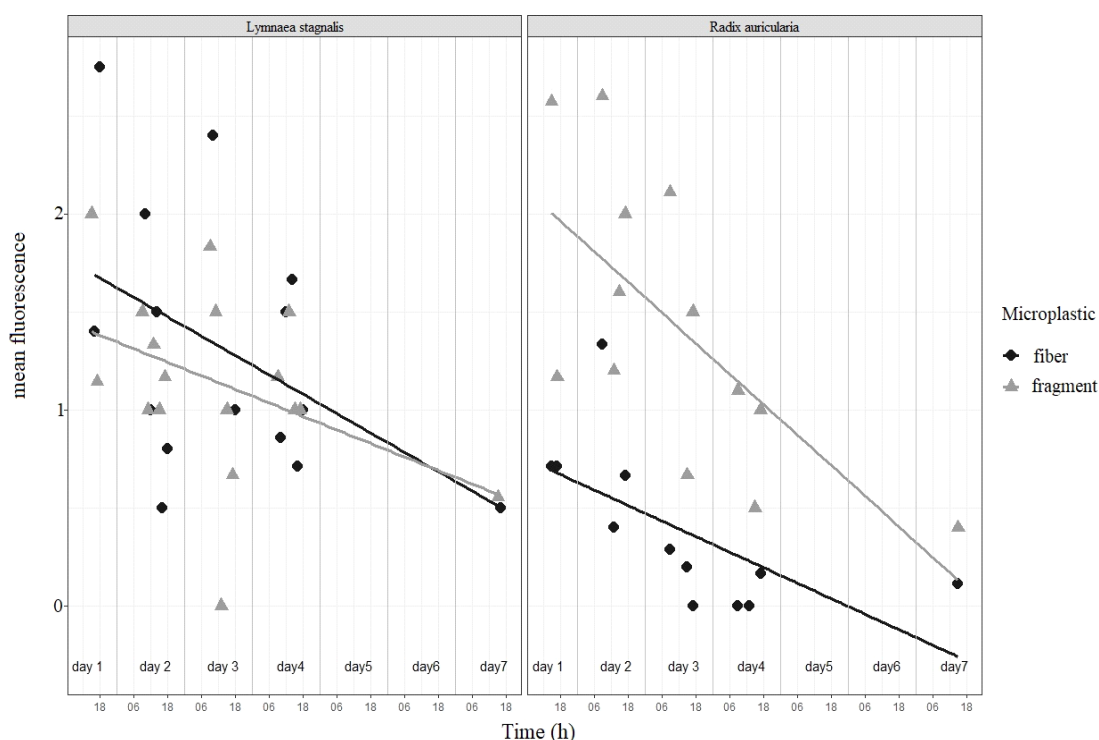


Рис. 1. Корреляционный анализ данных

Эксперимент, проведенный с участием пресноводного брюхоногого моллюска *Radix balthica* (Linnaeus, 1758) показал, что микропластик не только активно употребляется моллюсками в качестве пищи, но и выводится из организма, о чем говорит его присутствие в фекалиях [12]. Однако после химического растворения тела моллюска в нем также были обнаружены частицы микропластика, что говорит о том, что микропластик способен как выводиться, так и накапливаться в его организме.

Заключение

Полученные нами данные позволяют сделать выводы о том, что микропластик может поглощаться брюхоногими моллюсками вместе с пищей, а также выводиться из организма с фекалиями. Частицы микропластика наблюдались уже в первых сделанных препаратах, на второй день их количество было максимальным, а далее с каждым днем уменьшалось. Для более точных выводов требуется проведение дополнительных лабораторных экспериментов, посвященных изучению накопления частиц микропластика в организме моллюсков.

Исследование проведено при финансовой поддержке гранта Иркутского государственного университета для молодых ученых № 091-21-314 «Изучение влияния частиц микропластика с разной морфологической структурой на брюхоногих моллюсков озера Байкал».

Список литературы

1. Байкаловедение: в 2 кн. / О.Т. Русинек [и др.] – Новосибирск: Наука, 2012. – Кн. 2. – 664 с.
2. Бирицкая, С.А. Загрязнения вод микропластиком над литоральной зоной в южной котловине озера Байкал / С.А. Бирицкая, Е.М. Долинская, М.А. Теплых, Я.К.

Ермолаева, В.А. Пушница, Л.Б. Бухаева, И.В. Кузнецова, А.И. Охолина, Д.Ю. Карнаухов, Е.А. Зилов // Байкальский зоологический журнал. – 2020. – №2 (28). – С. 29-32.

3. Зобков, М.Б. Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов / М.Б. Зобков, Е.Е. Есюкова // Океанология – 2017. – Т. 58, № 1. – С. 149-157.

4. Aljaibachi, A. Impact of polystyrene microplastics on *Daphnia magna* mortality and reproduction in relation to food availability / R. Aljaibachi, A. Callaghan // PeerJ – Life & Environment. – 2018. – P. 1-18.

5. Andrady, A.L. Microplastics in the marine environment. / A.L. Andrady // Marine Pollution Bulletin. – 2011. – №62. – P. 1596-1605.

6. Bruck, S. Chronic ingestion of polystyrene microparticles in low doses has no effect on food consumption and growth to the intertidal amphipod *Echinogammarus marinus*? / S. Bruck, A.T. Ford // Environ Pollut. – 2018 – V. 233 – P. 1125-1130.

7. Carpenter, E.J. Plastics on the Sargasso Sea surface / E.J. Carpenter, K.L. Smith // Science. – 1972. – V. 175. – P. 1240-1241.

8. Carpenter, E.J. Polystyrene spherules in coastal waters / E.J. Carpenter, S. J. Anderson, G. R. Harvey, H. P. Miklas, B. B. Peck // Science. – 1972. – V. 17. – P. 749-750.

9. Cedro, A. Microplastics in Irish freshwaters: a preliminary study / A. Cedro, J. Cleary // Proceedings of the 14th International Conference on Environmental Science and Technology (3-5 September 2015) – Rhodes, Greece, 2015 – P. 1-5.

10. Cole, M. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. / M. Cole, P. Lindeque, C. Halsband, T.S. Galloway // Marine Pollution Bulletin. – 2011. – №62. – P. 2588-2597.

11. Egessa, R. Microplastic pollution in surface water of Lake Victoria / R. Egessa, A. Nankabirwa, H. Ocaya, W.G. Pabire // Science of the Total Environment. – 2020. – P. 1-34.

12. Ehlers, S.M. Low-cost microplastic visualization in feeding experiments using an ultraviolet light-emitting flashlight / S.M. Ehlers, J. Maxein, J. H. E. Koop // Ecological Research. – 2020. – Vol.35. – P. 265-273.

13. Harris, L.S. Impacts of microplastic vs. natural abiotic particles on the clearance rate of a marine mussel / L. S. Harris, E. Charrington // Limnology and oceanography letters. – 2019 – V. 5 – P. 66-73.

14. Karnaukhov, D.Yu. Pollution by macro- and microplastic of large lacustrine ecosystems in Eastern Asia / D. Yu. Karnaukhov, S. A. Biritskaya, E. M. Dolinskaya, M. A. Teplykh, N. N. Silenko, Ya. K. Ermolaeva, E. A. Silow // Pollution Research. – 2020. – 36 (2). – P. 440-442.

15. Sarah, Y. Au. Responses of *Hyalella azteca* to acute and chronic microplastic exposures / Y. Au. Sarah, T. F. Bruce, W. C. Bridges, S. J. Klaine // Environ. Toxicol. Chem. – 2015 – V. 34 – P. 2564-2572.

16. Vandermeersch, G. A critical view on microplastic quantification in aquatic organisms. / G. Vandermeersch, L. Van Cauwenberghe, C.R. Janssen, A. Marques, K. Granby, G. Fait, M. Kotterman, J. Diogène, K. Bekaert, J. Robbens, L. Devriese // Environmental Research. – 2015. – №143 (Part B). – P. 46-55.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ SENTINEL-2 ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОЗ. БАЙКАЛ

Е.В. Болданова

Байкальский государственный университет, г.Иркутск, РОССИЯ,

E-mail: boldanova@mail.ru

Аннотация. Оценка состояния поверхностных вод водоемов с помощью средств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) используется достаточно широко, разработаны различные модели расчета границ водоемов, прозрачности вод, концентрации хлорофилла-а и др. В исследовании была рассмотрена возможность применения готовых моделей применительно к озеру Байкал. В качестве исходных данных были выбраны спутниковые снимки Sentinel-2, обладающие широким спектром данных, высоким пространственным разрешением, регулярностью и охватом территории, включающим оз. Байкал.

В исследовании был проведен обзор существующих моделей для оценки состояния поверхностных вод пресноводных водоемов и сделан их сравнительный анализ. Получен вывод о том, что оценка границ водоемов с помощью нормализованного разностного водного индекса NDWI универсальна и может быть использована для оз. Байкал. Адаптацией является выбор порогового значения для включения либо исключения некоторых объектов. Рассмотренные модели оценки концентрации хлорофилла-а, прозрачности воды по диску Секки представлены либо в виде нормализации разности, либо линейной зависимости, либо степенной. Визуализация расчетов по данным моделям для оз. Байкал позволила выявить несоответствия действительности. В частности была обнаружена высокая концентрация хлорофилла-а в открытой части водоема при низкой концентрации в устьях рек. Другим несоответствием оказалось значение прозрачности поверхностных вод по диску Секки, рассчитанное по модели, фактическим значениям, превышение составило более чем в два раза. Сделано заключение о том, что существующие модели оценки состояния поверхностных вод специализированы для конкретных водоемов. Для оз. Байкал требуется их адаптация на основе полевых наблюдений.

Ключевые слова: дистанционное зондирование, озеро Байкал, Sentinel-2, прозрачность воды, концентрация хлорофилла-а.

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF USING SENTINEL-2 SATELLITE IMAGES TO ASSESS THE STATE OF SURFACE WATER IN BAIKAL

E.V. Boldanova

Baikal State University, Irkutsk, Russia,

E-mail: boldanova@mail.ru

Absrtact. Assessment of the state of surface water bodies using Earth remote sensing (ERS) is widely used; various models have been developed for calculating the boundaries of water bodies, water transparency, chlorophyll-a concentration, etc. The study considered the possibility of using ready-made models in relation to Lake Baikal. As the initial data, Sentinel-2 satellite images were selected, which have a wide range of data, high spatial resolution, regularity and coverage of the territory, including Lake Baikal.

The study reviewed the existing models for assessing the state of surface waters in freshwater reservoirs and made their comparative analysis. It was concluded that the assessment of the boundaries of water bodies using the normalized differential water index NDWI is universal

and can be used for Lake Baikal. Adaptation is the choice of a threshold value for the inclusion or exclusion of some objects. The considered models for estimating the concentration of chlorophyll-a, the transparency of water according to the Secchi disk are presented either in the form of normalization of the difference, or a linear dependence, or a power law. Visualization of calculations according to these models for the Lake Baikal made it possible to reveal inconsistencies with reality. In particular, a high concentration of chlorophyll-a was found in the open part of the reservoir at a low concentration in river mouths. Another discrepancy turned out to be the value of the transparency of surface waters along the Secchi disk, calculated from the model, to the actual values, the excess was more than two times. It is concluded that the existing models for assessing the state of surface waters are specialized for specific water bodies. For the Lake Baikal requires their adaptation based on field observations.

Keywords: remote sensing, Lake Baikal, Sentinel-2, water transparency, chlorophyll-a concentration.

Проблемы исследования экологического состояния водоемов в нашей стране рассматривались с 40-х годов прошлого столетия [1, 4], эксперименты по оценке прозрачности вод пресноводных водоемов по данным ДЗЗ в спектрах видимого диапазона [3]. Кроме того, у нас в стране и за рубежом велись работы по оценке концентраций взвеси и фитопланктона [12], что отмечено в работе А.Н. Виноградова [2].

За последние несколько десятилетий дистанционное зондирование и геоинформационные технологии (ГИС) успешно использовались в исследованиях по мониторингу качества поверхностных вод. Датчики, установленные на спутниках и самолетах, измеряют количество излучения на различных длинах волн, отраженного от поверхности водных объектов, которое затем преобразуется в различные показатели качества воды. Благодаря достижениям в области дистанционного зондирования такие параметры, как концентрация взвеси (TSS), хлорофилла-а (chl-a), мутность и прозрачность по диску Секки (SDD), отслеживаются достаточно хорошо [2].

В исследовании была поставлена задача использования возможностей ДЗЗ и ГИС для оценки состояния поверхностных вод оз.Байкал. Для предварительной оценки возможностей анализа по космоснимкам был использован снимок Sentinel-2 за 25 мая 2020 г., прошедший атмосферную коррекцию. Необходимо было выяснить применимость индексов, разработанных другими авторами, для оценки поверхностных вод оз.Байкал.

Для оценки границ водоемов могут использоваться самые разнообразные индексы, но наиболее точным признан NDWI – нормализованный разностный водный индекс. Для выделения воды значение индекса было принято ≥ 0 , а не 0,3. Это позволило исключить потери некоторых объектов.

Подобные расчеты для индекса NDVI привели к тому, что к водоемам были отнесены и некоторые заливные луга. Поэтому в данном случае признано, что индекс NDWI дает более точные границы водоемов. Векторизованные границы были использованы в дальнейшем анализе.

Следующим шагом было проверить возможность расчета концентрации хлорофилла-а. Расчеты были сделаны по моделям разных авторов. Например, по модели Brivio [2]:

$$Chla = \frac{B02 - B04}{B03}, (1)$$

где B02, B03 и B04 – соответствующие спектральные каналы Sentinel-2.

В данной формуле отсутствуют коэффициенты, поэтому здесь не идет речь о численных значениях концентрации, а только об обнаружении наличия хлорофилла-а. Взятый для анализа снимок был сделан в конце мая, когда возможен всплеск развития

хлорофилла-а. Наибольшая концентрация хлорофилла-а по модели оказалась в открытом Байкале, где обычно наблюдается концентрация меньше, чем в устьях рек. Поэтому данная модель вызвала сомнения.

По модели Gilerson et al. (2010) [6]:

$$Chla = \left(\left(35,75 * \frac{B05}{B04} \right) - 19,3 \right)^{1,124} \quad (2)$$

Полученные значения концентрации хлорофилла-а на порядок превышают значения, измеренные in situ.

Расчет по модели Gitelson et al. (2011) [7]:

$$Chla = \left(\left(\frac{1}{B04} - \frac{1}{B05} \right) * B06 \right) \quad (3)$$

привел к получению отрицательных значений концентраций хлорофилла-а, что вызывает серьезные сомнения.

Прозрачность по диску Секки, рассчитанная по модели J.Delegido et al. (2019) [5]:

$$SD = 4,7134 (B02/B03)^{2,5569} \quad (4)$$

Значения похожи на правду, но требуется более точная математическая проверка по полевым данным. Прозрачность 40 и более метров на Байкале не наблюдается.

Расчет прозрачности по модели Bonansea, M. et al. (2019) [4]:

$$SDT = 1,79 - 134,15 * B05 + 157,72 * B08 + 0,53 * \left(\frac{B07}{B8A} \right), \quad (5)$$

Значения очень далеки от истинных. Приведенные модели разработаны для конкретных водоемов, и их применение для других условий требует серьезной адаптации на основе полевых наблюдений [3]. Для повышения точности описательных моделей возможно потребуется разработка специализированных моделей для выбранного водоема.

Список литературы

1. Виноградов, А. Н. Исследование возможностей гиперспектральной съемки для мониторинга состояния водных объектов / А. Н. Виноградов, В.В. Егоров, А. П. Калинин, А. И. Родионов, И. Д. Родионова, И. П. Родионова // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2017. – Т. 14, №2. – С. 125–134.
2. Кутявина, Т. И. Использование космических снимков для определения границ водоемов и изучения процессов эвтрофикации / Т. И. Кутявина, В. В. Рутман, Т. Я. Ашихмина, В. П. Савиных // Теоретическая и прикладная экология. – 2019. – № 3. – С. 28–33.
3. Boldanova, E. V. Modelling of transparency of Lake Baikal inferred from the Sentinel-2 Data / E. V. Boldanova // Limnology and Freshwater Biology. 2021. № 2. С. 1126-1129.
4. Bonansea, M. Evaluating the feasibility of using Sentinel-2 imagery for water clarity assessment in a reservoir / M. Bonansea, M. Ledesma, R. Bazán, A. Ferral, A. German, P. O'Mill, C. Rodriguez, L. Pinotti // Journal of South American Earth Sciences, 95, 2019. – P. 102–265.
5. Delegido, J. Turbidez y profundidad de disco de Secchi con Sentinel-2 en embalses con diferente estado trófico en la Comunidad Valenciana / J. Delegido, E. P. Urrego, E. Vicente, X. S. Perpinyà, J. M. Soria, M. P. Sandoval, A. Ruiz-Verdú, R. Peña, J. Moreno // Revista de Teledetección, 2019. – P. 15–24.
6. Gilerson, A. Algorithms for remote sensing of chlorophyll-a in coastal and inland waters using red and near infrared bands / A. Gilerson, A. Gitelson, J. Zhou, D. Gulrin, W. Moses, I. Ioannou, S. Ahmed – DOI 10.1364/OE.18.024109// Opt. Express, 2010. – V. 18. No. 23. – P. 24109–24125.

7. Gitelson, A. Estimation of chlorophyll-a concentration in productive turbid waters using a hyperspectral imager for the coastal ocean: The Azov Sea case study / A. Gitelson, B. C. Gao, R. R. Li, S. Berdnikov, V. Saprygin. – DOI 10.1088/1748-9326/6/2/024023 // Environ. Res. Lett., 2011. – V. 6. No. 2. – P. 1–6.

УДК 639.37:597.423

ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ КАЧЕСТВА СТЕРЛЯДИ (*ACIPENSER RUTHENUS* L.) И ПЕРСПЕКТИВЫ ВИДА В СОВРЕМЕННОМ РЫБОВОДСТВЕ

Э.В. Бубунец¹, А.В. Лабенец²

¹ФГБУ «Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации», Москва, Россия, ed_fish_69@mail.ru

²Всероссийский научно-исследовательский институт интегрированного рыбоводства — филиал ФГБНУ «Всероссийский исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста» Московская обл. пос. им. Воровского, Россия.

E-mail: avlabenets@mail.ru

Аннотация. Анализируются весовой рост, соматическая и генеративная продукция стерляди в соответствии с концепцией комплексной оценки. В компаративном аспекте рассмотрены особи, обитающие в состоянии естественной свободы и выращенные в рыбоводных хозяйствах. Содержание протеина в икре и мясе стерляди составляет 26,1 - 26,7 и 17,1 - 17,9% соответственно. Икра стерляди содержит до 14,2 % жира. Энергетическая ценность этих продуктов колеблется в пределах 4229,3 – 11574,7 КДж. Показано, что по критериям энергетической и пищевой ценности икры и мяса вид близок к другим представителям подсемейства *Acipenserinae*. Оценены вероятные перспективы использования стерляди в современной аквакультуре.

Ключевые слова: осетроводство; стерлядь; весовой рост; соматическая и генеративная продукция; энергетическая и пищевая ценность; перспективы.

ECONOMICALLY VALUABLE QUALITIES OF STERLET (*ACIPENSER RUTHENUS* L.) AND PROSPECTS OF SPECIES IN MODERN AQUACULTURE

E.V. Bubunets¹, A.V. Labenets²

¹FGBU " Central Directorate for Fisheries Expertise and Standards for Conservation, Reproduction of Aquatic Biological Resources and Acclimatization", Moscow, Russia, ed_fish_69@mail.ru

² All-Russian Research Institute of Integrated Fish Farming - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution All-Russian Research Center for Livestock named after Academician L.K. Ernst, Moscow Region, Russia.

Email address: avlabenets@mail.ru**Abstract.** Weight growth, somatic and generative production of sterlet are analyzed in accordance with integrated assessment concept. Fishes in natural freedom and fishes farmed are considered comparatively. The protein content in sterlet caviar and meat is 26,1 - 26,7 and 17,1 - 17,9% respectively. Sterlet caviar contains up to 14,2% of fat. The energy value of these products is 4229,3 – 11574,7 kJ. It is shown, that by criteria of energetic and nutritional value of caviar and meat the species are close to other representatives of the subfamily *Acipenserinae*. Probable prospects of sterlet use in modern aquaculture are assessed.

Keywords: sturgeon breeding, sterlet, weight growth, somatic and generative production, energetic and nutritional value, prospects.

Несмотря на то, что стерлядь является самым мелким представителем подсемейства *Acipenserinae*, именно она стала первым объектом осетроводства в его современном понимании [2]. Благодаря весьма высокой толерантности к условиям среды, быстрому созреванию и другим ценным свойствам *A. ruthenus* и в настоящее время является одним из массово культивируемых видов. Уже к началу текущего столетия во многих рыбоводных предприятиях (преимущественно тепловодных) были сформированы ее репродуктивные стада высокой численности [1, 7].

Поэтому определенный, в том числе и практический интерес представляет анализ проявления хозяйственно-ценных признаков, характеризующих особей данного вида как из естественной среды, так и предприятий аквакультуры. В качестве методической основы здесь целесообразно использовать концепцию комплексной оценки [4; 5].

Обширность природного ареала вида предопределила существование многочисленных локальных популяций, населяющих его отдельные участки. Составляющие их особи достаточно четко дифференцируются по ряду признаков, в том числе и представляющих хозяйственно-экономический интерес. В первую очередь к ним относится весовой рост, как один из главных показателей, определяющих продуктивность.

Скорость увеличения массы (весовой рост, массонакопление) у рыб, обитающих в состоянии естественной свободы, определяется, преимущественно, широтностью конкретного участка ареала, а также состоянием имеющейся кормовой базы. В условиях культивирования соответствующими параметрами, наряду с основным - термальным ресурсом рыбоводного предприятия, будут уровень и качество кормления, а также наличие ингибирующих рост факторов среды (в частности, растворенных поллютантов).

Характерно, что при культивировании, в том числе и в весьма стабильных условиях УЗВ, различия в массонакоплении у особей стерляди из различных природных популяций проявляются достаточно отчетливо. Например, исследования проф. Е.И. Хрусталева по сравнительному выращиванию камской, нижеволжской и окской стерляди выявили достоверное превосходство нижеволжской стерляди по скорости массонакопления при высокой выживаемости [10]. Эти, и ряд других аналогичных данных определенно показывают наличие генетически детерминированных межпопуляционных различий по хозяйственно значимым признакам у особей стерляди различного происхождения.

Относительно массовое (по сравнению с другими представителями семейства) распространение стерляди, как в природе, так и во многих рыбоводных хозяйствах, обусловило и наличие значительного массива доступных сведений по качественным характеристикам рыбы-сырца и зрелых ооцитов (икры-сырца). Составленная на основе некоторых доступных сведений таблица, приводимая ниже, дает общее представление об энергетической ценности и химическом составе соматической и генеративной продукции стерляди.

Питательная и энергетическая ценность этих продуктов весьма высока, и практически не имеет значимых различий от аналогичных показателей других отечественных осетровых [8]. Как показывает сопоставление имеющихся фактических данных, генетически детерминированный продукционный потенциал стерляди в условиях полноциклического культивирования по всему спектру учтенных характеристик в целом соответствует характерному для особей, обитающих в состоянии естественной свободы. При этом специфические видовые особенности проявляются достаточно константно.

Таблица – Химический состав и энергетическая ценность рыбы-сырца и икры стерляди в различных условиях

Показатели		Состояние естественной свободы		Условия культивирования	
		Рыба-сырец [7; 11]	Икра [3]	Рыба-сырец [11]	Икра [3]
Сухое в-во, %		25,1	49,9	26,5	41,3
В % к сырому веществу					
Сырой протеин		17,9	26,1	17,1	26,7±0,7
Общие липиды		6,1	13,7	4,6	14,2±1,2
Минеральные в-ва		1,1	1,5	1,1	1,3±0,2
Энергетическая ценность	КДж	6 640,3	11 574,67	4 229,34	9 008,5
	Ккал	1270-1548,8	2 762,45	1 009,39	2 150,0

Наблюдаемый весьма широкий диапазон внутривидовой изменчивости (в том числе, и по хозяйственно-важным признакам), характерный для стерляди, можно обосновано рассматривать как потенциальный ресурс для успешного ведения целенаправленной селекционной работы по ряду направлений, обуславливаемых актуальной экономической (или биодиверситологической) целесообразностью.

Совокупность нескольких факторов маркетингового характера в сочетании с видовыми биологическими особенностями не позволяют оптимистично рассматривать перспективы увеличения масштабов коммерческого выращивания стерляди для получения товарной (пищевой) продукции. Тем не менее, ее хозяйственно-ценные качества, частично рассмотренные выше, позволяют обоснованно выделить ряд направлений, в которых использование вида является, по нашему мнению, перспективным. В первую очередь, к ним следует отнести следующие:

1. Реституция природных популяций и компенсационные мероприятия. Достаточно широко реализуются сейчас, и, несомненно, масштабы будут только увеличиваться.

2. Декоративная и экспозиционная аквакультура (преимущественно особи с девиантной пигментацией (окраской) [2]. За рубежом (в частности, в Европе) это направление развивается весьма динамично. В последнее время ему уделяется некоторое внимание и у нас [6], хотя оно, с учетом вероятных перспектив, сейчас явно недостаточное.

3. Получение высокопродуктивных гибридов с другими осетровыми для коммерческого выращивания. Начало развитию этого направления было положено уже в позапрошлом веке. Всем известен бестер, долгие годы бывший основным объектом советской аквакультуры осетровых. Однако, до настоящего времени многочисленные гибриды стерляди не имеют полученной на научной основе (методически корректно) комплексной оценки их продукционного потенциала, и этот, несомненно значительный, потенциальный ресурс вполне может быть мобилизован в обозримой перспективе.

Список литературы

1. Бубунец, Э.В. Ремонтно-маточные стада сибирского осетра и стерляди некоторых тепловодных хозяйств Российской Федерации / Э.В. Бубунец, А.В. Лабенец // «Создание и эксплуатация ремонтно-маточных стад осетровых рыб с использованием теплых вод различного происхождения». Тезисы докладов научно - практической конференции. - СПб.: «ИП Комплекс», 2003. - С. 3-9.

2. Бубунец, Э.В. Полтора столетия российского осетроводства / Э.В. Бубунец, А.В. Лабенец // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2019. - № 10. – С. 8 - 14.

3. Копыленко, Л.Р. Научное обоснование и разработка технологии консервирования икры осетровых и лососевых рыб. Автореф. дисс. докт. техн. наук.

05. 18. 04 – технология мясных, молочных, рыбных продуктов и холодильных производств. – М., 2006. – 50 с.
4. Лабенец, А.В. Возможные подходы к проблеме комплексной оценки продуктивности культивируемых гидробионтов / А.В. Лабенец // Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Москва, ВВЦ, 21 – 22 января 2016 г.) [Электронный ресурс]. - Т.2. – М.: Издательство «Перо», 2016. – С. 147 – 153.
5. Лабенец, А.В. Комплексная оценка продуктивности культивируемых гидробионтов / А.В. Лабенец // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2017. - № 4 (136). - С. 20 – 24.
6. Маммаев, М.А. Выращивание посадочного материала стерляди в установке с замкнутым циклом водоснабжения при различных технологических факторах. Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. 06.04.01 – Рыбное хозяйство и аквакультура. – Махачкала, 2021. – 22 с.
7. Мамедов, Ч.А. Формирование ремонтно-маточных и продукционных стад стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758), белуги (*Huso huso* Linnaeus, 1758) и бестера (*Huso huso* x *Acipenser ruthenus*) в Азербайджане / Ч.А. Мамедов, К.В. Шафиев, С.Н. Гани-заде // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – №3. – С.18-35.
8. Миндер, Л.П. Опыт сравнения пищевой ценности рыб и рыбных продуктов / Л.П. Миндер // Труды ПИНРО. – 1967. – Вып. XXII. - С. 140-157.
9. Сравнительная характеристика пищевой ценности стерляди из ремонтно-маточного стада и производителей из р. Иртыш / А.Н. Астахова, Т.В. Захарова, М.А. Чепуркина, Н.П. Соломина // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития: Материалы докладов IV Международной научно-практической конференции, 13-15 марта 2006 г. Астрахань. – М.: Издательство ВНИРО, 2006. – С.66-69.
10. Хрусталева, Е.И. Сравнительная оценка ростовой и адаптогенной потенции у окской, камской и нижеволжской стерляди в условиях УЗВ / Е.И. Хрусталева // Рыбное хозяйство. – 2010. - № 6. – С. 83 - 85.
11. Шевченко, В.В. Хранение и транспортирование живой рыбы/ В.В. Шевченко. - М.: «Экономика», 1978. - 72 с.

УДК 577.592.595

ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СЕЗОННУЮ И МНОГОЛЕТНЮЮ ДИНАМИКУ ЗООПЛАНКТОНА КУЛУНДИНСКОГО ОЗЕРА

Л.В. Веснина, Д.М. Безматерных

Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул

E-mail: artemia.vesnina@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения влияния основных природных экологических факторов на многолетнюю и сезонную динамику зоопланктона большого гипергалянного Кулундинского озера, расположенного в Кулундинской степи (Алтайский край). Статистический анализ влияния факторов окружающей среды на структуру зоопланктона оз. Кулундинского показал, что более достоверные результаты получаются при использовании ежемесячных гидрофизических и гидрохимических данных, а не осредненных за период исследований (апрель – октябрь). Выявленные изменения в структуре зоопланктона под действием абиотических факторов в основном обусловлены стимулирующим действием повышения минерализации на популяцию артемии и ее угнетающим влиянием на прочие таксоны. Для многолетней динамики зоопланктона характерна сложная

цикличность величины минерализации воды и продуктивности популяции артемии (6, 10-летние и возможно более короткие и длинные циклы), которая в свою очередь зависит от периодических изменений увлажненности водосборного бассейна озера.

Ключевые слова: зоопланктон, экологические факторы, лимнология, гидрохимия.

MAIN NATURAL FACTORS DETERMINING SEASONAL AND LONG-TERM DYNAMICS OF ZOOPLANKTON FROM LAKE KULUNDINSKOYE

L.V. Vesnina, D.M. Bezmaternykh

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul

E-mail: artemia.vesnina@mail.ru

Abstract. The paper presents the findings of studying the influence of main natural environmental factors on long-term and seasonal dynamics of zooplankton from large hypergaline lake Kulundinskoye located in the Kulunda steppe (Altai Krai). The statistical analysis of environmental factors having effect on zooplankton structure of lake Kulundinskoye suggests that more reliable results are obtained when using monthly hydrophysical and hydrochemical data rather than the averaged over the research period (April – October). The revealed variations in zooplankton structure are mainly due to a stimulating effect of increased salinity on Artemia population and its depressing impact on other taxa. The long-term dynamics of zooplankton is characterized by a complex cyclicity of water salinity and productivity of Artemia population (6, 10-year and, possibly, shorter and longer cycles), which in turn depends on periodic changes in moisture content of the lake catchment.

Keywords: zooplankton, environmental factors, limnology, hydrochemistry

Озеро Кулундинское расположено в области замкнутого стока Обь-Иртышского междуречья. Площадь его акватории в разные годы и сезоны колеблется от 720 до 728 км², средняя глубина – 2,6–3,0 м, максимальная глубина – 3,5–4,0 м, протяженность – около 35 км. Озеро бессточное. Вода горько-соленая. Озеро имеет важное хозяйственное значение, здесь ведется добыча цист артемии, которые используются в аквакультуре, а также в фармацевтической и косметической промышленности. Однако продуктивность артемии на озерах этого региона подвержена существенным колебаниям и плохо прогнозируются [2–4].

Материалы и методы

Натурные данные получены в ходе комплексных лимнологических и гидробиологических исследований Кулундинского озера в 2017–2020 гг. Также проанализированы аналогичные архивные и опубликованные данные с 2000 по 2016 гг. В течение этих лет пробы отбирали ежемесячно по единой сетке из 48 станций. Отбор и обработку проб зоопланктона проводили по стандартным гидробиологическим методикам. Пробы отбирали ежемесячно в период с апреля (или мая) по октябрь с помощью планктонной сети Апштейна, фиксировали формалином, обрабатывали в камеральных условиях с использованием камеры Богорова и МБС-10. Химический анализ проб воды проводили в лаборатории ОАО «Кучуксульфат». Статистическая обработка полученных данных проведена в пакетах программ MS Excel-2017 и Statistica 10. Для выявления влияния природных факторов на зоопланктон были построены матрицы коэффициентов корреляции Пирсона. Для выделения периодов колебаний многолетних данных использовали одномерный спектральный анализ Фурье [1].

Результаты и их обсуждение

Температура поверхностного слоя воды в оз. Кулундинское в мае 2020 г. была уже достаточно высокой – 15,0 °С. В летний период она достигала 29,4 °С, к октябрю падала до 6,4 °С. Сходная сезонная динамика характерна и для среднемноголетних (2000–2019 гг.) значений, однако летние температуры 2020 г. были выше среднемноголетних на 3,0–5,0 °С.

Оз. Кулундинское в настоящее время по величине минерализации относится к гипергалинным водоемам. В 2020 г. соленость воды в озере колебалась от 87,0 до 94,2 г/л. По многолетним наблюдениям (2000–2019 гг.) соленость воды находилась в пределах 32,0–115,4 г/л. Наблюдалось повышение концентрации солей в рапе к концу вегетационного сезона. По составу основных ионов вода озера хлоридно–сульфатная группы натрия. Значение рН относилось к слабощелочной области шкалы и колеблется от 7,8 до 8,8. Концентрации нитритов ($\leq 0,04$ мг/л), нитратов (≤ 24 мг/л) и фосфатов ($\leq 0,7$ мг/л) были невысокими, а содержание ионов аммония (≤ 13 мг/л) было повышенными и в 2017 г. значительно превышало норматив ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Содержание растворенного кислорода за многолетний период исследований в разные месяцы менялось от 3,3 до 13,6 мг/л, при этом наименьшие значения были зафиксированы в октябре, а наибольшие – в апреле. Перманганатная окисляемость воды колебалась от 65,6 (в июле) до 103,6 мгО₂/л (в апреле), т.е. содержание органических веществ в воде было повышенным.

Зоопланктон оз. Кулундинское представлен 9 видами, из которых: 6 Rotiphera, 1 Cladocera, 2 Copepoda и 1 Anostraca. Все встреченные виды относились либо к галобионтам (*Artemia* sp., *Cletocamptus retrogressus* Schmankevitch, *Brachionus plicatilis* (O.F. Müller), либо к эвригалинным: *Asplanchna priodonta* Gosse, *Keratella cochlearis* Gosse, *K. quadrata* (O.F. Müller), *Hexarthra oxyuris* (Zernov), *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *Moina macrocopa* (Straus).

По современной систематике артемия, обитающая в озерах Западной Сибири, относится к роду *Artemia* Leach, 1819. Видовое название рачка – *Artemia salina* Linnaeus, 1758 признано таксономически недействительным; для бисексуальных рас описано 6 видов, а популяции состоящие из одних самок условно обозначены как артемия партеногенетическая (*Artemia parthenogenetica*) [3]. Идентификация этих видов до не закончена. В данной работе она обозначена нами как *Artemia* sp.

С увеличением солености воды в озере число видов снижалось, повышалась роль артемии в сообществе и уменьшалась доля солоноватоводных видов в общей биомассе планктона. В оз. Кулундинское соленость рапы в пределах 95–100 г/л, вероятно, является барьером для развития всех сопутствующих артемии видов. Опреснение воды в период регрессионной фазы водности в 2017–2020 гг. вызвало потерю доминирующего положения этого жабронога в сообществе, как было отмечено в предыдущие периоды высокой солености воды – 105–140 г/л. В связи с этим в последние четыре года хозяйственное значение озера уменьшалось в силу отсутствия промысловых скоплений цист артемии.

Проанализирована связь 16 показателей структуры зоопланктона с 17 гидрофизическими и гидрохимическими показателями значениям в 2000–2020 гг. Результаты расчетов среднегодовых значений за многолетний период выявили наличие нескольких достоверных (уровень значимости $p < 0,05$) корреляционных связей высокой силы (коэффициент корреляции $r = 0,72–0,75$) между проанализированными показателями. Все они были связаны только с показателями популяции доминирующего вида зоопланктона – рачка артемии (доля самок в популяции и продуктивность цист), причем повышение минерализации благоприятно влияет на популяцию артемии, а температура воды – отрицательно. Возможно это связано с тем, что температура воды негативно влияла на растворимость кислорода, которая в условиях повышенной солености воды понижена.

Более информативным был корреляционный анализ по ежемесячным значениям гидрохимических и гидробиологических показателей в 2017–2020 гг. Выявлено наличие 22 пар достоверных (уровень значимости $p < 0,05$ и $p < 0,01$) корреляционных связей средней и высокой силы (коэффициент корреляции $r = 0,49–0,82$) между проанализированными показателями. Почти половина из них связана с численностью артемии в целом и отдельных стадий ее жизненного цикла, причем их численность положительно коррелировала не только с минерализацией воды и связанных с ней концентрациями основных ионов солей, но и с нитрат-ионами. При этом численность солоноватоводных и эвригалинных таксонов отрицательно коррелировала с показателями минерализации воды.

Как показали результаты анализа корреляционных матриц, показатели развития зоопланктона лучше коррелируют не со среднегодовыми характеристиками водной среды, а с ежемесячными значениями. Это объясняется небольшой продолжительностью жизненных циклов гидробионтов, которые входят в его состав.

Однако прогнозирование величины изменчивых водных биологических ресурсов оз. Кулундинского, как правило, необходимо вести в межгодовом аспекте. Для выявления цикличности данных во временных рядах использовали спектральный анализ Фурье. Выполненный анализ показал схожесть спектров данных натурных наблюдений минерализации воды оз. Кулундинского и рассчитанной продуктивности артемии на единицу площади озера. Для обоих рядов свойственны циклы продолжительностью 6–7 лет, а наиболее характерен цикл равный 10 годам, что близко по продолжительности 11-летнему солнечному циклу, который связан с чередованием сухих и влажных периодов на юге Западной Сибири, которое приводит к значительным колебаниям уровня воды и площади бессточных озер. Причем 10-летний цикл наиболее сильно проявляется у величины минерализации. Более длительные циклы не учитывались в виду ограниченного размера выборки – 20 лет, а более короткие (2–4 летние) оказались статистически недостоверными.

Список литературы

1. Боровиков, В.П. Популярное введение в современный анализ данных в системе STATISTICA. – М.: Горячая линия–Телеком, 2013. – 288 с.
2. Веснина, Л.В. Биоресурсный потенциал цист артемии озер Алтайского края и факторы его формирования // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2019. – No 3 (158). – С. 18–30.
3. Литвиненко, Л.И. Артемия в озерах Западной Сибири / Л.И. Литвиненко, А.И. Литвиненко, Е.Г. Бойко. – Новосибирск: Наука, 2009. – 304 с.
4. Соловов, В.П. Жаброног артемия и перспективы использования ресурсов / В.П. Соловов, М.А. Подуровский, Т.Л. Ясюченя. – Барнаул: Алтайский полиграф. комбинат, 2001. – 144 с.

УДК 574

ОСОБЕННОСТИ ПОКАТНОЙ МИГРАЦИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАННЕЙ МОЛОДИ ВЕСЕННЕ-НЕРЕСТУЮЩИХ РЫБ ВЕРХНЕЙ ОБИ

А. М.Визер, Л.С.Визер, М. А.Дорогин

*Новосибирский филиал федерального государственного
бюджетного научного учреждения Всероссийский НИИ
рыболовства и океанографии, Россия, Новосибирск
E-mail: sibribniiproekt@mail.ru*

Аннотация. Активная хозяйственная деятельность в руслах рек приводит к гибели ранней молоди рыб в короткий, но очень важный период нереста рыб и личиночного ската. Всего в составе покатной молоди верхней Оби встречено 16 видов из семейств осетровых, сиговых, щуковых, карповых, налимовых, окуневых и керчаковых. Ежегодно в пробах присутствовали лишь карповые и окуневые рыбы. Покатные миграции молоди носят преимущественно пассивный характер. Мигрирующая молодь у большинства видов состояла в основном из неокрепших предличинок и ранних личинок не способных противостоять стоковым течениям. На мальковых этапах развития продолжали скат только елец и плотва. В светлое время суток большинство личинок всех видов рыб придерживалось непроточных участков с глубинами до 0,5 м. В сумерки наблюдался их отход от берега на проточные участки. Личинки стерляди и налива мигрировали в русловой части водотока. Молодь карповых рыб более равномерно распределялась по всему сечению водотока, лещ и окунь скатываются преимущественно в поверхностных горизонтах. Ранняя молодь судака, стерляди и налива, отдает предпочтение придонным горизонтам. В теплые многоводные годы с дружным нерестом продолжительность личиночного ската составляет 14 – 20 дней, при продолжительном нересте затягивается на 34 дня. В черте г. Новосибирска высокие суточные колебания уровня воды и скорости течения приводят к промыву нерестилищ фитофильных рыб и отрыву предличинок окуневых и карповых рыб от субстрата.

Ключевые слова: личинки рыб, покатная миграция, распределение

SPECIFIC FEATURES OF DOWNSTREAM MIGRATION AND DISTRIBUTION OF EARLY YOUNG SPRING FISH OF THE UPPER OB

A.M Vizer, L.S.Vizer, M.A.Dorogin

Novosibirsk branch of the All Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Abstract. Active economic activity in river beds leads to the death of early juvenile fish in a short, but very important period of spawning of fish and larval downstream. In total, 16 species from the families of sturgeon, whitefish, pike, carp, burbot, perch, and sculpin were found in the downstream migrating juvenile fish of the upper Ob. Only carp and perch fish were present in the samples every year. Downstream migrations of juveniles are predominantly passive. Migrating juveniles in most species consisted mainly of immature prelarvae and early larvae unable to resist runoff currents. At the fry stages of development, only dace and roach continued downstream. During daylight hours, most of the larvae of all fish species adhered to non-flowing areas with depths of up to 0.5 m. At dusk, their departure from the coast to flowing areas was observed. Sterlet and burbot larvae migrated in the channel part of the watercourse. Juveniles of cyprinids were more evenly distributed over the entire section of the watercourse; bream and perch migrate mainly in the surface horizons. Early juveniles of pike perch, sterlet and burbot prefer bottom horizons. In warm, high-water years with friendly spawning, the duration of larval downstream migration is 14 - 20 days, with prolonged spawning it is delayed for 34 days. Within the city of Novosibirsk, high daily fluctuations in the water level and current velocity lead to the washing of the spawning grounds of phytophilous fish and the separation of the prelarvae of perch and cyprinids from the substrate.

Key words: fish larvae, downstream migration, distribution

В Новосибирской области на сельскохозяйственное водоснабжение, производственные и хозяйственно-питьевые нужды используются преимущественно водные ресурсы из поверхностных водных объектов. Забор воды увеличивается с каждым годом и в 2019 г. составил свыше 605 млн. м³ [3]. Почти 93% (562 млн. м³) водных потребностей удовлетворяется за счет р. Оби. С водными массами в

водозаборные сооружения неизбежно заносятся и погибают разнообразные водные организмы. В русле реки производится добыча строительных материалов, строительство надводных и подводных переходов и причальных сооружений. Вся эта деятельность приводит к гибели ранней молоди рыб в объемах забранной воды в короткий, но очень важный период нереста рыб и личиночного ската.

Для предотвращения гибели водных организмов, особенно рыбы, водозаборы оборудуются рыбозащитными устройствами, но все эти устройства фактически не препятствуют гибели ранней молоди рыб с размерами менее 12 мм [8]. Однако именно такая молодь в массе присутствует в реках в период пассивных миграций, связанных с использованием ею транспортной силы течения для расселения и освоения трофической части ареала [4, 5].

Поэтому вопрос сохранения личинок и молоди промысловых рыб приобретает в настоящее время большое значение. Он должен учитываться при разработке ОВОС для водозаборных сооружений и всех видов работ, осуществляемых в русле Оби и ее притоков.

Наибольший положительный эффект дают экологические способы защиты рыб, направленные на забор воды из мест или в периоды минимальной концентрации молоди рыб, которые должны учитываться при строительстве новых или реконструкции старых водозаборов. Применение экологических способов защиты не возможно без данных о концентрации рыб, их горизонтальном и вертикальном распределении в течение суток. Поэтому эта работа посвящена пространственно-временному распределению рыб в период весеннего ската в Верхней Оби.

Материал и методы исследований

Для изучения особенностей распределения и ската рыб в потоке воды наблюдения проводились в мае-июле 2007-2014 г. в районе основных городских водозаборов и в местах добычи песка и гравия.

Всего собрано 957 личиночных проб, определен видовой состав и стадии развития у 6208 экз. ранней молоди рыб.

Обработку ихтиологического материала проводили общепринятыми методами в лабораторных условиях [6, 7].

Результаты исследований и их обсуждение

Всего в составе покатников встречено 16 видов из семейств осетровые, сиговые, щуковые, карповые, налимовые, окуневые и керчаковые [1, 2]. Ежегодно в пробах присутствовали лишь карповые и окуневые рыбы.

Покатные миграции молоди носили преимущественно пассивный характер.

Мигрирующая молодь у большинства видов состояла в основном из неокрепших предличинок и ранних личинок не способных противостоять стоковым течениям. На мальковых этапах развития продолжали скат только елец и плотва (табл. 1).

Таблица 1 – Возрастной состав покатной молоди рыб в 2007-2014 гг., %

Виды рыб	Периоды развития			
	предличинки	ранние личинки	поздние личинки	мальки
Стерлядь	33,3	66,7	-	-
Лещ	16,7-82,1	17,9-96,2	0-3,2	-
Язь	2,6-16,7	30,0-80,0	3,3-32,0	-
Елец	-	50,0	-	50,0
Плотва	-	7,7	23,1	69,2
Судак	-	100	-	-
Окунь	0,5-0,7	92,8-96,3	3,2-6,5	-
Налим	100	-	-	-

В светлое время суток большинство личинок придерживалось непроточных участков с глубинами до 0,5 м. В сумерки наблюдается их отход от берега на проточные участки. Вновь появляются личинки на прибрежной литорали после полного восхода солнца.

Скат основной части молоди окуневых рыб во все годы проходил вдоль левого берега, где наблюдалось прижимное течение. Личинки стерляди и налима мигрировали в русловой части водотока. Молодь карповых рыб более равномерно распределялась по всему сечению водотока (табл. 2).

Таблица 2 – Распределение молоди по горизонтальному сечению русла р. Оби в 2007-2014 гг., %

Виды рыб	левый берег	фарватер	правый берег
Стерлядь	-	100,0	-
Лещ	11,9-62,0	0-85,7	2,4-3,8
Язь	0-37,0	39,7-57,4	5,6-60,3
Судак	95,9	2,7	1,4
Окунь	64,0-89,5	6,2-7,0	4,3-29,0
Налим		100,0	
Все виды, %	64,3-74,7	6,6-10,0	7,7-25,7

Два наиболее многочисленных вида лещ и окунь скатываются преимущественно в поверхностных горизонтах (табл. 3). Ранняя молодь судака, стерляди и налима, отдающая предпочтение придонным горизонтам, малочисленна и не оказывает влияния на общие количественные показатели распределения рыб.

Таблица 3 – Распределение молоди по вертикальному сечению русла р. Оби в период интенсивного ската в 2009-2011 гг., %

Виды рыб	поверхность	толща	дно
Стерлядь			100
Лещ	9,9-100	0-82,5	0-7,6
Язь	6,8-36,5	0-59,6	0-3,9
Судак	0-7,6	-	0-92,4
Окунь	40,2-40,4	18,1-37,4	4,6-22,4
Налим			100
Все виды, %	36,7-69,0	24,3-36,8	7,6-26,5

Большая часть молоди попадает в личиночные орудия лова в ночные и утренние часы, соответственно 43,5-69,9 и 15,5-28,7 % (таблица 4). Это связано с тем, что в темное время суток личинки отходят от берега, теряют пространственную ориентацию и сносятся вниз по течению [4, 5].

Сроки и продолжительность личиночного ската в русле находится в зависимости гидрологического и термического режима. В теплые многоводные годы с дружным нерестом он составляет 14 – 20 дней с конца мая по первую декаду июня. При продолжительном нересте затягивается на 34 дня, до начала июля.

В черте г. Новосибирска близость к плотине ГЭС обуславливает ряд особенностей личиночного ската. Высокие суточные колебания уровня воды и скоростей течения в р. Оби приводят к промыву даже нерестилищ фитофильных рыб, удаленных от транзитного потока и присутствию в ихтиопланктонных ловушках большого количества икры и предличинок окуня и карповых рыб, которые на ранних этапах развития прикреплены к субстрату.

Закключение

Таким образом, скат ранней молоди в Верхней Оби зависит от времени нереста самых массовых видов рыб и обычно приходится на конец мая - начало второй декады июня.

Суточная динамика ската молоди рыб зависит от особенностей биологии каждого вида, от стадии развития молоди, от условий внешней среды. Большая часть молоди рыб мигрирует в темное время суток в поверхностных горизонтах в основной наиболее мощной части водного потока.

Список литературы

1. Визер, А.М. Особенности воспроизводства рыб реки Оби в черте города Новосибирска / А.М. Визер, Л.С. Визер // Вестник НГАУ. – Новосибирск, 2018. – № 1 (46). – С. 120–126.
2. Визер, А.М. Видовой состав и распределение молоди в реке Оби ниже плотины Новосибирской ГЭС / А.М. Визер, М.А. Дорогин, А.В. Цапенков // Вестник рыбохозяйственной науки. – Тюмень, 2017. – Т. 4. №4 (16). – С 39–46
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2019 г.». – Новосибирск, 2020. – 140 с.
4. Павлов, Д.С. Покатная миграция рыб через плотины ГЭС. / Д.С. Павлов, А.И. Лупандин, В.В. Костин. – М.: Наука, 1999. – 255 с.
5. Павлов, Д.С. Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения. / Д.С. Павлов, А.М. Пахоруков – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 264 с.
6. Петлина, А.П. Изучение молоди пресноводных рыб Сибири. / А.П. Петлина, В.И. Романов. – Томск, 2004. – 203 с.
7. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб. / И.Ф. Правдин. – М.: Изд-во Пищевая пром-сть, 1966. – 376 с.
8. Рипинский, И.И. Рыбозащитные устройства для водозаборных сооружений. / И.И. Рипинский. – М.: Совинтервод, 1991. – 205 с.

УДК 574

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ВЛИЯНИЕ РЕЧНОЙ ЖИВОРОДКИ *VIVIPARUS VIVIPARUS* (GASTROPODA, VIVIPARIDAE) НА ИХТИОФАУНУ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А. М. Визер, М. А. Дорогин

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Новосибирск, Россия

Аннотация. Изучены особенности распределения чужеродного моллюска *Viviparus viviparus* в Новосибирском водохранилище. Основные места обитания живородки находятся на глубине в зоне постоянного затопления. Временная акватория обитания с мая по сентябрь включает в себя заросшие водной растительностью осушаемые мелководья. Весной активно мигрирует на прогретые прибрежные мелководья для размножения. Обратная миграция на глубину начинается в июне. С октября моллюски исчезают с поверхности грунтов. Отдает предпочтение твердым субстратам и затопленным предметам. Создавая высокую численность (1480-2106 экз./м²) и биомассу (1532-1918 г/м²) живородки выступают трофическими и биотопическими конкурентами аборигенного зообентоса, что ухудшает условия нагула большинства рыб. Моллюски оказывают прямое негативное влияние на ихтиофауну водоема. Весной заселяют весь немногочисленный субстрат, пригодный для откладки икры на поверхности грунтов в прибрежной зоне, что в условиях дефицита нерестилищ снижает эффективность естественного нереста. Снижают эффективность и рыбоводных работ, покрывая поверхность нерестовых гнезд слизью, что препятствует прикреплению откладываемой и развитию уже отложенной икры. Присутствуют в питании хищных

рыб – судака, окуня и налима, а также язя. У всех хищников моллюски в желудках находились в неповрежденном состоянии. У язя основная часть раковины живородки оставалась неповрежденной и под воздействием глоточных зубов обламывалась лишь площадка. Длительность полного избавления пищеварительного тракта от раковин затягивается на месяцы, они занимают большую часть внутреннего объема желудка и кишечника и препятствуют дальнейшему активному питанию.

Ключевые слова: чужеродный вид, рыбы, воспроизводство, питание.

FEATURES OF THE DISTRIBUTION AND INFLUENCE OF THE RIVER LIVESTOCK VIVIPARUS VIVIPARUS (GASTROPODA, VIVIPARIDAE) ON THE ICHTHYOFAUNA OF THE NOVOSIBIRSK RESERVOIR

A.M. Vizer, M.A. Dorogin

Novosibirsk branch FGBNU «Russian Federal Research Institute of Fisheries and
Oceanography», Russia, Novosibirsk

Abstract. The features of the distribution of the alien mollusk *Viviparus viviparus* in the Novosibirsk reservoir have been studied. The main habitats of the viviparous are at a depth in the zone of constant flooding. The temporary habitat from May to September includes drained shallow waters overgrown with aquatic vegetation. In spring, it actively migrates to warm coastal shallow waters for reproduction. The return migration to depth begins in June. Since October, mollusks disappear from the surface of the soil. It prefers hard substrates and flooded objects. Creating a high abundance (1480-2106 ind. /m²) and biomass (1532-1918 g / m²) viviparus act as trophic and biotopic competitor of aboriginal zoobenthos, which worsens the feeding conditions for most fish. Molluscs have a direct negative impact on the fish fauna of the reservoir. In the spring, they populate the entire sparse substrate suitable for laying eggs on the surface of the soil in the coastal zone, which, under conditions of a deficit of spawning grounds, reduces the effectiveness of natural spawning. They also reduce the efficiency of fish-breeding operations, covering the surface of spawning nests with mucus, which prevents the attachment of laid eggs and the development of already laid eggs. They are present in the diet of predatory fish - pike perch, perch and burbot, as well as ide. In all predators, the mollusks in their stomachs were intact. In the ide, the main part of the shell of the live-bearer remained intact and only the platform broke off under the influence of the pharyngeal teeth. The duration of the complete disposal of the digestive tract from the shells is delayed for months, they occupy most of the internal volume of the stomach and intestines and prevent further active nutrition.

Key words: alien species, fish, reproduction, nutrition.

Чужеродный для обского бассейна моллюск *Viviparus viviparus* в водоемах естественного ареала относится к реофильным фитофильным видам [3, 4, 5]. В Новосибирском водохранилище, в связи с кратким сроком нахождения в состоянии полного наполнения, большой сработкой уровня воды, превышающей 5 м и низкой зарастаемостью, основные места обитания живородки находятся на глубине в зоне постоянного затопления.

Временная акватория обитания с мая по сентябрь включает в себя заросшие тростником и мягкой водной растительностью мелководья, граничащие с глубоководными участками. Другие моллюски на таких участках временного затопления встречаются единично.

Весеннее заселение этих временных биотопов происходит за счет особей обсохших участков, которые самостоятельно добираются по влажному грунту до воды или выходят на поверхность уже после затопления и активной миграции из холодных глубин на прогретые прибрежные мелководья для размножения. В это время

прошлогодние заросли жесткой растительности еще стоят обсохшие, поэтому моллюски концентрируются на различных затопленных предметах.

В июне начинается обратная миграция на глубину, и с июля по сентябрь живородка обитает преимущественно на глубине более 3 м., на всех типах грунтов, но отдает предпочтение твердым субстратам, возвышающимся над поверхностью дна. В течение суток в массе заселяет любой затопленный предмет, включая сети. В это же время на плавающих предметах, преимущественно на всплывших раковинах погибших особей живородки, ее молодь разносится течениями по водоему.

С октября моллюски снижают активность и исчезают с поверхности грунтов.

Распространившись к 2010-м годам по всей акватории водохранилища, создавая высокую численность (1480-2106 экз./м²) и биомассу (1532-1918 г/м²), живородки выступают трофическими и биотопическими конкурентами аборигенного зообентоса, что ухудшает условия нагула большинства рыб водохранилища [2, 6].

Кроме этого, ввиду своей многочисленности и открытому обитанию с мая по октябрь на разнообразных донных биотопах, моллюски оказывают прямое негативное влияние на ихтиофауну водоема.

Они заметно ухудшают естественное, и даже искусственное воспроизводство весенне-нерестующих видов рыб водохранилища. Так весной, в условиях отсутствия затопления тростниковых массивов, они сплошным ковром (до 3000 экз./м²) заселяют весь немногочисленный субстрат, пригодный для откладки икры на поверхности грунтов в прибрежной зоне, что в условиях дефицита нерестилищ снижает эффективность естественного нереста.

Наблюдения на искусственных нерестилищах из хвойного лапника, показывают, что даже при условии их расположения в толще воды, моллюски появляются на второй день после установки нерестилищ. Через три дня их численность составляет 2,1 экз. на нерестовое гнездо, на шестые сутки 5,7 экз. и восьмые - 13 экз. Значительные поверхности хвои покрываются слизистыми отходами их жизнедеятельности, что препятствует прикреплению откладываемой и развитию уже отложенной икры. На девятый день они начинают появляться даже на нерестовых гнездах, установленных в поверхностных слоях воды, и полностью их заселяют через 18 дней.

Высокая подвижность и легкая доступность живородки определили их появление в питании хищных рыб – судака, окуня и налима, а так же язя.

У самого многочисленного хищника водохранилища – судака, живородку потребляют только сеголетки и молодь в возрасте 2-3 лет. У молоди они присутствуют преимущественно в мае и в августе-сентябре, когда судаки испытывают недостаток рыбных кормов, а моллюски наиболее доступны в период своих основных миграций. Встречаемость живородки в желудках составляет 2,9-7,1%, а средняя доля в массе потребленных кормов 1,8-3,3%. Максимальные размеры проглоченных моллюсков составляли 18,9 мм, а масса 1,69 г. В питании сеголеток живородки появляются в августе, после завершения планктонного типа питания и перехода на более крупные организмы. Обнаружены только у крупных сеголеток с длиной тела 9,2-11,2 см и массой 9,54-15,12 г. Встречаемость живородки в желудках составляет 1,7%, а средняя доля в массе потребленных кормов 1,6%. Размеры проглоченных моллюсков не превышали 5-6 мм, а масса - 0,148 г.

Начиная с 2016 г., с июня по сентябрь по 1-2 экз. свежепроглоченных моллюска, с длиной раковины до 40 мм, встречаются в желудках крупных окуней и налимов.

У всех хищников моллюски в желудках находились в неповрежденном состоянии (рис. 1).



Рис. 1. Взрослый моллюск в желудке двухгодовика судака, май 2016 г.

Из мирных рыб вивипарус встречается в питании только у язя. В водоемах Западной Сибири взрослый язь является единственным постоянным потребителем брюхоногих моллюсков. Летом их встречаемость в кишечниках достигает 85,5%, а доля в пищевом комке 79,6% [1]. В Новосибирском водохранилище язь также является основным потребителем «жесткого» бентоса, в состав которого входят фитофильные организмы, пиявки и брюхоногие моллюски. Живородка встречается в кишечниках с 2013 г. Встречаемость в кишечниках составляет 2,8%, в июле может увеличиваться до 22,2%. Длина проглоченных моллюсков достигает 24,6 мм.

В исследованиях установлено, что в отличие от аборигенных моллюсков с относительно тонкой раковиной, которые находились в кишечниках в разрушенном состоянии, у крупных особей живородки под воздействием глоточных зубов обламывалась лишь площадка, а основная часть раковины оставалась в неповрежденном состоянии.

Пищевая значимость вселенца крайне низкая, так как полное разрушение раковины затягивается на длительные сроки, а сами раковины занимают большую часть внутреннего объема желудка и кишечника, что становится препятствием для дальнейшего активного питания.

Длительность полного избавления пищеварительного тракта от раковин затягивается на месяцы. Так, у налима, выловленного в декабре 2019 г., в желудке были обнаружены 2 раковины длиной 22 и 31 мм, находящиеся на различных этапах разрушения. С учетом исчезновения живородки с поверхности грунтов в октябре, они были проглочены не позже этого месяца и находились в желудке более двух месяцев и препятствовали полноценному нагулу.

Таким образом, внедрение чужеродного вида в экосистему водохранилища оказало отрицательное многофакторное воздействие на водные биоресурсы этого водоема. На участках постоянного затопления в средней и нижней зоне водохранилища живородка вытесняет аборигенный зообентос, что ведет к снижению рыбопродуктивности водоема.

Непосредственное отрицательное влияние живородки на ихтиофауну водохранилища выражается в заселении моллюсками нерестового субстрата весной, что ухудшает возможности естественного воспроизводства фитофильных рыб и снижает эффективность рыбоводных работ. Сама живородка относится к случайным и второстепенным кормам, а в случае ее потребления становится препятствием для последующего полноценного нагула, так как снижается полезная емкость желудков и

кишечников рыб, а переваривание раковин крупных особей затягивается на длительные сроки.

Список литературы

1. Брендаков, М.Н. Роль моллюсков в питании рыб в водоемах севера Западной Сибири / М.Н. Брендаков, А.А. Вышегородцев, В.Н. Долгин // Исследования планктона, бентоса и рыб Сибири. - Томск, из-во Томск. ун-та., 1981. - С. 53-57.
2. Визер, А.М. Визер Л.С. Современное распространение и экология инвазийного вида моллюска *Viviparus viviparus* L. в верхней Оби / А.М. Визер, Л.С. Визер // Тезисы для всероссийской конференции с международным участием «Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования». - Томск, 2016. - С. 28-31.
3. Жадин, В.И. Моллюски пресных и солоноватых вод СССР / В.И. Жадин. - М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1952. - 376 с.
4. Зимбалевская, Л.Н. Мелководья Кременчугского водохранилища / Л.Н. Зимбалевская, Н.В. Пикуш, и др. // Киев: «Наукова думка», 1979. - 284 с.
5. Истомина, А.М. Структура донных сообществ Камского водохранилища / А.М. Истомина // Материалы международной конференции «Современное состояние водных биоресурсов». –Новосибирск, 2008. - С. 107-110.
6. Яныгина, Л.В. Многолетняя динамика и современное распределение речной живородки (*Viviparus viviparus*) в Новосибирском водохранилище / Л.В. Яныгина, А.М. Визер // Вестн. Том. гос. ун-та. Биология. - 2020. - № 49. - С. 149-165.

УДК 574

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА РЕКА ИНЯ

Л.С. Визер¹, Ю.В. Шаруха¹, Л.А. Шиповалов¹, П.С. Балацкий¹

Новосибирский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Новосибирск, Россия
zapsibniro@vniro.ru

Аннотация. На основе данных, полученных при гидробиологическом исследовании реки Иня в ее среднем течении и устье, были рассмотрены качественные и количественные характеристики зоопланктонного сообщества. Зоопланктон средней зоны реки отличался незначительным видовым разнообразием. В его составе отмечено 11 видов из трех систематических групп: 3 – коловратки и по 4 – ветвистоусых и веслоногих ракообразных. Общая численность зоопланктона составляла 1415 экз./м³. Биомасса зоопланктона крайне незначительна и достигала 51,45 мг/м³. В нижней зоне список видов более широкий и включает 18 таксонов, из которых 6 – коловратки, 7 – ветвистоусые ракообразные, 5 – веслоногие ракообразные. Численность зоопланктона крайне мала и достигала всего лишь 261 экз./м³. Биомасса зоопланктона достигала крайне низких значений – 9,992 мг/м³. Индекс сапробности в средней зоне составил 1,7, в устье – 1,9, что соответствуют β-мезосапробным условиям, т.е. средней степени загрязнения. Таким образом, исследования зоопланктона р. Иня показали, что видовой состав не отличается разнообразием, однако количество видов к устьевой зоне несколько увеличивается за счет коловраток и крупных видов из группы ветвистоусых ракообразных. Количественные показатели незначительные: численность составляла от 261 до 1415 экз./м³, биомасса – от 51,45 до 9,992 мг/м³, при этом снижались от среднего течения к устью. Индекс сапробности, напротив, несколько увеличивался от среднего течения к устью: от 1,7 до 1,9. Оба эти значения соответствуют бета-мезосапробным условиям, т.е. средней степени загрязнения.

Ключевые слова: река Иня, зоопланктон, сапробность, численность, биомасса

THE CURRENT STATE OF ZOOPLANKTON IN YA RIVER

L. S.Vizer¹, Yu. V.Sharukha¹, L. A.Shapovalov¹, P. S.Balatsky¹

Novosibirsk branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and
Oceanography, Novosibirsk, Russia
zapsibniro@vniro.ru

Abstract. Based on the data obtained during the hydrobiological study of the Yin River in its middle course and mouth, the qualitative and quantitative characteristics of the zooplankton community were considered. The zooplankton of the middle zone of the river differed in insignificant species diversity. It contains 11 species from three systematic groups: 3-rotifers and 4 - branched and oar-footed crustaceans. The total number of zooplankton was 1,415 specimens /m³. The biomass of zooplankton is extremely insignificant and reached 51.45 mg/m³. In the lower zone, the list of species is broader and includes 18 taxa, of which 6 are rotifers, 7 are branched crustaceans, 5 are oar-footed crustaceans. The number of zooplankton is extremely small and reached only 261 copies/m³. The zooplankton biomass reached extremely low values – 9.992 mg / m³. The saprobity index in the middle zone was 1.7, in the mouth – 1.9, which correspond to β -mesosaprobic conditions, i.e. the average degree of contamination. Thus, the study of zooplankton r. Inya showed that the species composition does not differ in diversity, however, the number of species towards the estuarine zone slightly increases due to rotifers and large species from the group of cladocerans. Quantitative indicators are insignificant: the number ranged from 261 to 1415 specimens. / m³, biomass - from 51.45 to 9.992 mg / m³, while decreasing from the middle flow to the mouth. The saprobity index, on the contrary, slightly increased from the middle reaches to the mouth: from 1.7 to 1.9. Both of these values correspond to β -mesosaprobic conditions, that is medium degree of pollution.

Key word: Inya river, zooplankton, saprobity, abundance, biomass

Река Иня является крупным правосторонним притоком р. Оби, впадая в нее в районе г. Новосибирска. Протяженность реки 663 км, площадь водосбора 17600 км², берёт начало на южном склоне Тарадановского увала Кузнецкой котловины. Большая часть реки (533 км) протекает по Кемеровской области, остальная - по Новосибирской. Иня имеет хорошо разработанную долину со множеством пойменных озёр и стариц. На значительном протяжении правый берег выше и круче левого. Русло реки извилистое. Русловые отложения галечно-валунные в верховьях и песчаные в низовьях. В верхнем и среднем течении ширина реки составляет 20–30 м, глубина - 0,5–2,0 м. В устье ширина русла достигает 110 м[1-5].

Вода в реке очень мутная: максимальная мутность составляет 789 г/м³, по химическому составу относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы.

В бассейне р. Ини, особенно в последние десятилетия, сложилась крайне неблагоприятная экологическая ситуация. В результате вырубки лесов, формирования крупных отвалов горных пород, подработки территории шахтными выработками, большого количества угледобывающих предприятий, в том числе разрезов, река испытывает большую антропогенную нагрузку и практически утратила своё природное состояние. Река непрерывно деградирует, её русло интенсивно мелеет, формируется слой донных отложений преимущественно техногенного происхождения с высоким содержанием тяжёлых металлов, хлорорганических соединений, нефтепродуктов, пестицидов. Основными источниками загрязнения реки являются сточные воды промышленных предприятий и ЖКХ. Объем сбросов загрязняющих веществ в р. Иня в 2009 году составил: по Кемеровской области – 60 млн. м³ сточных вод (из них 49 млн. м³ с карьеров угольных разрезов, 11 млн. м³ от остальных хозяйствующих субъектов), по Новосибирской области – 17 млн. м³. По качеству вода р. Иня соответствует сильно загрязнённой и грязной [6-9].

Целью исследований было оценить экологическое состояние р. Иня по гидробиологическим показателям на современном этапе.

Материал и методика

Зоопланктон р. Иня исследовался в июле-августе 2019-2020 гг. в двух районах: в среднем ее течении возле г. Ленинска-Кузнецка и в устье реки, перед впадением в р. Обь. Сбор гидробиологического материала осуществлялся в прибрежной и русловой зонах с помощью сети Апштейна. Процеживалось 50 л воды, пробы фиксировались 4% раствором формалина. Камеральная обработка материала проводилась по общепринятым методикам в лабораторных условиях [10].

Результаты и обсуждения

Зоопланктон средней зоны реки отличался незначительным видовым разнообразием. В его составе отмечено 11 видов из трех систематических групп: 3 – коловратки и по 4 – ветвистоусых и веслоногих ракообразных (таблица).

Общая численность зоопланктона составляла 1415 экз. /м³. Доминировала группа веслоногих ракообразных (рисунок 1), их доля в общей численности достигала 67,8%. Роль ветвистоусых ракообразных менее значительна, они составляли 31,2%. В численности основную роль играли мелкие формы: неполовозрелые стадии *Cyclops* и ветвистоусый рачок *Ch. sphaericus*.

Таблица - Видовой состав зоопланктона в среднем и нижнем течении р. Иня в летний период 2019-2020 гг.

Группы организмов	Среднее течение	Нижнее течение
Коловратки		
<i>Synchaeta grandis</i> Zacharies		+
<i>Asplanchna herricki</i> Guerne		+
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	+	+
<i>Euchlanis lyra</i> Hudson		+
<i>Brachionus variabilis</i> Hempel	+	+
<i>Keratella quadrata</i> Müller	+	+
Ветвистоусые ракообразные		
<i>Sida cristallina</i> (O.F. Müller)		+
<i>Daphnia longispina</i> O.F. Müller	+	+
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F. Müller)		+
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller)		+
<i>Chydorus sphaericus</i> O.F. Müller	+	+
<i>Alona affinis</i> Leydig	+	+
<i>Bosmina longirostris</i> O.F. Müller	+	+
Веслоногие ракообразные		
<i>Diaptomus bacilifer</i> Koelb.		+
<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus	+	+
<i>Cyclops strenuus</i> Fisch.	+	+
<i>Macrocyclus albidus</i> Jur.	+	+
<i>Acanthocyclops viridis</i> Jur.	+	+
Итого	11	18

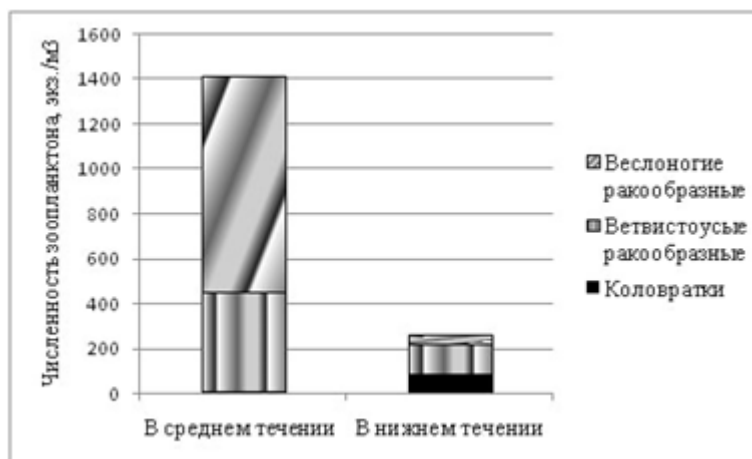


Рис. 1 Численность зоопланктона в среднем и нижнем течении р. Иня в летний период 2019-2020 гг.

Биомасса зоопланктона крайне незначительна и достигала 51,45 мг/м³. Доминировала, также как и в численности, группа веслоногих ракообразных (рисунок 2), ее доля в общей биомассе достигала 78,5%. Ветвистоусые ракообразные составляли 20% от общей биомассы, которая формировалась в основном небольшим количеством крупных видов веслоногих ракообразных *C. strenuus* и *A. viridis*.

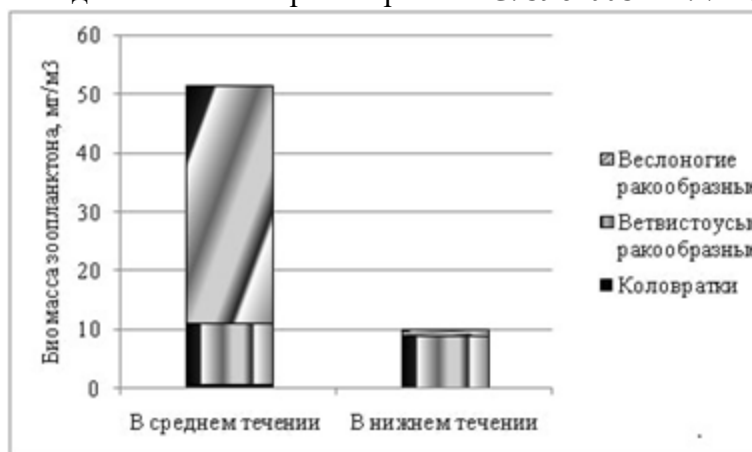


Рис. 2 Биомасса зоопланктона в среднем и нижнем течении р. Иня в летний период 2019-2020 гг.

В среднем течении реки основные виды зоопланктонного сообщества (*Ch. sphaericus*, *C. strenuus*) являются индикаторами бета-мезасопробной зоны. Расчет индекса сапробности Пантле-Букка в модификации Сладечека [11], равный 1,7, также свидетельствует о средней степени загрязнения воды, т.е. также соответствует бета-мезасопробной зоне.

В устье р. Иня зоопланктонное сообщество несколько иное. В нижней зоне список видов более широкий и включает 18 таксонов, из которых 6 – коловратки, 7 – ветвистоусые ракообразные, 5 – веслоногие ракообразные (см. табл.). В составе зоопланктона отмечено увеличение числа видов коловраток и крупные виды ветвистоусых ракообразных, такие как *D. longispina* и *S. vetulus*.

Численность зоопланктона крайне мала и достигала всего лишь 261 экз./м³. Основную роль играли мелкие виды ветвистоусых ракообразных, их доля составляла 49,2% от общей. Доминировали *A. affinis* и *Ch. sphaericus*. Второе место в численности принадлежало коловраткам с долей в 34,5%.

Биомасса зоопланктона достигала крайне низких значений – 9,992 мг/м³. Доминировала группа ветвистоусых ракообразных, достигая 87,6% от общей биомассы. Доля веслоногих ракообразных составляла 10,6%.

Индекс сапробности в нижнем течении р. Иня несколько увеличился и составил 1,9, что также, как и в среднем течении, соответствует мезо-сапробным условиям, т.е. средней степени загрязнения.

Таким образом, исследования зоопланктона р. Иня показали, что видовой состав не отличается разнообразием, однако количество видов к устьевой зоне несколько увеличивается за счет коловраток и крупных видов из группы ветвистоусых ракообразных. Количественные показатели незначительные: численность составляла от 261 до 1415 экз. /м³, биомасса – от 51,45 до 9,992 мг/м³, при этом снижались от среднего течения к устью. Индекс сапробности, напротив, несколько увеличивался от среднего течения к устью: от 1,7 до 1,9. Оба эти значения соответствуют бета-мезосапробным условиям, т.е. средней степени загрязнения.

Список литературы

1. Иня // «Вода России» [Электронный ресурс]. URL: [https:// water-
rf.ru/Водные_объекты/385/Иня](https://water.ru/Водные_объекты/385/Иня) (Дата обращения: 17.07.2021).
2. Геоэкологическая характеристика малых рек Новосибирска [Электронный ресурс]. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geoekologicheskaya-harakteristika-malyh-rek-novosibirska>. (Дата обращения: 17.07.2021).
3. Кравцова, В.М. География Новосибирской области / В.М.Кравцова, Р.П.Донукалова// Учебное пособие для общеобразовательных учреждений, 3-е изд. — Новосибирск: «ИНФОЛИО-пресс», 2000. — 205 с.
4. Лапшенков, В. С. Без малых рек нет рек больших/ В. С. Лапшенков. — Ростов-на-Дону: Ростовское книж. изд-во, 1983. — 128 с.
5. Река Иня в Новосибирской области [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org>. (Дата обращения: 17.07.2021).
6. Река Иня в центре внимания Общественного совета [Электронный ресурс]. URL: https://ecodelo.org/1067reka_inya_v_tsentre_vnimaniya_obshchestvennogo_soveta-zashchita_rek_i_vodoemov (Дата обращения: 17.07.2021)
7. Сидорова, М. Ю. Геоэкологическая оценка загрязнения территории Новосибирска и его малых рек: 25.00.36.Геоэкология: автореф. дис. ... канд. геогр. наук//М.Ю.Сидорова; Институт водных и экологических проблем СО РАН.— Барнаул, 2012. — 19 с.
8. Экология города [Электронный ресурс]. URL: <https://wiki.darlingcity.ru> (Дата обращения: 19.07.2021).
9. Экскурсия по Ключ-Камышенскому плато [Электронный ресурс]. URL: <https://star-voyage.ru/Novosibirsk/Kluch-Kamyshinskoe-plato.html> (Дата обращения: 03.08.2021).
10. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах // Зоопланктон и его продукция. — Л.: АН СССР ЗИН, 1982. — 33с.
11. Sládeček, V. System of water quality from the biological point of view // Ergebnisse der Limnol. — 1973. —Н. 7. —218 p.

РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ АРКТИЧЕСКОГО КАЛЬМАРА *GONATUS FABRICII* (CEPHALOPODA, GONATIDAE)

**А.В. Голиков¹, М.Э. Бlicher², Л.Л. Йоргенсен³, В. Валькуз⁴, Д.В. Захаров^{5,6},
О.Л. Зимина^{6,7}, Р.М. Сабиров¹**

¹Казанский федеральный университет, Казань, Россия,
E-mail: golikov_ksu@mail.ru

²Гренландский институт природных ресурсов, Нуук, Гренландия

³Институт морских исследований, Тромсё, Норвегия

⁴Канадская служба по рыболовству и океанографии, Виннипег, Канада

⁵Полярный филиал Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии,
Мурманск, Россия

⁶Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия

⁷Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

Аннотация. Кальмар *Gonatus fabricii* – наиболее массовый вид головоногих моллюсков Арктики. При этом репродуктивная биология вида практически не изучена. Наше исследование, основанное на обработке уникального материала из Баренцева моря и Гренландии с большим количеством крупных зрелых особей отчасти восполняет этот пробел. Плодовитость самок 8862–16200 ооцитов, оогенез синхронный. У самцов 77–257 сперматофоров, размеры которых возрастают по мере их продуцирования. Подтверждается гипотеза о размножении вида на изолированных участках арктического бассейна; также описан новый такой участок у юго-восточной Гренландии.

Ключевые слова: Cephalopoda, размножение, экология, Арктика

REPRODUCTIVE BIOLOGY OF THE ARCTIC SQUID *GONATUS FABRICII* (CEPHALOPODA, GONATIDAE)

**A.V. Golikov¹, M.E. Blicher², L.L. Jørgensen³, W. Walkusz⁴, D.V. Zakharov^{5,6},
O.L. Zimina^{6,7}, R.M. Sabirov¹**

¹Kazan Federal University, Kazan, Russia, golikov_ksu@mail.ru

²Greenland Institute of Natural Resources, Nuuk, Greenland

³Institute of Marine Research, Tromsø, Norway

⁴Fisheries and Oceans Canada, Winnipeg, Canada

⁵Polar Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Murmansk,
Russia

⁶Zoological Institute RAS, Sankt-Petersburg, Russia

⁷Murmansk Marine Biological Institute, Murmansk, Russia

Abstract. The squid *Gonatus fabricii* is the most abundant cephalopod species in the Arctic. Despite its obvious ecosystem importance, reproductive biology of the species is almost unknown. We use the unique material from the Barents Sea and Greenland including many large mature individuals, and describe reproductive biology of *G. fabricii* in details. Females have fecundity of 8862–16200 oocytes, and synchronous oogenesis. Males have 77–257 spermatophores, whose size show ontogenetic increase. The hypothesis of species reproduction in some isolated areas of the Polar Basin only is confirmed, and we describe one more such a reproductive area for the species, which is south-eastern Greenland.

Keywords: Cephalopoda, reproduction, ecology, Arctic

Кальмар *Gonatus fabricii* (Lichtenstein, 1818) является наиболее массовым видом головоногих моллюсков в Арктическом бассейне, а так же единственным постоянно обитающим на данной акватории видом кальмаров [10, 15]. Несмотря на обилие данного вида в Арктике [11], его репродуктивная биология, один из важнейших эколого-популяционных параметров [3], практически не изучена: имеются только отрывочные данные [2, 5, 7, 8, 12, 13], в большинстве своем по мелким незрелым особям. Для детального изучения репродуктивной биологии необходимы крупные созревающие и зрелые особи, обитающие на больших глубинах и попадающиеся крайне редко [2, 5, 7, 8, 12, 13]. Наше изучение репродуктивной биологии *G. fabricii* основано на обработке уникального материала по крупным особям из окраинных глубоководных частей Баренцева моря, а также восточной и западной Гренландии, добытом как прилов при донной траловой съемке в 2005–2016 и 2019 гг. (52 экземпляра) [9, 10].

Материалы и методы

Для исследования отбирались самки с длиной мантии (ДМ) >200 мм и самцы с ДМ >160 мм, cf. [5]. Анализ репродуктивных систем велся по оригинальным [1] и общепринятым [14] методикам.

Результаты и обсуждение

Репродуктивная система самок состоит из яичника, парных яйцеводов с яйцеводными железами, и парных нидаментальных желез. Оогенез синхронный. Плодовитость незрелых и мелких созревающих самок варьировала от 12633 до 16200 ооцитов [1, 2, 10]. С возрастом плодовитость снижается за счет регуляторной резорбции: 11402 у крупной созревающей самки, 8862 у зрелой (около 10000 по литературным данным [12]) и 9112 у выбойной. Т. о., процент ооцитов, подвергающихся регуляторной резорбции, достигает 30,2% от всей плодовитости. Диаметр зрелых ооцитов составляет 4,5–5,5 мм. Реализуется, судя по единственной известной выбойной самке, 28,0% плодовитости. Сперматангии располагаются у самок на буккальной мембране в количестве 62–84, их длина 1,8–2,6 мм, cf. от нескольких до 70 штук и длиной около 2,5 мм по литературным данным [7, 12].

Репродуктивная система самцов состоит из непарных семенника и сперматофорного комплекса органов (СКО). Гектокотиль отсутствует, и сперматофоры передаются самкам с помощью длинного растяжимого пениса, длина которого достигает 84,5% ДМ, cf. 106,8% по литературным данным [5]. Количество сперматофоров у самцов – от 77 до 257. Количество сперматофоров не коррелирует с ДМ самца. Длина сперматофоров 5,8–10,8 мм (2,1–5,0% ДМ). Морфология сперматофоров четко отличает *G. fabricii* от остальных изученных видов кальмаров. Длина семенного резервуара составляет 37,1–53,6% длины сперматофора. В онтогенезе размер продуцируемых сперматофоров возрастает на 17–86% их длины.

Предполагается, что *G. fabricii* размножается только в нескольких глубоководных участках своего огромного ареала (т. н. репродуктивные зоны вида): северо-восточная часть Гренландского моря, граница Норвежского и Гренландского морей, в северо-восточной и южной частях Норвежского моря, южной и северной частях Девисова пролива, южной части Баффинова залива и, против всех ожиданий, в центре Полярного бассейна [4, 6]. Наши данные расширяют площадь репродуктивной зоны в Баффиновом заливе и устанавливают ранее неизвестную репродуктивную зону в юго-восточной Гренландии. Помимо этого, наши данные по размерам зрелых и крупных созревающих особей не показывают географической изменчивости в размерах созревания.

Список литературы

1. Голиков, А.В. Распространение и репродуктивная биология десятируких головоногих моллюсков (Sepioida, Teuthida) в Баренцевом море и прилегающих акваториях: 03.02.04: Зоология: дисс. ... канд. биол. наук // А.В. Голиков; Московский государственный университет. – М., 2015. – 236 с.
2. Голиков, А.В. Новые данные по распространению и репродуктивной биологии *Gonatus fabricii* (Cephalopoda, Teuthida) в западном секторе российской Арктики / А.В. Голиков, Р.М. Сабиров П.А. Любин // Ученые записки Казанского университета, серия «Естественные науки». – 2012. – Т. 154. – С. 118–128.
3. Кошелев, Б.Н. Экология размножения рыб / Б.Н. Кошелев, – М.: Наука, 1974. – 307 с.
4. Несис, К.Н. Кальмар *Gonatus fabricii* (Licht.) в центре Арктического бассейна / К.Н. Несис // Гидробиологический журнал. – 1971. – Т. VII. – С. 93–96.
5. Arkhipkin, A.I. Ontogenetic changes in morphometric and reproductive indices of the squid *Gonatus fabricii* (Oegopsida, Gonatidae) in the Norwegian Sea / A.I. Arkhipkin, H. Bjørke // Polar Biology. – 1999. – V. 22. – P. 357–365.
6. Bjørke, H. Predators of the squid *Gonatus fabricii* (Lichtenstein) in the Norwegian Sea / H. Bjørke // Fisheries Research. – 2001. – V. 52. – P. 113–120.
7. Bjørke, H. Recordings of mature *Gonatus fabricii* (Lichtenstein) off the Norwegian coast / H. Bjørke, H. Hansen // International Council for the Exploration of the Sea (CM Papers and Reports). – 1996. – K:17. – P. 1–11.
8. Bjørke, H. Egg masses of the squid *Gonatus fabricii* (Cephalopoda, Gonatidae) caught with pelagic trawl off northern Norway / H. Bjørke, H. Hansen, R.C. Sundt // Sarsia. – 1997. – V. 82. – P. 149–152.
9. Golikov, A.V. Actual fecundity of the Arctic squid *Gonatus fabricii* (Cephalopoda) based on the examination of a rarely encountered spent female / A.V. Golikov, M.E. Blicher, H.J.T. Hoving, D.V. Zakharov, R.M. Sabirov // Molluscan Research. – 2021. – V. 41. – P. 83–86.
10. Golikov, A.V. Reproductive biology and ecology of the boreoatlantic armhook squid *Gonatus fabricii* (Cephalopoda: Gonatidae) / A.V. Golikov, M.E. Blicher, L.L. Jørgensen, W. Walkusz, D.V. Zakharov, O.L. Zimina, R.M. Sabirov // Journal of Molluscan Studies. – 2019. – V. 85. – P. 287–299.
11. Golikov, A.V. First assessment of biomass and abundance of cephalopods *Rossia palpebrosa* and *Gonatus fabricii* in the Barents Sea / A.V. Golikov, R.M. Sabirov, P.A. Lubin // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. – 2017. – V. 97. – P. 1605–1616.
12. Kristensen, T. First record of a mature female of the squid *Gonatus fabricii* (Lichtenstein, 1818) (Cephalopoda: Teuthoidea) / T. Kristensen // Steenstrupia. – 1981. – V. 7. – P. 101–108.
13. Kristensen, T. Biology of *Gonatus fabricii* (Lichtenstein, 1818) from West Greenland waters / T. Kristensen // Meddelelser om Grønland Bioscience. – 1984. – V. 13. – P. 3–17.
14. Nigmatullin, C. M. Ontogenetic aspects of morphology, size, structure and production of spermatophores in ommastrephid squids: an overview / C.M. Nigmatullin, R.M. Sabirov, V.P. Zalygalin // Berliner Paläobiologische Abhandlungen. – 2003. – V. 3. – P. 225–240.
15. Xavier, J.C. A review on the biodiversity, distribution and trophic role of cephalopods in the Arctic and Antarctic marine ecosystems under a changing ocean / J.C. Xavier, Y. Cherel, L. Allcock, R. Rosa, R.M. Sabirov, M.E. Blicher, A.V. Golikov // Marine Biology. – 2018. – V. 165. – Art. 93. – P. 1–26.

УДК 594.58, 591.5

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ КАЛЬМАРА *GONATUS FABRICII* (CEPHALOPODA, GONATIDAE): ОЦЕНКА ПО СТАБИЛЬНЫМ ИЗОТОПАМ УГЛЕРОДА И АЗОТА ($\delta^{13}\text{C}$ И $\delta^{15}\text{N}$)

**А.В. Голиков¹, Ф.Р. Цейа², Р.М. Сабиров¹, М.Э. Блихер³, Д.В. Захаров^{4,5},
Дж.Ц. Ксавьер^{2,6}**

¹Казанский федеральный университет, Казань, Россия, golikov_ksu@mail.ru

²Университет Коимбры, Коимбра, Португалия

³Гренландский институт природных ресурсов, Нуук, Гренландия

⁴Полярный филиал Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии,
Мурманск, Россия

⁵Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия

⁶Британская антарктическая съемка, Кэмбридж, Великобритания

Аннотация. Кальмар *Gonatus fabricii* является наиболее массовым видом головоногих моллюсков Арктики. При этом его экологическая роль далека от понимания. Нами впервые применяется метод анализа содержания стабильных изотопов ($\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$) для оценки экологической роли вида в Арктике. Максимальный трофический уровень *G. fabricii* сравним в арктических экосистемах только с высшими звеньями трофической цепи, а трофическая ниша вида является самой широкой из известных для арктических беспозвоночных.

Ключевые слова: Cephalopoda, стабильные изотопы, экология, Арктика

ECOLOGICAL ROLE OF THE ARCTIC SQUID *GONATUS FABRICII* (CEPHALOPODA, GONATIDAE) ASSESSED BY STABLE ISOTOPE ANALYSIS OF $\delta^{13}\text{C}$ AND $\delta^{15}\text{N}$

A.V. Golikov¹, F.R. Ceia², R.M. Sabirov¹, M.E. Blicher³, D.V. Zakharov^{4,5}, J.C. Xavier^{2,6}

¹Kazan Federal University, Kazan, Russia, golikov_ksu@mail.ru

²University of Coimbra, Coimbra, Portugal

³Greenland Institute of Natural Resources, Nuuk, Greenland

⁴Polar Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, Murmansk,
Russia

⁵Zoological Institute RAS, Sankt-Petersburg, Russia

⁶British Antarctic Survey, Cambridge, UK

Abstract. The squid *Gonatus fabricii* is the most abundant cephalopod species in the Arctic. Despite it, its ecological role is far from being understood. Here we apply stable isotope analysis (of $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$) to this species for the first time ever, aiming to assess its role in the Arctic ecosystems. Maximum trophic level of *G. fabricii* compares only to top vertebrate predators (and scavengers) in the Arctic, and isotopic niche of the species is the widest among the Arctic invertebrates studied so far.

Keywords: Cephalopoda, stable isotopes, ecology, Arctic

Кальмар *Gonatus fabricii* (Lichtenstein, 1818) является наиболее массовым видом головоногих моллюсков в Арктическом бассейне, а так же единственным постоянно обитающим на данной акватории видом кальмаров [5]. Этот кальмар достигает огромной численности в Арктике [2, 9], играя важную роль и как в качестве хищника, так и в качестве жертвы. По данным из литературы *G. fabricii* включает в свой пищевой спектр 49 таксонов и встречается в питании 47 таксонов (обобщено в обзоре [8]). По мере роста и созревания кальмары погружаются из эпи- в мезо- и батипелагиаль

(онтогенетическая батическая миграция); при этом трофический статус вида меняется [1, 2, 8]. Нами впервые применен метод анализа содержания стабильных изотопов для оценки экологии вида [8]. Метод анализа содержания стабильных изотопов является одним из основных в современной экологии [3, 15], и в морской экологии в основном применяются изотопы углерода ($\delta^{13}\text{C}$) и азота ($\delta^{15}\text{N}$).

Материалы и методы

Кальмары были собраны в Баренцевом море, восточной и западной Гренландии в 2004–2016, добыты как прилов при донной траловой съемке. Исследовано 43 экземпляра из западной Гренландии (длина мантии (ДМ) 13–257 мм), 25 экземпляров из восточной Гренландии (ДМ 40–178 мм) и 37 экземпляров из Баренцева моря (ДМ 26–221 мм). Статистический анализ результатов проводился по стандартным методикам [17]. Изотопные ниши анализировались в R, пакете SIBER [13]. Трофический уровень по $\delta^{15}\text{N}$ рассчитан по формуле из [12].

Результаты и обсуждение

Значения $\delta^{13}\text{C}$ варьировали от -23.0 до -18.4‰ (среднее $\pm$ ошибка: $-20.8 \pm 0.1\%$), значения $\delta^{15}\text{N}$ от 4.9 до 14.9‰ ($8.7 \pm 0.2\%$) и трофические уровни от 2.5 до 5.1 (3.5 ± 0.1). Значения $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ не зависят от пола кальмара. Значения $\delta^{13}\text{C}$ характеризуются достоверными различиями между исследуемыми районами: наблюдается их возрастание в западном направлении. В онтогенезе же наблюдается лишь слабое увеличение значений $\delta^{13}\text{C}$. Значения $\delta^{15}\text{N}$ демонстрируют значительные онтогенетические различия при полном отсутствии географических. Отмечено возрастание на 10,0‰ от эпипелагических личинок до крупных батипелагических особей, т. е. на 2,6 трофических уровня. Выявленные максимальные значения $\delta^{15}\text{N}$ (14,9‰) являются одними из самых высоких среди всех известных для головоногих моллюсков, cf. [6]. Максимальный определенный трофический уровень (5,1) сравним в арктических экосистемах только с высшими звеньями трофической цепи: крупнейшими пелагическими рыбами, тюленями и зубатыми китами, а так же с донными трупоядными рыбами и беспозвоночными [10, 11, 14, 16]. Т. о., кальмара *G. fabricii* можно назвать высшим беспозвоночным хищником в Арктике. Его трофическая ниша является самой широкой из известных для арктических беспозвоночных [14]. Среди других головоногих моллюсков также высокий трофический уровень демонстрируют только *G. antarcticus* Lönnerberg, 1898 и *Mesonychoteuthis hamiltoni* Robson, 1925 из Антарктики [4]. Очевидно, в полярных экосистемах кальмары занимают более высокое положение в трофической цепи, чем в умеренных и тропических водах, что было подтверждено нашими дальнейшими исследованиями [6, 7].

Список литературы

1. Arkhipkin, A.I. Ontogenetic changes in morphometric and reproductive indices of the squid *Gonatus fabricii* (Oegopsida, Gonatidae) in the Norwegian Sea / A.I. Arkhipkin, H. Bjørke // Polar Biology. – 1999. – V. 22. – P. 357–365.
2. Bjørke, H. Predators of the squid *Gonatus fabricii* (Lichtenstein) in the Norwegian Sea / H. Bjørke // Fisheries Research. – 2001. – V. 52. – P. 113–120.
3. Boecklen, W.J. On the use of stable isotopes in trophic ecology / W.J. Boecklen, C.T. Yarnes, B.A. Cook, A.C. James // Annual Reviews in Ecology, Evolution and Systematics. – 2011. – V. 42. – P. 411–440.
4. Cherel, Y. Stable isotopes reveal the trophic position and mesopelagic fish diet of female southern elephant seals breeding on the Kerguelen Islands / Y. Cherel, S. Ducatez, C. Fontaine, P. Richard, C. Guinet // Marine Ecology Progress Series. – 2008. – V. 370. – P. 239–247.

5. Golikov, A.V. Reproductive biology and ecology of the boreoatlantic armhook squid *Gonatus fabricii* (Cephalopoda: Gonatidae) / A.V. Golikov, M.E. Blicher, L.L. Jørgensen, W. Walkusz, D.V. Zakharov, O.L. Zimina, R.M. Sabirov // Journal of Molluscan Studies. – 2019. – V. 85. – P. 287–299.
6. Golikov, A.V. The first global deep-sea stable isotope assessment reveals the unique trophic ecology of Vampire Squid *Vampyroteuthis infernalis* (Cephalopoda) / A.V. Golikov, F.R. Ceia, R.M. Sabirov, J.D. Ablett, I.G. Gleadall, G. Gudmundsson, H.J. Hoving, H. Judkins, J. Palsson, A.L. Reid, R. Rosas-Luis, E.K. Shea, R. Schwarz, J.C. Xavier // Scientific Reports. – 2019. – V. 9. – Art. 19099. – P. 1–13.
7. Golikov, A.V. Food spectrum and trophic position of an Arctic cephalopod, *Rossia palpebrosa* (Sepiolida), inferred by stomach contents and stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) analyses / A.V. Golikov, F.R. Ceia, R.M. Sabirov, A.N. Belyaev, M.E. Blicher, N.H. Arboe, D.V. Zakharov, J.C. Xavier // Marine Ecology Progress Series. – 2019. – V. 632. – P. 131–144.
8. Golikov, A. V. Ontogenetic changes in stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) values in squid *Gonatus fabricii* (Cephalopoda) reveal its important ecological role in the Arctic / A.V. Golikov, F.R. Ceia, R.M. Sabirov, Z.I. Zaripova, M.E. Blicher, D.V. Zakharov, J.C. Xavier // Marine Ecology Progress Series. – 2018. – V. 606. – P. 65–78.
9. Golikov, A.V. First assessment of biomass and abundance of cephalopods *Rossia palpebrosa* and *Gonatus fabricii* in the Barents Sea / A.V. Golikov, R.M. Sabirov, P.A. Lubin // Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. – 2017. – V. 97. – P. 1605–1616.
10. Hansen, J.H. Spatial variability of carbon ($\delta^{13}\text{C}$) and nitrogen ($\delta^{15}\text{N}$) stable isotope ratios in an Arctic marine food web / J.H. Hansen, R.B. Hedeolm, K. Sunksen, J.T. Christensen, P. Grønkjaer // Marine Ecology Progress Series. – 2012. – V. 467. – P. 47–59.
11. Hobson, K.A. A stable isotope ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) model for the North Water food web: implications for evaluating trophodynamics and the flow of energy and contaminants / K.A. Hobson, A. Fisk, N. Karnovsky, M. Holst, J.M. Gagnon, M. Fortier // Deep-Sea Research II. – 2002. – V. 49. – P. 5131–5150.
12. Hussey, N.E. Rescaling the trophic structure of marine food webs / N.E. Hussey, M.A. MacNeil, B.C. McMeans, J.A. Olin, S.F.J. Dudley, G. Cliff, S.P. Wintner, S.T. Fennessy, A.T. Fisk // Ecology Letters. – 2014. – V. 17. – P. 239–250.
13. Layman, C.A. Applying stable isotopes to examine food-web structure: an overview of analytical tools / C.A. Layman, M.S. Araujo, R. Boucek, C.M. Hammerschlag-Peyer, E. Harrison, Z.R. Jud, P. Matich, A.E. Rosenblatt, J.J. Vaudo, L.A. Yeager, D.M. Post, S. Bearhop // Biological Reviews. – 2012. – V. 87. – P. 545–562.
14. Linnebjerg, J.F. Deciphering the structure of the West Greenland marine food web using stable isotopes ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$) / J.F. Linnebjerg, K.A. Hobson, J. Fort, T.G. Nielsen, P. Møller, K. Wieland, E.W. Born, F.F. Riget, A. Mosbech // Marine Biology. – 2016. – V. 163. – Art. 230. – P. 1–15.
15. Post, D.M. Using stable isotopes to estimate trophic position: models, methods, and assumptions / D.M. Post // Ecology. – 2002. – V. 83. – P. 703–718.
16. Tamelander, T. Trophic relationships and pelagic–benthic coupling during summer in the Barents Sea Marginal Ice Zone, revealed by stable carbon and nitrogen isotope measurements / T. Tamelander, P.E. Renaud, H. Hop, M.L. Carroll, W.G.Jr. Ambrose, K.A. Hobson // Marine Ecology Progress Series. – 2012. – V. 310. – P. 33–46.
17. Zar, J.H. Biostatistical analysis. / J.H. Zar. – NJ, Upper Saddle River: Prentice Hall, 2010. – 944 p.

СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ В ВОДЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Е. А. Горбачева, Т. А. Зимовейскова

*Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии
(ПИНРО им. Н. М. Книповича), Россия, Мурманск,
E-mail: gorbach@pinro.ru*

Аннотация. Исследовано загрязнение воды Баренцева моря хлорорганическими пестицидами (ДДТ, ГХЦГ, ГХБ, хлорданами) и полихлорированными бифенилами (ПХБ) в ноябре 2020 г. В воде идентифицированы ДДТ и его метаболиты, α -, β -, γ -ГХЦГ, ПХБ, ГХБ, *цис*-, *транс*-хлордан и *транс*-нонахлор. Изученные пробы воды были больше загрязнены ДДТ и его метаболитами, α -, β -, γ -ГХЦГ и ПХБ, чем ГХБ, *цис*-, *транс*-хлорданом и *транс*-нонахлором. В составе ПХБ доминировали три-, тетра- и пентахлорбифенилы (ПХБ-28, 31, 52, 101, 105 и 118). Наблюдались отличия в пространственном распределении хлорорганических соединений на акватории Баренцева моря. Наиболее высокие концентрации Σ ГХЦГ (в среднем 1,32 нг/л) регистрировались в северных и восточных областях Баренцева моря. На океанографическом разрезе «Кольский меридиан», расположенном в западной части моря, средняя концентрация Σ ГХЦГ в воде оказалась в два раза ниже – 0,62 нг/л. Средняя концентрация Σ ДДТ в воде на разрезе «Кольский меридиан» была на 27 % выше, чем в северных и восточных районах. Более высокое загрязнение ПХБ отмечали в поверхностном слое воды. Средняя концентрация Σ ПХБ в поверхностном слое воды Баренцева моря составляла 0,64 нг/л, в придонном – 0,57 нг/л. На подавляющем большинстве станций концентрации ГХБ в морской воде не превышали 0,05 нг/л. Концентрации Σ ДДТ, Σ ГХЦГ, ГХБ, хлорданов и Σ ПХБ в воде исследованных районов Баренцева моря были значительно ниже их рыбохозяйственной ПДК 10 нг/л.

Ключевые слова: загрязнение, хлорорганические пестициды, полихлорированные бифенилы, морская вода, Баренцево море

PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS IN THE BARENTS SEA WATERS

E. A. Gorbacheva, T. A. Zimoveyskova

*Polar Branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography
(«PINRO» named after N.M. Knipovich),
Russia, Murmansk,
E-mail: gorbach@pinro.ru*

Abstract. Pollution of the Barents Sea waters with organochlorine pesticides (DDTs, HCHs, HCB, chlordanes) and polychlorinated biphenyls (PCBs) was investigated in November 2020. DDT and its metabolites, α -, β -, γ -HCH, PCBs, HCB, *cis*-, *trans*-chlordane and *trans*-nonachlor were identified in water. The studied water samples were more contaminated with DDT and its metabolites, α -, β -, γ -HCH and PCBs than HCB, *cis*-, *trans*-chlordane and *trans*-nonachlor. The composition of PCBs was dominated by tri-, tetra- and pentachlorobiphenyls (PCBs-28, 31, 52, 101, 105 and 118). There were differences in the spatial distribution of organochlorine compounds in the Barents Sea. The highest Σ HCHs (1.32 ng/l on average) levels were found in the northern and eastern Barents Sea. In the western part of the sea, on the Kola Section the mean Σ HCHs level in water was two times less, i.e. 0.62 ng/l. The mean Σ DDTs level on the Kola Section was 27% above that in the northern and eastern areas. A higher level of contamination with Σ PCBs was found in the

surface layer. The mean Σ PCBs level in the surface layer of the Barents Sea was 0.64 ng/l and 0.57 ng/l in the near-bottom layer. At the prevailing majority of the stations the HCB levels did not exceed 0.05 ng/l. Concentrations of Σ DDTs, Σ HCHs, HCB, chlordanes and Σ PCBs in the waters of the studied areas in the Barents Sea were significantly lower than their maximum permissible concentration for fishery of 10 ng/l.

Keywords: pollution, organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls, seawater, Barents Sea

Для стойких органических соединений (СОЗ) характерна устойчивость к разложению, высокая токсичность и способность к биоаккумуляции. СОЗ могут переноситься на большие расстояния и в настоящее время распространены повсеместно. Поступление СОЗ в Арктику возможно как из местных источников, так и в результате переноса из других районов воздушными потоками, океаническими течениями, мигрирующими животными и морским льдом [2]. В список СОЗ наряду с другими особо опасными для биосферы химическими соединениями входят хлорорганические пестициды и полихлорированные бифенилы (ПХБ). Производство и применение ПХБ, а также ряда хлорорганических пестицидов запрещено Стокгольмской конвенцией о СОЗ.

Цель исследований: изучить загрязнение воды Баренцева моря хлорорганическими пестицидами и ПХБ в осенний период.

Материал и методика

Пробы воды для исследований были отобраны в рейсе НИС МК – 0102 «Вильнюс» в ноябре 2020 г. в поверхностном и придонном слоях воды. Расположение станций отбора проб представлено на рисунке.

Концентрации хлорорганических пестицидов и ПХБ определяли методом капиллярной газовой хроматографии на хромато-масс-спектрометре GCMS-QP2010 Plus «Shimadzu». Изучали содержание в морской воде следующих хлорорганических пестицидов: α -, β -, γ -гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гексахлорбензола (ГХБ), *цис*-, *транс*-хлордана, *транс*-нонахлора, дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) и его метаболитов, а также конгенов ПХБ с номерами по номенклатуре УРАС 28, 31, 52, 99, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180.

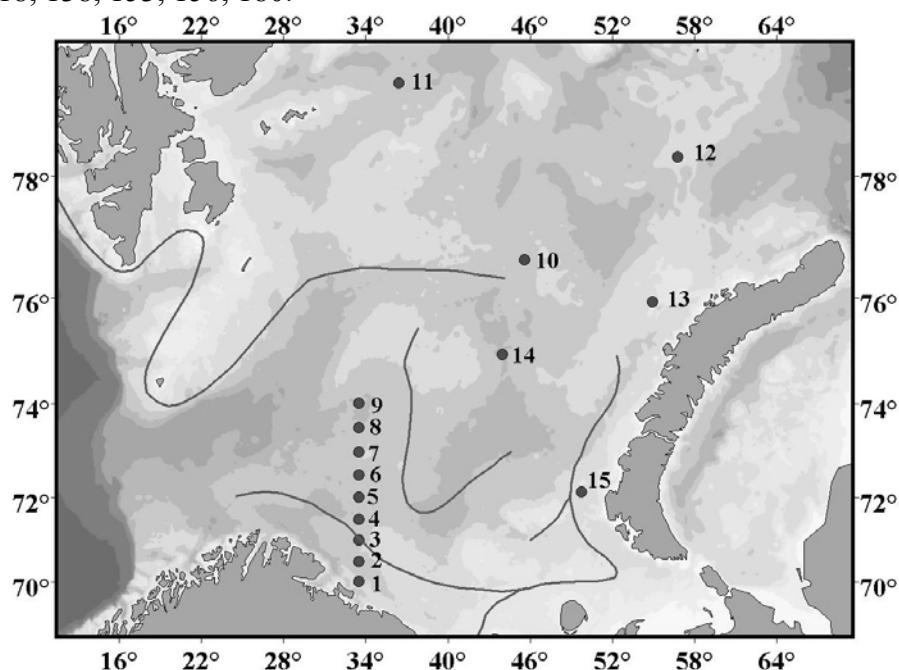


Рис. Карта-схема расположения станций отбора проб в Баренцевом море

Результаты и обсуждения

В воде изученной акватории Баренцева моря идентифицированы ДДТ и его метаболиты, α -, β -, γ -ГХЦГ, ПХБ, ГХБ, *цис*-, *транс*-хлордан, *транс*-нонахлор. Исследованные пробы воды были больше загрязнены ДДТ и его метаболитами, α -, β -, γ -ГХЦГ и ПХБ, чем ГХБ, *цис*-, *транс*-хлорданом, *транс*-нонахлором. Хлорданы присутствовали в воде исследованных районов моря в концентрациях ниже пределов обнаружения применяемого метода анализа.

По данным наших исследований осенью 2020 г. в Баренцевом море средняя суммарная концентрация α -, β -, γ -изомеров ГХЦГ (Σ ГХЦГ) в поверхностном слое воды составляла 0,88 нг/л, в придонном – 0,97 нг/л. Этот пестицид мог поступать в окружающую среду в результате применения технического ГХЦГ (смесь α -, β -, γ -изомеров ГХЦГ) и линдана (γ -изомер ГХЦГ). Наиболее высокие концентрации Σ ГХЦГ (в среднем 1,32 нг/л) регистрировались в северных и восточных областях Баренцева моря (ст. 10-15). На океанографическом разрезе «Кольский меридиан» (ст. 1-9), расположенном в западной части моря и пересекающем в направлении с юга на север мурманские прибрежные и атлантические воды, средняя концентрация Σ ГХЦГ в воде оказалась в два раза ниже – 0,62 нг/л.

Согласно полученным данным в составе ГХЦГ на всех станциях доминировал α -ГХЦГ. Концентрации как β -, так γ -ГХЦГ в воде Баренцева море не превышали 0,05 нг/л. При длительном нахождении в морской среде γ -изомер ГХЦГ трансформируется в α -изомер ГХЦГ. Увеличение относительной концентрации α -ГХЦГ по сравнению с другими изомерами ГХЦГ указывает на давнее поступление пестицида в окружающую среду. Известно, что α - и β -изомеры ГХЦГ в газообразном состоянии растворимы в воде. Причем растворимость ГХЦГ повышается при более низких температурах и воды Северного ледовитого океана становятся аккумулятором этих веществ [2].

Пространственное распределение ДДТ на акватории исследований отличалось от такового для ГХЦГ. В ноябре 2020 г. в западных районах Баренцева моря (разрез «Кольский меридиан», ст. 1-9) среднее содержание Σ ДДТ в воде оказалось на 27 % выше, чем в северных и восточных (ст. 10-15). Средние суммарные концентрации изомеров и метаболитов ДДТ (Σ ДДТ) в пробах поверхностного слоя морской воды составляли 0,99 нг/л, придонного – 1,16 нг/л. На 70 % станций в большей степени загрязнен ДДТ оказался придонный слой воды. Величины отношений концентраций суммы изомеров ДДТ к сумме его метаболитов ДДД и ДДЕ были меньше 1, что указывало на давнее поступление ДДТ в окружающую среду.

Гексахлорбензол применялся в качестве фунгицида и при производстве пиротехнических средств. Известно, что ГХБ и ГХЦГ в большей степени подвержены атмосферному переносу, чем ДДТ и ПХБ [1]. Загрязнение вод Баренцева моря ГХБ оказалось очень низким. На подавляющем большинстве станций концентрации ГХБ в поверхностном и придонном слоях воды не превышали 0,05 нг/л. Наиболее высокие концентрации ГХБ наблюдались в атлантических водах Центральной ветви Нордкапского течения (0,20 нг/л) и новоземельских прибрежных водах (0,11 нг/л.).

Средние суммарные концентрации ПХБ (Σ ПХБ) в поверхностном слое воды Баренцева моря достигали 0,64 нг/л, в придонном – 0,57 нг/л. Осенью 2020 г. более высокие концентрации ПХБ отмечали, как правило, в поверхностном слое воды. В воде исследованных районов Баренцева моря ПХБ были представлены преимущественно три-, тетра- и пентахлорбифенилами (ПХБ-28, 31, 52, 101, 105 и 118). В составе ПХБ в воде Баренцева моря доминировали ПХБ-101, 105 и 118, что указывает на загрязнение техническими смесями типа «Aroclor». Обнаруженные в морской воде ПХБ-28, 31 и 52 могли также входить в состав технической жидкости «Трихлордифенил». Следует отметить, что в поверхностном слое воды закономерностей в распределении

индивидуальных конгенов ПХБ на акватории исследований не прослеживалось. В придонном слое воды в прибрежной зоне моря (ст. 1 и 2) в составе ПХБ преобладал ПХБ-101, а в более удаленных от Кольского п-ова районах (ст. 9-13) – ПХБ-105 и 118. Следует отметить, что ПХБ-105 и 118 относятся диоксиноподобными конгенерами, характеризующимся особенно высокой персистентностью, способностью к биоаккумуляции и опасны для живых организмов даже в очень низкой концентрации.

Заключение

Проведенные исследования показали, что осенью 2020 г. хлорорганические пестициды (ГХЦГ, ДДТ ГХБ, хлорданы) и ПХБ присутствовали в поверхностном и придонном слоях воды как в прибрежье, так и в удаленных от Кольского п-ова северных и восточных районах Баренцева моря. Наблюдались существенные отличия в пространственном распределении хлорорганических соединений на акватории исследований. Концентрации Σ ДДТ, Σ ГХЦГ, ГХБ, хлорданов и Σ ПХБ в воде Баренцева моря были значительно ниже их рыбохозяйственной ПДК 10 нг/л [3].

Список литературы

1. Батоев, В.Б. Стойкие органические загрязнители в бассейне озера Байкал / В.Б. Батоев, О.В. Цыденова Г.Г. Нимацыренова С.С. Палицына. – Новосибирск, 2004. – 110 с.
2. Загрязнение Арктики 2002. – Осло: АМАП, 2003. –112 с.
3. Приказ Минсельхоза России «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» № 552 от 13.12.2016.

УДК 573.7

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ СЕЛЬДИ- ЧЕРНОСПИНКИ (ALOSA KESSLERI KESSLERI, GRIMM 1887) ВО ВРЕМЯ НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ

М.П. Грушко, Н.Н. Федорова

Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия,
mgrushko@mail.ru

Аннотация. Целью работы является анализ состояния внутренних органов особей черноспинки, идущей в Волгу на нерест. Материал был собран с конца мая по начало июня 2021 года в р. Волга. Объектом исследования стали самки сельди черноспинки. Для гистологического анализа у отловленных особей рыб были отобраны органы индикаторы: печень, почки, кишечник, жабы, селезенка. Установлено, что заметно уменьшилась средняя длина и масса рыб, в сравнении с ранее выловленными. В печени основными изменениями были признаки отека печеночной ткани и микроциркуляторные расстройства. Для почек характерными изменениями был отек, микроциркуляторные расстройства и некроз. В кишечнике выявлены признаки кровоизлияний и некроза кишечного эпителия. Исследование жабр показало наличие атрофии ламелл, гиперплазии респиаторного эпителия, некроз и микроциркуляторные расстройства. В селезенке - кровоизлияния, гемосидероз и некроз. Все выявленные изменения также отмечались у рыб данного вида ранее, что отражено в работах предыдущих лет.

Ключевые слова: сельдь черноспинка, внутренние органы, состояние, некроз, кровоизлияние.

RECENT STUDY ON OF INTERNAL ORGANS OF BLACK-SPINED HERRINGS (ALOSA KESSLERI KESSLERI, GRIMM 1887) DURING SPAWNING MIGRATION

M.P. Grushko, N.N.Fedorova

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia, mgrushko@mail.ru

Abstract. The aim of the present study is to analyze the health state of the internal organs of black-spined herrings migrating up to the Volga to spawn. The materials were collected from the end of May to the beginning of June 2021 in the Volga river, with a focus on female herrings (*Alosa kessleri kessleri*). For histological analysis, health indicator organs of fish, namely liver, kidneys, intestine, gills and spleen, were collected from captured individuals. It was found that the average length and weight of fish significantly decreased in comparison with those previously caught. Main histological alterations found in these changes were signs of hepatic tissue edema and microcirculatory disorders. For the kidneys, edema, microcirculatory disorders and necrosis were characteristic changes. Signs of hemorrhages and necrosis of the intestinal epithelium were detected in the intestine. Examination of the gills showed the presence of lamella atrophy, respiratory epithelium hyperplasia, necrosis and microcirculatory disorders. In the spleen - hemorrhages, hemosiderosis and necrosis. All above mentioned changes in fish of this species were also reported in previous conducted studies.

Key words: black-spined herrings, internal organs, health state, necrosis, hemorrhage.

Наряду с осетровыми, каспийские сельди наиболее древние рыбы, являющиеся эндемиками Каспия. Уловы каспийских сельдей в начале XX в. превышали 300 тысяч тонн, составляя около половины общего вылова рыбы в Каспийском бассейне. В середине столетия их уловы снизились до 100 тысяч тонн, с начала XXI века они почти исчезли из уловов, и в настоящее время их добыча составляет меньше 1 тысячи тонн. Черноспинка - *Alosa kessleri kessleri*, Grimm 1887 – наиболее крупная и жирная из каспийских сельдей, обитает во всех его частях, входит для нереста в Волгу и Урал [1, 6]. Причинами сокращения популяции сельдей могут быть, в том числе, и ухудшение состояния здоровья организма. Известно, что гистологический метод исследования позволяет обнаружить изменения на клеточно-тканевом уровне, когда внешних проявлений каких-либо нарушений функционирования организма ещё не выявлено [7].

Целью работы является анализ состояния внутренних органов особей черноспинки, идущей в Волгу на нерест.

Материал и методы. Материал был отобран с конца мая по начало июня 2021 года в р. Волга. Объектом исследования стали самки сельди черноспинки (30 шт.), идущие на нерест. Средняя длина особей составляла $20,0 \pm 1,02$ см, масса – $60,3 \pm 2,13$ г. Для гистологического анализа у всех отловленных особей в 10%-ом растворе формалина проводили фиксацию органов-индикаторов: печени, жабр, почек, селезенки, кишечника. При дальнейшей обработке материала для изготовления препаратов тканей использовались методики классической гистологии [2]. Полученные препараты изучали на микроскопе OLYMPUS BH-2. В результате работы были получены следующие сведения.

Печень. Трабекулярная архитектоника выражена нечетко. Из-за небольшого отека тканей печени границы клеток определяются с трудом. В цитоплазме гепатоцитов обнаружена мелкая зернистость. Ядра гепатоцитов разной величины и окраски: есть светлые, довольно крупные ядра, обнаружены более темные, меньших размеров. Кроме того, наблюдались безъядерные клетки – 10% от числа всех клеток, имелись и двуядерные клетки. Среди гепатоцитов выделялись редкие гигантские клетки. Кроме отека печеночной ткани, отмечены микроциркуляторные расстройства: все внутриклеточные сосуды были расширены, плотно заполнены форменными элементами крови, в основном эритроцитами. Печеночные капилляры были разной

толщины, среди гепатоцитов регистрировались мелкие геморрагии, плазморагии, петехии.

Почки (мезонефрос). Почечные тельца разной величины, их мочевые пространства небольших размеров, по-видимому, из-за отека почечной ткани. В них наблюдаются слившиеся петли капилляров. Извитые мочевые канальца выстланы, в основном, кубическим эпителием, цитоплазма этого кубического эпителия мутная, стенки капилляров отечны; в небольших полостях таких канальцев наблюдался детрит. Среди кубических клеток эпителия отмечена их деструкция. У более широких извитых канальцев, выстланных цилиндрическим эпителием, полости оставались пустыми. В почках отмечено небольшое количество межканальцевой ткани, в которой обнаружены мелкие кровоизлияния и некротические участки, то есть также имелись микроциркуляторные расстройства, которые, в основном, характеризовались расширением внутрпочечных сосудов, плотно заполненных форменными элементами, их разрывами.

Кишечник (средняя кишка). Длинные извитые кишечные ворсинки заполняют почти всю полость средней кишки. Причем ворсинки были разной длины и толщины, покрыты (выстланы) кишечным эпителием. В глубине слизистой оболочки обнаружены цисты паразитов. На верхушках ворсинок у многих кишечных клеток разрушены их апикальная часть. Сами каемчатые клетки были разной высоты, их ядра находились в базальной части клеток. Среди клеток каемчатого эпителия находились заполненные слизью бокаловидные клетки. В основании кишечных ворсин выявлялись округлые кроветворные образования. Основой каждой кишечной ворсинки являлся кровеносный сосуд; в некоторых ворсинках происходил разрыв этих сосудов, или наблюдалось слущивание слоя кишечного эпителия.

Жабры. В каждом филamente насчитывалось 110-130 парных ламелл. На верхушках филamente имелись сплошные эпителиальные разрастания многослойного неороговевающего эпителия в виде «шапочек», без выявления ламелл, происходила их атрофия. Ниже на филamente появлялись разной величины ламеллы, их длина постепенно нарастала. Обычно наблюдались разрастания дыхательного эпителия, они напоминали головки спички. Следует отметить, что ламеллы могли располагаться только на одной стороне филamente, на другой – находилась широкая пластинка из многослойного эпителия без ламелл. Встречались и боковые разрастания дыхательного эпителия, в связи с чем, две соседние ламеллы представляли собой сросшиеся образования. Таким образом, наблюдалось замещение одного типа эпителия другим: респираторный эпителий ламелл замещался многослойным, т.о. уменьшается площадь респираторного эпителия, где происходит газообмен. В жабрах наблюдались патологические изменения и у гиалиновой пластинки - основе жаберных филamente; она имела по своей длине разную толщину и разное количество, и величину хрящевых клеток. В жабрах отмечены микроциркуляторные расстройства, выявлены расширения сосудов филamente, особенно у их оснований, изменения диаметров капилляров и их разрывы.

Селезенка. Границы между белой и красной пульпой почти не определялись. Обнаружены мелкие гранулы гемосидерина, разной величины и формы. Кроме того, выявлены небольшие кровоизлияния и очень мелкие некротические участки. Вся пульпа в селезенке состояла из ретикулярной ткани, в ней находились лимфоциты, макрофаги, эритроциты. Белая пульпа вкраплена в красную в виде более темных островков округлой или удлинённой формы. В центральной части белой пульпы определялись гранулы гемосидерина.

В заключении можно указать на то, что ранее сходные данные приведены в других работах [3,4,5], по изучению здоровья волжских рыб.

Список литературы

1. Анисимова, И.М. Ихтиология / И.М. Анисимов, В.В. Покровский. - М.: ВО «Агропромиздат», 1991 - 288с.
2. Волкова, О.В. Основы гистологии с гистологической техникой / О.В. Волкова, Ю.К. Елецкий. - М.: Медицина, 1989. - С.142-256.
3. Володина, В.В. Морфологическая характеристика и экологическое значение опухолей рыб Волго-Каспийского бассейна / В.В. Володина, М.П. Грушко, Н.Н. Федорова, Е.А. Воронина, Н.Ю. Терпугова, М.А. Гуляева // Юг России: экология, развитие. - 2020. - Т.15, №2. - С.48-60.
4. Грушко, М.П. Гистологический анализ состояния тканей внутренних органов сельди-черноспинки *Alosa kessleri kessleri* / М.П. Грушко, А.А. Айтимова, Н.Н. Федорова // Известия ТИНРО. – 2017. - том 188. - С. 155-161.
5. Грушко, М.П. Патологические изменения жизненно важных органов волжских рыб / М.П. Грушко, Н.А. Каниева, Н.Н. Федорова // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия рыбное хозяйство. - 2020. - №4. - С. 104-109.
6. Иванов, В.П. Ихтиология. Лабораторный практикум / В.П. Иванов, Т.С. Ершова. – Астрахань: Издательство АГТУ, 2014. - 312с.
7. Мельникова, М.С. Гистологические методы в оценке состояния здоровья рыб при искусственном выращивании / М.С. Мельникова // Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: расширенные материалы IV международной конференции. - (Борок-Москва) Ярославль: «Филигрань», 2015. - 588с.

УДК 576.895.122.2

СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАРАЖЁННОСТИ ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS* (L.)) И ЩУКИ (*ESOX LUCIUS* (L.)) НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА, ТРЕМАТОДОЙ (*ICHTHYOCOTYLURUS VARIEGATUS* (CREPLIN, 1825)).

А. А. Дайтхе^{1,2}, А.В. Морозко¹, М.А. Дорогин¹

¹Новосибирский филиал ФГБНУ «Госрыбцентр», Писарева 1, Новосибирск, 630091, Россия

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

²ФБГОУ ВО Новосибирский ГАУ, Добролюбова 162, Новосибирск, 630039, Россия

Аннотация. Естественная ихтиофауна реки Обь включает свыше пятнадцати видов промысловых рыб, относящихся к различным биологическим группам. Хищные рыбы водохранилища представлены пятью видами (вид вселенец – судак, аборигенные – щука, окунь, налим и ёрш). Мониторинг паразитофауны хищных рыб в Сибири является необходимым мероприятием, направленным на выявление патогенных для человека паразитов, таких как дифиллоботрииды. Методом полного паразитологического вскрытия исследованы два вида рыб – окунь *Perca fluviatilis* (L.) и, впервые за последние десять лет, щука *Esox lucius* (L.) из Новосибирского водохранилища. В ходе мониторинга у них выявлено заражение трематодой *Ichthyocotylurus variegatus*. В статье даны данные по многолетней динамике численности щуки и окуня в Новосибирском водохранилище, проведено сравнение показателей их заражённости (экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, индекс обилия), а также выявлены возможные причины численной разницы этих показателей у изученных видов рыб. Кроме того, подтверждается информация, что окунь в Новосибирском водоёме может и далее служить модельным объектом для исследования паразитофауны хищных рыб. **Ключевые слова:** окунь *Perca fluviatilis* (L.), щука *Esox Lucius* (L.), гидрологический режим, трематодоз, заражённость, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, индекс обилия.

COMPARISON OF INFECTION INDICATORS OF PERCA (*FLUVIATILIS* (L.)) AND PIKE (*ESOX LUCIUS* (L.)) IN THE NOVOSIBIRSK RESERVOIR WITH TREMATODO (*ICHTHYOCOTYLURUS VARIEGATUS* (CREPLIN, 1825)).

A.A. Daitkhe^{1,2}, A.V. Morozko¹, M. A. Dorogin¹

¹Novosibirsk Branch of Gosrybcenter, Pisareva 1, Novosibirsk, 630091, Russia

E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

²FBGOU IN Novosibirsk GAU, Dobrolyubova 162, Novosibirsk, 630039, Russia

Abstract. The natural ichthyofauna of the Ob River includes over fifteen species of commercial fish belonging to various biological groups. Predatory fish of the reservoir are represented by five species (invading species - pike perch, aboriginal - pike, perch, burbot and ruff). Monitoring of the parasite fauna of predatory fish in Siberia is a necessary measure aimed at identifying parasites pathogenic for humans, such as diphyllbothriids. By the method of complete parasitological dissection, two fish species were studied - the perch *Perca fluviatilis* (L.) and, for the first time in the last ten years, the pike *Esox lucius* (L.) from the Novosibirsk reservoir. During monitoring, they were found to be infected with the trematode *Ichthyocotylurus variegatus*. The article provides data on the long-term dynamics of the number of pike and perch in the Novosibirsk reservoir, compares the indicators of their infestation (extensiveness of invasion, intensity of invasion, index of abundance), and also identifies possible reasons for the numerical difference of these indicators in the studied fish species. In addition, the information is confirmed that the perch in the Novosibirsk reservoir can continue to serve as a model object for the study of the parasite fauna of predatory fish.

Key words: perch *Perca fluviatilis* (L.), pike *Esox Lucius* (L.), hydrological regime, trematodosis, infestation, extensiveness of invasion, intensity of invasion, abundance index.

По количеству пресноводных водоемов Новосибирская область занимает одно из первых мест в стране. На её территории имеется большое количество озер и прудов, протекает река Обь, образующая Новосибирское водохранилище.

Акватория Новосибирского водохранилища вытянута с юго-запада на северо-восток на 187 км. Изрезанность береговой линии невелика, её общая протяжённость 550 км. По морфометрическим и гидрологическим параметрам водохранилище делится на 3 части: верхняя зона, средняя зона, Ирменский плес и Приплотинный плес входящий в состав нижней зоны. Водохранилище имеет рыбохозяйственное значение [17].

В регионе активно развивается рыбоводство и рыболовство, в том числе и товарное. Ежегодно увеличиваются объёмы вылова и производства товарной рыбы, а так же увеличивается спрос на неё населения. В связи с этим возрастает роль мероприятий по контролю заболеваний. Паразитарные заболевания рыб были и остаются одной из важных проблем рыбного хозяйства нашей страны.

Естественная ихтиофауна реки Обь включает свыше 15 видов промысловых рыб, относящихся к различным биологическим группам. Хищные рыбы водохранилища представлены 5 видами (вид вселенец – судак, аборигенные – щука, окунь, налим и ёрш).

Дифиллоботриоз – паразитарное заболевание рыб, плотоядных животных и человека, биологическим очагом которого является Обь–Иртышский бассейн. Несмотря на то, что на юге Западной Сибири данное заболевание не регистрировалось с 60-х гг. прошлого века [13; 14], потенциальная опасность сохраняется. Поэтому ежегодно проводится мониторинг заражённости хищных рыб.

Чаще всего для мониторинга состояния паразитофауны хищных рыб в водоёме используется окунь ввиду его легкодоступности [7; 13; 4]. Окунь *Perca fluviatilis* (L.) один из массовых видов, распространён по всей акватории водохранилища. Щука *Esox Lucius* (L.) встречается реже, в основном в верхней зоне. Однако её экологическое и рыбохозяйственное значение для водоёма велико [11].

В приплотинной зоне нерестует два стада окуня, которые характеризуются различным структурным составом, соотношением полов, темпом роста, сроками нереста и т. д. – прибрежные тугорослые и русловые, с высокими темпами роста [2].

В большинстве случаев окунь, независимо от принадлежности к конкретному стаду, подвержен заражению трематодами семейства (*Ichthyocotylurus variegatus* (Creplin, 1825)) [8]. Высокие показатели инвазии *I. variegatus* вызывают у рыбы снижение веса и отставание в росте, а также паразитарную кастрацию. Метациркарии трематод локализуются на органах брюшной полости, представляя собой хорошо видимые цисты серовато– белого цвета диаметром 1-1,5 мм. Дефинитивными хозяевами паразитов *Ichthyocotylurus variegatus* являются множество видов рыбоядных птиц, в тонком кишечнике которых паразитируют взрослые трематоды. В теле рыб трематоды могут находиться до 3 лет [16].

Щука является фоновым видом на участке верхнего течения Оби (от слияния Бии и Катунь до Новосибирского водохранилища), в средней и нижней зонах водохранилища она встречается реже. Это связано с сравнительно благоприятными условиями для нереста и питания [6], особенно хорошо она распространена на участке реки от г. Барнаула до г. Камень-на-Оби, где пойма изрезана старицами, протоками и озерами [10].

Численность щуки в первое десятилетие формирования Новосибирского водохранилища увеличивалась, этому благоприятствовало активное развитие гидрофитов и макрофитов, хорошие условия нагула для молоди и взрослых особей, минимальная гибель рыб в конце зимнего периода. Снижение численности начало происходить по мере отмирания водной растительности в результате постоянного колебания уровня воды и промерзания литорали к концу зимы [7;11]. Ухудшение условий размножения в отношении этого вида рыб наблюдалось в процессе сукцессии экосистем водохранилищ равного типа и стало основной причиной снижения численности щуки [15].

Исследование паразитофауны щуки в последние годы не проводились в виду её малодоступности для промысла, однако более ранние исследования говорят о её сходном с окунем составе паразитофауны [13].

Щука и окунь зоогеографически относятся к равнинному участку бассейна Верхней Оби. Оба вида обитают в одном водоёме являются аборигенными и занимают одну экологическую нишу. Окунь является более распространённым видом и встречается по всему бассейну Новосибирского водохранилища, в отличие от щуки, которая в основном обитает в верхней части водоёма [5]. Повсеместная распространённость и заражённость теми же паразитами позволяет использовать окуня в качестве индикатора заражённости.

Целью работы являлось сравнение показателей заражённости окуня и щуки из Новосибирского водохранилища.

Материал и методика

Отбор материала для изучения проводился в Новосибирском водохранилище в 2021 гг. Отлов рыбы проводился как ставными сетями, так и из траловых уловов ОАО «Новосибирский рыбзавод» и ОАО «Каменский рыбзавод». Обработка ихтиологического материала проводилась в лабораторных условиях. Камеральная обработка материала проводилась по общепринятым условиям [3;12].

Оценивая заражённость рыб, использовалась экстенсивность инвазии (Э.И. – доля заражённых особей в процентах от общего числа обследованных рыб), интенсивность инвазии (И.И. – число паразитов в теле одной рыбы), индекс обилия (И.О. – доля паразитов на одну исследованную рыбу) [3].

Статистическая обработка велась при помощи программ Microsoft.

Результаты и обсуждение

Окуня ловили во всех зонах водохранилища, щука массово встречается только в верхней зоне и её численность там нестабильна. Средние многолетние данные по численности данных рыб представлены на рисунке.

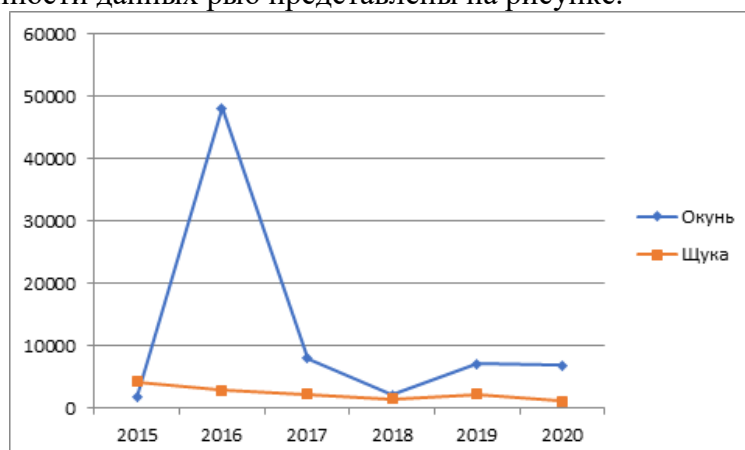


Рис. Динамика численности окуня и щуки

Несмотря на то, что колебания численности окуня больше, в целом его численность в водоёме выше. Поэтому его популяция более стабильна, чем у щуки.

Рассматривая численность щуки, можно отметить, что относительно окуня её колебания не значительны. Но для столь малых показателей в водоёме они заметны.

Возраст исследованного окуня составил 3 – 4 года, средняя длина – 20,6 см. Средняя длина щуки – 27,5, возраст 2 – 4 года. Результаты паразитологических исследований представлены в таблице.

Таблица – Показатели заражённости окуня и щуки из Новосибирского водохранилища в 2021 г.

Вид рыбы	Вид паразита	Экстенсивность инвазии	Индекс обилия	Интенсивность инвазии
Окунь	<i>I. variegatus</i>	100%	23,2	23,2
Щука	<i>I. variegatus</i>	20%	0,6	3

Несмотря на то, что у щуки и окуня зарегистрирован один и тот же вид паразитов, показатели заражённости у окуня значительно выше. По-видимому, это связано с тем, что окунь более широко распространён по акватории Новосибирского водохранилища [2], занимая обширные мелководья, заселённые первыми промежуточными хозяевами данного паразита – *Planorbis planorbis*.

Кроме того, у окуня в Новосибирском водохранилище достаточно стабильные показатели численности, тогда как численность щуки значительно изменяется из года в год. Колебания численности щуки не позволяют *I. variegatus*, виду со сложным циклом, поддерживать уровень своей популяции в этом виде рыб.

Таким образом, можно считать окуня из Новосибирского водохранилища постоянным промежуточным хозяином трематоды *I. variegatus*, а щуку периодическим.

Список литературы

1. Быховская–Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению/ И.Е. Быховская–Павловская // – Л.: Наука, 1985. – 123 с.
2. Визер А.М., Дорогин М.А. Влияние кормовых ракообразных и судака на питание, рост и численность окуня Новосибирского водохранилища / А.М. Визер, М.А. Дорогин // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – М.: «Панорама», – 2017. №5-6 (137), – С. 21-26.
3. Вознесенский В.Л. Первичная обработка экспериментальных данных. Практические приемы и примеры / В.Л. Вознесенский // –Л.: Наука, 1969. – 83 с.

4. Доровских Г.Н. Паразитофауна окуня из бассейна верхнего и среднего течения реки Печоры / Г.Н. Доровских // Вестник Сыктывкарского университета. Сыктывкар, – 2019 – С. 23 – 44.
5. Журавлёв В. Б. Зоогеографический анализ ихтиофауны Алтайского края с использованием теории нечётких множеств / Журавлёв В. Б. // Известия Алтайского государственного университета. Барнаул. – 1999. – С. 55–59.
6. Журавлев В.Б. Рыбы бассейна Верхней Оби / В.Б. Журавлёв // Известия Алтайского государственного университета. Барнаул, – 2003. – 291 с.
7. Кириллов А.Ф., Ледяев О.М., Романов В.И., Суханова Г.И. О феномене щуки в ихтиофауне северных водохранилищ Сибири / А.Ф. Кириллов, О.М. Ледяев, В.И. Романов, Г.И. Суханова // Экология и практика. – Томск: ТГУ, 1989. – С. 73–75.
8. Морозко А.В., Дорогин М.А. Изменение показателей заражённости окуня *Perca fluviatilis* (L.) Новосибирского водохранилища трематодой *Ichthyocotylurus variegatus* (Creplin, 1825) / А.В. Морозко, М.А. Дорогин // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – М.: «Просвещение», – 2019. – С. 57–61.
9. Попов П.А. Формирование ихтиоценозов и экология промысловых рыб водохранилищ Сибири / П.А. Попов // Академическое издательство «Гео», Новосибирск. 2010. – 216 с.
10. Попов П.А. К экологии щуки (*Esox lucius*) реки Оби / П.А. Попов // С. 77–78.
11. Попов П.А. Формирование ихтиоценозов и экология промысловых рыб водохранилищ Сибири / П.А. Попов // Новосибирск: Акад. изд-во «ГЕО», 2010. – 216 с.
12. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб/ И.Ф.Правдин // М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
13. Соусь С.М., Ростовцев А.А. Паразиты и болезни рыб Новосибирского водохранилища в районе д. Бурмистрово/ С.М.Соусь, А.А. Ростовцев. // Павлодар: Биологические науки Казахстана, 2005. – С. 50–55.
14. Чигунова Ю.К., Ронжина Т.Ю., Сыромятников А.А. Роль окуня в поддержании очага дифиллоботриоза в красноярском водохранилище и реке Енисей / Ю.К. Чигунова, Т.Ю. Ронжина, А.А. Сыромятников // Журнал сибирского федерального университета. Красноярск. 2020. – С. 297 – 309.
15. Шатуновский В.А., Ермолин В.П. Состав ихтиофауны Волгоградского водохранилища / В.А. Шатуновский, В.П. Ермолин // Вопр. Ихтиологии. – 2005. – № 3. – С. 324–330.
16. Шигин А.А. Трематоды фауны СССР/ А.А. Шигин // М.: Наука, 1986. – 254 с.
17. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. М.: Т-во научных изданий КМК. – 2006 – 596 с.

УДК 519.8

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Ю.С. Даценко, В.В. Пуклаков

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
г. Москва, Россия, yuri0548@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты адаптации имитационной гидроэкологической модели к Иваньковскому водохранилищу. Для расчетов использовалась математическая двумерная боксовая гидроэкологическая модель водохранилища. С помощью этой модели воспроизводится ежесуточное физико-химико-биологическое состояние водных масс в отдельных участках водохранилищ

любой морфологической сложности ложа и проточности в зависимости от почти ежедневно меняющихся погодных условий, притока воды с водосбора и ее сброса в нижний бьеф гидроузла. Экологическое состояние водохранилища анализируется по результатам модельных расчетов экологических переменных в средний по водности 1984 год. Для примера рассматриваются пространственно-временные распределения растворенного кислорода, фосфатов, диатомовых и синезеленых водорослей в главной волжской лопасти. Показано, что в летний и зимний периоды отчетливо проявляется вертикальная стратификация растворенного кислорода, однако даже в глубоких частях водохранилища содержание растворенного кислорода не падает до нуля. При низком водном притоке в зимний период фосфаты распределены по водохранилищу относительно равномерно, заметные горизонтальные градиенты концентраций отмечаются в периоды повышенного стока. В развитии фитопланктона смоделированы типичные для водоемов умеренной зоны двухмодельные изменения биомассы. Диатомовые водоросли развиваются в водохранилище в течение мая месяца, цветение синезеленых начинается в конце июля и продолжается до октября месяца. С использованием данных регулярного мониторинга качества воды водохранилища проведено сопоставление расчетных и фактических значений моделируемых показателей. Значения полученных критериев показывают удовлетворительную адекватность модельных расчетов. Данная гидроэкологическая модель может быть использована для прогноза реакции экосистемы Иваньковского водохранилища на изменяющуюся антропогенную на его водосборе.

Ключевые слова: водохранилище; качество воды; математическое моделирование; диагностические расчеты.

SIMULATION MODELING THE HYDROECOLOGICAL REGIME OF THE IVANKOVSKY RESERVOIR

Y.S. Datsenko, V.V. Puklakov

Lomonosov Moscow State University

Summary. The article presents the results of adaptation the simulated hydroecological model to the Ivankovo reservoir. A mathematical two-dimensional box hydroecological model of the reservoir was used for calculations. With the help of this model, the daily physico-chemical-biological state of water masses in separate sections of any reservoirs morphological bed complexity and flow rate is reproduced, depending on almost daily changing weather conditions, the inflow of water from the catchment and its discharge downstream. The ecological state of the reservoir is analyzed based on the results of model calculations the environmental variables by the average water conditions of 1984 year. For example, the spatial-temporal distributions of dissolved oxygen, phosphates, diatoms and blue-green algae in the main Volga longitudinal view of the Ivankovsky reservoir are considered. It is shown that vertical stratification of dissolved oxygen is clearly observed in the reservoir in summer and winter, but even in the deep parts of the reservoir, the dissolved oxygen content does not fall to zero. With a low water inflow in winter, phosphates are distributed relatively smoothly throughout the reservoir, distinct horizontal gradients of phosphate concentrations are noted during periods of increased runoff. Considering the development of phytoplankton, two-piак changes in biomass typical for temperate zone reservoirs are modeled. Diatoms develop in the reservoir during the month of May, blue-green blooms begin grow at the end of July and continue until October. Using data from regular monitoring of reservoir water quality, a comparison the calculated and real values of the simulated variables was carried out. The values of the obtained criteria show acceptable adequacy of the model calculations. This hydroecological model can be used to predict the response of the Ivankovo reservoir ecosystem to the changing anthropogenic environment in its catchment area.

Keywords: reservoir, water quality, mathematical modeling, diagnostic calculations.

В настоящее время наиболее эффективный метод решения актуальных задач количественного расчета трансформации качества воды и оценки продукционного потенциала экосистем – математическое моделирование сложного комплекса динамических и экологических процессов, происходящих в природных водоемах. Использование современных программных средств дает возможность представлять результаты модельных расчетов в простой и наглядной форме, позволяющей оперативно принимать решения по оптимизации режима регулирования речного стока и управлению качеством воды и рыбопродуктивностью. Эти задачи особенно актуальны для Иваньковского водохранилища, комплексное использование которого для целей энергетики, транспорта, рыбного хозяйства и водоснабжения требует надежной поддержки решений по оперативному управлению как водным режимом в условиях его существенной нестационарности, так и антропогенной нагрузки на экосистему водохранилища.

К настоящему времени в лимнологии уже накоплен определенный опыт гидроэкологического моделирования и его применение для Иваньковского водохранилища представляется весьма перспективным. В данной работе для оценки экологического состояния Иваньковского водохранилища использована гидроэкологическая модель водохранилищ, предназначенная для расчета гидрологического режима и пространственно-временных изменений экологических показателей в долинных водохранилищах.

Материал и методы

Разработанная на кафедре гидрологии суши МГУ гидроэкологическая модель водохранилищ (ГЭМВ-МГУ) - математическая модель внутриводоемных процессов в долинном водохранилище и его отдельных плесах. Модель пространственно квазидвумерна. Водохранилище представляется в ней в виде продольной последовательности его отдельных частей – отсеков, состоящих из совокупности горизонтальных слоев, в пределах которых тепловая энергия и растворенное в воде вещество считается равномерно распределенным. Гидрологический режим в модели имитируется с шагом по времени 1 сутки. Внутренний водообмен между смежными отсеками происходит за счет плотностных, компенсационных, стоковых и ветровых течений.

Наиболее полное описание алгоритма модели и результаты ее верификации на различных водохранилищах приведено в [1]. В модели сложнодолинное Иваньковское водохранилище схематизировано в виде двух состыкованных между собой лопастей, которые были разбиты в общей сложности на 8 расчетных отсеков с учетом их морфометрических и гидродинамических особенностей. На основе подготовленной входной гидрометеорологической информации для среднего по водности 1984 года проведены диагностические расчеты пространственно-временных изменений моделируемых переменных по продольным разрезам лопастей водохранилища.

Обсуждение результатов. Для условий 1984 года с суточным шагом рассчитаны изменения 19 переменных, характеризующих химический состав воды и биомассу трех групп фитопланктона. Наиболее информативными для оценки экологического состояния и уровня трофности водохранилища следует считать концентрацию растворенного кислорода, фосфатов и фитопланктона. Распределение концентраций кислорода вдоль главной лопасти водохранилища от г. Тверь до плотины в различные сезоны представлено на рис. 1.

В январе в водохранилище отчетливо проявляется стратификация растворенного кислорода. Однако, в этот период даже в придонных слоях содержание кислорода не снижается ниже 6 мг/л и зон гипоксии в водохранилище не обнаруживается, в отличие от летнего периода, когда в конце вегетационного сезона в придонных слоях кислород

снижался до 2 мг/л. В осенний и весенний периоды распределение растворенного кислорода по водохранилищу относительно однородно. Концентрации кислорода близки к концентрациям полного насыщения (рис. 1б). В целом кислородный режим водохранилища, воспроизведенный в модели, благоприятен для биоты. Отсутствие зон аноксии определяет относительно низкую биогенную внутреннюю нагрузку в Иваньковском водохранилище.

Распределение фосфатов в водохранилище в различные сезоны представлено на рис. 2.

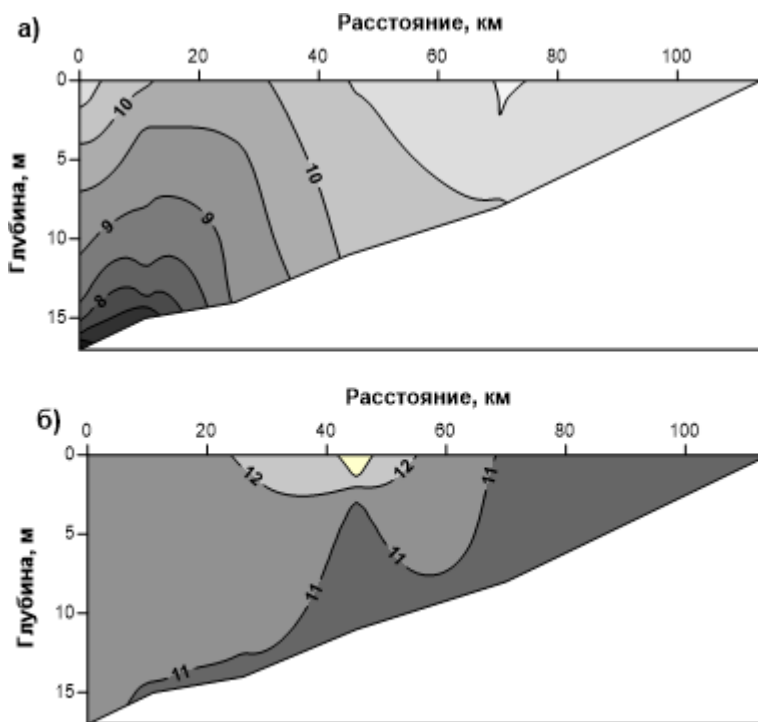


Рис. 1 Распределение концентраций растворенного кислорода (мг/л) в волжской лопасти Иваньковского водохранилища в январе (а) и октябре (б).

В отличие от растворенного кислорода фосфаты равномерно распределены по водохранилищу в зимний период при низком притоке. Максимальные градиенты концентраций фосфатов отмечены для периодов повышенных расходов воды в главных притоках водохранилища: реках Волга и Тверца. Так в октябре 1984 года отчетливо проявлялась продольная неоднородность распределения фосфатов в волжской лопасти с максимальными значениями концентраций биогенных элементов в верховьях водохранилища. Вертикальные градиенты концентраций фосфатов вследствие высокой проточности водохранилища невелики. В целом модельными расчетами подтверждены основные черты режима биогенных веществ в Иваньковском водохранилище [2; 3].

Регулярные наблюдения за содержанием растворенного кислорода и минерального фосфора в приплотинном участке водохранилища, проводимые с частотой 2 раза в месяц по программе мониторинга волжского источника водоснабжения г. Москвы, позволили сопоставить расчетные и фактические значения этих переменных. Значения наиболее часто используемого для проверки качества моделирования критерия Тиля оказались существенно ниже критических значений, характеризующих адекватность модельных расчетов фактическим значениям переменных.

Вполне адекватны реальным характеристикам первичной продуктивности водохранилища и расчеты биомассы фитопланктона. Модель воспроизводит типичный для волжских водохранилищ двухмодальный тип развития фитопланктона. В модели

цветение диатомовых водорослей наблюдалось с 26.04 до 29.05, синезеленые водоросли развивались в водохранилище в летне-осенний период с 19.06 до 20.10. Максимальные биомассы в расчетный год достигали 9 мг/л для диатомовых и 19 мг/л для синезеленых водорослей, что согласуется с приводимыми в литературе данными [4].

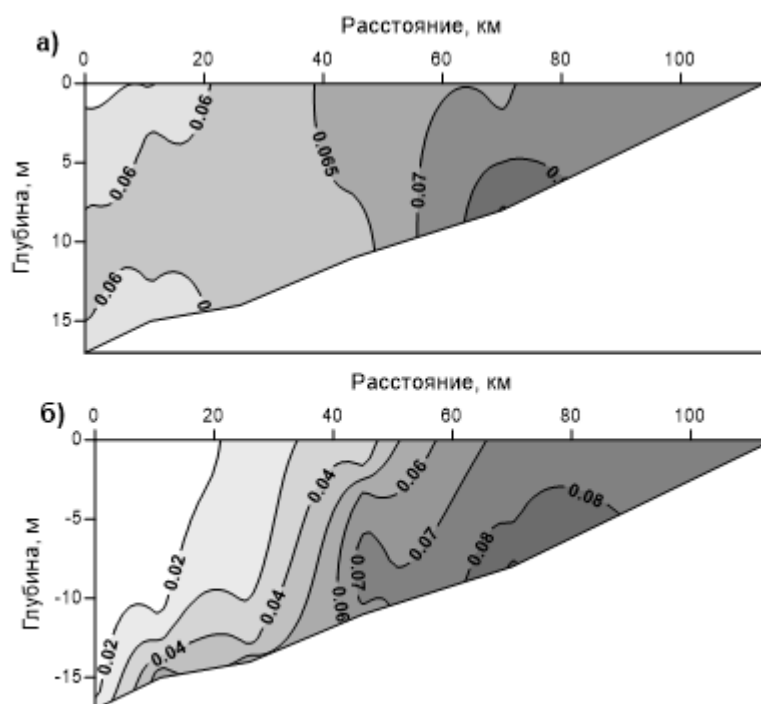


Рис. 2 Распределение концентраций минерального фосфора (мг/л) в волжской лопасти Иваньковского водохранилища в январе (а) и октябре (б).

Таким образом, адаптированная для Иваньковского водохранилища модель ГЭМВ-МГУ может служить эффективным инструментом исследования продукционных характеристик и качества воды в условиях меняющихся гидрометеорологических условий и антропогенного воздействия.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ. Проект 20-17-00209.

Список литературы

1. Гидроэкологический режим водохранилищ Подмосковья (наблюдения, диагноз, прогноз) / под ред. К.К. Эдельштейна. М.: Изд-во «Перо», 2015. - 286 с.
2. Иваньковское водохранилище. Современное состояние и проблемы охраны. / М.: Наука. - 344 с.
3. Иваньковское водохранилище и его жизнь / под ред. Н.В. Буторина. Л.: Наука, 1978. - 304 с.
4. Корнева, Л.Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги/ Л.Г. Корнева - Кострома: 2015. - 285с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСВОЕНИЯ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

*М.А. Дорогин, А.Л. Абрамов, А.М. Визер, Д.Л. Сукнев, Т.А. Кабиев, И.В. Поздняк,
Е.А. Интересова*

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Россия, Новосибирск

E-mail: zapsibniro@vniro.ru

Аннотация. В Новосибирской области рыбопромысловое значение имеют Новосибирское водохранилище, участок р. Обь и многочисленные озера, в том числе особо крупные – Чаны и Сартлан. В водных объектах региона в настоящее время промыслом осваивают 14 видов рыб, однако основное значение в общем объеме добычи рыбы в озерах Новосибирской области имеют карась и окунь, а в реке Обь и Новосибирском водохранилище – лещ. Общий объем добычи рыбы в Новосибирской области за последние 5 лет составил 41,8 тыс. т. При этом наблюдается существенный рост уловов – более, чем в 1,9 раза, с 5,4 до 10,3 тыс. т в год. Однако потенциальные объемы добычи рыбы существенно превышают фактические уловы и за последние 5 лет определены в объеме 57,2 тыс. т. Основной причиной недоиспользования рыбных ресурсов является, в первую очередь, система организации промысла – там, где добычу рыбы ведут крупные пользователи, освоение запасов существенно выше.

Ключевые слова: Новосибирская область, промысел, состояние запасов, рыбные ресурсы.

THE CURRENT STATE OF FISH CATCHES IN THE NOVOSIBIRSK REGION

*M.A. Dorogin, A.L. Abramov, A.M. Vizer, D.L. Suknev, T.A. Kabiev, I.V. Pozdnyak,
E.A. Interesova*

Abstract. In the Novosibirsk region, 14 species of fish in the fishery, but the main volume of catches in the lakes is provided by crucian carp and perch, and in the Ob River and the Novosibirsk reservoir – bream. The total volume of fish caught in the region over the past 5 years amounted to 41,8 thousand tons. At the same time, there is a significant increase in catches in this period – more than 1,9 times, from 5,4 to 10,3 thousand tons per year. However, the potential volumes of fish catch significantly exceed the actual catches and over the past 5 years have been assessed determined in the amount of 57,2 thousand tons. The main reason for the underutilization of fish resources is, first of all, the system of fishing organization – where fish are caught by large users, the exploitation of fish stocks is more efficient.

Keywords: Novosibirsk region, fishing, state of stocks, fish resources.

Водный фонд, имеющий рыбохозяйственное значение в Новосибирской области, значителен: более 4000 озер, общей площадью 558 тыс. га (в том числе около 160 тыс. га – гипергалинные озера), из них особое рыбопромысловое значение имеют два: Чаны (150 тыс. га) и Сартлан (25 тыс. га); промысел ведется в Новосибирском водохранилище (92 тыс. га) и в р. Обь выше и ниже его (общей протяженностью 250 км) [2, 3]. Промыслом осваиваются 14 видов рыб: обыкновенная щука *Esox Lucius*, лещ *Abramis brama*, сазан *Cyprinus carpio*, язь *Leuciscus idus*, плотва *Rutilus rutilus*, серебряный *Carassius gibelio* и золотой караси *Carassius carassius* (рыбопромысловой статистикой учитываются как рыбы рода *Carassius*), елец *Leuciscus leuciscus*, речной окунь *Perca fluviatilis*, обыкновенный судак *Sander lucioperca*, обыкновенный ёрш *Gymnocephalus cernuus*, налим *Lota lota*, ротан *Perccottus glenii* и пелядь *Coregonus peled* (численность которой в озерах поддерживается зарыблением). Кроме того, в последние годы в Новосибирском водохранилище, р. Обь и ее притоках, а также

некоторых крупных озерах, нарастает численность уклеи *Alburnus alburnus*, до настоящего времени не учитываемой рыбопромысловой статистикой [1].

Общий объем добычи рыбы в регионе за последние 5 лет (2016-2020 гг.) составил 41,8 тыс. т. При этом за данный период в целом наблюдался существенный рост уловов – более, чем в 1,9 раза, с 5,4 до 10,3 тыс. т, что во многом обусловлено усилиями администрации области по поддержке рыбохозяйственной отрасли. Однако в соответствии с оценками рыбных запасов, объемы рыбодобычи за тот же период могли достигнуть 57,2 тыс. т. Таким образом, вылов составляет около 73 % прогнозных величин. Цель данной работы – анализ современного состояния использования рыбных ресурсов Новосибирской области.

Основное значение в промысле в Новосибирском водохранилище и р. Обь имеет лещ (83 и 58 % общего объема добычи рыбы соответственно), в оз. Чаны и малых озерах – карась и окунь, а в оз. Сартлан – сазан, численность которого поддерживается зарыблением (рис. 1).

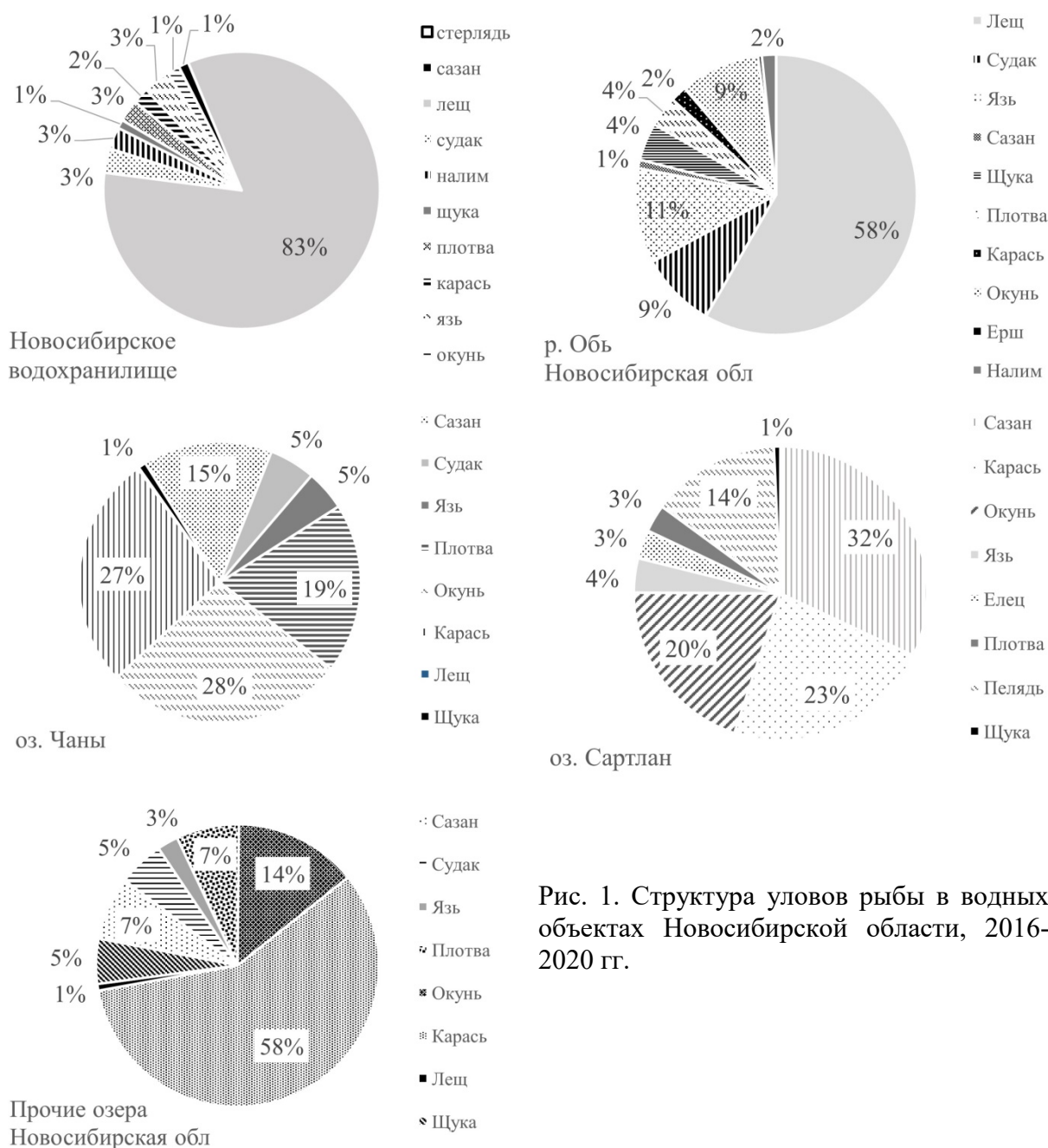


Рис. 1. Структура уловов рыбы в водных объектах Новосибирской области, 2016-2020 гг.

Потенциальные объемы добычи рыбы в водных объектах Новосибирской области колеблются и в среднем составляют 11,4 тыс. т в год. Сопоставление данных прогнозов и фактических уловов рыбы в отдельных водных объектах показывает, что наиболее полно осваиваются запасы там, где основной вылов обеспечивают крупные пользователи, располагающие соответствующей материально-технической базой, позволяющей вести промысел в любых погодных условиях, перерабатывать и хранить продукцию. Так, в Новосибирском водохранилище, где лов рыбы производят 3 крупных пользователя, объем добычи в среднем за последние 5 лет составляет около 72 % от прогнозных величин; в оз. Сартлан (1 пользователь) – 82,6 %; в оз. Чаны (2 крупных пользователя) – 82,5 %. На малых озерах Новосибирской области, где только мелкие пользователи, рыбные запасы осваиваются далеко не полностью: фактический вылов в среднем за 5 лет составляет только 42,3 % возможного объема добычи рыбы (рис. 2).

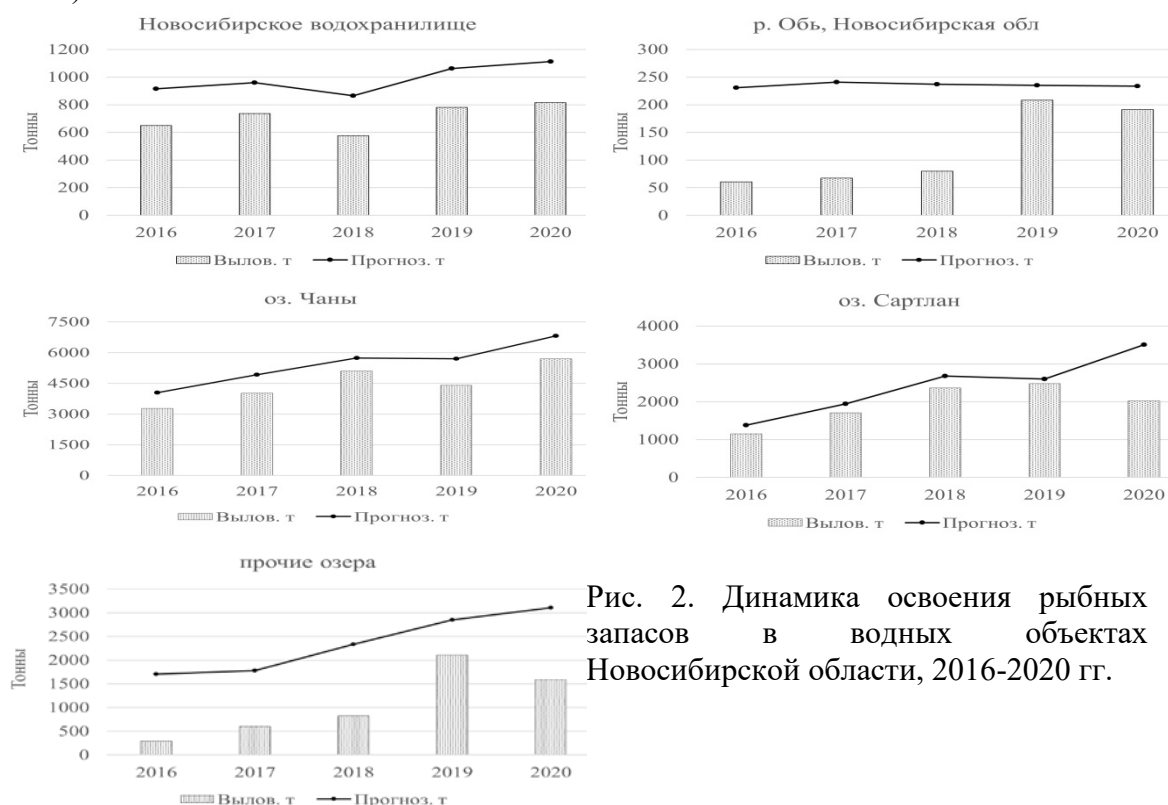


Рис. 2. Динамика освоения рыбных запасов в водных объектах Новосибирской области, 2016-2020 гг.

Таким образом, возможный объем добычи рыбных ресурсов в водных объектах Новосибирской области более чем на четверть превышает фактические уловы рыбы. Основной причиной недоиспользования запасов является, в первую очередь, система организации промысла – там, где добычу рыбы ведут крупные пользователи, освоение запасов существенно выше.

Список литературы

1. *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. – № 2. – С. 36-44.
2. *Ростовцев, А.А.* Перспектива восстановления и сохранения рыбных запасов Новосибирской области / А.А. Ростовцев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2014. – №1. – С.45-46.
3. *Ростовцев, А.А.* Перспективы развития рыбохозяйственного комплекса Западной Сибири / А.А. Ростовцев, Е.В. Егоров, В.Ф. Зайцев // Совет директоров. – 2016. – №10. – С.6-8.

К ИХТИОФАУНЕ РЕКРУФЦИОННЫХ ВОДОЕМОВ ГОРОДА МИНСКА

*С.М. Дегтярик, О.Д. Ансолихова, В.А. Ласица, Г.В. Слободницкая, С.В. Полоз,
А.В. Беспалый, Т.А. Говор, Е.В. Максимьюк,*

РУП «Институт рыбного хозяйства», г. Минск, Беларусь

E-mail: belniirh@tut.by

Аннотация. По результатам контрольных уловов дана характеристика ихтиофауны рекреационных водоемов города Минска. Всего было выловлено 52 экземпляра рыб 10 видов – лещ, плотва обыкновенная, серебряный карась, обыкновенный карп, красноперка, укляя, окунь речной, ерш обыкновенный, щука обыкновенная, бычок-песочник. Основу всех изученных объектов складывают виды рыб из семейства карповых: 90% - вдхр Чижовское., 92% - вдхр. Дрозды, 50% - вдхр. Цнянское, 100% - р. Свислочь, 100% - Слепянская водная система. Выявлены массовые виды рыб изучаемых водоемов, описан их размерный состав. Приведены основные результаты бактериологического и ихтиопатологического обследования рыб. Выявлено 8 видов паразитов, из которых 4 вида представлены эктопаразитами (рачок *Argulus* sp., инфузория *Trichodina* sp., моногенетические сосальщики *Gyrodactylus* sp. и *Dactylogyrus* sp.) и 4 вида – эндопаразитами (трематоды *Diplostomum* sp., *Tylodelphys* sp. и *Posthodiplostomum cuticola*, цестода *Ligula intestinalis*). С помощью API-тест систем идентифицированы 3 вида микроорганизмов: *Aeromonas hydrophila* (печень карпа - вдхр. Чижовское, кровь окуня и карпа – вдхр. Дрозды), *Aerococcus viridans* (почки карася серебряного, вдхр. Дрозды), *Granulicatella adiacens* (почки леща, вдхр. Цнянское). **Ключевые слова:** рекреационные водоемы, ихтиофауна, сапрофитная микрофлора, паразитарные болезни.

TO ICHTHYOFAUNA

RECREATIONAL WATER BODIES OF THE CITY OF MINSK

*S.M. Degtyarik, O.D. Apsolikhova, V. A. Lasitsa, G.V. Slobodnitskaya,
S.V. Poloz, A.V. Bespaly, T.A. Govor, E.V. Maksimiyuk*

Absrtact. Based on the results of the control catches, the characteristics of the ichthyofauna of the recreational reservoirs of the city of Minsk are given. A total of 52 fish of 10 species were caught - bream, common roach, goldfish, common carp, rudd, bleak, river perch, common ruff, common pike, sand goby. The basis of all studied objects is made up of fish species from the cyprinid family: 90% - Chizhovskoe reservoir, 92% - reservoir. Drozdy, 50% - ind. Tsnyanskoe, 100% - river Svisloch, 100% - Slepjanskaya water system. The common fish species of the studied water bodies were revealed, their size composition was described. The main results of bacteriological and ichthyopathological examination of fish are presented. Eight parasite species have been identified, of which 4 species are represented by ectoparasites (crustacean *Argulus* sp., Ciliates *Trichodina* sp., Monogenetic flukes *Gyrodactylus* sp. and *Dactylogyrus* sp.). And 4 species - endoparasites (trematodes *Diplostomumcutum* sp., *Tylodelphys* sp. cestode *Ligula intestinalis*). Using API-test systems, 3 types of microorganisms were identified: *Aeromonas hydrophila* (carp liver - Chizhovskoye reservoir, blood of perch and carp - Drozdy reservoir), *Aerococcus viridans* (silver carp kidney, Drozdy reservoir), *Granulica tellaadiacens* (bream kidney, reservoir Tsnyanskoe). **Keywords:** recreational reservoirs, ichthyofauna, saprophytic microflora, parasitic diseases.

В условиях мегаполисов отдельные зоны рекреации на базе водных акваторий и парков приобретают большое значение в восстановлении эмоционального и физического потенциала населения. Рекреационный водоем – естественные или

искусственные водные объекты (водохранилище, пруд, озеро, река), используемые для массового отдыха населения и специально для этого обустроенные, основное назначение которых удовлетворять социально-культурные нужды человека. Город Минск имеет разветвленную сеть из различных водных объектов, стержневым элементом которой является р. Свислочь с построенным на ней каскадом водохранилищ. На базе притоков реки сформирована т.н. Слепянская водная система, соединяющая выше и ниже расположенные водохранилища системой каналов, и образующая вместе с указанными объектами своеобразное водное кольцо. Рекреационное значение имеют водохранилища Дрозды, Комсомольское озеро, Чижовское, Цнянское, собственно р.Свислочь на не зарегулированных участках протекания и Слепянская водная система, входящие в состав Вилейско-Минской водной системы (ВМВС). ВМВС была создана как надежный источник воды для обеспечения бытовых нужд населения и промышленности города Минска, а также обеспечила минчанам прекрасные условия отдыха у воды, в том числе и для рыбаков-любителей. Любительское рыболовство остается одним из предпочитаемых видов досуга жителей города, поэтому видовой состав и ихтиопатологическое состояние рыбы приобретают особое значение.

Ихтиофауна водоемов в городской черте изучалась рядом авторов, однако современные данные по ее состоянию отрывочные [3, 5], поэтому целью работы явилось изучение современного состояния ихтиофауны рекреационных водоемов г. Минска.

Материал и методика

Материал собран на водоемах города Минска в июле-августе 2021 г. при проведении контрольных обловов рыбы ставными сетями (с ячеей 50-60-70мм), а также мальковой волокушей и сачком.

Обработку материала проводили по принятым в ихтиологии методикам [7, 11, 12]. Количественная характеристика материалов дана по ходу изложения. Полный паразитологический анализ рыбы проводили согласно общепринятым методикам [1, 9]. Определение паразитов, обнаруженных у рыб, проведено согласно определителю и учебно-методической литературе [4, 6, 10]. Бактериологические исследования проводили согласно существующим методикам [2, 8, 13, 14]. Первичные посевы из внутренних органов рыбы производили на твердую среду – мясопептонный агар (МПА). Видовую принадлежность бактерий определяли при помощи тест-систем API (API 20E, API Strept).

Результаты и обсуждение

Контрольные ловы рыбы для исследований проводили на водоемах города Минска – водохранилищах Дрозды, Цнянское, Чижовское, реках Свислочь и Слепянской водной системе.

Всего было выловлено 52 экз. рыб 10 видов, относящихся к четырем семействам:

Семейство Карповые (*Cyprinidae*) -

лещ – *Abramis brama* (L.);

плотва обыкновенная – *Rutilus rutilus rutilus* (L.);

серебряный карась – *Carassius auratus gibelio* (Bloch);

обыкновенный карп – *Cyprinus carpio* (L.);

краснопёрка – *Scardinius erythrophthalmus* (L.);

укляя – *Alburnus alburnus* (L.);

Семейство Окуневые (*Percidae*) –

окунь речной – *Perca fluviatilis* L.;

ерш обыкновенный – *Gymnocephalus cernuus* (L.);

Семейство Щуковые (*Esocidae*) –

щука обыкновенная – *Esox lucius* L.;

Семейство Бычковые (*Gobiidae*) -

бычок-песочник – *Neogobius fluviatilis* (Pallas)

Наибольшее количество видов рыб было выловлено в Чижевском водохранилище. Ихтиофауна водоема была представлена 7 видами.

Основу всех изученных объектов составляют виды рыб из семейства карповых: 90% - вдхр Чижевское., 92% - вдхр. Дрозды, 50% - вдхр. Цнянское, 100% - р. Свислочь, 100% - Слепянская водная система. Массово были представлены 2 вида - 44 % от вылова составил серебряный карась, 28% плотва. Единично отмечены ерш, бычок, укля, красноперка выловленные с помощью мальковой волокуши на створе Слепянской водной системы.

Вылов рыбы на городских водохранилищах осуществляли ставными сетями, что обуславливало видовую и размерно-возрастную структуру уловов (табл.).

Таблица – Видовой и размерный состав выловленных рыб

Виды рыб	Возраст, лет	Длина, см	Масса, г	Кол-во, экз
вдхр. Чижевское				
Карась	2+-5+	7,5-29,0	11-922	13
Плотва	1+-5	9,0-29,0	10-635	10
Лещ	1+-3+	10,5-29,0	19-453	2
Карп	4+-6+	36,0-45,0	1242-2500	2
Ерш	-	7,0	7	1
Окунь	1+	16,0	59	1
Бычок	1+	8,5	10	1
вдхр. Дрозды				
Карась	3+-6+	22,0-31,0	396-1129	7
Плотва	4+-8+	20,0-31,0	179-734	3
Карп	4+-5+	29,0-33,0	871-1035	2
Окунь	11+	36,0	972	1
вдхр. Цнянское				
Щука	3+	45,0	1056	1
Лещ	3+	26,5	348	1
р. Свислочь				
Карась	3+	19,0-20,0	271-390	2
Лещ	1+	9,0	15	1
Плотва	1+	8,0	12	1
Слепянская водная система				
Красноперка	1+	13	50	1
Укля	2+	10,5	15,5	1
Лещ	2+	15	84,5	1

Практически вся выловленная рыба была представлена половозрелыми старшими возрастными группами.

При проведении паразитологического и бактериологического анализа выловленной рыбы отмечено следующее.

Вдхр. Чижевское

Обследованы карась серебряный, карп, плотва, лещ, окунь, ерш, бычок. По результатам клинического осмотра рыб патологических изменений не выявлено. На жабрах карпа обнаружены моногенетические сосальщики *Gyrodactylus sp.* (1-3 пар./рыбу), а также инфузории *Trichodina sp.* (2 пар./рыбу). Инфузория указанного рода была обнаружена на поверхности тела окуня (1 экз.); также у окуня в хрусталиках глаз обнаружены метацеркарии трематод р. *Diplostomum* (2 экз.). У 50% карася серебряного в хрусталиках глаз также выявлены метацеркарии *Diplostomum sp.* (1-2 пар./рыбу), на жабрах – *Dactylogyrus sp.* (ЭИ – 17%, ИИ - 1-2 пар./рыбу). У 1 экз. леща в хрусталиках

глаз обнаружены метацеркарии трематод *Diplostomum sp.* (113 пар./рыбу), на жабрах – *Dactylogyrus sp.* (ЭИ – 50%, ИИ – 1 пар./рыбу). Для плотвы были характерны следующие паразиты: *Posthodiplostomum cuticola* (ЭИ – 100%, ИИ 1-16 пар./рыбу), *Diplostomum sp.* (ЭИ – 100%, ИИ -17-107 пар./рыбу), *Tylodelphys sp.* (ЭИ – 25%, ИИ – 3-5 пар./рыбу). Первичные бактериологические посевы произведены из внутренних органов карпа и карася серебряного. Отмечен слабый рост бактериальных культур. Из печени карпа выделены бактерии, идентифицированные как *Aeromonas hydrophila*.

Вдхр. Дрозды

Обследованы карась серебряный, карп, плотва, окунь. По результатам клинического осмотра рыб патологических изменений не выявлено. В ходе проведения паразитологического исследования обнаружены единичные рачки *Argulus sp.* (карась, плотва), в хрусталиках глаз единичные трематоды *Diplostomum sp.*: карась серебряный – 2 пар./рыбу, карп – 18-43 пар./рыбу, плотва – 29 пар./рыбу., окунь – 1 пар./рыбу, моногенетические сосальщики р. *Gyrodactylus* ИИ = 7 пар./рыбу (плотва), двуустка р. *Tylodelphys* ИИ=1 пар./рыбу (окунь). Эндопаразитов не обнаружено. При проведении патологоанатомического вскрытия патологий внутренних органов не отмечено. Проведены первичные посевы крови и паренхиматозных органов 2 экз. карпа, 3 экз. карася, 1 экз. окуня, 2 экз. плотвы. Из почек карася выделены оксидазоотрицательные грамположительные диплококки, идентифицированные как *Aerococcus viridans*, из крови окуня и карпа – оксидазоположительные грамотрицательные мелкие палочки, идентифицированные как *Aeromonas hydrophila*.

Вдхр. Цнянское

Обследованы лещ и щука. На поверхности тела леща обнаружена язва. В остальном внешний вид и внутренние органы обследованных рыб без изменений. Щука оказалась свободной от паразитов, на поверхности тела леща отмечены 4 экз. *Trichodina sp.* и 2 экз. *Gyrodactylus sp.*, в глазах – *Diplostomum sp.* (50 пар./рыбу). Из язвы леща выделены бактерии *Aeromonas hydrophila*, из почки – грамположительные кокки, идентифицированные как *Granulica tellaadiacens*.

Р. Свислочь

Обследованы карась серебряный, лещ и плотва. У плотвы в полости тела обнаружен 1 плероцеркоид *Ligula intestinalis*, в глазном хрусталике – 1 экз. *Diplostomum sp.* В хрусталиках глаз леща выявлены метацеркарии трематод *Diplostomum sp.* (60 пар./рыбу) и *Tylodelphys sp.* (3 пар./рыбу). При проведении бактериологических исследований из печени карася изолирован бактериальный штамм, представляющий собой грамположительные кокки сомнительного профиля.

Слепянская водная система

Обследованы красноперка, укля, лещ. У рыб всех видов отмечены метацеркарии *Diplostomum sp.* (укля – 4 пар./рыбу, красноперка – 25 пар./рыбу, лещ – 153 пар./рыбу); на поверхности тела уклей выявлен 1 экз. *Posthodiplostomum cuticola*. Бактериологические посевы из внутренних органов роста не дали.

Таким образом, у рыб, выловленных в рекреационных водоемах г. Минска, выявлено 8 видов паразитов, из которых 4 вида представлены эктопаразитами (рачок *Argulus sp.*, инфузория *Trichodina sp.*, моногенетические сосальщики *Gyrodactylus sp.* и *Dactylogyrus sp.*) и 4 вида – эндопаразитами (трематоды *Diplostomum sp.*, *Tylodelphys sp.* и *Posthodiplostomum cuticola*, цестода *Ligula intestinalis*). Наиболее распространенными являлись метацеркарии трематод *Diplostomum sp.* – они встречались во всех обследованных водоемах у большинства видов рыб (укля, плотва, красноперка, лещ, карась серебряный, окунь). Бактериологическими посевами от обследованных рыб не выявлено обильной и разнообразной микрофлоры. Как правило, рост был слабый, в виде отдельных колоний на отдельных секторах чашек Петри. С помощью API-тест систем идентифицированы 3 вида микроорганизмов: *Aeromonas hydrophila* (печень карпа -вдхр.Чижевское, кровь окуня и карпа – вдхр. Дрозды),

Aerococcus viridans (почки карася серебряного, вдхр. Дрозды), *Granulica tellaadiacens* (почки леща, вдхр. Цнянское).

Ихтиофауна рекреационных водоемов города Минска согласно нашим исследованиям представлена 10 видами: лещ, плотва обыкновенная, серебряный карась, обыкновенный карп, красноперка, укля, окунь речной, ерш обыкновенный, щука обыкновенная, бычок-песочник. Основу всех изученных водоемов составляют виды рыб из семейства карповых. Паразитофауна рыб состоит из 8 видов паразитов, обильная микрофлора не выявлена. Рыба, вылавливаемая из рекреационных водоемов г. Минска безопасна и не представляет угрозу для здоровья человека.

Список литературы

1. Быховская-Павловская, И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. – М.: Наука, 1985. – С. 16-63.
2. Васильев, Д. А. Методы общей бактериологии: учеб.-метод. пособие / Д.А. Васильев [и др.]. – Ульяновск: Изд-во: Ульяновск ГСХА, 2003. – С.106 – 121.
3. Гридюшко, И.А. Видовой состав рыб водоемов и водотоков г. Минска / И.А. Гридюшко // Молодежь в науке – 2007: прил. К Вес. Нац. Акад. Навук Беларусі / под ред. И.Д. Волотовского. – Минск : Белорус. Наук, 2008. – Ч. 1. – С. 77-81.
4. Грищенко, Л.И. Болезни рыб и основы рыбоводства / Л.И. Грищенко, М.Ш. Акбаев, Г.Л. Васильков. – М.: Колос, 1999.- С. 289-300.
5. Змачинский, А.С. Распространение и относительная численность ротаноголовешки (*Perccottus glenii* Dybowski, 1877) в водных объектах г. Минска и его окрестностей / А.С. Змачинский, В.К. Ризевский // Вестник МДПУ им. И.П. Шамякина, 2012, № 2. – С. 3-12.
6. Ихтиопатология: учеб.пособие для вузов / Н.А. Головина [и др.]; под общ. ред. Н.А. Головиной, О.Н. Бауера. – М.: Мир, 2003 – С. 337-345.
7. Костоусов, В.Г. Методические рекомендации по сбору и обработке ихтиологического материала/ В.Г. Костоусов, И.И.Оношко, Г.И.Полякова. - Минск, Изд. «БДП», 2005. – 56 с.
8. Методы общей бактериологии: учеб.-метод. пособие / Д.А. Васильев [и др.]. – Ульяновск: Изд-во: Ульяновск ГСХА, 2003. – 129 с.
9. Мусселиус, В. А. Лабораторный практикум по болезням рыб: учебное пособие для вузов по спец. "Ихтиология и рыбоводство" / В. А. Мусселиус. - М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1983. – С. 174-185.
10. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР: [в 3 т.] / Зоологический ин-т АН СССР. - Ленинград: Наука, Ленингр. отд-ние, 1984-1987. – Т 1-3.
11. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – М. : Изд-во "Пищевая пром-ть", 1966. – 376 с.
12. Чугунова, Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н.И. Чугунова. – М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.
13. Юхименко, Л.Н. Современное состояние проблемы аэромоноза рыб / Л.Н. Юхименко, Г.С. Койдан // Экспресс-информация / Всерос. науч.-иссл. ин-т экспер. рыбн. х-ва. – Москва, 1997. – Вып. 2. – С. 1-5.
14. Methods for the determination of susceptibility of bacteria to antimicrobial agents. EUCAST Definitive document // Clin Microbiol Infect.- 1998.- V.4.- P.291-296.

ПРОМЫСЕЛ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОРБУШИ НА ОСТРОВЕ ИТУРУП (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА) В 2021 ГОДУ

А.Н. Ельников¹, И.И. Гордеев^{1,2}

¹Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия; ²Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия,

E-mail: gordeev_ilya@bk.ru

Аннотация. Горбуша является одним из наиболее массовых видов тихоокеанских лососей, промысел которого ведется на Дальнем Востоке России. Остров Итуруп – самый большой из группы южных Курильских островов и имеет развитую инфраструктуру как промысла, так и искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей. Путина 2021 года на южных Курилах и в том числе на о. Итуруп началась 11 июля и закончилась 30 сентября, а общий улов горбуши превысил 8 тысяч тонн. Наибольший вылов зарегистрирован в заливе Курильский — 2931 т, и несколько меньше в заливе Простор — 2814 т. На севере острова общий вылов составил 2281 т. Проведен биологический анализ 3700 особей горбуши. От начала к концу хода длина и масса тела горбуши постепенно увеличиваясь во всех исследуемых районах, в большей степени у самцов. Средняя масса тела у самцов в з. Курильский увеличивалась от начала хода к концу с 0,89 до 1,31 кг, в среднем составив 1,16 кг. Средняя масса самок практически не менялась. В течение нерестовой миграции горбуши в реки о. Итуруп, при увеличении среднего значения ГСИ самок доля самцов уменьшалась повсеместно во всех исследуемых районах. Средняя плодовитость самок составляла 1353 икринки. Реальный вылов более чем в полтора раза превысил рекомендуемый (4700 тонн), что говорит о хорошей выживаемости молоди при осенней откочевке в 2019 году и о благоприятных условиях нагула.

Ключевые слова: *Oncorhynchus*, Охотское море, Тихий океан, лососи, ставной невод, промысел

PINK SALMON FISHERY AND BIOLOGICALAL CHARACTERISTICS ON THE ITURUP ISLAND (KURIL ISLANDS) IN 2021

A.N. Elnikov¹, I.I. Gordeev^{1,2}

¹ Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow;

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia,

E-mail: gordeev_ilya@bk.ru

Abstract. Pink salmon is one of the most abundant species of Pacific salmon, which is fished in the Russian Far East. Iturup Island is the largest of the group of the southern Kuril Islands and has a developed infrastructure for both fishing and artificial reproduction of Pacific salmon. Fishing season of 2021 in the southern Kuril Islands, including on the Iturup Island, began on July 11 and ended on September 30. Total catch of pink salmon exceeded eight thousand tonnes. The largest catch was recorded in Kurilskiy Bay - 2931 tons, and slightly less in Prostor Bay - 2814 tons. In the north of the island, the total catch was 2281 tons. A biological analysis of 3700 pink salmon was carried out. From the beginning to the end of the run, the length and body weight of pink salmon gradually increased in all the studied regions, to a greater extent in males. The average body weight of males in Kurilskiy Bay increased from the beginning of the run to the end from 0.89 to 1.31 kg, averaging 1.16 kg. The average weight of females remained practically unchanged. During the spawning migration of pink salmon to the rivers of Iturup Island, with an increase in the mean value of GSI of females, the proportion of males decreased everywhere in all the studied areas. The average fecundity of females was 1353 eggs. The actual catch was more than one and a half times higher than

the recommended (4700 tonnes), which indicates a good survival rate of juveniles during the autumn migration in 2019 and favorable feeding conditions.

Keywords: *Oncorhynchus*, Sea of Okhotsk, Pacific Ocean, salmon, fixed seine, fishing.

Горбуша *Oncorhynchus gorbusha* Walbaum, 1792 является одним из наиболее массовых представителей семейства Salmonidae, промысел которых ведется на Дальнем Востоке России. Остров Итуруп – самый большой из группы южных Курильских островов, имеет развитую инфраструктуру, как промысла, так и искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей [1; 2; 3].



Рис.1. Сезонная динамика вылова горбуши ЗАО «Курильский рыбак» на о. Итуруп в разных районах промысла.

Самым крупным предприятием на о. Итуруп является ЗАО «Курильский рыбак», которое ведет промысел горбуши в заливах Простор и Курильский, а также в Северной части острова Итуруп при помощи ставных неводов различной конструкции. За период с 11 июля по 30 сентября данной компанией было выловлено 8027 тонн горбуши. Наибольшие выловы были отмечены с 12 по 26 августа и с 28 августа по 13 сентября (рис. 1). Наибольший вылов зарегистрирован в заливе Курильский — 2931 т, и несколько меньше в заливе Простор — 2814 т. На севере острова общий вылов составил 2281 т.

Биологический анализ горбуши проводился во всех трех районах лова в период с 26 августа по 15 сентября. Всего было изучено 3700 особей. У всех рыб определяли длину тела, массу тела, массу гонад, соотношение полов, а также плодовитость самок и гонадо-соматический индекс (ГСИ).

От начала к концу хода длина и масса тела горбуши постепенно увеличиваясь во всех исследуемых районах, в большей степени у самцов. Так, средняя масса горбуши в з. Простор выросла у самцов с 0,90 до 1,34 кг (min=0,57 кг, max=2,81 кг), а среднее значение за весь период составило 1,18 кг. У самок средняя масса тела росла менее значительно — от 1,05 до 1,19 кг (min=0,68, max=2,05 кг), в среднем составив 1,14 кг. Средняя длина тела у самцов за время промысла выросла с 43,6 до 49,4 см, а у самок менялась не так существенно и в среднем составляла 46,5 см (рис. 2).

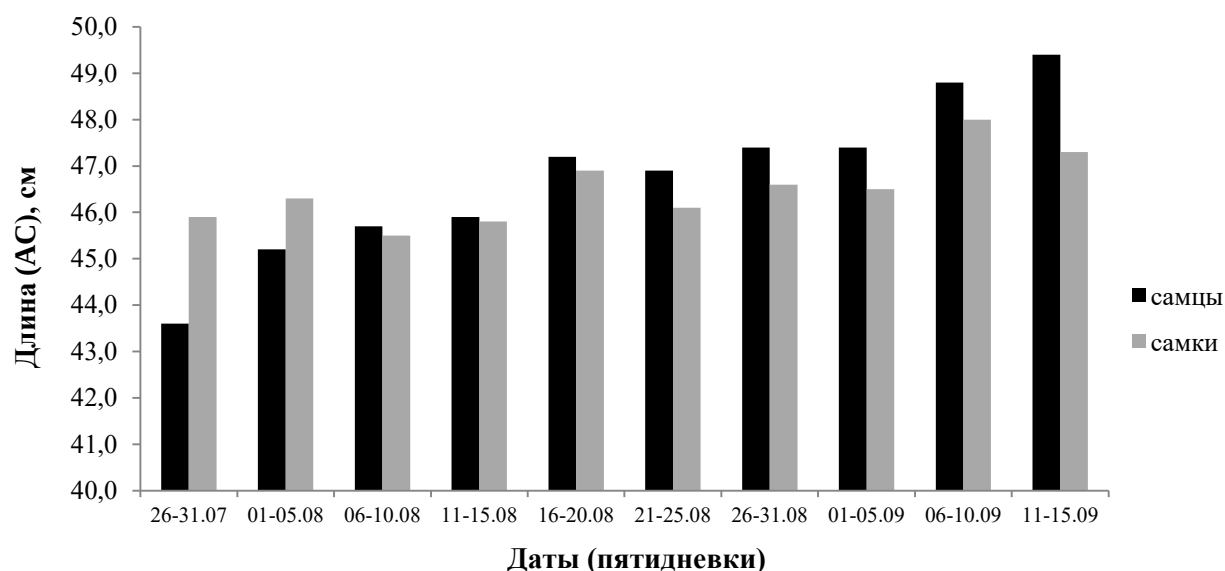


Рис. 2. Динамика среднего показателя длины тела горбуши в зал. Простор.

Средняя масса тела у самцов в з. Курильский увеличивалась от начала хода к концу с 0,89 до 1,31 кг, в среднем составив 1,16 кг. Средняя масса самок практически не менялась. При разбросе от 0,75 до 2,11 кг, в начале нерестовой миграции и в конце она составляла 1,15 кг и 1,17 кг, соответственно (рис. 2). Средняя длина самцов увеличивалась с 43,7 до 48,4 см, изменяясь в пределах от 38 до 61 см. Этот же показатель у самок, менялся незначительно и в среднем составлял на протяжении всего хода 46,8 – 47,2 см (min=41, max=56 см).

Гонады самцов и самок находились на III, III-IV и IV стадиях зрелости. ГСИ увеличивался от начала хода к концу. Средний показатель ГСИ самцов на 30 июля в зал. Простор имел значение 4,82 %, а к середине сентября, практически к концу хода – 7,80 %, у самок в тот же период ГСИ увеличился с 8,60 до 14,85 % (рис. 3).

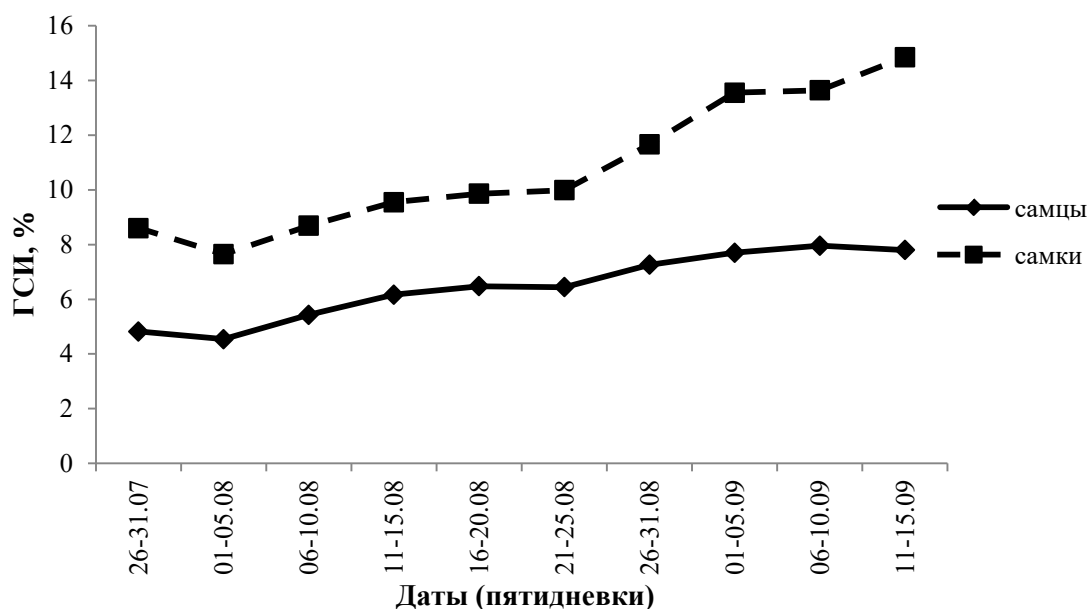


Рис. 3. Среднее значение показателя ГСИ самок и самцов горбуши в зал. Простор.

В течение нерестовой миграции горбуши в реки о. Итуруп, при увеличении среднего значения ГСИ самок доля самцов уменьшалась повсеместно во всех исследуемых районах (рис. 4), что также свидетельствует о наличии одной сезонной формы горбуши на о. Итуруп в 2021 г.

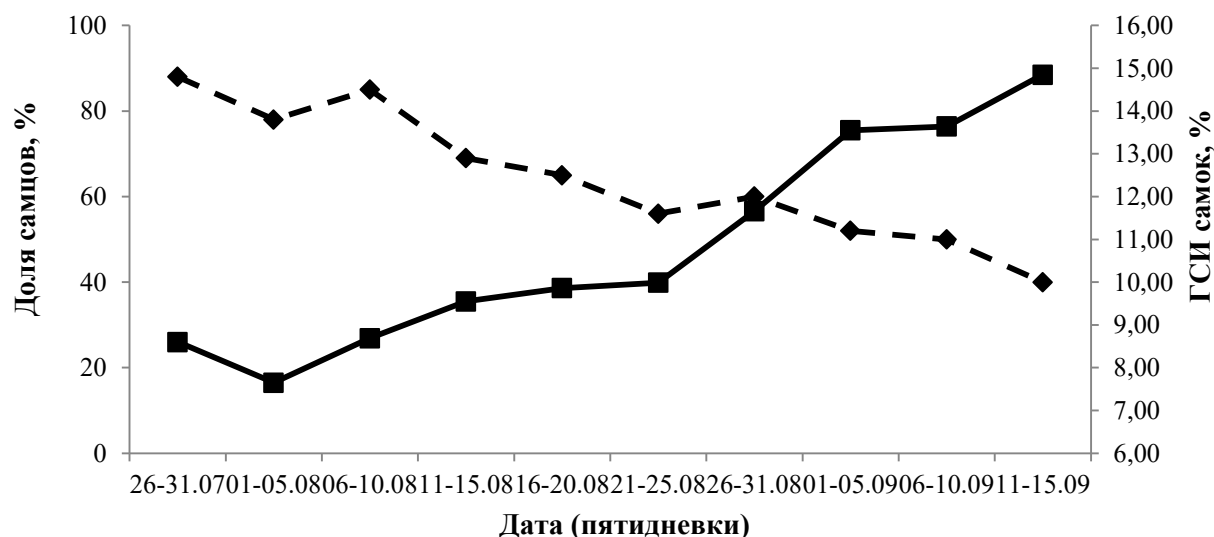


Рис. 4. Изменение доли самцов (пунктирная линия) и ГСИ самок (сплошная линия) горбуши в зал. Простор.

Средняя плодовитость самок горбуши от начала хода к концу менялась не значительно как в зал. Курильском так и в зал. Простор. Так среднее значение этого показателя в зал. Простор за весь период наблюдений составило 1358 икринок, варьируя в пределах от 828 до 2027 икринок (рис. 5).

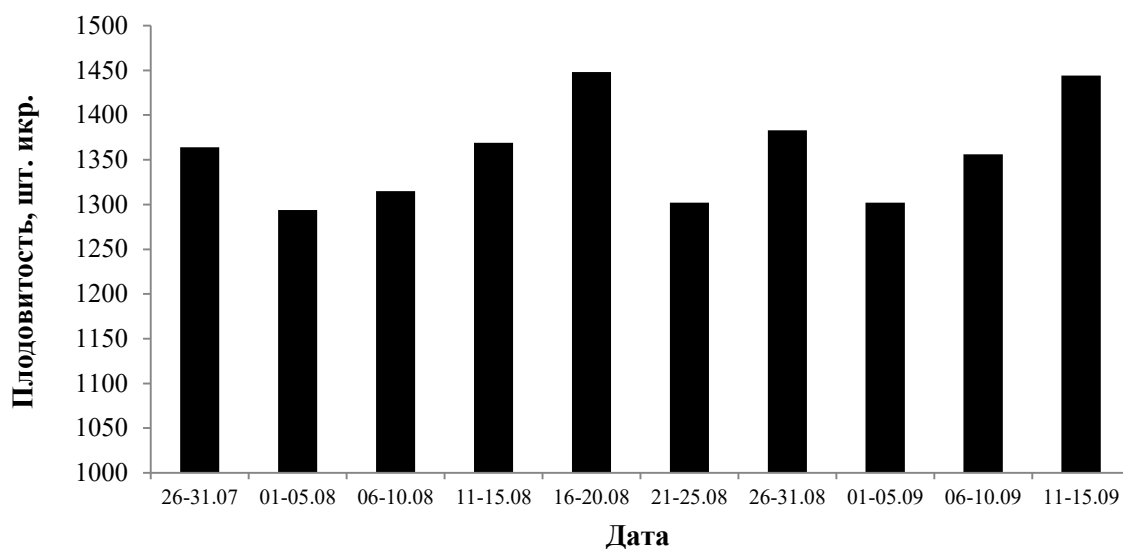


Рис. 5. Средний показатель плодовитости самок горбуши в зал. Простор.

В заливе Курильский средняя плодовитость самок горбуши составляла 1353 икринки, а разброс значений за весь период исследований варьировал от 678 до 2130 икринок.

Таким образом, можно заключить, что реальный вылов более чем в полтора раза превысил рекомендуемый (4700 тонн), что говорит о хорошей выживаемости молоди при осенней откочевке в 2019 году и о благоприятных условиях нагула.

Список литературы

1. Klovach, N.V. The Relative Importance of Enhancement to the Production of Salmon on Iturup Island (Kuril Islands, Russia) / N.V. Klovach, V.N. Leman, I.I. Gordeev // Reviews in Aquaculture. – 2020. – № 13 (1). – P. 664–675. DOI: 10.24189/ncr.2020.039.

2. Гордеев И.И. Паразитологические риски при искусственном воспроизводстве тихоокеанских лососей / И.И. Гордеев, В.Н. Леман // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания: материалы международной конференции. – Новосибирск: НГАУ, 2020. – С. 34–36.
3. Гордеев И.И. Комплексные исследования тихоокеанских вод в период преданадромной миграции лососей и откочевки их молоди в открытые воды / И.И. Гордеев, В.А. Шевляков // Комплексные исследования Мирового океана. Материалы VI Всероссийской научной конференции молодых ученых. – Москва: Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, 2021. – С. 244–245.

УДК 574.5

РЕАКЦИЯ *NEOCARIDINA DENTICULATA SINENSIS* (CRUSTACEA, DECAPODA) НА СВЕТОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Я.К. Ермолаева, М.А. Теплых, Е.М. Долинская, С.А. Бирицкая, А.И. Охолина, Л.Б. Бухаева, В.А. Пушница, М.В. Овсянникова, Д.Ю. Карнаухов, Е.А. Зилов

Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия, erm.yana@mail.ru

Аннотация. Пресноводная креветка *Neocaridina denticulata sinensis* является коренным видом юго-восточной Азии и широко распространена в аквариумной индустрии. Для исследования реакции *N. denticulata sinensis* на различные источники освещения с разной интенсивностью и длиной волны был проведён ряд экспериментов. Для одного из экспериментов использовали аквариум крестообразной формы и четыре цветных светодиода с разными длинами волн: красный, жёлтый, зелёный и синий. Для другого ряда экспериментов использовали аквариум, разделённый пополам на одном из концов, и два типа света: тёплый и холодный. В экспериментах сочетали тёплый и холодный свет, свет и темноту, при этом для света устанавливали интенсивность 2-2,5 lx или 10-11 lx. В процессе экспериментов отмечали выбор креветками определенного светодиода, типа света или темноты. Полученные данные обрабатывали в RStudio. В ходе работы были выявлены источники освещения, которые в наибольшей и наименьшей степени оказывали влияние на поведение *N. denticulata sinensis*. Все использованные светодиоды привлекают креветок, но наиболее привлекательными длинами волн и, следовательно, оказывающие наибольшее влияние, являются волны жёлтого спектра, а наименее привлекательными – волны синего спектра. Тёплый свет интенсивностью 2-2,5 lx в сочетании с холодным 2-2,5 lx в большей степени привлекает креветок, чем в ситуациях, когда свет имеет интенсивность 10-11 lx или тёплый свет находится в сочетании с темнотой. Холодный свет в экспериментах был менее привлекательным для креветок, следовательно, оказывал наименьшее влияние на них.

Ключевые слова: световое загрязнение; искусственное освещение; креветка «Красная вишня»; *Neocaridina denticulata sinensis*.

***NEOCARIDINA DENTICULATA SINENSIS* (CRUSTACEA, DECAPODA) REACTION TO LIGHT POLLUTION IN LABORATORY CONDITIONS**

Ya.K. Ermolaeva, M.A. Teplykh, E.M. Dolinskaya, S.A. Biritskaya, A.I. Okholina, L.B. Bukhaeva, V.A. Pushnica, M.V. Ovsyannikova, D.Yu. Karnaukhov, E.A. Silov

Summary. The freshwater shrimp *Neocaridina denticulata sinensis* is native-born species to Southeast Asia and is widespread in the aquarium industry. A number of experiments were carried out to study the response of *N. denticulata sinensis* to different light sources with different intensities and wavelengths. One experiment used a cruciform aquarium and four colored LEDs with different wavelengths: red, yellow, green, and blue. Another set of

experiments used an aquarium that was split in half at one end and used two types of light: warm and cold. The experiments combined warm and cold light, light and dark, while the light intensity was set at the level of 2-2.5 lx or 10-11 lx. In the course of the experiments, we noted the choice of a particular LED by the shrimps, as well as the choice of light or dark. The received data were processed in RStudio. Light sources were identified that influenced the behavior of *N. denticulata sinensis* to the greatest and least degree during the work. All the LEDs used attract shrimp, but the most attractive wavelengths and therefore the most influential are the yellow wavelengths and the least attractive blue wavelengths. Warm light of 2-2.5 lx in combination with cold 2-2.5 lx attracts shrimp more than in situations where light has an intensity of 10-11 lx or warm light is combined with darkness. Cold light in experiments was less attractive to shrimp, therefore it had the least effect on them.

Keywords: light pollution; artificial light; red cherry shrimp, *Neocaridina denticulata sinensis*.

Водные экосистемы всё чаще подвергаются искусственному освещению, являющимся источником светового загрязнения. Увеличение светового загрязнения на водных объектах связано с ростом освещения береговых линий вдоль населенных пунктов и увеличением числа водного транспорта. Установлено, что искусственный свет привлекает гидробионтов [9], при этом животные по-разному реагируют на длины волн [2; 5] и на источники освещения [9]. Даже низкий уровень освещенности, создаваемый световыми приборами, может сильно влиять на зоопланктон [4]. Показано, что в условиях длительного воздействия искусственного освещения нарушается миграционная активность зоопланктона [6]. Искусственное освещение оказывает влияние на структуру трофических связей [1], поведение, размножение, выживаемость организмов и способно менять состав сообществ беспозвоночных [3], что потенциально приводит к изменениям в функционировании экосистем.

Neocaridina denticulata sinensis (Kemp, 1918), в аквариумной индустрии известная как red cherry shrimp (RCS), обитает в реках, прудах, каналах и водохранилищах и является коренным видом креветок Японии, Кореи, Китая, Вьетнама и Тайваня [7; 10]. *N. denticulata sinensis* устойчива к различным условиям среды, легко и быстро размножается [7; 10], за что получила популярность и широкое распространение в аквариумистике.

Цель исследования

Целью данной работы было исследовать реакцию *N. denticulata sinensis* на различные искусственные источники освещения с разной интенсивностью и длиной волны, а также выявить источники освещения, оказывающие наибольшее влияние на *N. denticulata sinensis*.

Материалы и методы

Для исследования влияния светового загрязнения на *N. denticulata sinensis* был поставлен ряд экспериментов, которые проводились в затемнённом помещении (освещенность в помещении составляла 0 lx). Стекланные аквариумы, в которых проводились эксперименты, обклеивали с внутренней стороны непрозрачным темным материалом для уменьшения рассеивания света. Креветок содержали в лабораторных условиях с ежедневным освещением аквариумов непрямым солнечным светом, либо искусственным светом от ламп в лаборатории в дневное время.

Для одного из экспериментов использовали аквариум крестообразной формы, высота которого составляет 8 см; длина ответвления – 17 см, ширина ответвления – 6 см. На концах ответвлений размещали четыре светодиода с разными длинами волн: красный (580-660 нм), жёлтый (550-620 нм), зелёный (470-580 нм) и синий (410-520 нм). В центре аквариума размещали прозрачный цилиндр без дна.

Для серии из шести экспериментов использовали удлиненный аквариум, сужающийся в одну сторону. Длина аквариума составляет 57 см, ширина широкой

стороны – 20 см, ширина узкой стороны – 7 см, высота – 10 см. С широкой стороны аквариума, разделенной перегородкой пополам, размещали осветительный прибор, в узкой части устанавливали прозрачный цилиндр без дна. В первом эксперименте одна половина аквариума освещалась тёплым светом, вторая – холодным, интенсивность света в обеих половинах была 2-2,5 lx. Во втором эксперименте интенсивность света в обеих половинах устанавливалась 10-11 lx. Далее в экспериментах освещалась только одна половина аквариума тёплым светом с интенсивностью 2-2,5 lx (третий эксперимент) и 10-11 lx (четвёртый эксперимент). В пятом и шестом экспериментах (как в третьем и четвёртом) вместо тёплого света устанавливали холодный.

Для каждого эксперимента отбирали 20 особей *N. denticulata sinensis*. В прозрачный цилиндр в аквариумах помещали одну креветку и ставили таймер на 3 минуты. По истечению времени убирали цилиндр и записывали, в какую часть аквариума заплывет креветка в течение 1 минуты после освобождения. Каждую из 20 креветок запускали в аквариум 10 раз, следовательно, в каждом эксперименте было 200 повторностей.

Далее в каждом эксперименте подсчитывалось количество раз выбора креветками какой-либо части аквариума. Полученные данные статистически обрабатывались при помощи RStudio. Для подтверждения случайного или неслучайного выбора части аквариума креветками использовали непараметрический тест Хи-квадрат Пирсона. Перед этим, с помощью того же теста проверяли случайно или неслучайно креветки предпочитали двигаться в какую-либо часть аквариума или оставаться на исходном месте.

Результаты и обсуждение

В эксперименте с цветными светодиодами креветки выбрали красный 51 раз, жёлтый – 79 раз, зелёный – 53 раза, синий – 17 раз. Задав уровень значимости равный $p < 0,05$, мы обнаружили, что креветки не случайно выбирают тот, или иной светодиод. При этом жёлтый светодиод оказывает наибольшее влияние на особей *N. denticulata sinensis*, а синий – наименьшее. Подобное же влияние было зафиксировано и на оз. Байкал для пелагической амфиподы *Macrohectopus branickii* (Dybowsky, 1874) [5], а также для некоторых видов рыб [8].

В первом и втором экспериментах креветки не случайно предпочитали двигаться к одному из двух типов света. При этом во втором эксперименте с интенсивностью 10-11 lx креветки случайно выбирали тип света (тёплый 75 раз, холодный 46 раз), а в первом эксперименте с интенсивностью 2-2,5 lx не случайно больше выбирали тёплый свет (тёплый – 129, холодный - 71). В третьем и четвёртом экспериментах креветки так же не случайно предпочитали двигаться в одну из частей аквариума, но тёплый свет или темную часть аквариума выбирали случайно: при интенсивности 2-2,5 lx выбрали тёплый 72 раза, темноту – 83, при интенсивности 10-11 lx выбрали тёплый 50 раз, темноту – 82. В пятом и шестом экспериментах, где использовался холодный свет, креветки случайно выбирали двигаться в одну из частей аквариума или оставаться на исходной позиции: при интенсивности 2-2,5 lx выбрали оставаться на исходной позиции 101 раз, при интенсивности 10-11 lx – 85 раз.

Заключение

Все четыре светодиода (красный, жёлтый, зелёный, синий) в разной степени привлекают *N. denticulata sinensis*, при этом наиболее привлекательные длины волн для креветок, и следовательно, оказывающие наибольшее влияние на них, составляют диапазон от 550 до 620 нм (жёлтый), наименее привлекательные длины волн и оказывающие наименьшее влияние, соответственно, 410-520 нм (синий). Креветки в большей степени подвержены влиянию тёплого света, чем холодного, т.к. при наличии тёплого света в экспериментах креветки вели себя активно и предпочитали выбирать одну из частей аквариума. При этом креветки достоверно в

большей степени предпочитали тёплый свет с интенсивностью 2-2,5 lx, при одновременном присутствии холодного света 2-2,5 lx, чем тёплый и холодный 10-11 lx или при отсутствии в эксперименте холодного света. В экспериментах, где присутствовал только холодный свет, креветки были менее активны и предпочитали оставаться на месте, т.е. холодный свет в меньшей степени влияет на активность креветок и является менее привлекательным, чем тёплый.

Финансирование. Исследование выполнено при поддержке Проекта Министерства науки и образования Российской Федерации № FUZZY-2020-0026.

Список литературы

1. Bolton, D. Coastal urban lighting has ecological consequences for multiple trophic levels under the sea / D. Bolton, M. Mayer-Pinto, G.F. Clark, K.A. Dafforn, W.A. Brassil, A. Becker, E.L. Johnston // Science of the Total Environment. – 2017. – №576. – P. 1–9. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.02.023
2. Brüning, A. Impact of different colours of artificial light at night on melatonin rhythm and gene expression of gonadotropins in European perch / A. Brüning, F. Hölker, S. Franke, W. Kleiner, W. Kloas // Science of The Total Environment. – 2016. – №543 (Part A). – P. 214–222. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.11.023
3. Davies, T.W. Street lighting changes the composition of invertebrate communities / T.W. Davies, J. Bennie and K.J. Gaston // Biology Letters. – 2012. – №8 (5). – P. 764–767. DOI: 10.1098/rsbl.2012.0216
4. Jechow, A. How dark is a river? Artificial light at night in aquatic systems and the need for comprehensive night-time light measurements / A. Jechow, F. Hölker // Wiley Interdisciplinary Reviews: Water. – 2019. – №6 (6). DOI: 10.1002/wat2.1388
5. Karnaukhov, D. Effect of artificial light on the migratory activity of the pelagic amphipod *Macrohectopus branickii* During daily vertical migration in Lake Baikal / D. Karnaukhov, E. Dolinskaya, S. Biritskaya, M. Teplykh, A. Khomich, E.Silow // Ecology, Environment and Conservation. – 2019. – №25 (4). – P. 208–210
6. Karnaukhov, D.Yu. Effect of light pollution on the several aquatic communities of Lake Baikal / D.Yu. Karnaukhov, M.A. Teplykh, Ya.K. Ermolaeva, O.O. Rusanovskaya, G.A. Gevorgyan, A.H. Hayrapetyan, E.A. Silow // Proceedings of the YSU, Chemistry and biology. – 2020. – №54 (1). – P. 86–89. DOI: 10.46991/PYSU:B/2020.54.1.086
7. Mahmoud, H.H.A. The lifecycle of *Neocaridina denticulata* and *N. palmata* in aquariums / H.H.A. Mahmoud, M.H. Sastranegara, E.S. Kusmintarsih // Biodiversitas. – 2020. – №21 (6). – P. 2396–2402. DOI: 10.13057/biodiv/d210609
8. Migaud, H. The effect of spectral composition and light intensity on melatonin, stress and retinal damage in post-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar* / H. Migaud, M. Cowan, J. Taylor, H.W. Ferguson // Aquaculture. – 2007. – №270. – P.390–404. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2007.04.064
9. Navarro-Barranco, C. Effects of light pollution on the emergent fauna of shallow marine ecosystems: Amphipods as a case study / C. Navarro-Barranco, L.E. Hughes // Marine Pollution Bulletin. – 2015. – №94. – P. 235–240. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.02.023
10. Nur, F.A.H. Breeding and Life Cycle of *Neocaridina denticulata sinensis* (Kemp, 1918) / F.A.H. Nur and A. Christianus // Asian Journal of Animal and Veterinary Advances. – 2013. – №8. – P. 108–115. DOI: 10.3923/ajava.2013.108.115

ФОРМИРОВАНИЕ КАДАСТРА НЕРЕСТИЛИЩ СТЕРЛЯДИ *ACIPENSER RUTHENUS* В РЕКАХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**В.Ф. Зайцев, П.С. Балацкий, А.М. Визер, М.А. Дорогин, Е.А. Интересова,
Р.Б. Чернов, Л.А. Шиповалов**

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Россия, Новосибирск

E-mail: zapsibniro@vniro.ru

Аннотация. В работе представлены сведения о результатах ревизии нерестилищ стерляди *Acipenser ruthenus*, в реках Обь и Иртыш в пределах Новосибирской, Томской и Омской областей. Показано, что несмотря на гидростроительство, добычу песчано-гравийной смеси и другого антропогенного воздействия на среду обитания, сохранились условия для естественного воспроизводства данного ценного вида рыб. К настоящему времени в р. Обь и р. Иртыш в пределах Новосибирской, Томской и Омской областей выявлено 25 участков, пригодных для естественного воспроизводства стерляди. Их общая площадь составляет 34,1 км². Выявленные участки характеризуются преимущественно галечниковыми грунтами (реже – песчано-галечниковыми или каменистыми) и значительными глубинами, от 3 до 16 м на момент обследования. В результате проведенной работы составлен кадастр выявленных потенциальных нерестилищ стерляди.

Ключевые слова: стерлядь, *Acipenser ruthenus*, река Обь, река Иртыш; нерестилища; естественное воспроизводство

INVENTORY OF SPAWNING GROUNDS OF STERLETS *ACIPENSER RUTHENUS* IN THE RIVERS OF THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

**V.F. Zaitsev, P.S. Balatskiy, A.M. Vizer, M.A. Dorogin, E.A. Interesova, R.B. Chernov,
L.A. Sipovalov**

*Novosibirsk branch of the All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and
Oceanography, Novosibirsk, Russia*

zapsibniro@vniro.ru

Abstract. The data on the results of revision of the spawning grounds of the sterlet *Acipenser ruthenus* in the Ob and Irtysh rivers (within the Novosibirsk, Tomsk and Omsk regions) are presented. It is shown that to date, 25 sites have been identified that are suitable for natural reproduction of this species. Their total area is 34,1 km². Identified areas in the rivers Ob and Irtysh are characterized mainly by pebble soils (less often - sandy-pebble or stony) and significant depths, from 3 to 16 m at the time of the survey. As a result of the work carried out, a cadastre of the identified potential spawning grounds for sterlet was compiled.

Keywords: sterlet, *Acipenser ruthenus*, Ob river, Irtysh river; spawning grounds; natural reproduction

Стерлядь *Acipenser ruthenus* один из немногих осетровых видов рыб, дикие популяции которого до сих пор эксплуатируются промыслом. Однако в целом в последние годы вид переживает спад численности и требуются усилия по его сохранению. В бассейне р. Обь стерлядь всегда была ценным промысловым видом рыб, однако в настоящее время ее численность также значительно сократилась [14]. Это обуславливает необходимость пристального внимания специалистов к биологии данного вида, анализу факторов, негативно влияющих на состояние его запасов и поиску путей восстановления численности.

В последнее десятилетие сотрудниками Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» проводятся интенсивные исследования пространственного распределения [4;

13], состояния запасов [1; 6; 9; 11; 13–15], генетической структуры популяций [19], размерно-возрастных характеристик [5; 13; 17; 18], питания [2; 3; 8; 16] стерляди, а также особенностей ее естественного воспроизводства [4; 7; 10; 12] в реках Обь и Иртыш в пределах Новосибирской, Томской и Омской областей. В частности, в период с 2014 по 2020 г. проведена большая работа по ревизии нерестилищ данного вида на р. Иртыш в границах Омской области в Черлакском, Омском, Саргатском (Горьковском), Большереченском, Тарском и Знаменском районах; на р. Обь в границах Новосибирской области в Новосибирском и Сузунском районах ниже плотины и в верхнем бьефе Новосибирской ГЭС; на р. Обь в границах Томской области в Кожевниковском, Шегарском и Томском районах. В результате работы на р. Обь с 708 по 1135 км по Лоцманской карте (ЛК) выявлено 11 участков, потенциально пригодных для естественного воспроизводства стерляди. На 5 из них (в районе п. Почта, 761-759 км ЛК, п. Успенка 782 км ЛК, п. Киреевск 913,5-924 км ЛК, с. Оськино 937,5-950 км ЛК, устья р. Томь 985-998 км ЛК) отмечен нерест по наличию ранней молоди и(или) присутствию производителей с текущими половыми продуктами. Общая площадь участков, пригодных для естественного воспроизводства стерляди, составила 31,6 км². В р. Иртыш отмечено 14 потенциальных нерестилищ стерляди на участке с 1352 по 1947 км по ЛК, их общая площадь – 2,5 км². Выявленные участки в р. Обь и р. Иртыш характеризуются преимущественно галечниковыми грунтами (реже – песчано-галечниковыми или каменистыми) и значительными глубинами, от 3 до 16 м на момент обследования. В результате проведенной работы составлен кадастр выявленных потенциальных нерестилищ стерляди.

Таким образом, в р. Иртыш в границах Омской области и в р. Обь в границах Новосибирской и Томской областей, несмотря на гидростроительство, добычу песчано-гравийной смеси и другого антропогенного воздействия на среду обитания, сохранились условия для естественного воспроизводства стерляди. Полученные данные послужат основой для разработки планов по охране данного вида на территории региона и внесению предложений по изменениям в Правила рыболовства для Западно-Сибирского рыбохозяйственного бассейна.

Список литературы

1. Бабкина, И.Б. Современное состояние запасов стерляди *Acipenser ruthenus* L. Средней Оби / И.Б. Бабкина, В.В. Суслеев, А.Н. Блохин, С.Н. Решетникова, А.М. Бабкин, Е.А. Интересова // Материалы Всероссийской конференции «Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования», Томск 22–24 ноября 2016 г. – Томск, 2016. – С. 6-9.
2. Визер, А. М. Питание и рост молоди стерляди (*Acipenser ruthenus* Marsiglii Brandt, 1883) Новосибирского водохранилища / А. М. Визер, М. А. Дорогин // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2015. – Т. 2. – № 1(5). – С. 27-31.
3. Визер, А. М. Современное питание стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) Верхней Оби / А. М. Визер, М. А. Дорогин // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2015. – Т. 2. – № 1-2. – С. 13-16.
4. Визер, А. М. Видовой состав и распределение молоди в реке Оби ниже плотины Новосибирской ГЭС / А. М. Визер, М. А. Дорогин, А. В. Цапенков // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2017. – Т. 4. – № 4 (16). – С. 39-46.
5. Дорогин, М. А. Биология и экология стерляди (*Acipenser ruthenus* Marsiglii Brandt, 1883) Верхней Оби / М. А. Дорогин, А. М. Визер // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2015. – Т. 2. – № 1(5). – С. 32-38.
6. Дорогин, М. А. Современная численность стерляди (*Acipenser ruthenus* Linnaeus, 1758) Верхней Оби / М. А. Дорогин, А. М. Визер, М.В. Селезнева, Л.А. Шиповалов // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2014. – № 12. – С. 8-12.

7. Зайцев, В. Ф. Состояние и перспективы естественного и искусственного воспроизводства сибирской стерляди Среднего Иртыша / В.Ф. Зайцев, А.А. Ростовцев, А.С. Бессараб // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб. Материалы докладов 2-й международной конференции, г. Санкт-Петербург. – Санкт-Петербург, 2013. – С. 144-147.
8. Зайцев, В. Ф. Особенности питания стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) и леща (*Abramis brama orientalis* Berg) в р. 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. Материалы 3-ей международной конференции», г. Новосибирск. – Новосибирск, 2014. – С. 50-53.
9. Зайцев, В. Ф. Оценка современного состояния запасов водных биологических ресурсов реки Иртыш на территории Омской области и перспективы их использования / В.Ф. Зайцев, А.А. Ростовцев, Л.А. Шиповалов, А.В. Цапенков, Л.С. Прусевич // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2015. – Т. 2. – № 4(8). – С. 22-33.
10. Интересова, Е.А. К вопросу о возможности заготовки диких производителей стерляди (*Acipenser ruthenus* L.) в бассейне Верхней и Средней Оби (в пределах Томской области) / Е.А. Интересова // Международная научно-практическая конференция «Аквакультура осетровых рыб: проблемы и перспективы», г. Астрахань 10-12 октября 2017 г. – Астрахань, 2017. – С. 92-94.
11. Интересова, Е. А. Современное состояние промыслового стада стерляди *Acipenser ruthenus* L. в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области) / Е.А. Интересова, И.Б. Бабкина, В.В. Суслиев, А.Н. Блохин, С.Н. Решетникова, А.М. Бабкин, Н.А. Колесов // XII Съезд Гидробиологического общества при РАН: тезисы докладов, г. Петрозаводск, 16-20 сентября 2019 г. – Петрозаводск, 2019. – С. 193-194.
12. Интересова, Е. А. К вопросу о естественном воспроизводстве стерляди *Acipenser ruthenus* L. Верхней Оби / Е.А. Интересова, А.Н. Блохин, В.В. Суслиев, С.Н. Решетникова, Р.М. Хахимов // Материалы 3-й международной конференции «Современное состояние водных биоресурсов», г. Новосибирск, 9-11 декабря 2014 г. – Новосибирск, 2014. – С. 113-116.
13. 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. Суслиев, А.Н. Блохин, С.Н. Решетникова, А.М. Бабкин, Н.А. Колесов // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2018. – Т.5. – №2 (18). – С. 60-71.
14. Крохалевский, В.Р. Состояние запасов осетровых рыб в водных объектах Сибири / В.Р. Крохалевский, И.Б. Бабкина, А.М. Визер, М.А. Дорогин, Ф.Н. Жирков, В.Ф. Зайцев, Е.А. Интересова, Л.Н. Карпова, В.А. Петерфельд, Н.В. Янкова // Вопросы рыболовства. – 2018. – Т.19. – №3. – С. 269-284.
15. Литвиненко, А.И. Оценка величины браконьерского лова сибирской стерляди *Acipenser ruthenus* Marsiglii Brandt в среднем течении р. Иртыш / А.И. Литвиненко, А.А. Ростовцев, В.Ф. Зайцев, А.С. Бессараб // Вопросы рыболовства. – 2013. – Т. 14. – № 1 (53). – С. 94-105.
16. Решетникова, С.Н. Питание стерляди на нижнем участке Верхней Оби / С.Н. Решетникова Е.А. Интересова, И.Б. Бабкина, В.В. Суслиев, А.Н. Блохин, // Материалы II Всероссийской молодежной научной конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты современной биологии», г. Томск, 24–26 ноября 2015 г. – Томск, 2015. – С.48-51.
17. Шиповалов, Л.А. Анализ размерно-возрастной характеристики стерляди *Acipenser ruthenus* L. реки Иртыш в Омской области / Л.А. Шиповалов, В.Ф. Зайцев, А.А. Ростовцев // Материалы Международной конференции «Современное состояние водных биоресурсов: инновации, технологии, импортозамещение», 10 - 11 ноября 2016 г., г. Новосибирск. – Новосибирск, 2016. – С. 62-65.

18. Шиповалов, Л.А. Размерно-возрастная характеристика стерляди *Acipenser ruthenus* L. реки Иртыш в Омской области в 2018 г / Л.А. Шиповалов, В.Ф. Зайцев, А.А. Ростовцев // Современное состояние водных биоресурсов: материалы 5-й международной конференции г. Новосибирск, 27-29 ноября 2019 г. – Новосибирск: НГАУ, 2019. – С. 161-164.
19. 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, A.I. Kulemzina, N.A. Serdyukova, S.A. Romanenko, N.V. Vorobieva, E.A. Interesova, M.A. Korentovich, V.F. Zaytsev, A.V. Mischenko, V.A. Zadelenov, A.A. Yurchenko, D.Yu. Sherbakov, A.S. Graphodatsky, V.A. Trifonov // Mitochondrial DNA Part A. – 2018. doi.org/10.1080/24701394.2018.1467409.

УДК 574.58

ТРЕХИГЛАЯ КОЛЮШКА *GASTEROSTEUS ACULEATUS* КАК СВЯЗУЮЩЕЕ ЗВЕНО МЕЖДУ СООБЩЕСТВАМИ ОТКРЫТОГО МОРЯ И ПРИБРЕЖЬЯ БЕЛОГО МОРЯ

М.В. Иванов, Н.Е. Зеленская, А.С. Демчук, Т.С. Иванова, Д.Л. Лайус
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург,
Россия,
E-mail: ivmisha@gmail.com

Аннотация. Целью работы было изучение роли трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus* в переносе веществ и энергии между сообществами открытого моря и побережья в Белом море. Было описано пять основных биотопов побережья Белого моря и оценена их значимость в нересте колюшки. Общее число колюшки, приходящей на нерестилища, оценено в 1,9 млрд. экз. Пространственно, практически вся колюшка нерестится в западной части моря (Кандалакшский залив и до Соловецких островов), в Двинском и Онежском заливе - суммарно менее одного процента. Проведены эксперименты по оценке уловистости набора жаберных сетей и на их основе оценены численности хищных рыб в прибрежных биотопах. Сведен баланс прихода и ухода вещества и энергии в прибрежную зону, связанный с нерестовой миграцией трехиглой колюшки. Подходя к берегу для нереста, колюшка приносит значительное количество веществ и энергии - 6200 тонн колюшек и 800 тонн икры. Прибрежные хищники (рыбы и птицы), ввиду своей низкой численности, используют лишь 1-2% этого ресурса. 90-95% выметанной икры потребляется самой колюшкой в основном за счет разорения гнезд. За счет питания собственной икрой колюшка создает очень низкую нагрузку на кормовую базу в прибрежье, и уносит с собой в открытое море, практически столько же энергии, сколько принесла. Основная смертность колюшки происходит уже после нереста в открытом море.

Ключевые слова: морские экосистемы; высокие широты; долговременные изменения; Белое море; трехиглая колюшка; трофические связи; перенос веществ и энергии.

THREESPIN STICKLEBACK *GASTEROSTEUS ACULEATUS* AS A LINK BETWEEN THE INSORE AND OFFSHORE COMMUNITIES OF THE WHITE SEA

M.V. Ivanov, A.E. Zelenskaya, T.S. Ivanova, A.S. Demchuk, D.L. Lajus
Saint-Petersburg State University, St. Petersburg, Russia
E-mail: ivmisha@gmail.com

Abstract. The goal is to investigate the role of threespine stickleback *Gasterosteus aculeatus* in the transfer of substances and energy between the open sea and coastal communities in the White Sea. Five main coastal biotopes habitats in the White sea were described and their role

in spawning of stickleback was evaluated. Almost all stickleback (1.9 billion) spawn in the western part of the sea, in the Dvina and Onega Bays there is less than one percent of stickleback. The balance of substance and energy inflow and outflow in the coastal zone related to the spawning migration of threespine stickleback has been calculated. Approaching the inshore zone to spawn, stickleback brings a significant amount of substance and energy - 6200 tons in fish bodies and 800 tons in eggs. Coastal predators utilize only 1-2% of this due to their low numbers. The stickleback itself consumes 90-95% of the spawned eggs mainly by destroying nests. Because the stickleback eats mostly its own eggs, it put a low pressure on the coastal prey organisms and thus takes back to the open sea almost as much energy as it brought in. The main mortality of stickleback occurs after spawning in the open sea.

Keywords: marine ecosystems; high latitudes; long-term changes; the White Sea; threespine stickleback; foodwebs.

Численность трехиглой колюшки в Белом море сильно менялась за последнее столетие, и в последние 15-20 лет она превратилась из довольно редкого в наиболее многочисленный вид рыб Белого моря. В летний период в 30-метровой прибрежной зоне она составляет 95% численности всех рыб Белого моря [2]. В связи с массовостью вида и с тем, что колюшка является частью как прибрежного сообщества, так и сообщества открытых акваторий, можно предположить, что она является важным связующим звеном между обоими сообществами в масштабах всего Белого моря. Колюшка проводит большую часть жизни в открытом море, но нерест и развитие молоди происходит в прибрежной зоне, в связи с чем этот вид является мощным фактором горизонтального переноса вещества и энергии. Половозрелые рыбы, пришедшие из открытого моря, служат пищей для хищных прибрежных рыб и околотовных птиц – также, как и икра и молодь. В то же время и взрослые колюшки и их молодь активно питаются в прибрежье, изымая вещество и энергию. Основная гипотеза, тестируемая нами в данном исследовании – в Белом море трехиглая колюшка преимущественно переносит вещество и энергию из экосистем открытого моря в прибрежные, и, таким образом за счет колюшки эти системы являются «донором» для развития прибрежных систем. Наиболее сильно этот эффект должен проявляться в периоды высокой численности колюшки в Белом море, один из которых мы наблюдаем в настоящее время.

Материалы и методы

Численность колюшек и характеристика структуры стада производителей на нерестилищах оценивали в отлив равнокрылым мальковым неводом длиной 7,5 м. Невод заводили на 30 м от берега. Коэффициент уловистости невода брали 0,6 [1]. Смертность колюшек оценивали, как в природе – сравнивая количество погибших с численностью на нерестилищах, так и экспериментально при содержании в проточных бассейнах, как отход от общего числа. Оценку численности хищных рыб проводили набором жаберных сетей с разным размером ячеи (16, 20, 30 и 40 мм) на разных биотопах в окрестностях учебно-научной базы СПбГУ «Беломорская». Распределение и встречаемость рыбоядных птиц оценивали пешими литоральными маршрутными учетами и наблюдениями с открытой воды в разных местах нереста колюшки в окрестностях биостанции.

Результаты исследования

Для оценки роли трехиглой колюшки в переносе веществ и энергии между пелагическими и прибрежными экосистемами Белого моря рассмотрим по очереди положительную и отрицательную часть баланса.

1. Положительная часть баланса (перенос вещества из открытого моря в прибрежье).

Общее количество колюшек, приходящих на нерест. В течение 2018-2020 гг. мы исследовали распределение нерестящейся колюшки практически вокруг всего Белого моря от устья реки Варзуга на Терском берегу до деревни Куя (примерно 50 км севернее г. Архангельска).

Обследуя побережье Белого моря, мы выделили пять основных биотопов на границе нижней литорали – верхней сублиторали (соответствует расположению нерестилищ колюшки):

I. гравийные или песчаные, широкие (десятки и сотни метров) лишённые растительности и открытые волнам;

II. скалы и крупные валуны, открытые волновому воздействию, узкие (метры), со слабым развитием растительности;

III. Каменисто-песчаные с обильным развитием фукусовых водорослей и умеренным волновым воздействием;

IV. И listo-песчаные с зарослями (иногда очень густыми) морской травы *Zostera marina*, практически лишённые волнового воздействия.

V. Заросли тростника на песчано-илистом грунте.

Нерестилища трехиглой колюшки преимущественно приурочены к третьему и четвертому биотопам. При этом в зарослях zostеры плотность нерестящейся колюшки, как правило, почти на порядок выше, чем в зарослях фукоидов (в Кандалакшском заливе 87 ± 11 экз./м² и $12 \pm 2,3$ экз./м² соответственно). В Двинском и Онежском заливах плотные заросли zostеры практически отсутствуют, и, видимо, поэтому мы нигде не наблюдали высокого обилия нерестящейся колюшки, кроме Соловецких островов, где заросли zostеры в многочисленных бухтах – обычное явление. В дальнейшем мы будем рассматривать три типа биотопов: густые заросли zostеры (IV) – много нерестящейся колюшки, заросли фукоидов (III) – немного нерестящейся колюшки и объединённые (I, II и V) биотопы, где нереста колюшки практически нет.

Суммарное распределение нерестящейся колюшки в Белом море в современный период выглядит следующим образом: большая часть (77%) трехиглой колюшки нерестится в Кандалакшском заливе, это примерно 1470 млн. экз.; ещё примерно 21% или 413 млн. экз. нерестится у Соловецких островов, на выходе из Онежского залива; в самих Двинском и Онежском заливе колюшки нерестятся очень мало – 15,5 и 18 млн. экз. соответственно, т.е. около 1%. Таким образом, всего из открытого моря в побережье приходят примерно 1900 млн. колюшек. При среднем весе производителей 3,7 г, их общая масса составляет около 7000 т. Самки составляют 65-70% нерестящейся колюшки, и при гонадосоматическом индексе $15\% \pm 1\%$ приносят с собой около 800 т икры.

В густых зарослях zostеры средняя численность нерестящейся колюшки составляет 87 ± 11 экз./м², из них примерно 57 самок (208 г тела и 37 г икры) и 30 самцов (84 г). При калорийности тела 4,5 кал/г и икры 5,4 кал/г поступление доступной пищи будет 1680 кал/м² (1480 кал/м² тело и 200 кал/м² икра). Во второстепенном биотопе средняя численность колюшки составляет 12 шт./м² и при таком же расчете поступление энергии составит 210 кал/м² (182 кал/м² (39 г) тело и 28 кал/м² икра (5,16 г)). Это максимальное количество энергии, которое колюшки могут принести из открытого моря в побережье. Из нее полностью реализуется в побережье энергия икры и некоторая часть энергии биомассы (колюшка, съеденная хищниками или погибшая без их участия).

Естественная смертность. Производители колюшки очень слабо подвержены естественной смертности непосредственно на нерестилищах. Наши натурные наблюдения и эксперименты показали, что в июне, во время активного нереста смертность составляла 0,08% в месяц и немного увеличивалась к началу июля – 0,27%. Гораздо более существенной оказывается посленерестовая смертность, около 35% за следующий месяц. Но, к этому времени подавляющее число половозрелых колюшек

уже покидает побережье, и основная посленерестовая смертность колюшек, происходит она уже в открытом море.

Смертность от хищников. В июне во время нереста трехиглая колюшка является кормом в основном для двух видов хищных рыб – керчака *Myoxocephalus scorpius* и трески *Gadus morhua*. В благоприятном нерестовом биотопе – густые заросли zostеры, доля взрослых колюшек в спектре питания керчака составляет 38%, а трески 6%. Зато треска очень активно питается икрой колюшки (55% рациона), очевидно, разоряя ее гнезда. Керчаки икрой колюшки не питаются совсем. Во второстепенных биотопах хищники питаются взрослыми колюшками более активно. Пищевой спектр керчаков на 93% состоит из колюшек, у трески на 21%. Зато у трески во второстепенных биотопах практически исчезает питание икрой (1,1%). В целом в благоприятных нерестилищах эти два хищника выедают 0,01% от массы колюшек и 0,3% от массы икры, т.е. совершенно ничтожную часть. На второстепенных нерестилищах значимость питания хищных рыб несколько больше: 0,3% от массы колюшек за месяц.

Влияние хищничества рыбоядных птиц (полярная крачка *Sterna paradisaea*, черноклювая гагара *Gavia immer*, средний крохаль *Mergus serrator*) на численность нерестящейся колюшки тоже оказывается очень небольшим, не превышая 1%. Разделить это влияние между разными нерестовыми биотопами довольно трудно, поскольку птицы весьма подвижные организмы, и почти невозможно точно утверждать, где конкретно была поймана колюшка.

Во второй половине лета хищничеству подвергаются уже мальки трехиглой колюшки. Они составляют в среднем 57% спектра питания сельди *Clupea harengus* и 31% - наваги *Eleginus nawaga*, у трески – 3,6%, у керчака – 1,4%. Во второстепенных биотопах доля мальков в питании хищников гораздо скромнее: 5% у сельди, 1% у наваги и 1,7% у керчака. По нашим оценкам, исходя из численности и рациона хищных рыб и численности мальков колюшки хищники выедают до 2% мальков колюшки.

2. Отрицательная часть баланса (перенос вещества из побережья в открытое море).

Питание взрослой колюшки на нерестилищах. Всего в прибрежном спектре питания взрослой трехиглой колюшки были обнаружены организмы, принадлежащие к 42 таксонам различного ранга. Из всех таксонов 17 относились к зообентосу, 1 к микрофитобентосу, 18 к зоопланктону, также были встречены имаго Diptera, икра трехиглой колюшки и икра и личинки других видов рыб. Основным компонентом спектра питания производителей колюшки на нерестилищах является собственная икра. В благоприятных нерестилищах ее средняя доля составляет 78%, во второстепенных 55%. Таким образом, подавляющая часть икры, принесенная трехиглыми колюшками на нерестилища, ими же и поедается, и только очень небольшая часть – единицы процентов в благоприятных нерестилищах и до 20% на второстепенных, идет на воспроизводство потомства. Также мальки колюшки в период прибрежного нагула интенсивно питаются. Основой спектра питания мальков являются Copepoda (больше 50%), куколки и личинки семейства Chironomidae (до 30%), Cladocera (до 20%).

Теперь коротко суммируем баланс прихода и ухода энергии в прибрежных экосистемах связанный с нерестом трехиглой колюшки.

В благоприятных для нереста биотопах производители колюшки приносят с собой в побережье около 1680 ккал энергии на м² нерестилища, а уносят через месяц 1652 ккал. Т.е. практически, за счет того, что колюшки приходят со «своей едой» в виде икры, баланс энергии на благоприятных нерестилищах остается почти нейтральным. Такой же нейтральный результат, только с меньшими цифрами получим и для второстепенных нерестилищ. Мальки трехиглой колюшки с учетом выедания

хищниками уходя в море уносят с собой примерно 100 ккал с м² из благоприятных биотопов и 18 ккал с м² из второстепенных биотопов.

Заключение

Таким образом, основная гипотеза, тестируемая в данном исследовании, не подтвердилась. Да, в Белом море, подходя к берегу на нерест, трехиглая колюшка приносит огромное количество вещества и энергии (6200 тонн (28*10⁹ ккал) колюшек и 800 тонн (4,3*10⁹ ккал) икры), но в прибрежных сообществах нет достаточного количества хищников, чтобы масштабно ассимилировать эту дополнительную пищу. В процессе нереста и нагула молоди колюшка в разных ипостасях может составлять очень значимую часть питания хищных рыб и птиц, но их суммарное влияние на численность колюшки не превышает нескольких процентов. А посленерестовая смертность, когда примерно треть взрослых колюшек погибает, происходит уже после отхода колюшек от берега и эта энергия прибрежным экосистемам тоже не достается.

С практической точки зрения, поскольку популяция трехиглой колюшки в Белом море очень незначительно используется консументами более высокого уровня, можно предложить использовать этот ресурс, наладив лов колюшки на нерестилищах. Оптимальным представляется изготавливать из колюшки корма для аквакультуры и сельского хозяйства, весьма востребованные в настоящее время.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 19-14-00092. Также авторы благодарны администрации УНБ СПбГУ «Беломорская» за возможность круглогодичной работы на Белом море.

Список литературы

1. *Ivanova, T. S.* Homing ability and site fidelity of marine threespine stickleback on spawning grounds / T. S. Ivanova, M. V. Ivanov, A.E. Bakhvalova, N. V. Polyakova, P. V. Golovin, A. V. Kucheryavyu, A. O. Yurtseva, K. A. Smirnova & D. L. Lajus // *Evolutionary Ecology Research*. – 2019. – 20, 1-3. – P. 297-315. DOI: 20:297-315
2. *Lajus, D. L.* Threespine Stickleback of the White Sea: Population Characteristics and Role in the Ecosystem / D.L. Lajus, P.V. Golovin, A.E. Zelenskaia, A.S. Demchuk, A.S. Dorgham, M.V. Ivanov, N.S. Ivanova, S.A. Murzina, N.V. Polyakova, E.V. Rybkina & A.O. Yurtseva // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2020. – 13, 2. – P. 132-145. DOI:10.1134/S1995425520020079

УДК 597.2/.5

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ТРЕХИГЛОЙ КОЛЮШКИ (*GASTEROSTEUS ACULEATUS* L.) У БЕРЕГА И В ПЕЛАГИАЛИ БЕЛОГО МОРЯ

Т.С. Иванова¹, М.В. Иванов¹, А.С. Демчук¹, Н.В. Полякова², Д.Л. Лайус¹

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

² Институт экологии и эволюции им. Северцова РАН, Москва, Россия

Аннотация. Это исследование описывает пространственно-временную динамику качественных и количественных характеристик взрослой беломорской трехиглой колюшки во время нереста, и ее молоди во время нагула и миграции в открытое море. В настоящее время трехиглая колюшка наиболее многочисленная рыба водоема. Во время пика нереста, до половины производителей колюшки находятся не на нерестилищах у берега, а на расстоянии сотен метров или километрах от берега. Наибольших плотностей колюшки достигают на нерестилищах с зарослями морской травы *Zostera marina*, занимающих менее 20% береговой линии, но привлекающих при

этом около 85% нерестящихся рыб. К концу июня заканчивают нерест 60% рыб, а к концу июля практически все рыбы покидают нерестилища и уходят в открытое море. Молодь колюшки появляется в существенных количествах в прибрежье в начале июля и ее численность нарастает до начала августа. До середины августа большинство мальков (80-90%) еще держится у берега. К началу сентября вся молодь отходит от берега, а 80% уже выходит в открытое море. В середине сентября вся молодь держится уже на расстоянии нескольких километров от берега. Эти данные, в частности, существенно увеличивают наши предыдущие оценки численности беломорской трехиглой колюшки.

Ключевые слова: *Gasterosteus aculeatus*; Белое море; прибрежные сообщества; миграции рыб; популяционная экология.

SEASONAL POPULATION DYNAMICS OF THE THREESPINE STICKLEBACK (*GASTEROSTEUS ACULEATUS* L.) IN INSHORE AND OFFSHORE PARTS OF THE WHITE SEA

T.S. Ivanova¹, M.V. Ivanov¹, A.S. Demchuk¹, N.V. Polyakova², D.L. Lajus¹

¹ St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

² Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

Abstract. This study describes spatio-temporal dynamics of qualitative and quantitative characteristics of adult White Sea threespine stickleback during spawning, which takes place inshore, and juveniles during feeding and migration to the open sea. Now, stickleback is the most abundant fish of the sea. During the mid-spawning period, a half of adult stickleback occurs offshore hundreds of meters or few kilometers from shoreline. Stickleback density is highest on spawning grounds with seagrass *Zostera marina*, occupying less than 20% of the shoreline, but supporting about 85% of spawners. By late June, 60% of fish finish spawning, and in late July, almost all fish leave inshore area for the open sea. Young stickleback appear in significant numbers in early July and their numbers increase until early August. Until mid-August most of the juveniles (80-90%) still stay inshore. By early September, all juveniles leave the inshore area, and 80% are already out in the open sea. In mid September all juveniles are found at a distance of several kilometers from the shoreline. These data significantly increase our earlier estimates of abundance of stickleback in the White Sea.

Key words: *Gasterosteus aculeatus*; White Sea; coastal communities; fish migrations; population ecology.

В настоящее время трехиглая колюшка самый многочисленный вид рыб в Белом море [1] и правильная оценка ее численности является необходимой для оценки продуктивности и кормовых ресурсов этого водоема. Колюшку легко ловить и учитывать на мелководьях Белого моря, не далее нескольких десятков метров от берега во время нереста, и она хорошо изучена в этот период [2]. Однако ее распределение дальше от берега остается неизвестным и учет производителей только на нерестилищах может давать заниженные оценки. Кроме того, на нерестилищах и в пелагиале популяционные характеристики колюшек могут отличаться. Также малоизученными остаются вопросы динамики численности, пространственного распределения и размерного состава молоди колюшки в момент ее перехода от прибрежной жизни к жизни в пелагиали.

Таким образом, основной целью данного исследования было параллельно на береговых и пелагических станциях оценить динамику качественных и количественных

характеристик популяции трехиглой колюшки – взрослой во время нереста и молоди во время нагула и миграции в открытое море.

Материалы и методы

Для описания численности и популяционных характеристик трехиглой колюшки в пелагиали исследования проводили на разрезе из 5 пелагических станций вдоль морской части губы Чупа, выходящий также за ее границы в открытые воды Кандалакшского залива Белого моря (последняя станция расположена в 12 км от берега). Под пелагиалью в данном исследовании мы принимали все воды, отдаленные от берега более чем на 200 м, и с глубинами более 10 м, т.е. там, где точно не могли нереститься колюшки. Для оценки ситуации на нерестилищах также брали параллельные пробы на прибрежных станциях. Данные с пелагических станций аппроксимировали на соответствующие акватории (1 середина губы Чупа, 2 ближе к выходу из губы, 3 – выход из губы, 4 – открытая часть Кандалакшского залива рядом с губой (пелагические станции 4 и 5)), а данные с прибрежных станций в соответствующих акваториях на зостерные или фукоидные нерестовые биотопы, учитывая их протяженность вдоль береговой линии акватории. Пробы собирали в 2020 г. на протяжении всего летнего сезона исследований: середина и конец июня, первая и вторая половины июля, начало августа, начало и середина сентября. Количественные исследования в пелагиали проводили небольшим близнецовым тралом (раскрытие – 4 x 1 м) в поверхностном слое воды с длиной протяжки 450 м и скоростью 2,7 км/час, в прибрежье равнокрылым закидным неводом (крылья 7,5 x 1 м, длина протяжки 30 м, площадь облова 120 м²).

Результаты

В Белом море половозрелые трехиглые колюшки подходят из открытого моря к берегам на нерест в начале июня. Пик нереста приходится на середину июня. В это время в исследованных акваториях 1-4 морской части губы Чупа, находилось 18,5 млн. производителей. Из них большая часть (11,8 млн. экз.) пришлось на акваторию 1, причем половина из этого числа находилась в пелагиали, в нескольких сотнях метров от берега. В акватории 2 из 4,8 млн. колюшек только 17% находились в пелагиали. Акватория 3 имеет мало пригодных для нереста биотопов, и число колюшек в ней было невелико (0,3 млн.). Кроме того, еще 1,5 млн. производителей находились за пределами губы (акватория 4) в открытой части Кандалакшского залива. Наибольшей численности нерестящиеся колюшки достигают на нерестилищах с зарослями морской травы *Zostera marina*. В акваториях 1 и 2 на исследованном разрезе через губу Чупа на таких нерестилищах в середине июня численность составляла 20-50 экз./м². На нерестилищах, расположенных в зарослях фукоидов, численность рыб на порядок меньше – 0,5-3 экз./м². Из-за такой разницы в численности на биотопы зостеры приходится около 85% всего числа нерестящихся колюшек, хотя доля таких нерестилищ составляет примерно 20% береговой линии. В обоих типах биотопов существует тенденция к увеличению численности рыб в глубину губы Чупа. В пелагиали максимальную численность наблюдали в акватории 1 (0,56 экз./м²), в остальных акваториях она была на порядок меньше. К концу июня производители колюшки активно покидают места нереста. В рассматриваемых акваториях их общее число снизилось до 7,3 млн. Большая часть приходилась на акватории 1 и 2, примерно по 3,1-3,3 млн. колюшек, и из них 65-80% находились у берегов. В начале июля абсолютное число колюшек практически не изменилось, но распределение сильно сместилось в сторону пелагиали (в основном за счет зостерных биотопов), в которой теперь находилось около 50% рыб. К концу июля подавляющая масса производителей покинула исследованные акватории, осталось только около 200 тыс. рыб, которых

встречали почти исключительно в пелагической зоне акваторий 1 и 4. К началу августа взрослые колюшки из уловов пропали полностью.

Соотношение полов нерестящихся колюшек в разных акваториях и биотопах выглядит следующим образом. 1) В пик нереста из 18,5 млн. рыб самцов – 28%. Доля самцов в пелагиали всегда меньше чем в прибрежье. В акватории 1 их доля самая низкая. 2) В конце июня (активный отход производителей от берега) доля самцов остается меньше в пелагиали в акваториях 1 и 2, а в транзитной акватории 3 – выравнивается. 3) В начале июля (конец нереста) у небольшого числа оставшихся производителей разница в доле самцов между берегом и пелагиалью выравнивается.

Молодь трехиглой колюшки в заметных количествах появляется в прибрежье в начале июля и ее численность нарастает до начала августа, когда общее число мальков колюшки в акваториях 1-4 достигает 156 млн. Распределение молоди между прибрежьем и пелагиалью в период с конца июля по середину сентября выглядит следующим образом: В конце июля основная масса мальков держится в прибрежье, но если в акватории 1 это 98% всех мальков, то ближе к выходу из губы в акватории 2 только 72%, а остальные находятся уже в пелагиали. В акватории 3 очень мало мест пригодных для нереста, и всех мальков колюшки мы встречаем в пелагиали. За пределы губы (акватория 4) мальки в это время еще не вышли. В этот период размеры мальков в прибрежье $16,6 \pm 0,2$ мм. В пелагиали мальки достоверно крупнее - $22,9 \pm 0,1$ мм. В начале августа молоди все еще больше у берега (79% в акватории 1 и 87% в акватории 2), чем в пелагиали, но мальки в достаточном количестве появляются за пределами губы (5.5 млн. или 3,5%). В прибрежье средний размер мальков $18,1 \pm 0,2$ мм, а в пелагиали достоверно больше $25,5 \pm 0,1$ мм. К началу сентября картина сильно меняется – во всех четырех акваториях остается меньше половины мальков, наблюдаемых ранее – 65 млн., причем более 99% находятся в пелагиали. 80% из них уже покинули губу и находятся в акватории 4, а еще 17% плавают в пелагиали акватории 1. В акваториях 2 и 3 мальков практически нет, видимо, они проходят их транзитом. Средний размер немногочисленных мальков в прибрежье составляет – $21,3 \pm 0,5$ мм, а в пелагиали – $26,7 \pm 0,2$ мм. К середине сентября все мальки находятся уже на большом удалении от берегов (больше нескольких км), и нами были пойманы в подавляющем большинстве на самой удаленной от берега станции 5. Их средний размер в это время - $30 \pm 0,4$ мм. Отметим также достаточно большую трансгрессию размерных распределений у прибрежных и пелагических мальков, которая несколько уменьшается к концу сезона. Также отметим, что существует некий предельный размер мальков, около 25 мм, после которого мальки уже не встречаются в прибрежье. Минимальный размер мальков, найденных в пелагиали, составил 16,3 мм.

Заключение

В начале июня половозрелые трехиглые колюшки в Белом море подходят из открытого моря к берегам на нерест. Пик нереста приходится на середину июня. Во время нереста, до половины производителей колюшки находятся не на нерестилищах, а на расстоянии сотен метров или километрах от берега. Этот факт приведет к существенному увеличению наших оценок численности колюшки в Белом море, поскольку ранее мы исходили из допущения, что в пик нереста вся половозрелая колюшка находится в прибрежной зоне и учитывается нашими неводами. Наибольшей численности колюшки достигают на нерестилищах с зарослями морской травы *Zostera marina* – 20-50 экз./м², против 0,5-3 экз./м² в фукоидных биотопах. Поэтому, несмотря на то, что нерестилища с zostерой занимают менее 20% побережья, на их долю приходится около 85% всего числа нерестящихся колюшек. В пик нереста средняя доля самцов в прибрежных биотопах – 40%, а в пелагиали – 17%. Это говорит о том, что существенное преобладание самок в наших уловах является следствием их преобладания в популяции, а не особенностями пространственного распределения

самцов и самок в нерестовый период (а этом случае самцов должно было бы быть больше в открытом море). К концу июня 60% отнерестившихся производителей покидают акватории нереста и уходят в открытое море. Оставшиеся колюшки в конце июня – начале июля постепенно отходят от берегов на сотни метров и мигрируют к выходу из нерестовых акваторий. К концу июля практически все взрослые колюшки отходят от берегов на километры.

Молодь колюшки появляется в существенных количествах в прибрежье в начале июля и их численность нарастает до начала августа. В конце июля, молодь начинает отходить от берега, хотя до середины августа большинство мальков (80-90%) еще держится у берега. За пределами губ, в которых расположены основные нерестилища, молодь появляется в массе в начале августа, что говорит о ее отходе в открытое море. К началу сентября вся молодь отходит от берега и большая часть (80%) уже покидает губы и выходит в открытое море. В середине сентября вся молодь держится уже на расстоянии нескольких километров от берега. Средний размер мальков в пелагиали в течение всего периода наблюдений на 6-7 мм больше, чем в прибрежье.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 19-14-00092. Также авторы благодарны администрации УНБ СПбГУ «Беломорская» за возможность круглогодичной работы на Белом море.

Список литературы

1. *Ivanova, T.S.* The White Sea threespine stickleback population: spawning habitats, mortality, abundance / T.S. Ivanova, M.V. Ivanov, P.V. Golovin, N.V. Polyakova, D.L. Lajus // *Evolutionary Ecology Research*. – 2016. – Vol. 17. – P. 301-315.
2. *Lajus, D. L.* Threespine Stickleback of the White Sea: Population Characteristics and Role in the Ecosystem / D.L. Lajus, P.V. Golovin, A.E. Zelenskaia, A.S. Demchuk, A.S. Dorgham, M.V. Ivanov, N.S. Ivanova, S.A. Murzina, N.V. Polyakova, E.V. Rybkina & A.O. Yurtseva // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2020. – 13, 2. – P. 132-145. DOI:10.1134/S1995425520020079

УДК 004.9:639

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА

М.А. Игнатенко

*Азово-Черноморское территориальное управление Федерального агентства по
рыболовству. г. Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: vimba15@mail.ru*

Аннотация. Обязательным условием развития любой отрасли промышленности является наличие цифровых платформ, предназначенных для построения системы коммуникации, как с субъектами предпринимательской деятельности, так и внутри отрасли. В рыбохозяйственном комплексе России в настоящее время проводится масштабная работа по внедрению и использованию достижений цифровой эпохи. Азово-Черноморское территориальное управление Федерального агентства по рыболовству принимает активное участие во внедрении и использовании в работе различных информационных систем: федеральная государственная информационная система - единый реестр контрольных (надзорных) мероприятий, государственная интегрированная информационная система управления общественными финансами «Электронный бюджет»,

государственная информационная система «Рыбоохрана» и др. Цифровизация рыбохозяйственного комплекса Азово-Черноморского бассейна расширяет возможности организации эффективного взаимодействия органов исполнительной власти с хозяйствующими субъектами, а также способствует повышению качества и снижению себестоимости производимой продукции.

Ключевые слова: цифровая трансформация; цифровизация; аквакультура; рыболовство; информационная система; технологии.

THE MAIN DIRECTIONS OF DIGITAL TRANSFORMATION IN THE FISHERIES COMPLEX AZOV-BLACK SEA BASIN

M.A. Ignatenko

Azov-Black Sea Territorial Administration Federal Agency for Fisheries

Rostov-on-Don, Russia

E-mail: vimba15@mail.ru

Abstract. A prerequisite for the development of any industry is the availability of digital platforms designed to build a communication system both with business entities and within the industry. Large-scale work is currently being carried out in the fisheries complex of Russia to introduce and use the achievements of the digital age. The Azov-Black Sea Territorial Administration of the Federal Agency for Fisheries takes an active part in the implementation and use of various information systems: the federal state information system - the unified register of control (supervisory) measures, the state integrated information system for public finance management «Electronic Budget», the state information system «Fish Protection», etc. Digitalization of the fishery complex of the Azov-Black Sea basin expands the possibilities of organizing effective interaction of executive authorities with economic entities, and also contributes to improving the quality and reducing the cost of products.

Keywords: digital transformation; digitalization; aquaculture; fisheries; information system; technologies.

Технологии меняют мир буквально на наших глазах. Реальность трансформируется на всех уровнях: глобальном, национальном и, конечно, бытовом. Мы вступили в эпоху гонки мобильных приложений, искусственного интеллекта, программных роботов и т.п.

Если сформулировать главный глобальный технологический тренд нашего времени, достаточно произнести слово «цифровизация», причем этот термин несет в себе вопрос выживания в современном высококонкурентном мире.

В основу цифровой трансформации заложено внедрение новых технологий, направленных на автоматизацию более простых процессов и исключению промежуточных этапов производства, благодаря чему у предприятия появляется возможность более эффективно использовать свои кадровые ресурсы и получать дополнительную прибыль.

Кроме того, обязательным условием развития любой отрасли промышленности является наличие цифровых платформ, предназначенных для построения системы коммуникации как с субъектами предпринимательской деятельности, так и внутри отрасли.

В индустрии сельского хозяйства в настоящее время также проводится масштабная работа по внедрению и использованию достижений цифровой эпохи, таких как аналитика, мобильность, умные устройства, а также изменение формата взаимоотношений с хозяйствующими субъектами.

В этой связи Федеральным агентством по рыболовству утверждена ведомственная программа цифровой трансформации на 2021 - 2023 гг. [2]

Основными целями настоящей программы являются: повышение удовлетворенности граждан государственными услугами, в том числе цифровыми, снижение издержек государственного управления и бизнеса при взаимодействии с государством, повышение уровня безопасности и устранения избыточной административной нагрузки на субъекты предпринимательской деятельности в рамках контрольно-надзорной деятельности.

Азово-Черноморское территориальное управление Федерального агентства по рыболовству (далее - Управление) принимает активное участие во внедрении и использовании в работе различных информационных систем.

Начиная с 2016 года Управление является организатором проведения торгов (конкурсов, аукционов) на право заключения договора пользования рыбоводным участком. Данная функция реализуется с помощью официального сайта Российской Федерации для размещения информации о проведении торгов (<https://www.torgi.gov.ru>).

Настоящий сайт объединяет все актуальные лоты государственного и муниципального имущества, выставленные на продажу собственником. Задача ресурса – предоставить равные условия всем участникам и сделать процедуру торгов максимально прозрачной. На портале доступен только просмотр информации о лотах, сами продажи проводятся на отдельных электронных торговых площадках.

Благодаря работе с данным сайтом, Управлением в период с 2016 года по настоящее время предоставлено в пользование хозяйствующим субъектам, осуществляющим как пастбищную, так и индустриальную аквакультуру (товарное рыбоводство), более 1200 рыбоводных участков общей площадью около 70,0 тыс. га.

С 01 июля 2021 года на территории Российской Федерации вступил в силу Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации» [1] регламентирующий новые правила работы контрольно-надзорных органов. В рамках нового закона Генеральной прокуратурой Российской Федерации введена в эксплуатацию федеральная государственная информационная система - единый реестр контрольных (надзорных) мероприятий (далее - ФГИС ЕРКНМ).

ФГИС ЕРКНМ синхронизируется с единым порталом государственных услуг Российской Федерации («Госуслуги»), что позволяет обеспечить гласность контрольной (надзорной) деятельности и цифровизацию межведомственного обмена информацией.

С помощью ФГИС ЕРКНМ хозяйствующие субъекты Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна смогут ознакомиться с информацией о планируемых и проведенных контрольными (надзорными) органами профилактических и контрольных (надзорных) мероприятиях, принятых по итогам проведенных мероприятий решений и действий должностных лиц контрольных (надзорных) органов, а также с информацией об обжаловании решений и действий контрольных (надзорных) органов.

В настоящее время Управлением проводится активная работа по размещению в ФГИС ЕРКНМ информации о предстоящих профилактических и контрольных (надзорных) мероприятиях.

Кроме того, в целях повышения открытости и прозрачности данных об управлении государственными, муниципальными и общественными финансами Министерством финансов Российской Федерации разработана государственная интегрированная информационная система управления общественными финансами «Электронный бюджет» (далее - ГИИС «Электронный бюджет»).

Одним из разделов ГИИС «Электронный бюджет» является модуль учета начислений «Электронный бюджет» (далее - МУН «Электронный бюджет») с помощью которого должностными лицами Управления осуществляется

формирование документов о начислении (квитанция об оплате административного штрафа).

Также МУН «Электронный бюджет» обладает системой принудительного квитирования, которая позволяет сотрудникам Управления своевременно получать информацию о погашении административного наказания.

Необходимо отметить, что размещать любую информацию в ФГИС ЕРКНМ и формировать электронные документы в МУН «Электронный бюджет» возможно только при наличии электронной цифровой подписи.

Для работы в вышеуказанных информационных системах в соответствии с техническими требованиями нормативных правовых актов в Управление организованы автоматизированные рабочие места.

Неоценимую помощь оказывает сотрудниками Управления при выполнении своих должностных обязанностей государственная информационная система «Рыбоохрана» (далее - ГИС «Рыбоохрана») разработанная ФГБУ «Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биоресурсов и акклиматизации».

С помощью электронной базы данных ГИС «Рыбоохрана» можно оперативно получить информацию о любом согласовании хозяйственной деятельности либо компенсационных мероприятиях.

Наполнение системы информацией осуществляют сотрудники территориальных управлений Росрыболовства и подведомственных учреждений, также база данных обновляется за счет использования системы межведомственного электронного взаимодействия (СМЭВ).

Параллельно с уже функционирующими модулями ГИС «Рыбоохрана» ведутся работы над наполнение новых модулей, содержащих информацию о рыбоводных и рыбопромысловых участках, договорах пользования, а также о профилактических и контрольных (надзорных) мероприятиях.

Отдельно необходимо остановиться на отраслевой системе мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов, оператором которой является ФГБУ «Центр системы мониторинга рыболовства и связи».

Главной целью создания отраслевой системы мониторинга является получение оперативной информации о промыслово-производственной деятельности и местонахождении рыбодобывающих судов.

Система мониторинга промысловых районов создана на единой методологической основе за счет использования современных достижений в области новых информационных технологий.

В настоящее время Правительством Российской Федерации рассматривается законопроект о цифровизации процессов выдачи разрешений на добычу (вылов) водных биологических ресурсов, а также ведения промыслового журнала.

Не вызывает сомнения, что цифровая трансформация в отечественном рыболовстве повысит качество и эффективность учета освоения водных биологических ресурсов, позволит оперативно предоставлять отчетные документы о результатах рыболовства, а также снизит уровень нагрузки на пользователей водными биологическими ресурсами.

Внедрение цифровых технологий в рыбохозяйственный комплекс Азово-Черноморского бассейна способствовало повышению качества и эффективности предоставляемых государственных услуг, снижению издержек государственного управления, а также расширило возможности организации эффективного взаимодействия органов исполнительной власти с субъектами предпринимательской деятельности.

Список литературы

1. Федеральный закон от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации».
 2. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 23.12.202 № 732 «Об утверждении ведомственной программы цифровой трансформации федерального агентства по рыболовству на 2021 – 2023 годы».
- УДК 639.2

ДИНАМИКА ПРОМЫСЛА ПЛОТВЫ *Rutilus rutilus* В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ОБИ (В ПРЕДЕЛАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

Е.А. Интересова^{1,2*}, А.А. Ростовцев¹

¹ Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Новосибирск, Россия

² Томский государственный университет, Томск, Россия

*e-mail: interesovaea@yandex.ru

Аннотация. Представлены данные об объемах добычи плотвы *Rutilus rutilus* в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области) с 1930-х годов по настоящее время. Показано, что в середине XX века уловы данного вида составляли в среднем 2098 т в год, что обеспечивало около 32 % общего объема добычи водных биоресурсов в регионе. Во второй половине 1960-х годов уловы плотвы резко упали более, чем в два раза, что вызвано сокращением площадей эффективного нереста данного вида из-за снижения стока реки Обь во время весеннего половодья в результате регулирования уровня режима плотиной Новосибирской ГЭС и, как следствие, уменьшения пополнения ее запасов за счет новых поколений. После этого сокращения объемов вылова плотвы, обусловленного падением ее численности, уловы данного вида оставались на уровне 1013 т в год вплоть до начала экономических реформ в стране, когда добыча плотвы стала не очень выгодна. В настоящее время (2013–2019 гг.) уловы данного вида составляют в среднем 440 т в год, однако ее доля в общем объеме добычи рыбы продолжает снижаться, в последние годы составляя в среднем 18 %. Нахождение действенных экономических механизмов стимуляции интереса пользователей к добыче плотвы, ее уловы могут возрасти более, чем в два раза по сравнению с текущей ситуацией и составить не менее 1000 т в год.

Ключевые слова: плотва; *Rutilus rutilus*; рыбы; уловы; рост; Западная Сибирь; Обь; водные биологические ресурсы; рыболовство.

CATCHES OF THE ROACH *Rutilus rutilus* IN THE MIDDLE OB RIVER BASIN (WITHIN THE TOMSK REGION)

E.A. Interesova, A.A. Rostovtsev

Abstract. The data on the commercial catch of the roach *Rutilus rutilus* L. in the Middle Ob basin (in the Tomsk region) from the 1930s to the present are presented. It is shown that in the middle of the twentieth century, its catches averaged 2098 tons per year, which provided about 32% of the total production of aquatic biological resources in the region. In the second half of the 1960s, catches of roach fell sharply by more than two times. It was caused by a reduction of the areas of effective spawning due to the decrease of runoff in the Ob during spring floods as a result of the regulation of the level regime by the dam of the Novosibirsk hydroelectric power station and, as a consequence, reducing the replenishment of its reserves due to new generations. After this reduction in catch of roach, due to the decline in its abundance, the catches of this species remained at the level of 1013 tons per year until the beginning of economic reforms in the country, when the catch of roach became not profitable. At present (2013–2019), catches of roach average 440 tonnes per year, but its share in the total volume of fish caught continues to decline, in the last years averaging 18 %. Finding

effective economic mechanisms to stimulate fishermen's interest in fishing for roach, its catches may more than double compared with the current situation and amount to at least 1000 tons per year.

Keywords: roach; *Rutilus rutilus*; fish; catches; Western Siberia; Ob; aquatic biological resources; fishing.

Плотва *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) – широко распространенный вид рыб в бассейне Средней Оби, обитатель преимущественно крупных и средних рек, многих пойменных водоемов [1, 2, 4, 6, 7]. Эффективность естественного воспроизводства данного вида обусловлена характеристиками гидрологического режима в весенний период, поскольку икру плотва откладывает преимущественно на мелководьях залитой поймы. Там же происходит раннее развитие молоди и посленерестовый нагул производителей [3, 7, 9, 10]. Таким образом, чем больше площадь и продолжительность затопления поймы, тем выше численность появляющихся генераций и размерные характеристики рыб в промысловых уловах [5, 10].

Обычно плотва многочисленна, в Томской области она всегда обеспечивала значительную часть уловов [6, 8]. Однако в настоящее время объемы ее добычи в регионе катастрофически упали относительно середины XX века.

Целью настоящей работы является анализ динамики промысла плотвы в пределах Томской области и определение факторов, обуславливающих снижение объемов ее добычи в регионе.

Материалом для работы послужили данные Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО», полученные в ходе мониторинга состояния водных биологических ресурсов, проводимого институтом в бассейне Средней Оби с 1970-х годов в районе осуществления промысла и ежегодные показатели официальной рыбопромысловой статистики.

Плотва один из основных промысловых видов рыб в бассейне Средней Оби в пределах Томской области. Максимальный объем ее добычи (2790 т) был достигнут в период Великой Отечественной войны, в 1942 году. В послевоенный период вплоть до 1967 года уловы этого вида колебались от 1255 до 2722 т (в среднем 2098 т) в год, что составляло от 18 до 41 % (в среднем 32 %) общего объема вылова рыбы в регионе. В 1968 году показатели добычи плотвы резко упали. Вероятно, это вызвано сокращением площадей эффективного нереста данного вида из-за снижения стока Оби во время весеннего половодья в результате регуляции уровня режима плотиной Новосибирской ГЭС [5, 9, 10] и, как следствие, уменьшения пополнения запасов за счет новых поколений. После этого сокращения вылова плотвы, обусловленного падением ее численности, уловы данного вида с некоторыми колебаниями (от 598 до 1319 т) оставались на определенном уровне (в среднем 1013 т в год), составляя от 15 до 44 % (в среднем 30 %) общего объема добычи рыбы, вплоть до 1987 года, когда началось выраженное снижение уловов. Вероятно, это связано с тем, что с началом политико-экономических реформ в стране мелким пользователям (составившим большинство рыбодобытчиков в регионе в тот период) вылов плотвы стал экономически не целесообразен ввиду ее низкой рыночной стоимости на фоне постоянно растущих затрат на промысел. Это повлекло дальнейшее снижение объемов добычи данного вида: в среднем в этот период (1988–2013 гг.) ее уловы составили 436 т. В 2006 году вылов плотвы достиг своего минимума – 137 т, т. е. более чем в 20 раз меньше, чем максимальный объем добычи данного вида в регионе за период существования рыбопромысловой статистики. В последующие годы наблюдается некоторый рост уловов плотвы, стимулируемый усилиями администрации Томской области по поддержке рыбодобывающей отрасли. Так, в настоящее время (2013–2019 гг.) они колеблются от 220 до 532 т (в среднем 440 т), однако доля данного вида в общем

объеме добычи рыбы продолжает снижаться, в последнее десятилетие составляя в среднем 18 % (рисунок).

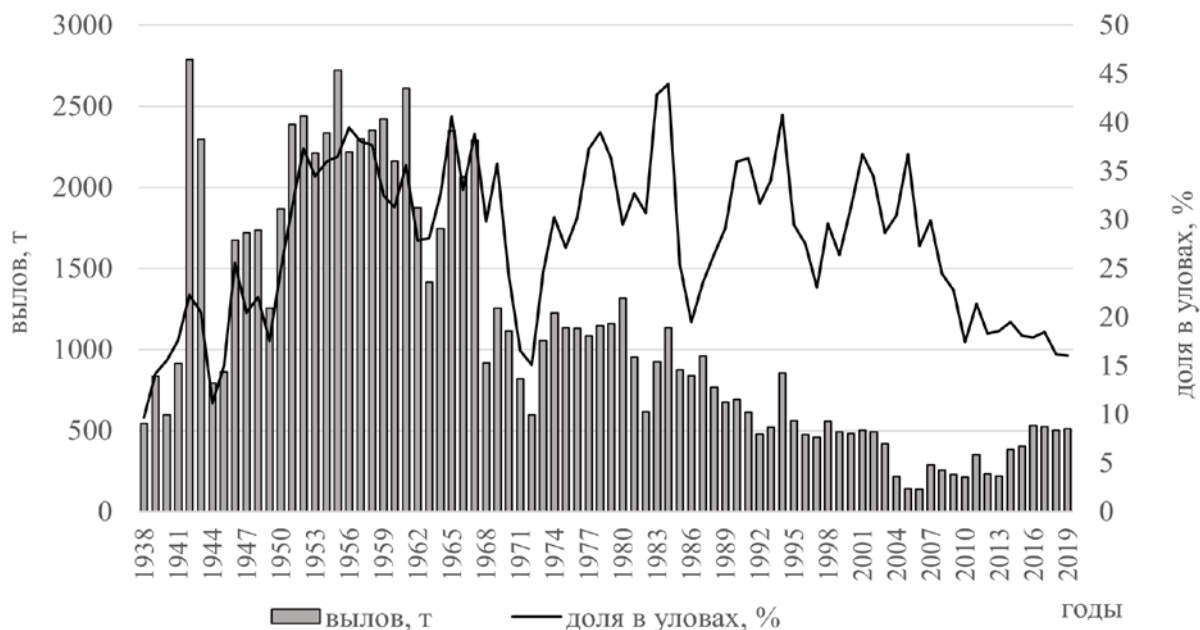


Рис. Уловы плотвы *Rutilus rutilus* в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области)

Таким образом, определяющее влияние на состояние запасов плотвы *Rutilus rutilus* в бассейне Средней Оби (в пределах Томской области) оказывает характеристика весеннего половодья, его продолжительность и высота подъема уровня воды (обеспечивающая соответствующую площадь затопления поймы). Однако причиной снижения объемов добычи данного вида может служить не только ухудшение состояния его запасов, но и падение интенсивности промысла. Очевидно, что нахождение действенных экономических механизмов стимуляции интереса пользователей к добыче плотвы, ее уловы могут возрасти более, чем в два раза по сравнению с текущей ситуацией и составить не менее 1000 т в год.

Список литературы

1. Гундризер, А.Н. Рыбы пойменных водоемов реки Обь / А.Н. Гундризер // Природа поймы реки Обь и ее хозяйственное освоение: Тр. Томского гос. университета. Томск, 1963. – Т. 152. – С. 126–147.
2. Интересова, Е.А. Морфологическая изменчивость сибирской плотвы *Rutilus rutilus lacustris* (Pall.) водоемов юга Западной Сибири: дисс. ... кандидата биологических наук // Е.А. Интересова. – Новосибирск, 2002. – 171 с.
3. Интересова, Е.А. Пространственная организация нерестилищ карповых рыб (Cyprinidae) в условиях зарегулированного стока Верхней Оби / Е.А. Интересова, Е.Н. Ядренкина, В.М. Савкин // Вопросы ихтиологии. – 2009. – Т. 49, № 1. – С. 78–84.
4. Интересова, Е.А. Пространственная организация населения рыб водоемов южной тайги Западной Сибири (в пределах Томской области) / Е.А. Интересова, А.А. Ростовцев, В.В. Суляев, А.Н. Блохин, И.Н. Богомолова, М.И. Лялина // Экология. – 2020. – № 2. – С. 125–133. DOI: 10.31857/S0367059720020031.
5. Интересова, Е.А. Уловы, возраст и рост плотвы *Rutilus rutilus* (Cyprinidae) Средней Оби (в пределах Томской области) / Е.А. Интересова, А.А. Ростовцев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – № 4(183). – С. 31–40. DOI: 10.33920/sel-09-2104-03
6. Иоганзен, Б.Г. Рыбные ресурсы Томской области и культура их освоения / Б.Г. Иоганзен // Тр. Томского гос. университета. Томск, 1951. – Т. 115. – С. 9–40.

7. Манадеева, Р.Ш. К морфологии и биологии сибирской плотвы в водоемах Томской области / Р.Ш. Манадеева // Тр. Томского гос. университета. Томск, 1953. – Т. 125. – С. 107–126.
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. Рыбохозяйственная мелиорация поймы Средней Оби: проблемы и перспективы / А.А. Ростовцев, Р.М. Хакимов, Е.А. Интересова, И.Б. Бабкина // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 1 (242). – С. 68–74.
10. Трифонова, О.В. Изменение условий воспроизводства весеннерестующих рыб Средней Оби в результате зарегулирования стока реки / О.В. Трифонова // Экология. – 1982. – №4. – С. 68–73.

УДК 639.2/.3

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АКВАКУЛЬТУРЕ ПОСРЕДСТВОМ ПРОГРАММЫ MAECOS

*Т.А. Кабиев, Д.И. Наумкина, А.А. Ростовцев, А.Л. Абрамов, Д.Л. Сукнев, Л.А.
Шиповалов, И.В. Поздняк, В.Н. Планкин, С.Е. Байльдинов*

*Новосибирский филиал «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного
хозяйства и океанографии», Новосибирск, Россия, zapsibniro@vniro.ru*

Аннотация. В статье предлагается использовать программу моделирования и анализа экологических систем для построения динамической модели выращивания товарной пеляди от личинок до сеголетков на периодически заморном озере Малое Горькое с целью прогнозирования возможного прироста и процента выхода продукции. Модель строится с учетом этапов роста от стадии личинок до сеголетков пеляди и воздействия на них основных биотических факторов: пищевая конкуренция (внутривидовая и межвидовая) и хищничество. В статье описывается сценарий роста пеляди: личинки на момент времени $t=0$ выражаются значением 900 г. Удельная биомасса $0,0003 \text{ г/м}^3$. Расчет ведется в относительных единицах измерения времени: за 1 принимается диапазон времени 208 суток, тогда 1 сут. равны $0,00481$ о.е. Продолжительность периода роста личинок равна 30 дней ($0,1443$ о.е.), после которой обнуляется. Время на рост мальков - 30 суток. Через время $0,1443$ о.е. происходит переход мальков пеляди в сеголетки. Продолжительность жизни сеголетков равна $0,2886 - 1,0$. Изменение на увеличение массы на всех этапах роста пеляди идет за счет потребления пищи, на уменьшение - за счет уничтожения их хищниками и смертности от нехватки пищи. Расчет производится по изменению общей биомассы пеляди на 1 м^3 . В результате в озере Малое Горькое прирост товарной пеляди за один сезон составит $7,76 \text{ т}$ с $20,7\%$ выхода.

Ключевые слова: озеро, пелядь, аквакультура, биотические факторы, динамическая модель.

SIMULATION OF DYNAMIC PROCESSES IN AQUACULTURE USING THE MAEcoS SOFTWARE

*T.A. Kabiev, D.I. Naumkina, A.A. Rostovtsev, A.L. Abramov, D.L. Suknev, L.A.
Shipovalov, I.V. Pozdnyak, V.N. Plankin, S.E. Baildinov*

*Novosibirsk branch of FSBSI «Russian federal research institute of fisheries and
ceanography» 630091, Novosibirsk, Russia*

Abstract: The article proposes to use the program of modeling and analysis of ecological systems to build a dynamic model of growing commercial pelage from larvae to fingerlings on the periodically overseas Maloe Gorky lake in order to predict the possible increase and percentage of output. The model is constructed taking into account the growth stages from the larval stage to the fingerlings of the pelage and the impact on them of the main biotic factors: food competition (intraspecific and interspecific) and predation. The article describes the growth scenario of the pelage: larvae at time $t=0$ is expressed by the value of 900 g. The specific biomass is 0.0003 g/m³. The calculation is carried out in relative units of time: a time range of 208 days is taken as 1, then 1 day is equal to 0.00481 r.u. The duration of the larval growth period is 30 days (0.1443 r.u.), after which it is reset. The time for the growth of fry is 30 days. After a time of 0.1443 r.u., the transition of the pelage fry into fingerlings occurs. The life expectancy of fingerlings is 0.2886 - 1.0. The change to an increase in weight at all stages of the growth of the pelage is due to food consumption, to a decrease - due to the destruction of their predators and mortality from lack of food. The calculation is made based on the change in the total biomass of the pelage by 1 m³. As a result, in Maloe Gorkoe Lake, the increase in marketable pelage for one season will amount to 7.76 tons with 20.7% yield.

Key words: lake, pelage, aquaculture, biotic factors, dynamic model.

На современном этапе развития науки в России одним из ведущих направлений является математическое моделирование динамических процессов в различных областях применения.

Существует множество различных программ для моделирования биологических процессов, в том числе в водной среде, одной из которых является программа МАЕcoS (Modelling and Analysis of Ecological Systems), ранее опробованная для построения динамических моделей взаимодействия водных биоресурсов в замкнутых экосистемах [2; 3; 4].

Рассмотрим построение динамической модели выращивания товарной рыбы в течение одного сезона на примере озера Малое Горькое Карасукского района Новосибирской области, где проводился опыт зарыбления 300,0 тыс. экз. личинок пеляди, с выловом в конце срока выращивания 7,0 т товарных сеголетков со средней индивидуальной массой 125 г.

Целью данной работы является построение динамической модели выращивания пеляди в озере Малое Горькое при помощи компьютерной программы МАЕcoS и прогнозирование возможного прироста товарных сеголетков в условиях воздействия биотических факторов (конкуренция, хищничество).

Материалы и методы исследований

Материалом для работы послужили метрические данные озера Малое Горькое Карасукского района Новосибирской области: площадь, средняя глубина, наличие местной ихтиофауны, количество посаженных в озеро личинок пеляди, их индивидуальная масса, общая масса выловленных сеголетков, их индивидуальная масса, выживаемость и срок выращивания [1].

Построение динамической модели, расчет и анализ производились посредством компьютерной программы МАЕcoS [3].

Результаты исследований

Для построения модели использовались следующие начальные данные: общая площадь озера Малое Горькое 171 га, средняя глубина озера - 1,8 м, объем водной массы - 3078000 м³. Учитывается воздействие аборигенных видов рыб (серебряный карась, плотва, окунь) и хищников (окунь, щука).

Озеро зарыбляется 300,0 тыс. экз. личинок пеляди при средней индивидуальной массе 3,0 мг. Длительность выращивания с мая по ноябрь равна 208 сут. или 1 о.е. (относительной единице), при этом 1 сут.= 0,00481 о.е.. Средняя индивидуальная масса сеголетка равна 125 г.

На динамической модели отображаются следующие этапы развития: первые 30 суток личинки вырастают до мальков, следующие 30 сут. мальки набирают массу, с 61 по 208 сут. развиваются сеголетки. Условиями являются следующие взаимодействующие с выращиваемой рыбой компоненты: развитие зоопланктона и зообентоса, а так же аборигенных видов рыб, являющихся конкурентами в питании, и хищные виды рыб в течение всего рассматриваемого времени (t) - 208 сут.

Расчет производится по массе в граммах на 1 м³.

Для построения модели в программе МАЕcoS описывается сценарий процесса роста рыбы, в данном примере пеляди от личинок до сеголетков по этапам развития:

Личинки: x_1 – на момент времени $t=0$ выражается значением 300000 экз. х 0,003 г = 900 г. Удельная биомасса 0,0003 г/м³. Расчет ведется в относительных единицах измерения времени: за 1 принимается диапазон времени 208 суток, тогда 1 сут.= 0,00481 о.е. Продолжительность периода роста личинок равна $t=30 \times 0,00481 = 0,1443$, после которой обнуляется. Убыль личинок идет за счет поедания их хищными рыбами (x_7). Увеличение массы идет за счет потребления зоопланктонных организмов (x_4).

Мальки: x_2 – на момент времени $t=0$ количество мальков пеляди выражается в количественном отношении числом 0 г/м³. Через время $t=0,1443$ происходит переход мальков пеляди в сеголетки (x_3). Положительные изменения происходят за счет потребления планктона (x_4), отрицательные - за счет поедания хищниками (x_7). Время на рост мальков - 30 суток ($t=0,1443 - 0,2886$).

Сеголетки: x_3 – на момент времени $t=0$ количество сеголетков пеляди выражается биомассой 0 г/м³. Продолжительность жизни сеголетков равна $t=0,2886 - 1,0$. Изменение на увеличение массы сеголетков идет за счет потребления планктона и бентоса, на уменьшение - за счет уничтожения их хищниками (x_7) и смертности от нехватки пищи. Также описываются сценарии гидробионтов, находящихся в озере:

Зоопланктон: x_4 – на момент времени $t=0$ количество планктона выражается биомассой 0,0537 г/м³. Отрицательные изменения идут за счет потребления планктона в пищу личинками, мальками, сеголетками пеляди, аборигенными видами рыб и хищниками. Прирост массы идет за счет размножения зоопланктона в течение всего рассматриваемого промежутка времени $t=0 - 1$.

Зообентос: x_5 - на момент времени $t=0$ количество бентоса выражается биомассой 0,0584 г/м³. Отрицательные изменения происходят за счет потребления бентоса в пищу сеголетками пеляди, аборигенными видами рыб, а также хищниками. Прирост массы идет за счет размножения зообентоса в течение всего рассматриваемого промежутка времени $t=0 - 1$.

Аборигенные виды рыб - конкуренты в пище: x_6 - на момент времени $t=0$ количество аборигенных видов рыб выражается биомассой 0,005 г/м³. Прирост биомассы идет за счет поедания зоопланктона и зообентоса, а также за счет размножения. Отрицательные изменения - за счет поедания их хищными видами рыб (x_7).

Хищные виды рыб: x_7 - на момент времени $t=0$ количество хищников выражается биомассой 0,010 г/м³. Прирост биомассы идет за счет питания $x_1 - x_6$ и за счет размножения. Снижение биомассы идет за счет естественной смертности.

Согласно описанным сценариям в программе МАЕcoS строится структурная схема, в которую вводятся начальные данные. Расчет и анализ программа осуществляет автоматически.

На рисунке 1 представлен график развития пеляди от личинок до сеголетков по результатам моделирования.

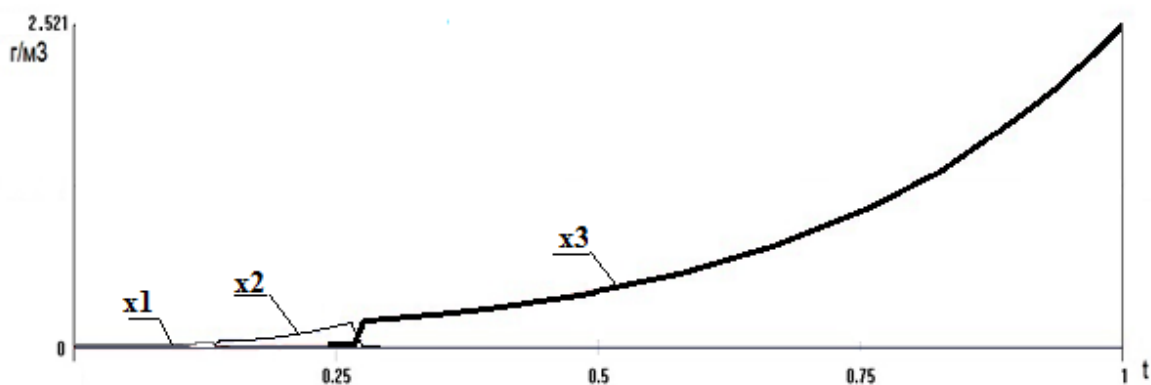


Рис. 1 График роста пеляди от личинок до сеголетков в течение одного сезона (208 сут.).

Исходя из норм рыбопосадочного материала для водоемов Западной Сибири (3 тыс. экз./га) [5], при зарыблении 300 тыс. экз. личинок, пелядь в течение всего срока выращивания имеет достаточное количество пищи.

Используя полученные результаты моделирования, умножаем биомассу 2,521 г/м³ на объем озера (3078000 м³) и получаем 7759633 г или 7,76 т товарной продукции пеляди. Количество рассчитывается делением 7,76 т на среднюю навеску сеголетка 125 г, получаем 62081 экз. Процент выхода: $(62081:300000) \times 100\% = 20,7\%$.

Таким образом, в конце срока выращивания прирост товарной пеляди составит 7,76 т с 20,7% выхода при условии учтенных в динамической модели биотических факторов в озере М. Горькое.

ВЫВОДЫ

1. Применение программы МАЕcoS позволяет наглядно отобразить динамические процессы в аквакультуре.
2. При построении модели учитываются биотические факторы: пищевая конкуренция внутри вида и межвидовая и хищничество.
3. Построенная динамическая модель показывает, что при зарыблении 300,0 тыс. экз. личинок пеляди в конкретное озеро М. Горькое, в конце срока выращивания равного 208 суток прирост товарных сеголетков составит 7,76 т при выходе 20,7%.

Список литературы

1. Байльдинов, С.Е. Опыт выращивания товарной пеляди на оз. Чебачье и оз. Малое Горькое Карасукского района Новосибирской области / С.Е. Байльдинов, А.В. Прохоренко, Е.В. Егоров, Л.С. Визер, Д.И. Наумкина. // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - 2017. - №2(134). - С. 20-23.
2. Наумкина, Д.И. Имитационная модель паразитарной инвазии сазана *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) при пастбищной аквакультуре / Д.И. Наумкина. // Рыбное хозяйство. - 2021. - №3. - С. 97-101.
3. Наумкина, Д.И. Математическое моделирование при оценках продуктивности гаммаруса в озерах Новосибирской области / Д.И. Наумкина, Р.И. Наумкин. // Рыбное хозяйство. - 2018. - №1. - С. 67-72.
4. Наумкина, Д.И. Цифровая гетерогенная динамическая модель выращивания пеляди *Coregonus peled* Gmelin / Д.И. Наумкина, А.А. Ростовцев, А.Л. Абрамов. // Рыбное хозяйство. - 2020. - №5. - С. 80-85.
5. Рыжков, Л.П. Озерное товарное рыбоводство / Л.П. Рыжков. - Агропромиздат. - 1987. - 336 с.

СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА БУРМАКОЛЬ

А.М. Касымханов, Б.С. Аубакиров, И.В. Притыкин, С.К. Кабдылманап

*Алтайский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства,
г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан
E-mail: aibek_vko01@mail.ru*

Аннотация. Настоящая работа основана на данных по исследованию гидрохимического режима озера Бурмаколь, расположенного в Курчумском районе Восточно-Казахстанской области Республики Казахстан. В работе анализируются морфологические, морфометрические и гидрохимические особенности водоема за 2021 год. Дана краткая физико-географическая характеристика района исследования. Представлены гидрохимические описания озера по физико-химическим параметрам, газовому режиму, минерализации, содержанию органических и биогенных веществ, а также основных ионов, содержащихся в наибольшем количестве. Научно-исследовательские работы проводились в весенний период в мае и в летний период в августе 2021 года. В северо-западной, восточной и южной частях озера пробы воды были отобраны из поверхностных горизонтов литоральной зоны, в центральной части озера – из глубинного горизонта пелагиальной зоны. Из четырех частей озера были получены такие гидрохимические показатели как, растворенный в воде кислород, углекислый газ, водородный показатель, аммонийный азот, нитриты, нитраты, фосфаты, минерализация, органическое вещество, гидрокарбонаты, хлориды, сульфаты, кальций магний, калий, натрий. Так как озеро Бурмаколь является рыбохозяйственным водоемом, результаты основных гидрохимических показателей сравнивались с рыбохозяйственными нормативами. Научно-исследовательская работа проводилась в рамках проекта «Разработка и внедрение эффективных биотехнических приемов ведения озерно-товарного рыбоводства в различных регионах Казахстана. Раздел: Разработка и внедрение эффективных биотехнических приемов ведения озерно-товарного рыбоводства в Восточно-Казахстанской области» по научно-технической программе: «Научно-технологическое обеспечение комплексного развития аквакультуры Казахстана путем разработки и внедрения инновационных технологий и новых объектов рыбоводства». Исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (Грант № BR10264236).

Ключевые слова: озеро Бурмаколь, гидрохимический режим, биогенные вещества, минерализация.

THE CURRENT HYDROCHEMICAL STATE OF LAKE BURMAKOL

A.M. Kasymkhanov, B.S. Aubakirov, I.V. Pritykin, S.K. Kabdylmanap

Altai branch of "Scientific and Production Center of Fisheries" LLP, Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan

Abstract. This work is based on data on the study of the hydrochemical regime of Lake Burmakol, located in the Kurchum district of the East Kazakhstan region of the Republic of Kazakhstan. The paper analyzes the morphological, morphometric and hydrochemical features of the reservoir for 2021. A brief physical and geographical description of the research area is given. Hydrochemical descriptions of the lake according to physicochemical parameters, gas regime, mineralization, content of organic and biogenic

substances, as well as the main ions contained in the largest amount are presented. Research work was carried out in the spring period in May and in the summer period in August 2021. In the northwestern, eastern and southern parts of the lake, water samples were taken from the surface horizons of the littoral zone, in the central part of the lake – from the deep horizon of the pelagic zone. Hydrochemical indicators such as oxygen dissolved in water, carbon dioxide, hydrogen index, ammonium nitrogen, nitrites, nitrates, phosphates, mineralization, organic matter, bicarbonates, chlorides, sulfates, calcium magnesium, potassium, sodium were obtained from four parts of the lake. Since Lake Burmakol is a fishery reservoir, the results of the main hydrochemical indicators were compared with fishery standards. The research work was carried out within the framework of the project "Development and implementation of effective biotechnical techniques for conducting commercial fish farming in various regions of Kazakhstan. Section: Development and implementation of effective biotechnical techniques for conducting lake-commercial fish farming in the East Kazakhstan region" under the scientific and technical program: "Scientific and technological support for the integrated development of aquaculture in Kazakhstan through the development and implementation of innovative technologies and new fish farming facilities". The study is funded by the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan (Grant № BR10264236).

Keywords: lake Burmakol, hydrochemical regime, biogenic substances, mineralization.

Озеро Бурмаколь была обследовано впервые Алтайским филиалом ТОО «Научно-производственный центр рыбного» в 2018 году. Было разработано биологическое обоснование на создание озерно-товарного хозяйства на базе озера Бурмаколь. Данное биологическое обоснование помимо других исследований включало изучение гидрохимического режима озера Бурмаколь.

Проблема оценки качества поверхностных вод в настоящее время имеет не только особую актуальность с научной точки зрения, но приобретает в последнее время острый социально-экономический характер. Эти обстоятельства обусловлены возрастанием роли антропогенных факторов, а также заметными изменениями глобального и регионального климата. Проводимые на озере Бурмаколь гидрохимические и другие исследования, будут являться основой для разработки технологий разведения и выращивания рыб в условиях аквакультуры Казахстана, соответствующей нормативно-технологической документации, применительно к природно-климатическим и экономическим условиям рыбоводных хозяйств Казахстана. Таким образом, достигается высокая степень рыбохозяйственной эксплуатации озер, обеспечивающая рентабельность производства без нанесения вреда окружающей среде. В 2021 г. проводимая работа по изучению и анализу гидрохимического режима озера Бурмаколь является одним из основных аспектов исследований по результатам которого можно обозначить возможность ведения рыбного хозяйства на данном водоеме.

Цель работы: Проведение гидрохимических исследований с целью определения возможности ведения рыбного хозяйства по гидрохимическим параметрам.

Материал и методика

Гидрофизические, гидрохимические исследования и отбор проб воды производились по общепринятым методикам [1, 3, 4]. Пробы отбирались из поверхностных и донных слоев воды при помощи пробоотборной системы СП-2 и батометра Молчанова. Определение содержания растворенного в воде кислорода производили на месте кислородометром МАРК-302Э. Соответствие результатов анализов рыбохозяйственным нормативам проводилось по нормативному документу [2].

Результаты и их обсуждение

Озеро Бурмаколь расположено в Курчумском районе Восточно-Казахстанской области, координаты N 48°29'21.93", E 84°0'14.03" озеро находится в 45 км от села Курчум.

Озеро образовано в результате естественного заполнения природной котловины талыми и родниковыми водами. Озеро Бурмаколь не имеет связи с другими рыбохозяйственными водоемами. Небольшие ручьи, вытекающие из ущелий гор и родники, обеспечивают относительно стабильный уровень воды в озере. Параметры оз. Бурмаколь при современном наполнении составляют: площадь – 139 га, длина – 3000 метров, ширина – 250-600 м, максимальная глубина – 12 м, средняя глубина – 2 м. Площадь мелководной (литорали) с глубиной до 1 метра составляет около 20 га.

В 2021 г. гидрохимические исследования на оз. Бурмаколь проводились в весенний период в мае и в летний период в августе. Гидрохимические пробы были отобраны в четырех частях (станциях) озера: станция 1 – северо-западная часть озера, станция 2 – центральная часть озера, станция 3 – восточная часть озера и станция 4 – южная часть озера.

Отобранные образцы воды были исследованы по физико-химическим параметрам, газовому режиму, содержанию органических и биогенных веществ (таблица 1), а также основных ионов, содержащихся в наибольшем количестве (таблица 2).

Температура воды в момент отбора проб в мае 2021 г. находилась в диапазоне 12,0-14,0 °С, в августе 20,0-20,5 °С. Результаты гидрохимических исследований оз. Бурмаколь по газовому режиму, содержанию органических и основных биогенных веществ по станциям отбора представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние значения основных гидрохимических показателей оз. Бурмаколь в 2021 г.

Зона озера	pH	Растворенные газы			Биогенные соединения, мг/дм ³				Органическое вещество, мгО/дм ³	Минерализация, мг/дм ³
		CO ₂ , мг/дм ³	O ₂		NH ₄	NO ₂	NO ₃	PO ₄		
			Концентрация, мг/дм ³	% насыщ.						
Северо-западная часть озера										
литораль	8,3	0,19	8,5	88,0	0,18	<0,01	1,2	0,02	7,9	3976
Центральная часть озера										
пелагиаль	8,3	0,22	7,8	76,0	0,19	<0,01	2,0	0,02	7,9	4266
Восточная часть озера										
литораль	8,3	0,23	8,3	85,3	0,21	<0,01	1,6	0,03	8,1	4169
Южная часть озера										
литораль	8,4	0,27	7,4	74,5	0,21	<0,01	1,7	0,02	8,3	4190

Водородный показатель pH в мае и августе 2021 г. составил от 8,2 до 8,4. По величине pH поверхностная вода оз. Бурмаколь относится к группе слабощелочных вод. Среднее содержание растворенного кислорода в водах оз. Бурмаколь составило 8,0 мг/дм³, т.е. уровень кислорода находился на достаточно высоком уровне и соответствует рыбохозяйственным нормативам. Насыщение воды кислородом по станциям находилось в интервале 70,5-98,5 %, что характеризует кислородный режим как благоприятный для обитания гидробионтов.

Среднее значение концентрации углекислого газа в поверхностных горизонтах оз. Бурмаколь составило 0,23 мг/дм³, что не выходит за рамки нормативных значений. В целом, по содержанию кислорода и углекислого газа оз. Бурмаколь является благоприятным для обитания гидробионтов.

Содержание органического вещества (по перманганатной окисляемости) в водоеме по станциям изменялось в диапазоне 7,9-8,2 мг О/дм³. Установившееся гидрокарбонатное равновесие согласуется с результатами определения рН исследуемой воды оз. Бурмаколь (в среднем рН=8,3), что характеризует воду данного водоема как слабощелочную. По среднему показателю окисляемости (8,1 мг О/дм³) оз. Бурмаколь относится к категории вод со средней величиной окисляемости. Среднее значение жесткости воды оз. Бурмаколь составило 37,0 мг-экв/дм³, по значению жесткости вода озера относится к группе «очень жесткая».

Анализ содержания биогенных веществ в воде был проведен по азотсодержащим веществам (аммоний солевой, нитриты, нитраты) и фосфатам. Концентрация аммония солевого в оз. Бурмаколь в августе увеличилась, по сравнению с маем, и составила в среднем 0,26 мг/дм³, но не превысило установленных нормативов. Содержание нитратов составило 0,9-2,0 мг/дм³, фосфатов от 0,01 до 0,03 мг/дм³, железа общего - менее 0,1 мг/дм³. Содержание нитритов по всем станциям составляло менее 0,01 мг/дм³. Анализ содержания биогенных веществ (включая железо общее) в оз. Бурмаколь в августе 2021 г. показал, что они не превышали установленных нормативов [2].

Средние значения минерализации воды оз. Бурмаколь по станциям варьировало в пределах 3976-4266 мг/дм³, средний показатель минерализации составил 4139 мг/дм³. По величине минерализации вода оз. Бурмаколь относится к солоноватым водам. Высокую минерализацию обуславливают концентрации ионов кальция, магния, сульфат- и гидрокарбонат-ионов. Для оз. Бурмаколь характерно высокое содержание сульфат-ионов (2765-2860 мг/дм³), ионов кальция (среднее значение 461 мг/дм³) и ионов магния (в среднем 164 мг/дм³), хлорид-ионов (в среднем 310 мг/дм³).

По анионному составу в поверхностных водах оз. Бурмаколь преобладают сульфат-ионы (таблица 2). На основании анализа катионного и анионного состава вода оз. Бурмаколь (согласно классификации О.А. Алекина) относится к сульфатному классу, группе кальция, типу второму [1].

Таблица 2 – Общая минерализация и содержание основных ионов в воде оз. Бурмаколь в августе 2021 г.

Зона озера	Гидрокарбонаты, мг/дм ³	Хлориды, мг/дм ³	Сульфаты, мг/дм ³	Кальций, мг/дм ³	Магний, мг/дм ³	Калий, мг/дм ³	Натрий, мг/дм ³
Южная сторона озера							
литораль	144	312	2860	450	173	58	193
Восточная сторона озера							
литораль	145	308	2790	485	188	58	196
Центральная часть озера							
пелагиаль	144	316	2855	479	173	57	196
Северо-западная часть озера							
литораль	143	305	2765	429	160	53	185

Выводы

Таким образом, оз. Бурмаколь характеризуется хорошим кислородным режимом, средней окисляемостью, высокой жесткостью, содержанием биогенных веществ, не превышающие рыбохозяйственные нормы и по показателям минерализации

солончаткам. В целом данное озеро по гидрохимическим показателям является благоприятным для обитания гидробионтов.

Список литературы

1 Алёкин, О. А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды/ О.А. Алёкин // Жизнь пресных вод СССР; акад. Е. Н. Павловский, проф. В. И. Жадин. - М.-Л., 1959. - Т. IV. - 4.2. - 302 с.

2 Приказ Председателя Комитета по водным ресурсам Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан от 9 ноября 2016 года № 151 «Об утверждении единой системы классификации качества воды в водных объектах» <http://adilet.zan.kz/rus/docs/V1600014513> (дата обращения 20.09.2019).

3 Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши /д-р хим. наук проф. А.Д. Семенов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. – 542 с.

4 Унифицированные методы анализа вод /д-р хим. наук проф. Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1973. – 376 с.

УДК 639.3

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СОРНЫХ РЫБ В ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.Б. Кегенова

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы, Казахстан

E-mail: gkegenova78@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается проблема распространения сорных видов рыб в прудовых хозяйствах Алматинской области. Приводятся краткие сведения по состоянию ихтиофауны прудовых рыбоводных хозяйств Алматинской области, в котором были проведены широкомасштабные акклиматизационные работы в середине XX-го века, по результатам акклиматизации растительноядных видов рыб как белый толстолобик - *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes 1844), пестрый толстолобик - *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson 1845), белый амур - *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes 1844), в пруды попутно вселились комплекс непромысловых видов рыб, которые не представляют никакой коммерческой ценности. В наших водоемах, это 6 видов сорных неплановых аутоакклиматизантов из водоёмов КНР: это амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846), речная абботина *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855), китайский элеотрис *Micropercops cinctus* (Dabry de Thiersant, 1872), китайская медака *Oryzias latipes* (Temminck et Schlegel, 1846), горчак *Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866) и китайский бычок *Rhinogobius brunneus* (Temminck & Schlegel, 1845). В настоящее время сорные рыбы повсеместно встречаются во всех прудовых рыбоводных хозяйствах Алматинской области. В данной статье были использованы материалы летнего облова производственных прудов на разных хозяйствах. По результатам исследований в статье приводятся видовая и количественная характеристика исследованных рыб. Выявлены доминирующие виды сорных рыб по биомассе и по численности, определены количественное соотношение сорных рыб из Капшагайского нересто – выростного хозяйства. Приводятся возможные причины массового развития сорных рыб.

Ключевые слова: прудовые хозяйства; сорные рыбы; поликультура; неплановые акклиматизанты; интродуценты; чужеродные виды; амурский чебачок; амурский бычок.

SPECIES DIVERSITY OF WEED FISH IN POND FARMS OF ALMATY REGION

G.B. Kegenova

Al - Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

E-mail: gkegenova78@gmail.com

Abstract. The article deals with the problem of the spread of weed species of fish in pond farms of the Almaty region. Brief information is given on the state of the ichthyofauna of pond fish farms in the Almaty region, in which large-scale acclimatization work was carried out in the middle of the XX century, according to the results of acclimatization of herbivorous fish species such as silver carp - *Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes 1844), bighead carp - *Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson 1845), grass carp - *Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes 1844), a complex of non-commercial fish species that do not represent any commercial value have moved into the ponds along the way. In our reservoirs, there are 6 types of weedy unplanned autoacclimatizants from the reservoirs of the PRC: these are topmouth gudgeon *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846), chinese false gudgeon *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855), eleotris *Micropercops cinctus* (Dabry de Thiersant, 1872), japanese rice fish *Oryzias latipes* (Temminck et Schlegel, 1846), the bittern *Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866) and the amur goby *Rhinogobius brunneus* (Temminck & Schlegel, 1845). Currently, weed fish are found everywhere in all pond fish farms of the Almaty region. In this article, the materials of the summer fishing of industrial ponds on different farms were used. According to the results of the research, the article presents the species and quantitative characteristics of the fish studied. The dominant species of weed fish in terms of biomass and abundance were identified, the quantitative ratio of weed fish from the Kapshagai spawning farm was determined. Possible reasons for the mass development of weed fish are given.

Keywords: pond farms; weed fish; polyculture; unplanned acclimatizers; introducers; alien species; topmouth gudgeon; amur goby.

Искусственное разведение и товарное выращивание карповых видов рыб в поликультуре является важным направлением в прудовых хозяйствах Юго – Восточного Казахстана. Товарное рыбоводство является наиболее востребованным трендом в вопросах как обеспечения пищевой безопасности, так и снятия антропогенной нагрузки с естественных водоемов в результате чрезмерной их эксплуатации. В настоящее время государством республики Казахстан принята Программа развития рыбной отрасли республики на 2021-2030 - е годы, где основным целевым индикатором Программы является увеличение объемов выращивания рыб с 6,9 до 270 тысяч тонн/год до 2030 года [7].

В Алматинской области насчитывается 3 прудовых хозяйств, занимающихся разведением и выращиванием карповых видов рыб в поликультуре, это: Алматинское прудовое хозяйство, Чиликское прудовое хозяйство и Капшагайское нересто – выростное хозяйство. Рассматриваемые хозяйства были созданы еще во второй половине XX - го века и функционируют по настоящее время с некоторыми изменениями в технологии получения товарной продукции.

В Алматинском прудовом хозяйстве на данный момент не получают собственную личинку, а покупают готовый рыбопосадочный материал и дорастивают до товарной навески. В Капшагайском нересто – выростном хозяйстве проводят инкубационные работы по получению икры карпа и растительноядных рыб, выращенных сеголеток затем выпускают в Капшагайское водохранилище с целью планового зарыбления водоема. При этом на хозяйстве рыб кормят рыбными комбикормами и удобряют пруды минеральными удобрениями. Данные хозяйства привлекают внимание исследователей тем, что в прудах с основными культивируемыми видами рыб обитают также «конкуренты» - малоизученные виды сорных рыб – интродуцентов,

которые могут значительно снижать рыбопродуктивность прудов. В настоящее время сорные рыбы повсеместно встречаются во всех прудовых рыбоводных хозяйствах.

Целью настоящей работы было выявление современного состава и структуры малоценных «сорных» видов рыб, широко распространенных в результате плановых акклиматизационных мероприятий [4,6], а также завезенных человеком, по неосторожности.

Последние исследования по вышеперечисленным прудовым хозяйствам были выполнены в 2006-2015 годах [5]. Тогда отмечалось наличие всех видов сорных рыб, являющихся интродуцентами или чужеродными видами.

Материалы для написания настоящей работы были собраны в летний период 2021 года из Алматинского прудового хозяйства и Капшагайского нересто – выростного хозяйства. Отлов рыб проводили с помощью рыболовного сачка и мелкоячейстого бредня с размером ячеек 6 мм. Во время облова летне выростных прудов сбор материала осуществляли из производственных орудий лова, а затем проводили выбор рыб вручную из ила. Таксономические названия рыб проводили по определителю Баимбетова А.А., Тимирханова С.Р. [1] с учетом таксономических комментариев Богуцкой, Насека, 2004 [2]. В таблице 1 приведены сведения по встречаемости сорных рыб в общем количестве в разрезе 3-х хозяйств.

Таблица 1- Встречаемость сорных видов рыб в общем количестве в прудовых хозяйствах Алматинской области

№	Прудовые хозяйства	Количество выявленных видов сорных рыб		
		2009	2015	2021
1	Алматинское прудовое хозяйство	7	7	6
2	Капшагайское нересто – выростное хозяйство	7	5	6
3	Чиликское прудовое хозяйство	7	6	нет данных

В исследованных прудовых хозяйствах кроме товарных и добавочных хищных промысловых видов были обнаружены 6 видов сорных неплановых аутоакклиматизантов (таблица 1) из водоёмов Китая: это амурский чебачок *Pseudorasbora parva* (Temminck et Schlegel, 1846), речная абботина *Abbottina rivularis* (Basilewsky, 1855), китайский элеотрис *Micropercops cinctus* (Dabry de Thiersant, 1872), китайская медака *Oryzias latipes* (Temminck et Schlegel, 1846), горчак *Rhodeus ocellatus* (Kner, 1866) и китайский бычок *Rhinogobius brunneus* (Temminck & Schlegel, 1845).

В результате облова прудов в прудовых хозяйствах были обнаружены все виды сорных рыб, за исключением одного вида -востробрюшки *Hemiculter leucisculus* (Basilewsky, 1835). Данный вид встречался в исследованиях, проведенных в 2009 году, в Алматинском прудовом хозяйстве в малых количествах [5]. Для проведения примерного учета численности сорных интродуцентов в прудах, нами при помощи работников Капшагайского нересто – выростного хозяйства проводился подсчет численности всех сорных видов рыб. Результаты учета приведены в таблице 2.

В исследованных прудах прослеживается наличие всех видов сорных рыб, также нужно отметить, что в массовом виде по количеству экземпляров на 100 м² доминирует медака, из всех видов сорных рыб, по численности медака занимает 52% в среднем. По ихтиомассе среди всех сорных рыб доминирует амурский чебачок, так общая биомасса амурского чебачка по мальковому, выростному и выростному пруду 2- го порядка составила 81,6 г, 392,5 г и 162 г соответственно.

Таблица 2 – Количественный состав сорных рыб в Капшагайском нересто – выростном хозяйстве (август, 2021)

№ п/п	Виды рыб	Категория прудов								
		Мальковый пруд S=0,1 га			Выростной пруд, S=10,5 га			Выростной пруд 2-го порядка		
		Экз*	%	общая биомасса, г	Экз*	%	общая биомасса, г	Экз*	%	общая биомасса, г
1	<i>Pseudorasbora parva</i>	32	12,9	81,6	157	35,6	392,5	132	27,6	162
2	<i>Abbottina rivularis</i>	12	4,8	19,2	23	5,2	62,4	24	5,1	55,2
3	<i>Micropercops cinctus</i>	16	6,4	11,2	35	7,9	27,2	37	7,7	33,3
4	<i>Oryzias latipes</i>	147	59,3	29,4	198	44,9	39,6	248	52	49,6
5	<i>Rhinogobius brunneus</i>	14	5,6	16,4	12	2,7	30	7	1,5	22,4
6	<i>Rhodeus ocellatus</i>	27	11	47,5	16	3,7	38,4	29	6,1	40,6
	Всего:	248	100	205,3	441	100,0	590,1	477	100,0	363,1

*Количественные показатели рыб в экземплярах приведены на 100 м² во время облова с одного замета бреднем.

Наименьшее количество наблюдается по видам: китайский бычок (встречаемость в среднем составила – 3,3%) и речная абботина (встречаемость в среднем составила – 5,2%).

Богатое видовое разнообразие сорных рыб в больших количествах свидетельствует о том, что в прудах создались благоприятные условия для их массового размножения. В мальковых и выростных прудах наблюдается наибольшая засоренность сорными видами рыб. Возможными причинами массового развития и размножения сорных видов рыб являются:

1. В производственных прудах не проводятся мелиоративные работы;
2. Головные, водоподающие пруды не снабжены специальными рыбосороуловителями;
3. Нехватка технических средств и рабочих рук для чистки прудов.

Зачастую, в силу нехватки времени и технических средств на хозяйствах не бывает возможности тщательно контролировать и регулировать численность сорных видов. При этом, обладая большой пластичностью и свойством быстро адаптироваться в любых условиях некоторые виды, как амурский чебачок, медака, элеотрис, бычок наносят большой ущерб рыбоводным хозяйствам. Установлено, что исследованные виды конкурируют в питании с молодь выращиваемых рыб, активно поедают комбикорм, потребляют зообентос в прудах, а также являются распространителями болезни прудовых рыб [3,8].

К сожалению, полноценное и детальное изучение состояния ихтиофауны всех существующих прудовых хозяйств не всегда предоставляется возможным, в силу того, что все прудовые хозяйства на сегодняшний день являются частной собственностью.

Проблема распространения и борьба с сорной рыбой всегда является острой во всех действующих рыбоводных хозяйствах. С сорными видами рыб особенно тщательно борются в Капшагайском нересто-выростном хозяйстве, Чиликском прудовом хозяйстве. В данных рыбоводных хозяйствах, во избежание попадания рыб в мальковые и выростные пруды, головной водоподающий канал снабдили специальным мешком - фильтром, сшитым из капроновой ткани. В течении суток фильтр проверяется и очищается 2 раза. В Чиликском прудовом хозяйстве, в весеннее время,

перед началом рыбоводного сезона, все пруды были тщательно подготовлены и очищены. Выростные и мальковые пруды в данном хозяйстве спускаются своевременно, дно прудов расчищается от растительности, дезинфицируется раствором хлорной извести. В обработанных таким образом прудах количество сорных рыб значительно сокращается. Работы по исследованию и предотвращению распространения сорных рыб по производственным прудам продолжаются. В настоящее время ведутся работы по возможности использования данных видов рыб в рыбохозяйственных целях.

Список литературы

1. Баимбетов, А.А. Казахско-русский определитель рыбообразных и рыб Казахстана / А.А. Баимбетов, С.Р. Тимирханов. – Алматы, 1999. – 347 с.
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.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 с.
3. Воробьева, Н.Б. Питание сорных рыб китайского комплекса в оз. Балхаш / Н.Б. Воробьева // В книге: Биологические основы рыбного хозяйства республик Средней Азии и Казахстана. – Ашхабад: Ылым. – 1974. – Книга 1. – С. 47-49.
4. Дукравец Г.М. История акклиматизации рыб в Казахстане / Г.М. Дукравец, В.П. Митрофанов // Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука. – 1992. – Т. 5. – С. 6-44.
5. Кегенова, Г.Б. Распространение сорных рыб в прудовых хозяйствах Балхашского бассейна / Г.Б. Кегенова // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2009. – №1 (24). – С. 75-78.
6. Мамилов, Н.Ш. Чужеродные виды рыб в малых водоёмах Балхашского бассейна и их взаимодействия с аборигенной ихтиофауной / Н.Ш. Мамилов // Чужеродные виды в Голарктике (Борок -2): материалы Второго междунар. Симпозиума по изучению инваз. видов – Борок, 2005. – С. 190-191.
7. Программа развития рыбного хозяйства Казахстана на 2021-2030 годы – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/fishery/documents/details/167161?lang=ru> (дата публикации: 17.05.2021).
8. Тромбицкий И.Д. О факультативном паразитизме псевдорасборы *Pseudorasbora parva* (Schl) в рыбоводных прудах / И.Д. Тромбицкий, А.Е. Каховский // Вопросы ихтиологии. – 1987. – выпуск 1, Т. 27. – С. 166-167.

УДК 574.34

О ЗАМОРАХ ЕРША ОБЫКНОВЕННОГО *GYMNOCEPHALUS CERNUUS* (LINNAEUS, 1758) В ОЗЕРЕ БЕЛОЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

А.Ф. Коновалов, Н.Н. Макаренкова, М.Я. Борисов, Н.Ю. Тропин, А.А. Игнашев, Е.В. Угрюмова

Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВологодНИРО»),
г. Вологда, Россия, alexander-konovalov@yandex.ru

Аннотация. Обыкновенный ерш *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) имеет широкое распространение в Вологодской области, а наиболее высокие показатели его численности и биомассы отмечены в крупном озере Белое, где биомасса ерша в последние годы колеблется около 1000 – 1135 тонн. В отдельные годы во второй половине лета на прибрежных мелководных участках Белого озера наблюдаются локальные заморы ерша. Так, крупный замор был зарегистрирован в августе 2020 года, когда общее количество погибших рыб на обследованных участках берега площадью 505 м² составило 4350 экз. Других погибших видов рыб в водоеме не обнаружено. В

период локального замора ерша в августе 2020 года численность и биомасса фитопланктона озера Белое превышали среднееголетние показатели для этого времени года и составили 20,54 млн. кл./л и 8,02 г/м³ соответственно. Однако в составе проанализированных проб преобладали диатомовые водоросли. Представители синезеленых имели гораздо более низкие показатели численности и биомассы, чем в другие сезоны. Поэтому локальный замор ерша в озере Белое в августе 2020 года не был связан с воздействием токсичных продуктов жизнедеятельности синезеленых. Ерш чувствителен к содержанию растворенного в воде кислорода, загрязнению воды и эвтрофированию водоема. Вероятной причиной гибели ерша на прибрежных участках озера является кратковременное резкое сокращение концентрации растворенного кислорода в результате быстрого прогревания водной толщи при слабом перемешивании воды. Данные явления вызваны массовым отмиранием фитопланктона и, возможно, микроорганизмов. В озере Белое ерш имеет очень высокие показатели численности и биомассы, а дефицит кислорода в первую очередь возникает в придонных заиленных участках водоема, на которых данный вид формирует скопления. Периодические заморы ерша в озере Белое не вызывают значимого сокращения численности и биомассы его популяции.

Ключевые слова: ерш обыкновенный, локальный замор, озеро Белое.

THE LOCAL DEATH OF RUFFE *GYMNOCEPHALUS CERNUUS* (LINNAEUS, 1758) IN LAKE BELOYE, VOLOGDA REGION

A. F. Konovalov, N. N. Makarenkova, M. Ya. Borisov, N. Yu. Tropin,
A. A. Ignashev, E. V. Ugryumova
Vologda branch of the FSBSI "VNIRO", Vologda, Russia,
alexander-konovalov@yandex.ru

Summary. The ruffe *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) is widespread in the Vologda region. The highest indices of the ruffe abundance and biomass were registered in the large Lake Beloye, where the ruffe biomass has fluctuated around 1000 – 1135 tons last years. On the coastal shallow areas of the Beloye Lake, local ruffe deaths are observed in the second half of summer in some years. For example, in August 2020, 4350 specimens of dead fish were found on the surveyed coastal areas with square of 505 m². In addition to the ruffe, no other dead fish species were found in the Lake. In August 2020, the abundance and biomass of Beloye Lake phytoplankton exceeded the long-term average for the periods of local death of ruffe and amounted to 20.54 million cells per liter and 8.02 grams per cubic meter. However, diatoms predominated in the analyzed samples. The blue-green species had much lower abundances and biomass than in other seasons. Therefore, the local death of the ruffe in Lake Beloye in August 2020 is not associated with the impact of toxic waste products of blue-green algae. The ruffe is sensitive to low water oxygen concentration, water pollution and eutrophication of the waterbody. The local death of ruffe is caused by the deficiency of oxygen during the mass dying off of certain groups of plant organisms. Periodic local death of the ruffe in Lake Beloye does not contribute to a significant reduction in the abundance and biomass of the population.

Keywords: ruffe, local death, Beloye Lake.

Обыкновенный ерш *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) имеет широкое распространение в Вологодской области, встречаясь во всех типах водоемов и водотоков – водохранилищах, крупных и малых озерах и реках. По данным многолетних мониторинговых наблюдений «ВологодНИРО» наиболее высокие показатели численности и биомассы ерш имеет в крупном рыбопромысловом водоеме – озере Белое, в котором биомасса данного вида за последние годы колебалась около 1000 – 1135 тонн. При этом ерш составляет около 18% от общей биомассы

промысловых запасов двенадцати основных промысловых видов рыб водоема, имея наиболее высокие показатели биомассы наряду с корюшкой и лещом. В Белом озере в последние годы ерш достигает длины 18 см и массы 100 г, а его обычные размеры в исследовательских траловых уловах составляют 9–12 см при массе 15–30 г. В Белом озере ерш обычно держится в придонных горизонтах, встречаясь как в прибрежной зарослевой зоне, так и в открытой части водоема. В прибрежных районах в зависимости от распространения кормовых организмов ерш может формировать локальные скопления.

Ерш очень чувствителен к содержанию растворенного в воде кислорода, а также в целом к загрязнению воды и эвтрофированию водоемов. В отдельные годы во второй половине лета в акватории Белого озера Вологодской области на прибрежных мелководных участках отмечаются локальные заморы ерша. В частности, отдельные мертвые особи данного вида отмечались вдоль береговой линии водоема в июле 2021 года. Наиболее крупный за последние годы замор ерша на Белом озере, имевший существенный общественный резонанс, был зарегистрирован в августе 2020 года. По результатам тотального сбора мертвых особей сотрудниками «ВологодНИРО» общее количество погибшего ерша суммарно по трем обследованным участкам береговой полосы, общей площадью 505 м², составило 4350 экз. При этом наибольшая концентрация погибшей рыбы (до 48 экз./м²) отмечалась в районе с. Липин Бор Вашкинского муниципального района. Других видов водных биоресурсов среди погибшей рыбы в водоеме не было обнаружено.

В условиях Белого озера заморные явления ерша как правило приходятся на период второго повышения биомассы и численности фитопланктона в течение вегетационного сезона. В это время в структуре альгоценоза озера значительно увеличивается роль синезеленых водорослей, и наблюдается «цветение» воды. Данное явление в рамках мониторинга регистрируется сотрудниками «ВологодНИРО» в бассейне верхней Волги – в озере Белое и в речной части Шекснинского водохранилища – в августе – сентябре. Для изучения возможных причин возникновения локальных заморов ерша и оценки возможного участия в этом синезеленых водорослей специалистами Вологодского филиала ФГБНУ «ВНИРО» сразу после регистрации факта локальной гибели ерша на прибрежных участках акватории озера Белое в первой декаде августа 2020 года были взяты пробы фитопланктона из поверхностного слоя воды для проведения их качественного и количественного анализа.

По результатам анализа отобранных проб установлено, что численность и биомасса фитопланктона озера Белое в период локального замора ерша в августе 2020 года превышали среднемноголетние показатели для этого времени года и составили 20,54 млн. кл./л и 8,02 г/м³ соответственно. Однако в отличие от многолетних данных в составе проанализированных проб была выше доля диатомовых водорослей – 92–95% по биомассе и 12–78% по численности. Несмотря на то, что фитопланктон Белого озера характеризуется однородностью по высоте водного столба, можно предположить, что меньшая по сравнению с другими годами доля синезеленых связана с их локализацией в момент отбора проб в придонной части водоема. При этом хотя в поверхностном слое воды и присутствовали представители синезеленых (в частности *Aphanizomenon flos-aquae* Ralfs ex Born. et Flah, который обычно в массе развивается в озере и у которого теоретически могут быть токсичные штаммы), но они имели гораздо более низкие показатели численности и биомассы, чем в другие сезоны, например, в сентябре, когда каких-либо проявлений возможного действия токсинов не наблюдалось. Поэтому локальный замор ерша в озере Белое в августе 2020 года очевидно не был связан с воздействием токсичных продуктов жизнедеятельности синезеленых.

Таким образом, наиболее вероятной причиной гибели ерша на отдельных мелководных прибрежных участках озера Белое является кратковременное, но резкое

сокращение концентрации растворенного в воде кислорода в результате быстрого прогрева водной толщи и при отсутствии (или при слабом) перемешивании воды. Данные явления, иногда наблюдаемые в конце лета – начале осени, вызваны массовым отмиранием отдельных групп фитопланктона (причем не только синезеленых водорослей) и, возможно, также микроорганизмов. Как отмечалось, в озере Белое ерш имеет очень высокие показатели численности и биомассы, а дефицит кислорода в первую очередь возникает в придонных заиленных участках водоема, на которых данный вид может формировать значительные скопления. Локальная гибель ерша часто происходит в озере Белое в летние месяцы, когда устанавливаются длительные периоды жаркой погоды. Причинами гибели рыбы чаще всего являются описанные выше естественные факторы на фоне сезонного повышения температуры воды.

Подчеркнем, что рассматриваемые факты гибели ерша на Белом озере являются следствием возникновения локальных заморов, которые иногда происходят на мелководных прибрежных участках водоема с гибелью только одного вида водных биологических ресурсов – ерша обыкновенного. Случаев массовой гибели водных биоресурсов, которые бы сопровождались существенным повышением смертности нескольких видов рыб, в озере Белое в периоды массового развития синезеленых водорослей, не наблюдалось. Также необходимо отметить, что по результатам полевых исследований филиала периодически происходящие заморы ерша в озере Белое не вызывают значимого сокращения численности и биомассы популяции данного вида.

УДК 582.521.43:[57.044:547.2]

ВЛИЯНИЕ СОЛЯРА НА РЯСКУ МАЛУЮ *LÉMNA MÍNOR*

*Л.Ю. Косолапенкова*¹, *Н.В. Бурдиян*², *Ю.В. Дорошенко*², *Н.С. Кузьмина*^{1,2}

¹ ГБОУ ДО Севастопольский центр эколого-натуралистического творчества
учащейся молодежи, Россия, г. Севастополь

² ФИЦ Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского, Россия, г.
Севастополь

E-mail: kunast@rambler.ru

Аннотация. Нормативы допустимых сбросов нефтепродуктов в водную среду известны, однако даже малые концентрации этих ксенобиотиков могут приводить к изменениям в функционировании гидробионтов. Целью работы стало исследование токсического действия соляра в предельно-допустимой и ниже концентрациях на ряску малую *Lémna mínor*. Токсический эффект влияния соляра начал проявляться на третий день: в самой сильной концентрации количество поврежденных листьев более чем в 15 раз больше, чем в контроле, при других опытных концентрациях – в 5 раз. Установлено, что появление однодольных листьев в контроле меньше, чем в опыте и составляло незначительное количество к концу недели. В данном эксперименте отмечали такие структурные нарушения у ряски, как изменение формы листа и наличие дырок. Именно на 3 сутки было зафиксировано удлинение листа при средней и максимальной концентрации раствора. В конце экспозиции картина изменилась только при воздействии соляра в концентрации 0,05 мг/л, в то время как в контроле и других опытных вариантах дальнейших существенных нарушений в структуре листа не отмечено. Интересно, что и количество поврежденных листьев увеличивается по мере возрастания концентрации соляра. При максимальной экспериментальной концентрации токсиканта (ПДК=0,05 мг/л) происходило изменение окраски листьев, а также их повреждение. С увеличением экспозиции даже при 0,01 мг/л нефтепродукта

возрастало и количество отпавших корней. Вероятно, адаптивным откликом растения можно считать более интенсивное, по сравнению с контролем, деление листьев.

Ключевые слова: соляр, ряска, токсикология.

INFLUENCE OF DIESEL ON THE SMALL DUCKWEED *LÉMNA MÍNOR*

L.Yu. Kosolapenkova ¹, N.V. Burdiyan ², Yu.V. Doroshenko ², N.S. Kuzminova ^{1,2}

¹ Environmentally-Educational Student Centre, Sevastopol Russia

² A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Russian Academy of Sciences, Sevastopol, Russia

E-mail: kunast@rambler.ru

Abstract. The standards for permissible discharges of oil products into the aquatic system are known, however, even small concentrations of these xenobiotics can lead to changes in the functioning of aquatic organisms. The aim of the work was to study the toxic effect of diesel in the maximum permissible and lower concentrations on the duckweed *Lémna minor*. The toxic effect of diesel began on the third day: at the highest concentration, the number of leaves damaged is more than 15 times greater than in the control, at other experimental concentrations - 5 times. It was found that the appearance of monocotyledonous leaves in the control is less than in the experiment and was insignificant by the end of the week. In this experiment, we have noted such structural disturbances in duckweed as a change in the shape of the leaf and the presence of holes. It was on the 3rd day that the elongation of the leaf was recorded at the average and maximum concentration of the solution. At the end of the exposure, the picture changed only when exposed to diesel at a concentration of 0.05 mg / l, while no further significant violations in the leaf structure were noted in the control and other experimental variants. Interestingly, the number of damaged leaves also increases with an increase in the concentration of diesel. At the maximum experimental concentration of the toxicant (legal level = 0.05 mg / l), the color of the leaves changed, as well as their damage. The number of fallen roots also increased with an increase in exposure, even at 0,01 mg / l of oil product. A more intense division of leaves in comparison with the control can be considered, probably, as the adaptive response of the plant.

Keywords: diesel, duckweed, toxicology.

В различных водоемах Мирового Океана растения испытывают разнообразные виды антропогенного воздействия, что приводит к возникновению механизмов адаптации к новым факторам среды на разных уровнях организации растений. Нефтяное загрязнение вызывает стресс у гидробионтов. Опасность загрязнения нефтью и нефтепродуктами связана, прежде всего, с высокой чувствительностью к нему растительных объектов, определяя существование и состав остальных биологических компонентов биогеоценозов: микроорганизмов и животных. Водоросли и травы – ключевой компонент прибрежных и эстуарных экосистем Мирового океана, играющий основную роль в потоках вещества и энергии. Сбой в функционировании растительных водных объектов влияет в конечном счете на биологическую продуктивность водоемов или успех хозяйственной деятельности.

Использование ряски в водной токсикологии, в частности в биотестировании, очень распространено, что связано с удобством добычи, содержания, анализа данных растений. Известно также, что ряска является устойчивым тест-объектом, на котором видны не только морфологические, биохимические нарушения, но и биоаккумулятором токсичных продуктов (тяжелые металлы, сточные воды, нефтепродукты, ультрафиолетовое облучение), а также видом, деадсорбирующим ксенобиотики в водную среду [1; 3].

Несмотря на то, что допустимые уровни нефтепродуктов известны, малые концентрации нефтеуглеводородов (НУ) также могут приводить к изменениям в функционировании водорослей и водных трав.

Цель исследования - оценка токсического действия соляра в предельно-допустимой и ниже концентрациях на ряску малую *Lémna mínor*.

Материалы и методы

Токсикологические эксперименты по оценке влияния соляра были проведены в трех повторностях. Температура в эксперименте составляла 22,5 С°. В аквариумную воду добавляли нефтепродукты в концентрациях 0,01 мг/л, 0,025 мг/л, 0,05 (ПДК) мг/л. Затем в подготовленные растворы вносили объект. В эксперименте оценивали жизнеспособность листьев (цвет, некротические изменения, деление растения), а также состояние корней. Опыт продолжался 7 дней.

Результаты и обсуждение

Количество потемневших листьев у ряски малой возрастает с увеличением концентрации токсиканта (рис. 1). Интересно, что при его внесении основные отклонения от зеленого цвета происходили на 3 - 5 сутки, в то время как в контроле мы также наблюдали изменения окраски, однако оно было незначительным и больше было выражено к концу экспозиции.

Известно, что состояние листьеца ряски является информативным при оценке воздействия различных токсикантов, в том числе сточных вод, содержащих нефтепродукты [2]. Токсический эффект влияния соляра начал проявляться на третий день: в самой сильной концентрации количество поврежденных листьев более чем в 15 раз больше, чем в контроле, при других опытных концентрациях – в 5 раз (рис. 2). В данном эксперименте отмечали такие структурные нарушения у ряски, как изменение формы листа и наличие дырок. Именно на 3 сутки было зафиксировано удлинение листа при средней и максимальной концентрации раствора. В конце экспозиции картина изменилась только при воздействии соляра в концентрации 0,05 мг/л, в то время как в контроле и других опытных вариантах дальнейших существенных нарушений в структуре листа не отмечено. Интересно, что и количество поврежденных листьев увеличивается по мере возрастания концентрации соляра.

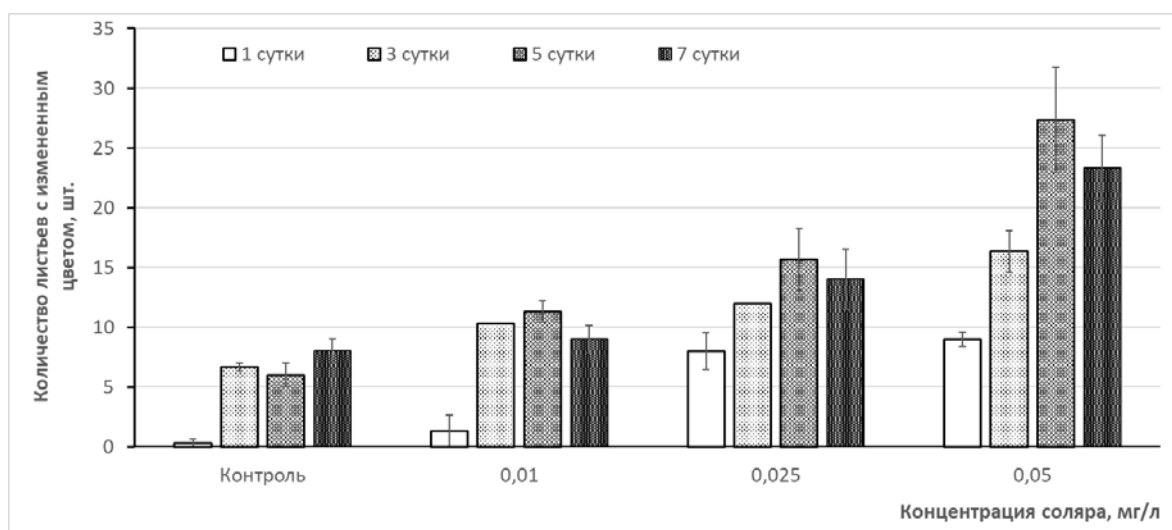


Рис. 1. Отклонение в цвете листьев ряски при воздействии соляра различных концентраций

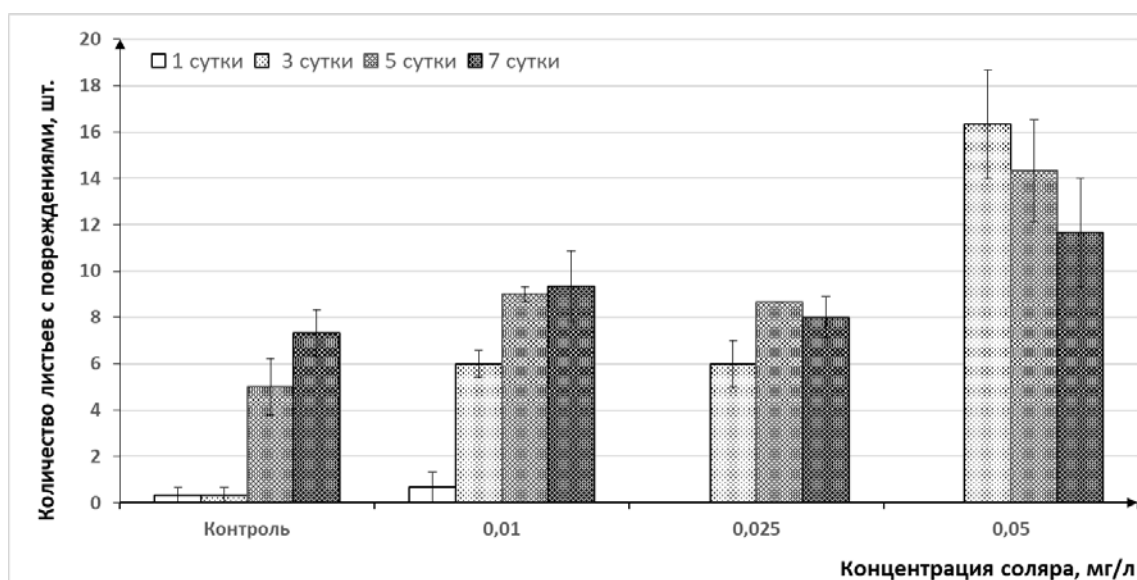


Рис. 2. Количество листьев ряски с повреждениями при воздействии соляра различных концентраций

Установлено, что появление однодольных листьев в контроле меньше, чем в опыте и составляло незначительное количество к концу недели (табл.). Можно заметить, что в средней концентрации токсиканта количество поделившихся листьев максимальное. В кристаллизаторах со второй и третьей концентрацией искомый параметр резко вырос уже на первые сутки, после чего его дальнейший рост не отмечен. В первом опыте, наоборот, «однодольность» листьев возрастала по мере увеличения времени эксперимента. Таким образом, легкая фракция нефтепродукта оказала стимулирующее действие на деление листьев, так как известно, что именно за 2-8 дней происходит размножение этой водной травы [5].

В опыте 1 и опыте 2 корни исчезали по мере увеличения времени эксперимента, а в опыте 3 – произошел резкий подъем данного параметра уже в первые сутки воздействия соляра (рис. 3). В контроле существенных изменений в нарушении структуры растения не установлено. При концентрации 0,05 мг/л соляра разрушение корневой системы было максимальным.

Таблица - Влияние различных концентраций соляра на появления однодольных листьев

сутки	Концентрация соляра, мг/л			
	0,0 (контроль)	0,01	0,025	0,05
1	0	1,33±1,35	17±2,35	15,33±0,67
3	0,33±0,33	10,67±2,96	16,33±2,65	14,67±1,48
5	5±0	10,33±2,44	11,33±2,44	15±1,018
7	7±0,58	9,33±1,48	15±3,57	10,67±0,67

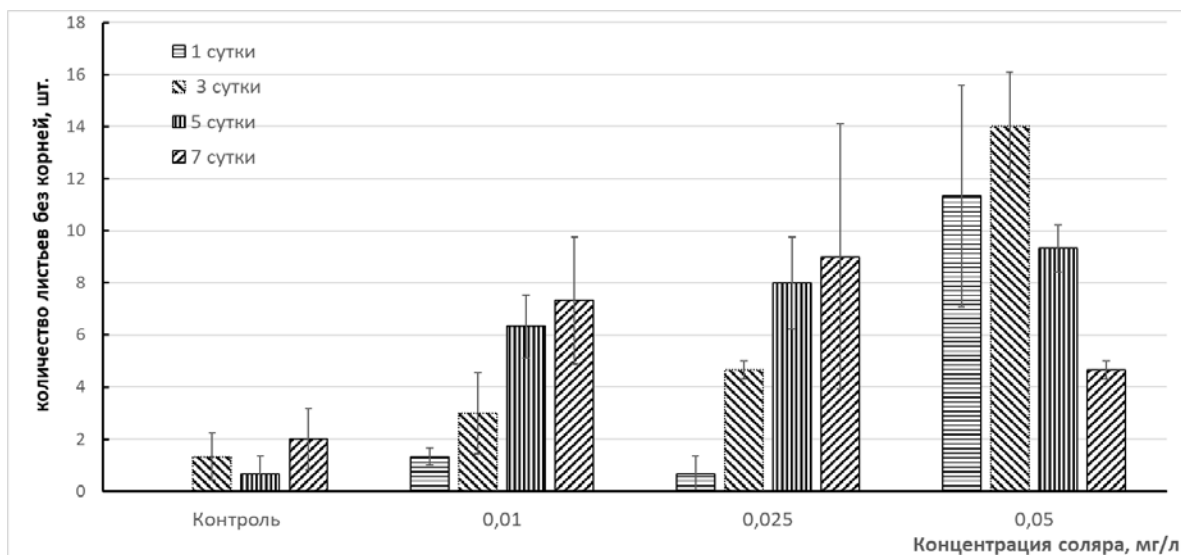


Рис. 3. Количество листьев без корней под воздействием соляра различных концентраций

Несмотря на установленные нами токсические эффекты нефтепродуктов на ряску малую, известно, что этот объект является достаточно устойчивым по отношению к разбавленным нефтяным углеводородам, и, даже способен утилизировать некоторые компоненты НУ с эффективностью 28,5% [3]. Имеются сведения, что и сопутствующая микрофлора на ряске способна снижать концентрацию нефтепродуктов (керосина, дизельного топлива и моторного спирта) [4].

Выводы

1. Изменение цвета листьев ряски при воздействии соляра происходило пропорционально увеличению концентрации.
2. С увеличением концентрации ксенобиотика и длительности эксперимента количество поврежденных листьев возрастало.
3. Легкая фракция нефтепродукта оказала стимулирующее действие на деление листьев.
4. Токсический эффект соляра также проявлялся и в проценте количества отпавших корней, причем это было характерно для самой высокой концентрации (ПДК).

Работа выполнена по теме № 121031500515-8 «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем».

Список литературы

1. Валиев, Р.Ш. Экологическая оценка изменения морфологии и электрических свойств растений рода *Lemna* L. при воздействии абиотических факторов в процессе фиторемедиации воды: 03.02.08 Экология: Дис. канд. биол. наук. Саратов, 2016. – 145 с.
2. Высшие водные растения для очистки сточных вод [Текст] / Ю. А. Тарушкина [и др.] // Экология и промышленность России. – 2006. – № 5. – С. 36–39.
3. Чащина, С.Б. Использование высших водных растений для доочистки сточных вод ОАО «Газпромнефть-онпз»: эйхорнии, ряски малой и валлиснерии спиралевидной / С.Б. Чащина // Омский научный вестник. – 2011. – №1 (104). – С.196–201.
4. Bassey, I.U. Hydrocarbon degradation potentials of bacterial species isolated from leachate of *Lemna* waste dump site Calabar / I.U. Bassey, L.O. Odokuma, C.J. Ogugbueand, C.F. Umeojiaku // Int. J. of Life Science. – 2019. – 7 (3). – P. 451–466 ISSN:2320–7817.
5. Zhao, X. Optimization of the production of bioethanol from duckweed (*Lemna minor*) // Dissertation of the degree of Doctor of Philosophy University of East Anglia Institute of Food Research. – 2014. – 205 p.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЫБНОГО ПРОМЫСЛА И РЕСУРСОВ РЫБ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА РЫБОЛОВСТВА

В.Г.Костоусов

РУП «Институт рыбного хозяйства»

г. Минск, Беларусь

Аннотация. Проанализировано состояние промыслового рыболовства и рыбных ресурсов естественных водоемов и водотоков Республики Беларусь. Представлены сведения по аренде рыболовных угодий и динамике промыслового вылова рыб за период 2006-2018 гг. Показано, что число арендаторов и пользователей рыболовных угодий и эксплуатируемых ими площадей не постоянно и изменяется по годам. Отмечена тенденция к сокращению числа арендаторов, площади и протяженности арендуемых рыболовных угодий. Сокращение идет за счет арендаторов небольших по площади угодий, с относительно малыми объемами квот промыслового вылова и не имеющих возможности применять методы интенсификации рыболовства. Существенное снижение за рассматриваемый период числа арендаторов рыболовных угодий (более чем в 2 раза) не отразилось коренным образом на изменении объемов промыслового вылова, который колебался в пределах 583-1119 тонн в год и в последний период не превышает 800 тонн. В структуре рыбного промысла наметилась тенденция перехода от использования преимущественно неводного к преимущественно сетному лову, что объясняется как экономическими, так и социальными причинами. Переход к более селективному лову обеспечил увеличение доли крупночастиковых видов в уловах (с 33% до 56%) за счет уменьшения доли мелкочастиковых (с 65% до 43%). Уточнены величины запасов рыбы по категориям промысловых угодий на современном этапе. Показано, что использование зарыбления нагуливающимися видами по ряду водоемов Полесского региона позволяет поддерживать промысловые запасы рыб на достаточно высоком уровне, тогда как по водоемам с естественным составом ихтиофауны отмечено некоторое их снижение. Анализируются причины снижения промысловых запасов рыб применительно региона и категорий рыболовных угодий.

Ключевые слова: промысловое рыболовство, рыболовные угодья, рыбные ресурсы

ASSESSMENT OF THE STATE OF FISHERIES AND FISH RESOURCES ON THE RESULTS OF FISHERIES MONITORING

V. G. Kostousov

RUE «Fish Industry Institute»

Minsk city, Belarus

Abstract. The state of commercial fishing and fish resources of natural reservoirs and watercourses of the Republic of Belarus has been analyzed. Information on the lease of fishing grounds and the dynamics of commercial fish catch for the period 2006-2018 is presented. It is shown that the number of tenants and users of fishing grounds and the areas they operate is not constant and varies from year to year. There is a tendency towards a decrease in the number of tenants, the area and length of leased fishing grounds. The reduction is due to the lessees of small areas, with relatively small amounts of commercial catch quotas and are unable to apply methods of intensifying fishing. A significant decrease in the number of leaseholders of fishing grounds over the period under review (more than 2 times) did not radically affect the change in the volume of commercial catch, which fluctuated

within 583-1119 tons per year and in the last period did not exceed 800 tons. In the structure of the fishery, there has been a tendency of transition from the use of predominantly non-aquatic to predominantly net fishing, which is explained by both economic and social reasons. The transition to more selective fishing ensured an increase in the proportion of large-sized species in catches (from 33% to 56%) due to a decrease in the proportion of small-sized species (from 65% to 43%). The values of fish stocks by categories of fishing grounds at the present stage have been clarified. It is shown that the use of stocking by feeding species in a number of water bodies of the Polesie region makes it possible to maintain commercial fish stocks at a sufficiently high level, while in water bodies with the natural composition of ichthyofauna, a slight decrease was noted. The reasons for the decline in commercial fish stocks in relation to the region and categories of fishing grounds are analyzed.

Key words: commercial fishing, fishing grounds, fish resources.

Промысловое рыболовство на внутренних водоемах – одно из направлений ведения рыбного хозяйства в Республике Беларусь, которое занимается добычей рыбного сырья. Задачи рыболовства непосредственно связаны не только с процессом вылова, но и с проблемами управления промыслом и рыбными ресурсами [1]. Развитие промыслового рыболовства на базе рыбных ресурсов естественных рыболовных угодий должно быть направлено на организацию рационального режима эксплуатации, основанного на знании состояния ресурсной базы и допустимой степени ее эксплуатации. Основное требование к ведению рыболовства – устойчивое использование существующих ресурсов. По действующим нормативным актам Республики Беларусь промысловое рыболовство осуществляют юридические лица (арендаторы и пользователи рыболовных угодий) с учетом основополагающих требований действующих Правил по регулированию рыболовства (установление промысловой меры, нормы прилова и минимального размера ячеи в орудиях рыболовства) и в пределах квот вылова, ежегодно устанавливаемых приказами Минсельхозпрода. Последние рассчитываются для рыбозаготовителей на основе лимита вылова (аналог ОДУ), который определяют для конкретного водоема или категории водоемов и закрепляют в режиме пользования на установленный законодательством срок (порядка 10 лет). Таким образом, планирование объемов вылова и устойчивое использование природных рыбных ресурсов возможно только при условии наличия соответствующей оценки состояния рыбных ресурсов, осуществляемой по результатам периодического мониторинга рыболовства. В основу расчетов положены разработанная ранее система рыбохозяйственной классификации рыболовных угодий, анализ ведения промыслового рыболовства за репрезентативный период времени (включая объемы и структуру промыслового лова, интенсивность рыболовства, достигнутую промысловую рыбопродукцию по категориям рыболовных угодий) и допустимый норматив вылова [2,7]. Следует учитывать, что ихтиофауна водоемов Беларуси представлена преимущественно видами с непродолжительной или средней продолжительностью жизни. Колебания численности генераций таких видов имеют цикличность, как правило, не превышающую 10 лет, что предопределяет минимальные периоды проведения мониторинга запасов. К настоящему времени проведены три этапа работ (на начало 90-х гг., начало 2000-х гг. и 2016-2018 гг.) [2,3,6], что позволяет проанализировать процессы в динамике, применительно складывающейся обстановки и с учетом реального состояния рыболовства.

В составе ихтиофауны Беларуси насчитывается более 60 видов и подвидов рыб, но реальное экономическое значение из них имеет не более 23. Любительским рыболовством осваивается еще дополнительно 7-10, 10 видов и подвидов являются объектами особой охраны (Красная Книга РБ) и не подлежат вылову, остальные не имеют какого-либо рыболовного значения в силу редкости или малых размеров. Промысловое рыболовство осуществляют арендаторы и пользователи рыболовных

угодий с применением разрешенных орудий лова. Число арендаторов рыболовных угодий и арендуемых ими площадей не постоянно и изменяется по годам. Поскольку основные облавливаемые площади рыбопромысловых водоемов и водотоков в Витебской и Минской обл. закреплены за крупными пользователями - национальными парками, изменение площадей идет в основном за счет изменения числа арендаторов. Динамика изменения численности арендаторов и общего вылова рыбы представлена на рис. 1.

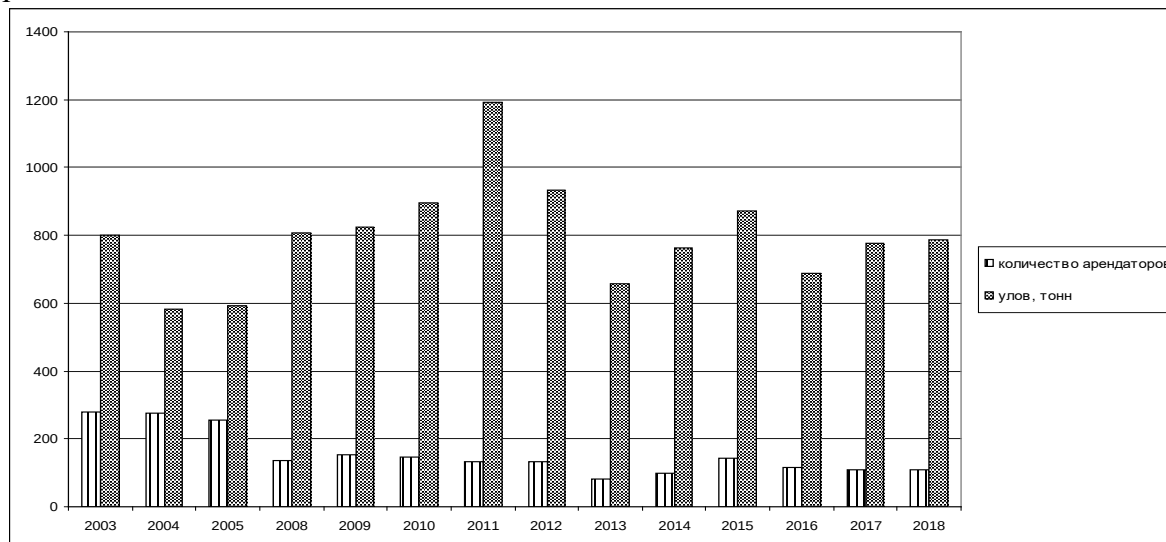


Рис. 1. Динамика изменения числа арендаторов рыболовных угодий и общего промыслового вылова рыбы

Следует отметить, что существенное снижение за рассматриваемый период числа арендаторов рыболовных угодий не отразилось коренным образом на изменении объемов промыслового вылова, который колебался в пределах 583-1119 тонн в год и в последний период не превышает 800 тонн. Объяснением такому факту может служить то, что из сферы деятельности уходят главным образом арендаторы небольших по площади угодий, с относительно небольшими объемами квоты промыслового вылова и не имеющие возможности применять методы интенсификации рыболовства. В тоже время, отмечается явный тренд на увеличение использования пассивных орудий лова (сетей) и снижение значения неводного лова. Так за рассматриваемый период доля уловов неводами в общем промысловом вылове сократилась более чем в 4 раза - с 68% в 2006г. до 16% в 2018г., сетями увеличилась более чем в 3 раза - с 26%: до 84% (рис.2.).

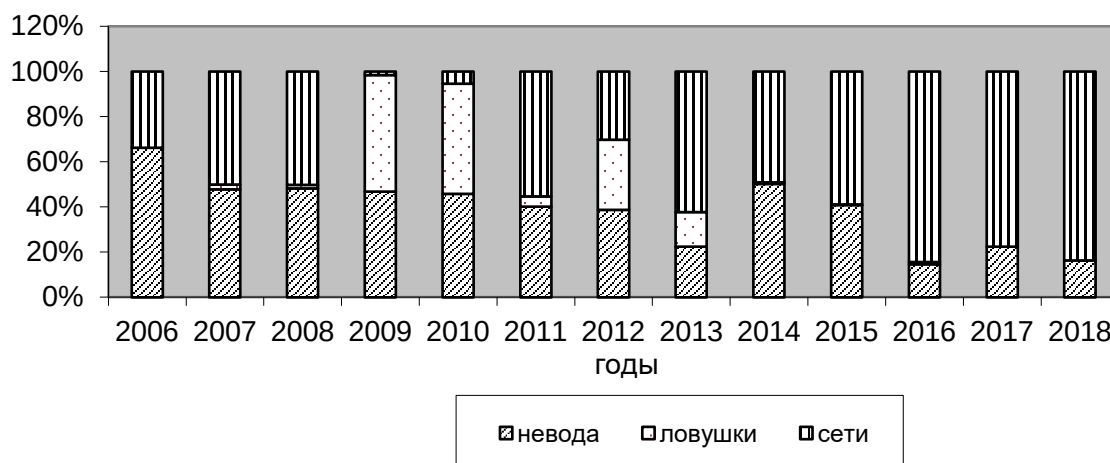


Рис. 2. Динамика структуры промыслового вылова рыбы по орудиям рыболовства

Последнее может объясняться причинами экономического и социального характера - относительным ростом значения негосударственных рыбозаготовителей с меньшими возможностями механизации процесса лова, меньшими затратами на ведение сетного промысла и изменением внутреннего спроса на рыбную продукцию в пользу более качественной в видовом и размерном отношении. В структуре промыслового вылова сохраняется достаточно стабильная картина, отмечаемая постепенным ростом доли вылова ценных видов за счет снижения доли вылова малоценных (рис.3).

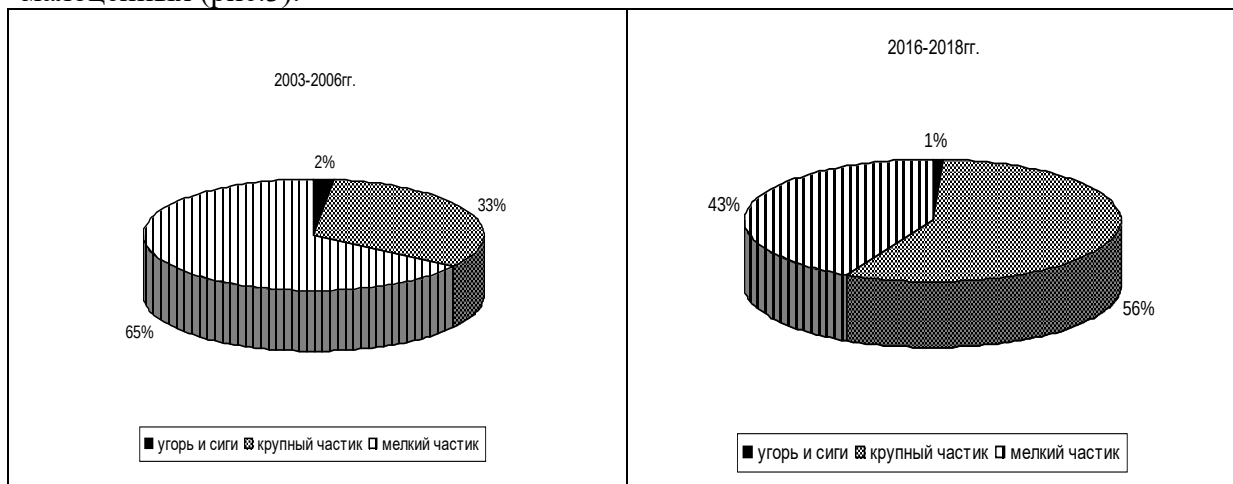


Рис. 3. Структура промыслового вылова по сортовым группам рыб

Долевое значение ценных видов рыб (угря, сиговых и «крупного чистика» куда, наряду с лещом, входят еще 10 видов рыб) в уловах к 2005 г. выросло по сравнению с предшествующим периодом (начала 90-х гг.) и составляло от 30 до 42 %, после 2008 г. практически сравнялось, а в последние четыре года превысило суммарный улов мелкочастиковых видов рыб. Причиной этого можно считать два фактора: интенсивное зарыбление части фонда рыболовных угодий нагуливающимися видами в середине 2000-х и последующие годы; переход к более селективному сетному лову. В результате в структуре вылова выросла суммарная доля крупночастиковых рыб (в первую очередь за счет леща, карпа и толстолобиков), тогда как доля мелкочастиковых существенно сократилась.

Предыдущими исследованиями было установлено, что величины запасов рыб в однотипных водоемах в значительной степени зависят как от параметров самих угодий, так и от природных факторов, соответственно, могут отличаться по месту нахождения, например для регионов Белорусского Поозерья и Полесья [2,6]. Кроме того, расчеты, построенные на использовании показателей интенсивности рыболовства для орудий лова с разной селективностью, могут занижать полученные результаты, поскольку не учитывают не облавливаемые виды и размерные группы рыб. К настоящему времени изменилась структура рыбного промысла (рис.2)-от преимущественно неводного лова рыбозаготовители перешли к преимущественно сетному. Сетной промысел отличается меньшей общей уловистостью, но повышенной селективностью по отношению к определенным видам и размерным группам рыб, соответственно все прочие не улавливаются и не учитываются, хотя и входят в промысловый ихтиокомплекс. Так в настоящее время практически прекращен специализированный лов ряпушки, не используются в должной мере ресурсы уклейки, ерша и американского сомика, в промысле которых ранее были задействованы специализированные орудия рыболовства. В структуре общего вылова промысловое значение некоторых, ранее массовых видов, снизилось: плотвы с 34,6% до 6,2%, густеры с 14,5% до 10%, окуня с 5% до 2,9%. По этой причине в интерпретации данных за разные периоды мониторинга состояния рыбных ресурсов следует подходить с учетом и данного фактора.

Таблица 1 - Величины запасов рыбного стада рыбопромысловых водоемов по состоянию на период проведения мониторинга, кг/га

Область	Классифицируемые группы водоемов				
	сигово-снетковые	лещево-судачьи	лещево-щучье-плотвичные	окунево-плотвичные	карасево-линевые
по ситуации на 1990-1993гг. [5]					
Брестская	-	-	128,8	92,0	106,0
Витебская	74,0	111,0	101,0	82,0	93,0
Гомельская	-	-	103,6	88,8	115,5
Гродненская	-	-	108,0	не обл.	не обл.
Минская	80,0	120,6	93,0	не обл.	не обл.
Могилевская	-	-	64,3	не обл.	81,8
по ситуации на 2003-2005гг. [2]					
Брестская	-	-	70,0	77,1	41,3
Витебская	57,5	72,8	65,2	45,4	53,0
Гомельская	-	-	89,7	81,4	45,7
Гродненская	-	-	81,0	62,0	33,0
Минская	81,8	80,0	81,9	55,4	44,4
Могилевская	-	-	59,6	64,3	78,7
по ситуации на 2016-2018гг.					
Брестская	-	-	97,5	58,7	73,5
Витебская	53,3	84,0	73,6	69,3	71,8
Гомельская	-	-	76,5	62,0	75,4
Гродненская	-	-	86,2	58,9	не обл.
Минская	37,6	83,3	63,0	57,6	39,8
Могилевская	-	-	70,9	82,4	36,0

Сравнивая результаты, полученные при обработке материалов за последний анализируемый период (2016-2018гг.) с аналогичными, полученными ранее [2,3,6], можно отметить изменение величин промыслового запаса по классифицируемым группам водоемов (табл.1) и по отдельным участкам и категориям водотоков (табл.2). Максимальные величины запасов в рыболовных угодьях были отмечены на период начала 90-х гг., когда еще сохранялась сложившаяся структура рыбного промысла на базе существовавших рыбзаводов, с наличием собственных рыбопитомников для выращивания посадочного материала и работой неводных бригад. Это можно было объяснить ростом скорости образования продукции рыб в интервале достаточно высоких значений промысловой смертности за счет изменения структуры и существенного омоложения промысловых стад [8]. В последующий период (2003-2005гг.) было отмечено повсеместное снижение величин запасов, что связываем с комплексом причин, каждая из которых в отдельном регионе выступала на первый план. В частности, для лещовых водоемов севера страны основной послужила чрезмерная эксплуатация ресурсов, вызванная общим состоянием рыболовства на рубеже конца 90-х гг. Для окунево-плотвичных – прекращение зарыбления на фоне запуска рыболовства. Для карасевых водоемов региона Полесья определяющими в этот период послужили неблагоприятные гидрологические условия ряда лет (1995, 2000 и 2003гг.), сопровождаемые зимними заморами с массовой гибелью рыбы.

Таблица 2 – Параметры рыбопромысловых водотоков и средние величины промыслового запаса ихтиофауны относительно установленных категорий

Категория реки	Ширина русла, м		Средняя площадь участка протяженностью 1 км, га	Промысловый запас	
	колебания	средняя		кг/га	кг/км
I	55-425	110,1	11,01	60,7	668
II	12-100	37,2	3,7	50,0	185
III	10-85	23,1	2,3	37,0*	85
IV	2-8	4,5	0,45	16,8*	8

* без учета мигрирующего угря

В настоящее время действующие Правила рыболовства в части регулирования интенсивности дополнены нормами по введению лимитов вылова [4], что позволило снизить рыболовную нагрузку на определенную часть рыбных ресурсов и стабилизировать их состояние. Расчетные величины промыслового запаса рыбы по ряду хозяйственно значимых рыбопромысловых водоемов Брестской обл. поддерживаются регулярным зарыблением, по этой причине существенного различия по сравнению с данными на начало 2000-х гг. не наблюдается. Запасы рыбы здесь колеблются по рыбопромысловым водоемам от 65,7 до 110,0 кг/га и в основном определяются накоплением ихтиомассы нагуливаемых видов (толстолобики, карась серебряный, карп). Отчасти это можно объяснить тем, что в структуре рыбопромысловых угодий по области значительную долю составляют эвтрофные и высокоэвтрофные наливные и пойменно-руслловые водохранилища и мелководные остаточные озера, в том числе те, которые находятся в аренде производственных рыбхозов, имеющих возможность производить регулярные посадки рыбы на нагул. В северном и северо-западном регионах (Белорусское Поозерье) рыбопромысловые водоемы представлены преимущественно озерами ледникового происхождения (разного уровня трофности и глубины - от олигомезотрофных до гипертрофных, от мелководных до глубоководных) возможности зарыбления которых нагуливающимися видами ограничены соображениями экологической и экономической целесообразности. В структуре зарыбляемых видов здесь доминируют хищные виды рыб

(преимущественно щука). Расчетные запасы по 14, ранее интенсивно облавливаемым, рыбопромысловым озерам Витебской обл. с преимущественно аборигенным составом ихтиофауны колеблются по категориям водоемов от 41,5 до 100,0 кг/га и по части водоемов снизились по сравнению с данными на начало 2000-х гг. на 10-22%. Аналогичная картина отмечена и по 6 рыбопромысловым озерам Минской области (в пределах 40,5-80,0 кг/га). В тоже время, средние показатели запаса по классифицируемым группам водоемов в целом возросли (табл.1).

Речной промысел сосредоточен преимущественно на р. Днепр и его притоках в пределах Гомельской и, отчасти, Брестской областей, тогда как в других областях промысловое рыболовство на водотоках ведут только для отлова мигрирующего угря. По ряду категорий рыбопромысловых водотоков за последний период также отмечено снижение величин промыслового запаса облавливаемого стада рыб (на 26-28%). Анализируя данные ведения промыслового рыболовства на реках, можно отметить, что для облавливаемых водотоков I категории, протекающих в долготном направлении (рр. Днепр, Сож, Березина) отмечено закономерное изменение рыбопродуктивности по участкам протекания (от верхних к нижним) [5], тогда как для р. Припять, протекающей в широтном направлении, этого в пределах Беларуси не отмечается. Возможно, последнее связано с условиями развития русловой части водотоков, что требует дополнительного осмысления.

На наш взгляд тенденция к изменению величин промыслового запаса рыбного стада по ряду категорий угодий связана не столько с изменением продукционных возможностей водоемов и водотоков, сколько с изменением структуры рыболовства и снижением показателей его интенсивности, закладываемых в расчеты. На снижении расчетных величин сказалась и переориентация промысла на пассивные орудия, вследствие чего часть рыбных ресурсов просто выпала из сферы промыслового рыболовства по причине селективности лова и снижения спроса на такую продукцию.

Заключение

В рыболовстве Республики Беларусь отмечена тенденция на сокращение числа юридических лиц, занятых в промысле рыбы из внутренних водоемов и к постепенному переходу к применению преимущественно селективных орудий лова. Сокращение площади и протяженности облавливаемых угодий при отмеченном изменении ассортимента применяемых орудий лова ведет к снижению интенсивности рыболовства и недоиспользованию имеющегося ресурса рыб. Последнее напрямую сказывается на расчетных величинах запаса облавливаемого стада рыб. Запасы рыбы колеблются во времени и по категориям водоемов, рост величин в ряде случаев определяется накоплением ихтиомассы нагуливаемых видов, снижение – комплексом причин, в том числе не связанных с рыболовством. Промысловый запас рыбного стада в водотоках в значительной мере зависит от морфометрических параметров данного вида угодий, что необходимо учитывать при планировании хозяйственного использования рыбопромысловых участков.

Список литературы

1. *Бабаян, В.К.* Предосторожный подход к управлению рыболовством /В.К.Бабаян //Рыбное хозяйство, -М.:1998. -№4. – С. 30-32.
2. *Костоусов, В.Г.* Состояние рыбного промысла в Республике Беларусь: ресурсная база, проблемы и задачи по увеличению эффективности / В.Г. Костоусов //Вопросы рыбного хозяйства. Беларуси: сб. науч. тр. /Ин-т рыб. хоз-ва НАН Беларуси. – Минск, 2005. - Вып. 21. – С. 68-73.
3. *Костоусов, В.Г.* Состояние промыслового рыболовства и мониторинг запасов рыб в рыболовных угодьях Беларуси/ В.Г.Костоусов// Вопросы рыбного хозяйства. Беларуси: сб.науч. тр./РУП «Институт рыбного хозяйства».- Минск, 2020.- В.36.- С. 132-145.

4. Правила ведения рыболовного хозяйства и рыболовства: Указ Президента Республики Беларусь от 08.12.2005 г. № 580 (в редакции указа Президента Республики Беларусь от 05.12.2013 г. № 551)//Национальный правовой интернет – портал Республики Беларусь [Электронный ресурс], 2013.- Режим доступа:<http://pravo.by>
5. Прищепов, Г.П. Состояние популяций рыб в Днепре в условиях антропогенного воздействия /Г.П.Прищепов, Г.П.Воронова //В сб. Проблемы воспроизводства аборигенных видов рыб, - Киев, 2005.-С.137-142.
6. Система рационального рыбохозяйственного использования водоемов Беларуси, предусматривающая оптимальное промышленное и любительское рыболовство: Справочное пособие / В.Г. Костоусов [и др.]; Акад. наук Республики Беларусь, БелрыбНИИпроект.- Минск: [б.и.], 1997.- 122 с.
7. Федоров, В.А. Методика оценки рыбных запасов озер Беларуси: определение оптимального коэффициента их промыслового использования на основе прироста рыбного стада / В.А. Федоров // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб.тр./БелНИИрыбпроект. – Минск, 1996. - Вып. 14. - С. 179-195.
8. Шибаев С. В. Основы промысловой ихтиологии/ С.В.Шибаев. -Калининград: изд. ФГОУ ВПО «КГТУ», 2006.- 319 с.

УДК 597.2/.5(282.255.474)

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ИХТИОФАУНЫ РЕКИ САРЫСУ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

В. Н. Крайнюк

Карагандинский опорный пункт Северного филиала НПЦ рыбного хозяйства

Аннотация. В статье приведены данные по современному состоянию ихтиофауны реки Сарысу в Центральном Казахстане. Всего за период с 2011 по 2021 годы были исследованы 7 отдельных водоемов и 4 участка в бассейне реки Сарысу. Всего автором было отмечено 19 видов, 5 из которых инвазивные. Были обнаружены следующие виды: карась серебряный, карась китайский, карась золотой, аральский сазан (а так же беспородный карп), туркестанский пескарь, лещ, жерех, язь туркестанский, елец киргизский, плотва аральская, красноперка, линь, пятнистый голец-губач, сом, щука, аральская колюшка, окунь обыкновенный, окунь балхашский и змееголов, принадлежащие 7 семействам. Не были обнаружены 2 вида: аральская шиповка и ерш. Состояние их популяций не известно. Судак, отмеченный в 50-х годах прошлого века был случайным элементом рыбного сообщества. За последние семьдесят лет сообщество рыб системы реки Сарысу претерпела достаточно сильные изменения. Особенно чрезвычайное беспокойство вызывает состояние популяций аборигенных золотого и серебряного карася на фоне агрессивной инвазии китайского карася. Дальнейшее зарыбление водоемов в сарысуйском бассейне рыбопосадочным материалом беспородного карпа несет в себе угрозу для существования природных популяций аральского сазана, обитающих на северной периферии ареала. Дальнейшее распространение змееголова по речной системе далее на север и восток может иметь большие непредсказуемые последствия для всего комплекса видов рыбного сообщества. Однако, сдерживание дальнейшей инвазии данного вида может произойти за счет усиления негативных для него гидроклиматических факторов.

Ключевые слова: Сарысу, река, ихтиофауна, видовое разнообразие

FISHES SPECIES DIVERSITY IN SARYSU RIVER WATERSHED AT THE MODERN STAGE

V. N. Krainyuk

Karaganda base of Northern branch of Fisheries Research and Production Center

Abstract. The article presents data on the current state of the fishes fauna of the Sarysu River in Central Kazakhstan. In total, for the period from 2011 to 2021, 7 separate reservoirs and 4 sites in the Sarysu river watershed were investigated. In total, author noted 19 species, 5 of which are invasive. The following species were found: prussian carp, goldfish, crussian carp, Aral carp (as well as outbred carp), Turkestan gudgeon, bream, asp, Turkestan ide, Kyrgyz dace, Aral roach, rudd, tench, spotted stone loach, catfish, pike, Aral stickleback, common perch, Balkhash perch and snakeheads belonging to 7 families. Two species were not found: Aral spiny loach and ruff. The state of their populations is not known. The pike-perch recorded in the 50's of the last century was an accidental element of the fish community. Over the past seventy years, the fish community of the Sarysu River system has undergone quite strong changes. Particularly alarming is the state of the populations of the aboriginal crussian carp and Prussian carp against background of the aggressive invasion of goldfish. Further stocking of water bodies in the Sarysu watershed with fish stock of outbred carp poses a threat to the existence of natural populations of Aral carp inhabiting the northern periphery of the area of habitat. Further distribution of the snakehead along the river system further to the north and east can have large unpredictable consequences for the entire complex of species of the fish community. However, the containment of further invasion of this species can occur due to the strengthening of negative hydroclimatic factors for it. **Key words:** Sarysu, river, fishes fauna, species diversity.

Прошло уже 60 лет со времени публикации В. И. Ерещенко результатов полномасштабных исследований реки Сарысу [7]. Данный водный бассейн редко привлекал внимание ихтиологов. До [7] рыбному населению реки была посвящены лишь работы Л. С. Берга [3], А. Л. Бенинга и Г. В. Никольского [1]. Часть информации приводилась попутно в обобщающих сводках, либо в публикациях, посвященных региональным ихтиофаунам [2, 4, 6-9, 11-16]. Современное состояние ихтиофауны с 50-х годов прошлого века не описывалось.

Нами в 2011 – 2021 годах в пределах Карагандинской области были обследованы: 7 дискретных водоемов – водохранилища Кенгирское, Бидаикское, озеро Коктенколь, плотины (пл.) Босага, Батык, Мухтар, Майкараган, 4 участка на р. Сарысу (Старый Туйемойнак, Каражарская сопка, «120 км», «180 км»), а так же реки Жаксы-Сарысу (с. Еркиндык), Жаман-Сарысу (пл. Шаншар-Балыкты) и Кара-Кенгир (рисунок).

Ниже приводимые сведения являются результатами данных работ и описывают состояние видового разнообразия бассейна реки Сарысу на настоящий момент.

Всего нашими исследованиями было зарегистрировано 19 видов рыб, относящихся к 7 семействам, в том числе – 5 инвазивных.

Китайский карась *Carassius auratus* (L., 1758). Данный вид в настоящее время полностью поглотил аборигенного серебряного карася. Его расселение связано с зарыблением «грязным» рыбопосадочным материалом карпа в рыбохозяйственные водоемы бассейна [10].

Серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) – сохранился в относительно изолированных водоемах сарысуйского бассейна. Нами был отмечен только в пл. Майкараган.

Золотой карась *Carassius carassius* (L., 1758) в р. Сарысу («180 км») и вдхр. Бидаикском очень редок. В пл. Майкараган – доминирующий вид.

Сазан (капп) *Cyprinus carpio* L., 1758. Аборигенный аральский сазан *C. s. aralensis* населяет русло рек Сарысу и Кенгир, оз. Коктенколь. Так же обитает в пл. Босага совместно с беспородным карпом. Последний был вселен во многие рыбохозяйственные водоемы. Нами отмечался в плотинах Босага, Майкараган, водохранилищах Бидаикском и Кенгирском. Для предотвращения генетического загрязнения было рекомендовано прекратить зарыбление водоемов бассейна карпом [10].

Туркестанский пескарь *Gobio gobio lepidolaemus* Kessler, 1872. Реофильный вид. В большом количестве обитает в реке Жаксы-Сарысу, так же отмечался и в пл. Босага. Вероятно, так же обитает по перекатам большинства рек системы Сарысу.

Лещ *Abramis brama* (L., 1758). В системе реки распространен от Старого Туйемойнака и до низовьев. Есть также в вдхр. Кенгирском.

Жерех *Aspius aspius* (L., 1758) – отлавливался только в самых низовьях уже за слиянием с Кенгиром. В среднем течении не отмечен.

Язь туркестанский *Leuciscus idus oxianus* Kessler, 1877 – наиболее широко распространенный вид в ихтиофауне Сарысу, не обнаружен только в пл. Майкараган.

Елец киргизский *Leuciscus leuciscus kirgisorum* Berg, 1912 зарегистрирован в уловах на реке Жаксы-Сарысу и в низовьях самой Сарысу («180 км»).

Плотва аральская *Rutilus rutilus aralensis* Berg, 1916. Достаточно широко распространена в бассейне Сарысу. Не отмечалась в плотинах Босага, Майкараган, Мухтар и в р. Жаксы-Сарысу.

Красноперка *Scardinius erythrophthalmus* (L., 1758) отмечается в верхней (вдхр. Бидаикское, р. Жаман-Сарысу) и в нижней (р. Сарысу, «180 км») части бассейна. Причем, в низовьях данный вид более обилен, чем плотва.

Линь *Tinca tinca* (L., 1758) – до недавнего времени достоверно известные места обитания в бассейне – плотины Батык и Майкараган. Данные популяции имеют, скорее всего, нуринское происхождение. С 2020 года стал встречаться в вдхр. Бидаикском, куда попал, вероятно, из пл. Батык.

Пятнистый голец *Triplophysa strauchi* (Kessler, 1874) – известен 1 экз. из пищевого комка щуки из оз. Коктенколь.

Сом *Silurus glanis* L., 1758 населяет низовья реки Сарысу, возможно, есть в р. Кара-Кенгир до нижнего бьефа вдхр. Кенгирского.

Щука *Esox lucius* L., 1758. Широко распространенный вид в ихтиофауне бассейна. Нет щуки в концевых водоемах и мелководных притоках: плотинах Батык, Босага, Майкараган, Мухтар и в р. Жаксы-Сарысу. В зимнем питании основную роль играют сазан и плотва [8].

Аральская колюшка *Pungitius platygaster aralensis* (Kessler, 1877) достоверно отмечается в реках Жаксы - и Жаман-Сарысу.

Окунь обыкновенный *Perca fluviatilis* L., 1758. Широко распространенный в бассейне вид. Нет его в плотинах Мухтар и Майкараган. Так же не отмечается в верховьях реки Жаксы-Сарысу у с. Еркиндык.

Окунь балхашский *Perca schrenkii* Kessler, 1874. Отмечается только в вдхр. Кенгирском, где образует гибриды с предыдущим видом. Пути и сроки его попадания в водоем не известны.

Змеёголов *Channa argus warpachowskii* Berg, 1909 к настоящему времени освоил биотопы нижнего течения Сарысу, реку Кенгир до вдхр. Кенгирского и само водохранилище. Вполне возможно обитание в среднем течении Сарысу, в частности – у Каражарской сопки.

Не отмечены в уловах 3 вида, указанных [7, 14] для бассейна реки Сарысу: аральская шиповка *Sabanejewia aurata aralensis* (Kessler, 1877), ёрш *Gymnocephalus cernuus* (L., 1758) и судак *Stizostedion lucioperca* (L., 1758). Первые два, со временем, возможно, будут обнаружены. А в случае судака ситуация более сложная. По опросным

данным, судак никогда не входил в состав ихтиофауны реки Сарысу. Вероятно, В. И. Ерещенко [7] стал свидетелем пульсации ареала обитания судака, распространившегося из Тиликольских озер, и впоследствии выпавшего из состава сарысуйской ихтиофауны. В настоящее время судака в бассейне р. Сарысу однозначно нет.

Не обнаружены приведенные [9] по фондовым источникам голавль *Squalius cephalus* (L., 1758) и берш *Sander volgensis* (Gmelin, 1789). Нет данных о натурализации дальневосточных растительноядных.

Таким образом, ихтиофауна реки Сарысу за последние 70 лет претерпела определенные изменения. Вызывает беспокойство существование аборигенных карасей на фоне экспансии китайского карася. Так же вселение беспородного карпа может серьезно сказаться на генетической структуре аборигенного аральского сазана. Инвазия змееголова может иметь серьезные последствия для всего видового комплекса. Однако, есть определенные надежды, что гидроклиматические факторы будут сдерживать его дальнейшее распространение и наращивание численности.

Список литературы

1. Бенинг А. Л., Никольский Г. В. Материалы по рыбному хозяйству озер низовье Сарысу. // Тр. Аральск. отд. ВНИМОРХ, – 1933, –т. 2., –С. 103 – 148.
2. Берг Л. С. Рыбы Туркестана // Изв. Туркест. отд. ИРГО, –1905, –т. 4: Научн. результ. Аральск. экспед. –С- Петербург, Тип. И. Гольдберга, –261 с.
3. Берг Л. С. О рыбах рек Сары-Су и Нуры в Акмолинской области.// Ежегодн. Зоол. муз. ИАН, –1912, –т. 17, –№ 1, –С. 53 – 55.
4. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. –Т. 1, –М.-Л.: Изд. АН СССР, –1948. –С 1 - 468.
5. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. –Т. 2, –М.-Л. : Изд. АН СССР, –1949. –С 469-926.
6. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. –Т. 3, –М.-Л. : Изд. АН СССР, –1949. –С 927-1382.
7. Ерещенко В. И. Ихтиофауна бассейна реки Сарысу // Сборн. работ по ихтиол. и гидробиол. –Алма-Ата: Изд. АН КазССР, –1959, –Вып. 2, –С. 94-123.
8. Иванов К. П., Крайнюк В. Н. Питание щуки *Esox lucius* L., 1758 в подледный период в водоемах Центрального Казахстана.// Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: Матер. VIII Научно-практ. конфер. мол. учен. – Москва: ВНИРО, – 2020, –С. 63-65.
9. Крайнюк В. Н. Аннотированный список рыб (Actinopterygii) Карагандинской области с комментариями по их распространению и систематике // Вестник КарГУ им. Е. А. Букетова, серия: Биология, география и медицина, –2011. –№ 3. –С 47-56.
10. Крайнюк В. Н. Сохранение видового разнообразия рыб в Карагандинской области.// Вопросы рыбного хозяйства Беларуси, –Минск: Беларуская навука, –2018, – Вып. 34, – С. 259-260.
11. Митрофанов В.П., Дукравец Г.М., Песериди Н.Е. и др. Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука, –1986. – Т. 1. – 272 с.
12. Митрофанов В. П., Дукравец Г. М., Сидорова А.Ф. и др. Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука. –1987. –Т. 2. –200 с.
13. Митрофанов В. П., Дукравец Г. М., Мельников В. А. Баимбетов А. А. и др., Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука. –1988. –Т. 3. –304 с.
14. Митрофанов В. П., Дукравец Г. М. и др., Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Наука. – 1989. –Т. 4. –312 с.
15. Митрофанов В. П., Дукравец Г. М., Сидорова А. Ф. и др. Рыбы Казахстана. – Алматы: Гылым, –1992. – Т. 5. – 464 с.
16. Никольский Г. В. Рыбы Аральского моря –М.: Моск. об-во испыт. природы, Нов. серия, отд. Зоологии. –Вып. 1 (XVI), –1940, – 216 с.

РЕЗОРБЦИЯ ЧЕШУИ ЧЕРНОМОРСКОЙ СКОРПЕНЫ ИЗ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМА

Н.С. Кузьмина^{1,2}, **С.С. Огарь**², **А.В. Завьялов**¹, **Н.Г. Волков**¹

¹ФИЦ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, г. Севастополь

²ГБОУ ДО Севастопольский центр эколого-натуралистического творчества

учащейся молодежи, г. Севастополь

E-mail: kunast@rambler.ru

Аннотация. В данном исследовании продолжена работа по анализу резорбции чешуи прибрежных видов рыб. Ранее было установлено, что чешуя султанки, морского карася и спикары, несмотря на высокую подвижность, имеет нарушенную структуру у особей, отловленных в бухтах с высоким уровнем загрязнения. При характеристике межгодовых изменений биологических параметров данных представителей ихтиофауны повышение резорбции чешуи (РЧ) «совпадает» со снижением основных популяционных параметров рыб, а также повышенной концентрацией отдельных токсикантов в воде и грунтах некоторых видов черноморских рыб, что говорит о информативности данного анализа как биоиндикационной работы. Цель исследования: оценить поврежденность чешуи с уровнем комплексного загрязнения бухт г. Севастополя и г. Феодосии у черноморской скорпены. Установлено, что у самок и самцов скорпены достоверных отличий в величинах РЧ нет. Прослеживается тенденция увеличения РЧ у ерша разного (но не близкого) возраста. РЧ *Scorpaena porcus* в возрасте 5-6 лет была достоверно ниже у рыб из бухт Стрелецкой, Казачьей и Балаклавской (близкие величины РЧ у рыб из данных бухт) по сравнению с акваториями б. Карантинная, Круглая (Севастополь) и районом Феодосии. У 7-8 летних рыб аналогичная закономерность показана для Стрелецкой и Казачьей по сравнению с остальными изученными акваториями. У представителей этой группы из относительно чистых районов – б. Балаклавской и Феодосии РЧ имеет максимальные значения. Можно предположить, что с учетом линьки, нарушение рисунка склеритов происходит на 11 – 14 % за несколько месяцев.

Ключевые слова: морской ерш, бухты Крыма, резорбция чешуи.

SCALE'S RESORPTION OF THE BLACK SEA SCORPION FISH FROM THE COASTAL ZONE OF THE CRIMEA

N.S. Kuzminova^{1,2}, **S.S. Ogar**², **A.V. Zavyalov**¹, **N.G. Volkov**¹

¹ A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Russian Academy of Sciences, Sevastopol, Russia

² Environmentally-Educational Student Centre, Sevastopol Russia

E-mail: kunast@rambler.ru

Abstract. The work on the analysis of resorption of scales of coastal fish species is continued in this study. It was previously obtained that the scales of the red mullet, high body piscardel, sea bream, despite their high mobility, have a disturbed structure in individuals caught in bays with a high level of pollution. When characterizing interannual changes in biological parameters of these species of ichthyofauna, an increase in scale resorption (RS) "coincides" with a decrease in the main population parameters of fish, as well as an increased concentration of certain toxicants in water and soils of some species of Black Sea fish, which indicates the informative value of this analysis as a bioindication work. Purpose of the study:

to assess the damage to scales at the different level of complex pollution of the bays of Sevastopol and Feodosia in the Black Sea scorpion fish. It was found that in females and males of scorpion fish there are no significant differences in RS values. There is a tendency to an increase in RS frequency in individuals of different (but not close) ages. The RS of *Scorpaena porcus* at the age of 5-6 years old was significantly lower in fish from Streletskaya, Kazachya and Balaklavskaya bays (similar RS values in fish from these bays) compared to the waters of Karantinnaya, Kruglaya (Sevastopol) and the area of Feodosia. In 7-8 years old fish, a similar pattern is shown for Streletskaya and Kazachya in comparison with the others of the water areas studied. Individuals of this group from relatively clean bays - Balaklavskaya and Feodosia- RS had maximum values. It can be assumed that, taking into account molting, the sclerites pattern is disturbed by 11-14% in a few months.

Keywords: scorpion fish, Crimean bays, resorption of scales.

Чешуйный покров рыб выполняет важные функции: защита мышц, тела, внутренних органов от внешних паразитов и возбудителей, улучшение гидродинамических способностей рыбы, придача телу обтекаемости, протекция внутренних органов от давления воды. У некоторых рыб чешуя – способ защиты и от зубов хищника. Чешуйный покров представляет собой костные или хрящевые образования, находящиеся в коже рыбы, и наполовину состоящие из органических веществ. Неорганическими составляющими этого наружного скелета являются фосфат кальция, карбонаты кальция и натрия, фосфат магния; имеются в чешуе и микроминералы [6]. Как было установлено нами ранее, чешуя некоторых видов черноморских рыб является информативным материалом для биоиндикационных работ. Так, на примере султанки, морского карася и спикары было установлено, что, несмотря на высокую подвижность указанных видов, нарушение рисунка чешуи – то есть стертость склеритов – происходит у особей, отловленных в бухтах с высоким уровнем загрязнения [5]. Кроме того, при характеристике межгодовых изменений биологических параметров данных представителей ихтиофауны повышение резорбции чешуи (РЧ) «совпадает» со снижением основных популяционных параметров рыб, а также повышенной концентрацией отдельных токсикантов в воде и грунтах [1].

В данной работе представлялось интересным оценить изменения РЧ у донного, не совершающего больших перемещений, представителя черноморской ихтиофауны с целью оценки связи поврежденности чешуйного покрова с уровнем комплексного загрязнения бухт г. Севастополя и г. Феодосии.

Материалы и методы

Оценку процента резорбции чешуи черноморского ерша *Scorpaena porcus* L. проводили на особях, отловленных в бухтах г. Севастополя (б. Карантинная, б. Круглая, б. Балаклавская, б. Стрелецкая, б. Казачья), а также в акваториях г. Феодосии (вблизи Карадага – Коктебельский залив, вблизи поселка Орджоникидзе - бухта Провато) с помощью донных ставников и сетей в 2021 г. Биологический анализ рыб проводили по методам, описанным ранее [4]. Возраст скорпены определяли по отолитам. Степень резорбции чешуи была определена для боковой поверхности тела рыб. Расчёт процента резорбции проведён по формуле:

$$N_{\text{рез.}} \cdot 100\% / N_{\text{общ.}} [\%],$$

где N рез. – количество повреждённых чешуй (на 50% и более от всего объёма чешуи), а N общее – количество всех просмотренных с боковой поверхности чешуй.

Результаты морфофизиологического анализа обрабатывали статистически по Г.Ф. Лакину (1973) [3]. Сравнение параметра резорбции чешуи проводили для особей из разных бухт, отличающихся уровнем загрязнения, используя t – критерий Стьюдента. Все расчёты проводили с помощью стандартной программы «EXCEL».

Результаты и обсуждение

Первоначально мы оценили РЧ у самок и самцов скорпены разного возраста (рис. 1). В бухтах Стрелецкой и Балаклавской было наибольшее количество особей, поэтому на примере этих акваторий было показано, что в большинстве случаев достоверных отличий между самками и самцами нет. Прослеживается тенденция увеличения РЧ у ерша разного (но не близкого) возраста.

В связи с этим, далее, для определения «отклика» наружного скелета на условия обитания, массив данных был разделен только по возрасту и сосредоточен на двух возрастных группах (рис. 2).

Отмечено, что РЧ *Scorpaena porcus* в возрасте 5-6 лет была достоверно ниже у рыб из б. Стрелецкой, Казачьей и Балаклавской (близкие величины РЧ у рыб из данных бухт) по сравнению с акваториями б. Карантинная, Круглая (Севастополь) и районом Феодосии. У 7-8 летних рыб аналогичная закономерность установлена для Стрелецкой и Казачьей по сравнению с остальными изученными акваториями. Можно отметить, что у представителей этой группы из относительно чистых районов – б. Балаклавской и Феодосии РЧ имеет максимальные значения.

Вместе с тем, из рис. 1 и рис. 2 видно, что у всех проанализированных рыб величины поврежденности рисунка чешуи не превышают в среднем 14,6 % (8 лет, б. Балаклавская), что говорит об удовлетворительном состоянии наружного скелета скорпены во всех акваториях.

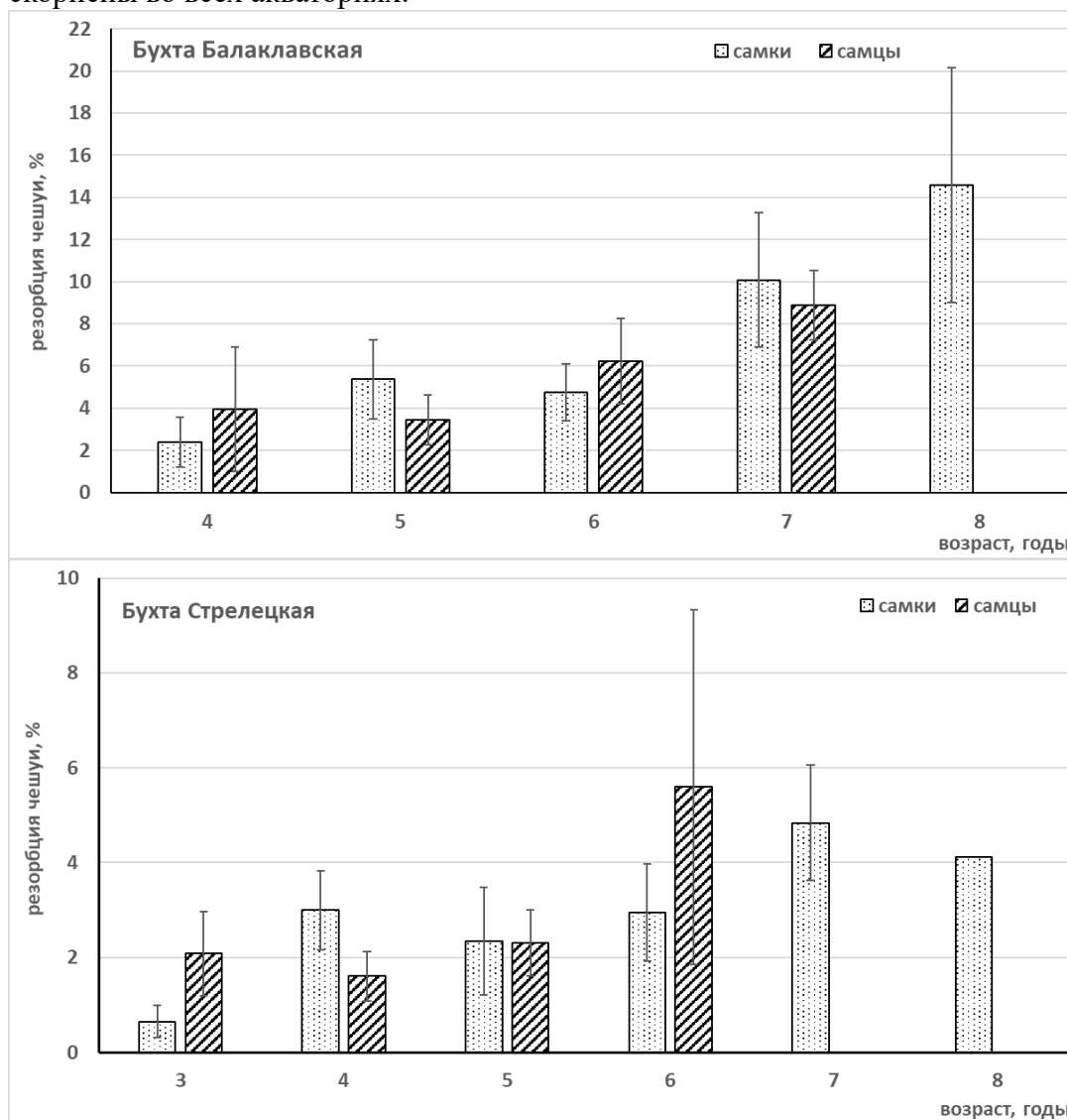


Рис. 1. Половые отличия резорбции чешуи черноморской скорпены

Очень важной физиологической особенностью исследованного вида является линька. Известно, что этот процесс происходит (в аквариумных условиях) с частотой 28 – 33 дня [2]. Трудно сказать, в какой степени разрушается в последующем слое рисунок чешуи. Видимо, в целом, можно предположить, в течение нескольких месяцев происходит разрушение склеритов до уровня примерно 11 – 14 %.

Значит, несмотря на то, что морской ерш является оседлым видом, РЧ у него не может отражать хроническое воздействие условий обитания, а скорее характеризует текущий физиологический статус, однако это требует дальнейшего подтверждения.

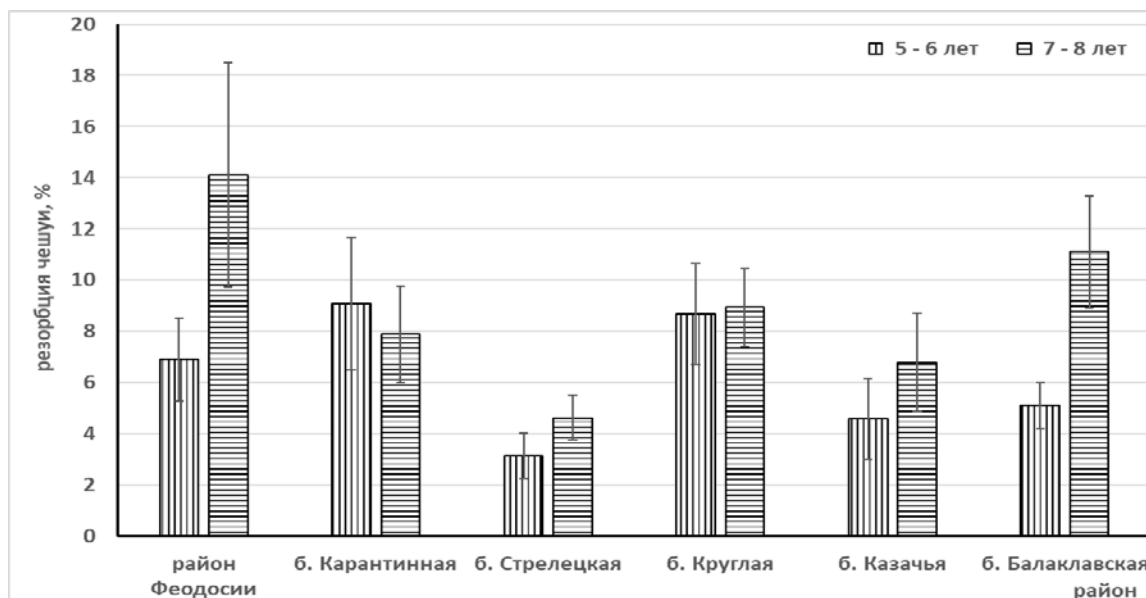


Рис. 2. Резорбции чешуи черноморской скорпены из прибрежной зоны Крыма

Работа выполнена по теме № 121031500515-8 «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем».

Список литературы

1. Кузьмина, Н.С. Межгодовые колебания основных популяционных и морфофизиологических параметров султанки и ее объектов питания в прибрежной зоне города Севастополя / Н.С. Кузьмина, С.В. Алемов, Т.В. Витер, В.И. Новосельский // Экосистемы. – 2019. – 20. – С. 117–124.
2. Виноградова, З.А. О явлении линьки у некоторых рыб Черного моря / З.А. Виноградова // Тр. Карадагской биол. станции. – 1950. – 9. – С. 70–80.
3. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М: Высш. школа, 1973. – 343 с.
4. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. – М.: Пищ. пром., 1966. – 376 с.
5. Экотоксикологические исследования прибрежной черноморской ихтиофауны в районе Севастополя. – М.: ГЕОС, 2016. – 360 с.
6. <http://www.aqualover.ru/fauna/fish-scales-structure-types-fish-passport.html>

СОСТОЯНИЕ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ (*Carassius gibelio*) В ОЗЕРЕ ЖУКЕЙ

Ж. Куржыкаев

Северный филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», г.Нур-

Султан, Казахстан

E-mail: kurjykaev@mail.ru

Аннотация. В данной статье приводятся результаты научных исследований современного состояния серебряного карася (*Carassius gibelio*) в озере Жукей. Озеро Жукей входит в состав государственного национального природного парка «Бурабай». Расположено данное озеро в 9 км юго-восточнее села Котырколь, Енбекшильдерского района, Акмолинской области. Научные исследования были проведены в 2019-2020 годах. Возрастной ряд в уловах 2019-2020 годов колебался от 2+ до 8+. Удельный вес в уловах за 2019 год составил 23,4 % возрастного ряда 3+, а в 2020 году 29,9% возрастного ряда 2+ соответственно. Средние промыслово-биологические показатели в течении последних двух лет менялись разнонаправленно. Биологические показатели серебряного карася (*Carassius gibelio*) колебались в пределах нормы. В 2019 году средняя длина серебряного карася составила 21,3см, а средняя масса 330 г, с упитанностью по Фультону 2,89, а в 2020 году средняя длина серебряного карася составила 18,5см, а средняя масса 296 г, с упитанностью по Фультону 3,44, где наблюдается незначительное понижение показателей длины и массы в 2020 году. Популяция серебряного карася (*Carassius gibelio*) озера Жукей является типично гиногенетической, здесь самцы отсутствуют совсем. Плодовитость серебряного карася в озере Жукей вполне удовлетворительная, где в среднем абсолютная индивидуальная плодовитость в 2020 году составила 89,2 тысяч икры. По результатам проведенных исследований состояние популяции серебряного карася (*Carassius gibelio*) в озере Жукей оценивается, как стабильное.

Ключевые слова: озеро Жукей, биологические показатели, упитанность, ГНПП «Бурабай», возрастной ряд

THE CONDITION OF THE GOLDFISH (*Carassius gibelio*) IN THE LAKE ZHUKEY

Zh. Kurzhykayev

Northern Branch of the LLP «Fisheries Research and Production Center», Nur-Sultan,

Kazakhstan

E-mail: kurjykaev@mail.ru

Abstract. This article presents the results of scientific research on the current state of the goldfish (*Carassius gibelio*) in Lake Zhukey. Lake Zhukey is a part of the state National natural Park "Burabay". This lake is located 9 km southeast of the village of Kotyrkol, Enbekshildersky district, Akmola region. Scientific research was conducted in 2019-2020. The age range in the catches of 2019-2020 ranged from 2+ to 8+. The specific weight in catches for 2019 was 23.4% of the 3+ age range, and in 2020 29.9% of the 2+ age range, respectively. The average commercial and biological indicators have changed in different directions over the past two years. The biological parameters of the goldfish (*Carassius gibelio*) fluctuated within the normal range. In 2019, the average length of the goldfish was 21.3 cm, and the average weight of 330 g, with a Fulton fatness of 2.89, and in 2020, the average length of the goldfish was 18.5 cm, and the average weight of 296 g, with a Fulton fatness of 3.44, where there is a slight decrease in length and weight in 2020. The population of the goldfish (*Carassius gibelio*) of Lake Zhukey is typically gynogenetic, there are no

males at all. The fecundity of goldfish in Lake Zhukey is quite satisfactory, where on average the absolute individual fecundity in 2020 amounted to 89.2 thousand caviar. According to the results of the conducted studies, the state of the population of the goldfish (*Carassius gibelio*) in Lake Zhukey is assessed as stable.

Keywords: Lake Zhukey, biological indicators, fatness, SNNP "Burabay", age range.

Озеро Жукей расположено в 9 км юго-восточнее села Котырколь, Енбекшильдерского района, Акмолинской области. Входит в состав государственного национального природного парка «Бурабай». Водоем находится на высоте 377 метров над уровнем моря. Водосборная площадь представлена всхолмленной равниной, покрытой степным разнотравьем. Вокруг озера растут хвойные деревья. С северной стороны в озеро впадает небольшая речка Сарымсақты. Форма озера – округлая, котловина хорошо выражена и позволяет поднять уровень водоема. Берега песчаные, пологие со значительным уклоном к урезу воды.

Целью научных исследований являлось изучить состояние серебряного карася в озере Жукей.

Научные исследования были проведены в 2019-2020 годах. Для изучения ихтиофауны проводился отлов рыбы жаберными сетями с ячейей от 20 до 70 мм. Обработка материала проводилась как на месте, так и в лабораторных условиях. Согласно руководствам [1-3]: определялась видовая принадлежность рыб, подсчитывалась численность (по видам), измерялась длина без хвостового плавника и масса тела (Q и q), пол и стадия зрелости [4]. Для работы в лабораторных условиях пробы были этикетированы и зафиксированы 10 % раствором формалина. Возраст рыб определяется по чешуе и жаберным крышкам согласно руководствам [5]. Названия таксономических единиц рыб приводились по сводке «Рыбы Казахстана» [1-3].

Серебряный карась (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) является одним из основных видов озера Жукей. Биологические показатели серебряного карася в озере Жукей колебались в пределах нормы (таблица 1).

Таблица 1 - Биологическая характеристика серебряного карася

Возраст	Длина, см (мин-макс)	Средняя длина, см	Масса, г (мин-макс)	Средняя масса, г	Количество экз.	%
2+	9,1-14,0	11,4	21-84	49	41	29,9
3+	14,9-18,5	16,1	108-225	144	28	20,4
4+	19,5-21,6	20,7	234-376	313	19	13,9
5+	21,9-23,8	23,0	305-568	439	18	13,1
6+	24,1-26,2	25,0	434-867	594	22	16,1
7+	26,5-27,9	27,1	706-780	733	5	3,6
8+	30,3-31,4	30,9	904-1119	995	4	2,9

Средние промыслово-биологические показатели в течении последних двух лет менялись разнонаправлено (таблица 2).

Таблица 2 - Средние промыслово-биологические показатели серебряного карася

Год	Средняя длина, см	Средняя масса, г	Упитанность по Фултону	Средний возраст
2019	21,3	330	2,89	4,0
2020	18,5	296	3,44	3,9

В таблице приведены средние биологические показатели серебряного карася за 2019-2020 годы, где наблюдается незначительное понижение показателей длины и массы в 2020 году.

Возрастной ряд в уловах 2019-2020 годов колебался от 2+ до 8+ (рисунок 1).

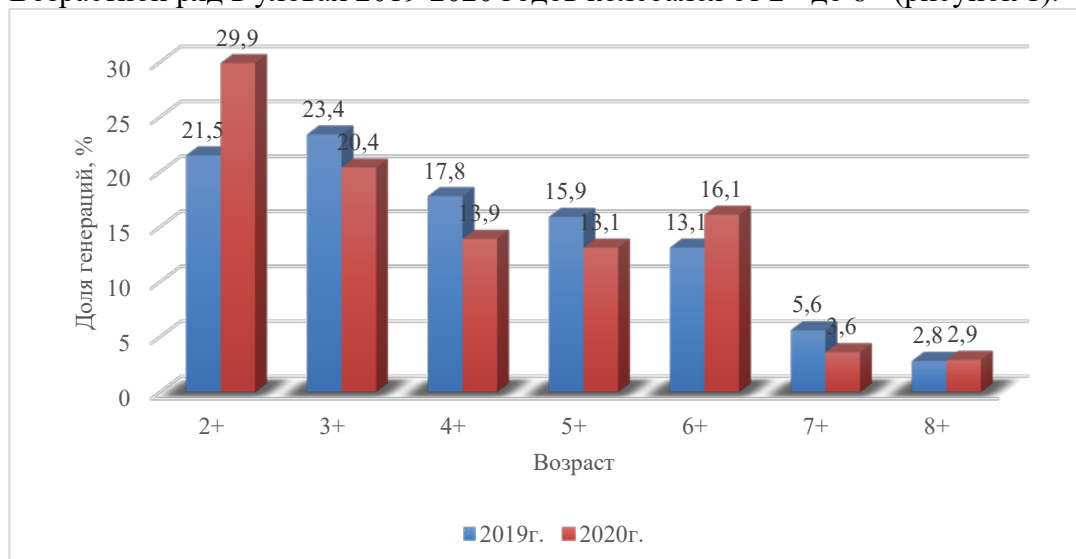


Рис.1. Распределение долей (%) генераций в популяциях серебряного карася

Удельный вес в уловах за 2019 год составил 23,4% возрастного ряда 3+, а в 2020 году 29,9% возрастного ряда 2+ соответственно.

Популяция серебряного карася озера Жукей является типично гиногенетической, здесь самцы отсутствуют совсем. Плодовитость серебряного карася в озере Жукей вполне удовлетворительная (таблица 3).

Таблица 3 - Плодовитость карасей, тыс. икры

Год нереста	АИП по генерациям							АИП средняя
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	
2020	3,8	19,5	40,4	78,3	156,5	388,1	713,4	89,2

Для успешного воспроизводства и стабилизации популяционной структуры серебряного карася рекомендуется осуществить умеренное изъятие особей из популяции. По результатам проведенных исследований популяция серебряного карася в озере Жукей оценивается, как стабильное.

Список литературы

1. Митрофанов, В.П. Рыбы Казахстана: в 5-ти т. /В.П. Митрофанов, Г.М. Дукравец. - Алма-Ата: Наука, 1987. - Т.2. - 200 с.
2. Митрофанов, В.П. Рыбы Казахстана: в 5 т. /В.П. Митрофанов, Г.М. Дукравец и др. - Алма-Ата: Наука, 1988. – Т.3. – 304 с.
3. Митрофанов, В.П. Рыбы Казахстана: в 5 т. /В.П. Митрофанов, Г.М. Дукравец и др. - Алма-Ата: Наука, 1989. - Т.4. - 312 с.
4. Сыздыков, К.Н. Научные исследования в рыбоводстве /К.Н. Сыздыков, А.С. Асылбекова, Г.А. Аубакирова, Ж.Б. Куанчалеес, Э.Б. Марленов. – Нур-Султан: Изд-во Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина, 2019. - 202 с.
5. Чугунова, Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб /Н.И. Чугунова. - М.: Издательство Академии наук СССР, 1959. - 165 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАПАСОВ РЕЧНОГО РАКА МЕТОДОМ ПРЯМОГО УЧЕТА В НЕКОТОРЫХ ОЗЕРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

А. Ю. Лукерин, С. А. Осипов

Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), Барнаул, Россия,
altainiro@vniro.ru

Аннотация. В работе приведены материалы исследования запасов речного рака в озерах Алтайского края методом прямого учета. Изучение раков, как объектов рыболовства в Алтайском крае начаты с 2008 года. По данным промысловой статистики вылов рака значительно сократился после вспышки рачьей чумы. В настоящее время раки сформировали промысловые популяции в трех озерах региона. Сопоставление морфологических параметров с данными прошлых лет свидетельствует о восстановлении популяций до прежнего уровня. Популяция раков в озере Мостовое в 2021 году имела наибольшие значения средней массы за весь период исследований. В озерах Горько-Перешеечное и Большой Уткуль размерно-массовые параметры были ниже среднеемноголетних значений. Половая структура популяций указывает на преобладание самцов во всех исследованных водоемах. Применение раколовок в различных частях водоемов показало неравномерность распределения раков по акватории. Наибольший суточный улов со станции отмечен на озере Большой Уткуль – 43 экз. Наименьший суточный улов со станции характерен для озера Горько-Перешеечное – 8 экз. Плотность популяции в озерах Мостовое и Большой Уткуль имеет схожие значения. Наименьшая плотность раков отмечена в озере Горько-Перешеечное. Промысловый запас раков колеблется от 13 т в озере Большой Уткуль до 111 т в озере Мостовое. Для повышения продуктивности раков на водоемах рекомендован щадящий режим рыболовства с применением пассивных орудий лова.

Ключевые слова: речные раки; промысловый запас; метод прямого учета; рачья чума; прогнозирование.

ASSESSMENT OF THE STATE OF RIVER CRAYFISH RESERVES BY DIRECT ACCOUNTING IN SOME LAKES OF THE ALTAI TERRITORY

A.Yu. Lukerin, S.A. Osipov

Altai Branch of «VNIRO» («AltaiNIRO»), Barnaul, Russia,
altainiro@vniro.ru

Abstract. The paper presents the materials of the study of the stocks of river crayfish in the lakes of the Altai Territory by the method of direct accounting. The study of crayfish as objects of fishing in the Altai Territory began in 2008. According to commercial statistics, the catch of river crayfish has significantly decreased after the outbreak of the crayfish plague. Currently, crayfish have formed commercial populations in three lakes of the region. The population of crayfish in Mostovoye Lake in 2021 had the highest values of average weight for the entire period of research. In the lakes Gorko-Pereshechnoe and Bolshoy Utkul, the size and mass parameters were lower than the long-term average values. The sexual structure is dominated by males in all the studied lakes. The largest daily catch from the station was recorded on Bolshoy Utkul Lake – 43 pieces, the smallest daily catch was in Lake Gorko-Pereshechnoe – 8 pieces. The commercial stock of crayfish ranges from 13 tons in Bolshoy Utkul Lake to 111 tons in Mostovoye Lake. To increase the productivity of crayfish in reservoirs, a gentle fishing regime with the use of passive fishing gear is recommended.

Key words: river crayfish; commercial stock; direct accounting method; crayfish plague; forecasting.

Одной из основных проблем оценки запасов водных биоресурсов в малых озерах является отсутствие полноты научных наблюдений и качественной промысловой статистики. Высокая вероятность возникновения критических условий (заморные явления, вспышки эпизоотий, ННН-промысел) не позволяет применять модельные методы долгосрочного прогнозирования. В связи с этим возникает необходимость определения состояния популяции и оценки промыслового запаса в период, предшествующий году промысла, с применением методов прямого учета. Целью данной работы являлось провести оценку состояния популяции речного рака и оценку его запасов для разработки рекомендаций к ведению промысла в основных промысловых водоемах Алтайского края. В качестве метода оценки применен площадной метод прямого учета с применением пассивных орудий лова.

Материал и методы

Материалом для настоящей работы послужили данные натурных исследований состояния популяции речных раков в основных промысловых озерах Алтайского края: Мостовое Завьяловского района, Горько-Перешеечное Егорьевского района, Большой Уткуль Троицкого района. Помимо актуального биологического материала, при написании статьи использованы архивные данные Алтайского филиала ФГБНУ «ВНИРО» и данные официальной промысловой статистики.

Сбор биологического материала на водоемах осуществлялся в летний период 2021 года. Для вылова речного рака использовались раколовки закрытого типа («гармошки») в количестве 10 штук, установленные попарно в различных частях водоемов (рис. 1). Длина каждой раколовки составляла 3,0 м. Раколовки состояли из 10 секций с одним входом на каждой и общим накопительным пространством. Шаг ячеей в полотне составлял 32 мм. В качестве приманки использована свежемороженая рыба.

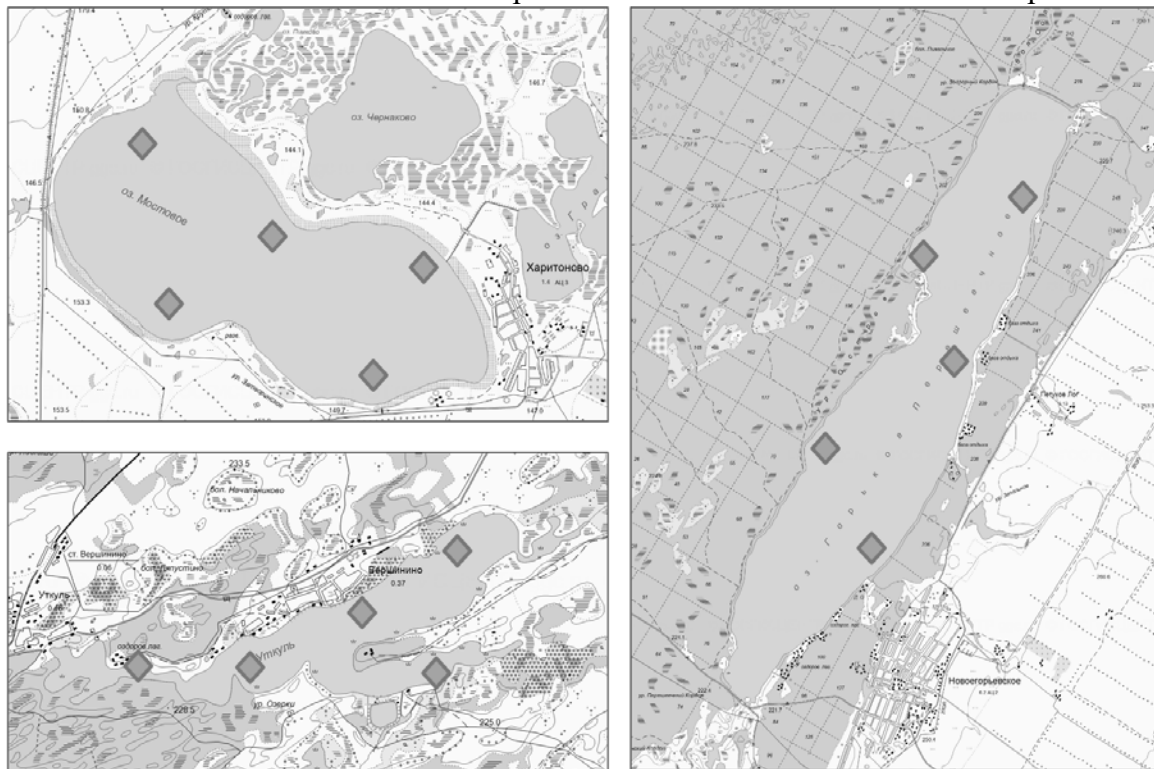


Рис. 1. Схема установки раколовки на промысловых озерах Мостовое, Горько-Перешеечное, Большой Уткуль в августе 2021 г.

Всего в ходе исследований собрано и обработано 374 экземпляра раков, в том числе:

- озеро Мостовое – 83 экз. самцов и 60 экз. самок;

- озеро Горько-Перешеечное – 48 экз. самцов и 41 экз. самок;
- озеро Большой Уткуль – 80 экз. самцов и 62 экз. самок.

Численность популяции раков рассчитывалась по методу площадей [3]. Для расчета численности улавливаемой части популяции раков использовалась следующая формула:

$$N_{\text{улавл.}} = \frac{Y * S_{\text{пол.}}}{S_i * K_{\text{улов}}}$$

где, $N_{\text{улавл.}}$ – численность улавливаемой части популяции раков, экз.;
 Y – средний улов на одно промысловое усилие, экз./раколовка*час;
 $S_{\text{пол.}}$ – полезная площадь для обитания раков;
 S_i – площадь облова орудия лова.

$K_{\text{улов.}}$ – коэффициент уловистости (для стандартных раколовки в промысловых водоемах колеблется от 0,1 до 0,7; для озер принят равным 0,504).

По литературным данным раки за сутки совершают миграции до 25 м [4]. При этом, поиск пищи осуществляется на расстоянии преимущественно 1-3 м от укрытия. Таким образом, площадь облова раколовки рассчитана как круг радиусом 3,0 м и составляет 28,26 м²;

В ходе многолетних наблюдений установлено, что во всех трех водоемах раки встречаются на всей площади, в связи с чем, полезная площадь озер принята равной общей площади водного зеркала. Площади водоемов для проведения расчетов взяты из фондовых материалов Алтайского филиала ФГБНУ «ВНИРО» [1].

Результаты и их обсуждение

При изучении популяции речного рака в озерах Алтайского края установлено, что объект исследования относится к роду *Pontastacus* (*Astacus*), виду *P. (A.) leptodactylus* Eschscholtz [2, 5, 6]. Исследования состояния запаса раков в регионе начаты в 2008 году. Натурные исследования биоресурса проводились нерегулярно и на различных водоемах (табл. 1).

Таблица 1

Периодичность проведения исследования популяции речного рака в основных промысловых озерах Алтайского края

Наименование водного объекта	Периоды проведения исследований
оз. Мостовое Завьяловского района	2008 – 2016, 2018, 2021 гг.
оз. Горько-Перешеечное Егорьевского района	2008 – 2011, 2014, 2021 гг.
оз. Большой Уткуль Троицкого района	2010 – 2013, 2014, 2021 гг.

Анализ данных промысловой статистики с 2010 года показал значительное варьирование водных объектов, на которых осуществлялся промысел. Суммарная площадь охваченных промыслом водоемов, за исключением лет с отсутствием промысла, колебалась от 37,4 (2014 г.) до 148,4 (2010 г) км². Наиболее регулярный вылов речного рака осуществлялся на озере Мостовое Завьяловского района.

С 2014 года в озерах Алтайского края Управлением ветеринарии зарегистрировано распространение рачьей чумы, сначала на озерах Песчаное, Малое Топольное и Чернаково, после на озере Мостовое, что негативно отразилось на величине запаса. В связи с резким сокращением численности раков и их низкой жизнеспособностью в период с 2017 по 2018 год промышленный вылов рака в озерах Алтайского края не осуществлялся.

В настоящее время промысловые популяции речного рака достоверно установлены в озерах Мостовое, Горько-Перешеечное и Большой Уткуль.

Сравнительный анализ популяционных характеристик речного рака в озере Мостовое Завьяловского района с материалами прошлых лет показал, что к 2021 году размерно-массовые показатели раков имеют тенденцию к увеличению, а соотношение полов приближается к равновесному (рис. 2).

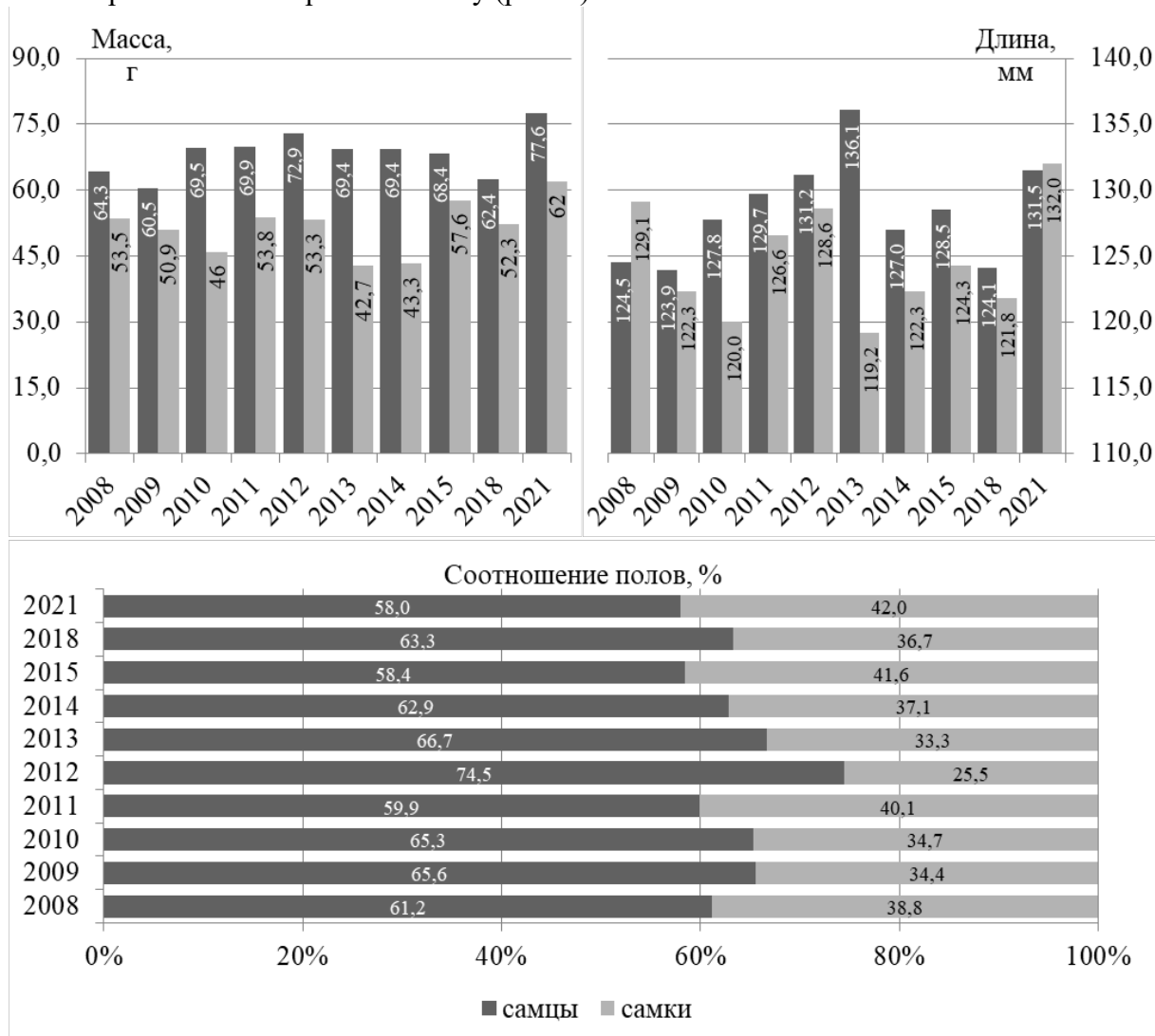


Рис. 2. Динамика основных характеристик популяции речного рака в озере Мостовое, 2008–2021 гг.

В связи с этим можно сделать вывод, что популяция речного рака в озере Мостовое полностью восстановилась после резкого сокращения численности в 2014–2015 гг., вызванного распространением рачьей чумы.

Изучение рака в озере Горько-Перешеечное не осуществлялось длительное время в связи с нахождением озера в статусе рыбоводного участка. По данной же причине отсутствуют данные промысловой статистики. С 2020 года водоем вновь переведен в статус рыболовного участка.

По данным натурных исследований в летний период 2021 года популяция речного рака в озере Горько-Перешеечное имеет немного более низкие показатели средних длины и массы по сравнению с исследованиями прошлых лет (рис. 3). Соотношение полов в 2021 году приближается 1:1, однако в отдельные годы исследования можно наблюдать значительное преобладание самцов.

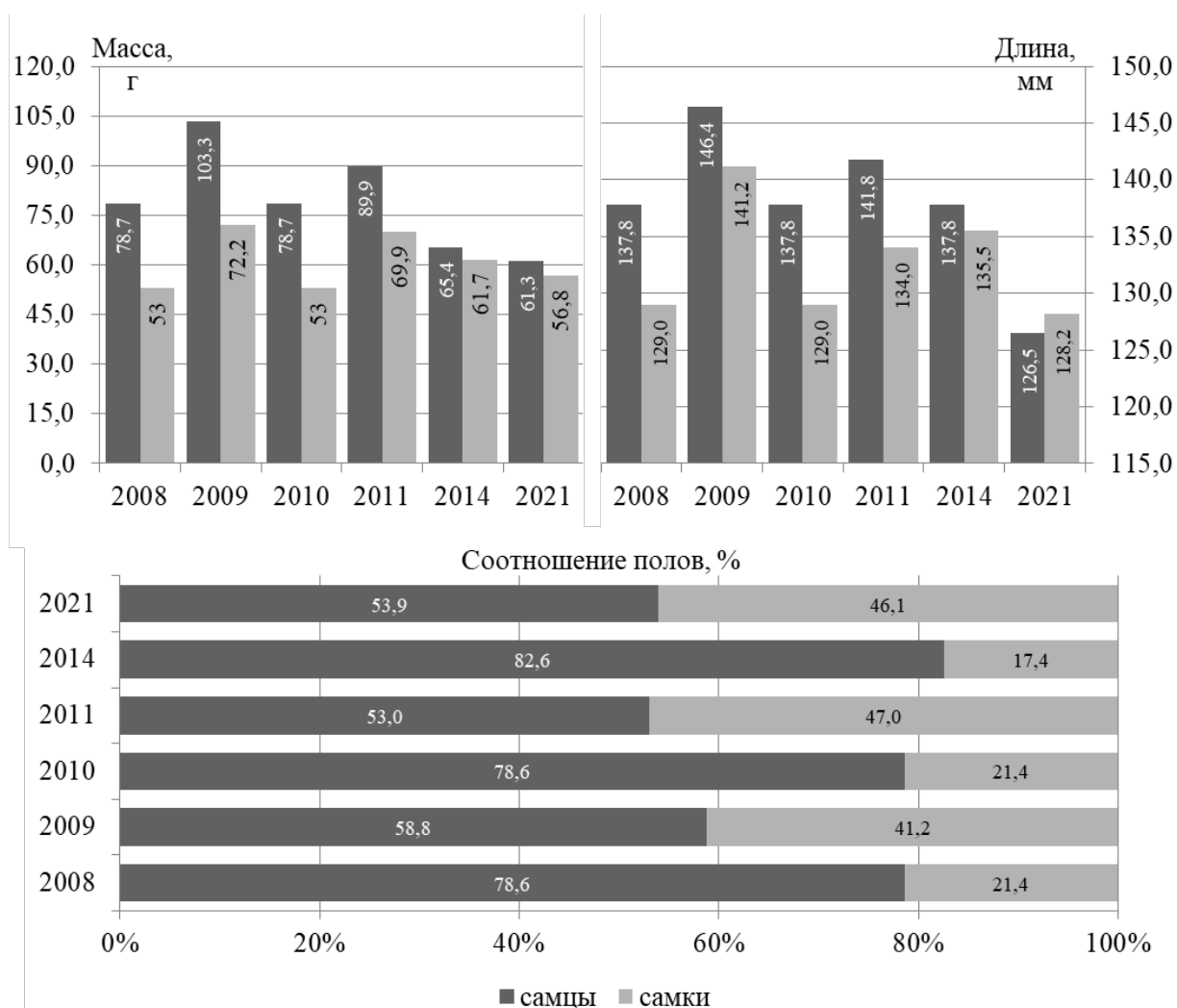


Рис. 3. Динамика основных характеристик популяции речного рака в озере Горько-Перешеечное, 2008–2021 гг.

Популяция речного рака в озере Большой Уткуль на протяжении всего периода исследований отличалась от популяций других озер более мелкими размерами особей. Однако исследования 2021 года зафиксировали наименьшие средние значения длины и массы (рис. 3). Наличие сформировавшихся гастролитов у раков свидетельствуют о готовности их к линьке, что может быть причиной отсутствия более крупных особей в уловах. Доля самцов за период наблюдения превышала самок в 1,2–3,4 раза.

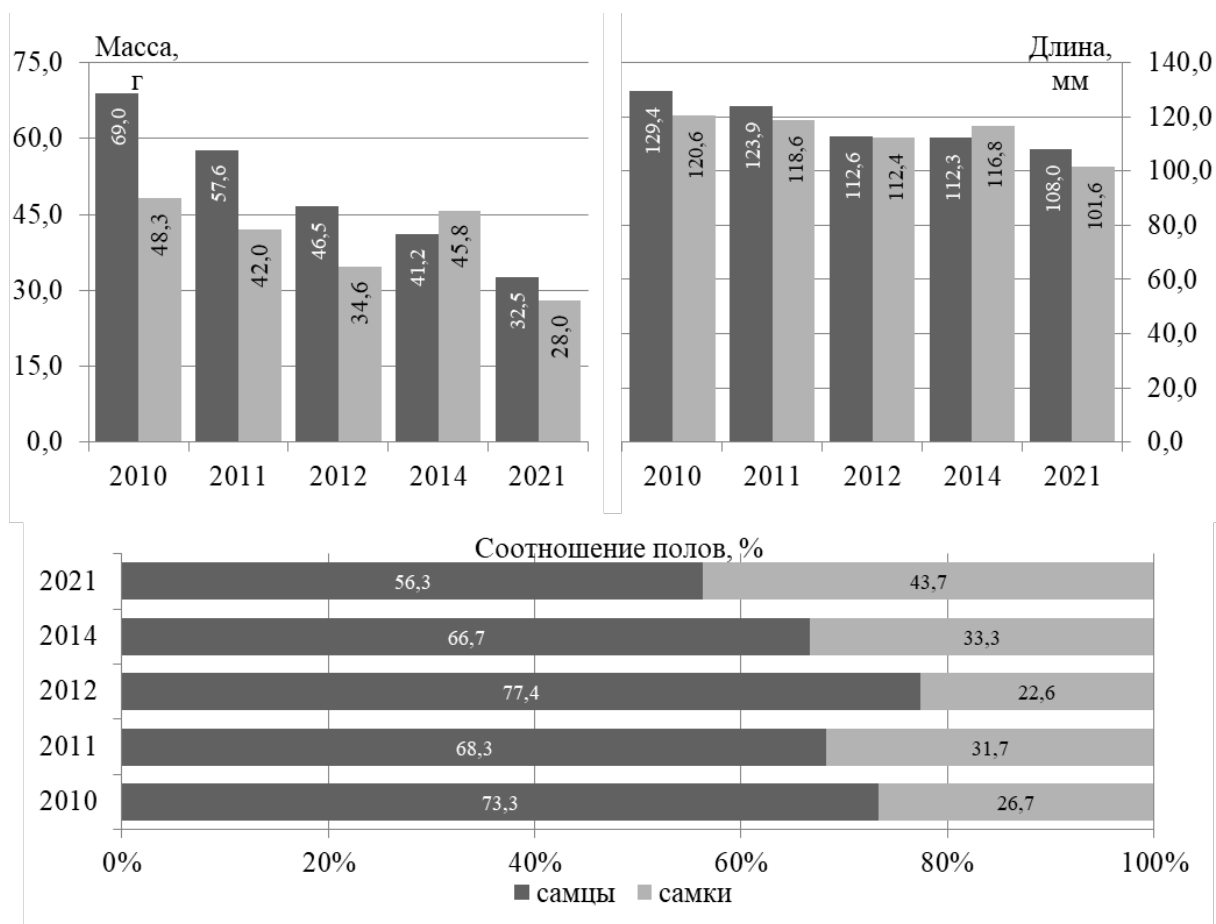


Рис. 4. Динамика основных характеристик популяции речного рака в озере Большой Уткуль, 2010–2021 гг.

По данным научно-исследовательского лова в летний период 2021 года на озере Мостовое было выловлено 143 экз. раков за сутки. Вылов по станциям (с 1 пары раколовки) колебался от 21 до 37 экз. (табл. 2). Средний улов на усилие составил 0,596 экз. раков в час на 1 раколовку.

Таблица 2
Показатели контрольного лова раков на озерах Алтайского края в летний период 2021 г.

Водоем \ Станция	Вылов, экз./сут. (с 2 раколовки)					Улов на усилие, экз./час
	1	2	3	4	5	
Мостовое	37	24	21	33	28	0,596
Горько-Перешеечное	16	25	8	19	21	0,371
Большой Уткуль	34	37	12	16	43	0,592

Схожие данные были получены при проведении контрольного лова на озере Большой Уткуль. Улов на усилие на водоеме составил 0,592 экз. раков в час, а общее количество выловленных особей составило 142 экз. (табл. 2). Отличительной чертой водоема является неравномерное распределение раков по акватории. Вылов раков по станциям на озере Большой Уткуль колебался от 12 до 43 экз.

На озере Горько-Перешеечное суточный вылов с 10 раколовки составил всего 89 экз. раков, с распределением по станциям (на 1 пару раколовки) от 8 до 25 экз. (табл. 2). Величина улова на усилие составила 0,371 экз./час.

Средняя масса раков рассчитана из средней массы особи для каждого пола в отношении к общей численности улова.

В озере Мостовое средняя масса особи составила:

$$(77,6 \text{ г} * 83 \text{ экз. самцов} + 62,0 \text{ г} * 60 \text{ экз. самок}) / 143 \text{ экз.} = 71,05 \text{ г.}$$

В озере Горько-Перешеечное средняя масса особи составила:

$$(61,3 \text{ г} * 48 \text{ экз. самцов} + 56,8 \text{ г} * 41 \text{ экз. самок}) / 89 \text{ экз.} = 59,22 \text{ г.}$$

В озере Большой Уткуль средняя масса особи составила:

$$(32,5 \text{ г} * 80 \text{ экз. самцов} + 28,0 \text{ г} * 62 \text{ экз. самок}) / 142 \text{ экз.} = 30,54 \text{ г.}$$

В общем виде расчет величины промыслового запаса (табл. 3) проводился по следующему алгоритму, на примере озера Мостовое:

$$N_{\text{улавл.}} = (37,4 \text{ км}^2 * 1000000 * 0,596 \text{ экз./час}) / (28,26 \text{ м}^2 * 0,504) = 1565003 \text{ экз.}$$

$$B = (1565003 \text{ экз.} * 71,05 \text{ г}) / 1000000 = 111,19 \text{ т}$$

Таблица 3

Расчет промыслового запаса раков в озерах Алтайского края методом прямого учета, август 2021 г.

Водоем	Мостовое	Горько-Перешеечное	Большой Уткуль
Площадь водоема, км ² (S _{пол.})	37,4	45,4	10,0
Улов на усилие, экз./час (Y)	0,596	0,371	0,592
Площадь облова одного орудия лова, м ² (S _i)	28,26	28,26	28,26
Коэффициент уловистости орудия лова, (K _{улов})	0,504	0,504	0,504
Численность улавливаемой части популяции, экз. (N _{улавл.})	1565003	1182571	415642
Средняя масса, г (M)	71,05	59,22	30,54
Промысловый запас, т (B)	111,19	70,03	12,69

Таким образом, установлено, что величина промыслового запаса раков в озере Мостовое имеет наибольшее значение – 111 т, в озере Горько-Перешеечное – 70 т, в озере Большой Уткуль – 13 т. Для повышения продуктивности раков и поддержания их популяций на оптимальном уровне, на водоемах рекомендовано ведение промысла в щадящем режиме: вылов не более 25 % от промыслового запаса (за исключением озера Мостовое) с применением пассивных орудий лова.

Выводы

1. Речные раки в озерах Алтайского края являются одним из востребованных видов промысловых водных биоресурсов. Популяции речного рака в озерах Алтайского края относятся к виду *Pontastacus (Astacus) leptodactylus* Eschscholtz.
2. За период исследований с 2008 по 2021 год зафиксированы резкие колебания запасов речного рака в озерах Алтайского края, что связано со вспышкой рачьей чумы в наиболее продуктивных водоемах и нерегулярностью промысла на низкопродуктивных.
3. В настоящее время промысловые скопления речного рака обнаружены в трех озерах: Мостовое, Горько-Перешеечное и Большой Уткуль. Анализ многолетних размерно-массовых характеристик раков в данных озерах свидетельствует о восстановлении популяций до показателей наиболее продуктивных лет.

4. Наибольшая величина промыслового запаса раков установлена в озере Мостовое – 111 т, в озере Горько-Перешеечное запас раков ниже – 70 т, а в озере Большой Уткуль отмечено минимальное значение – 12 т, что связано с меньшей площадью водоема и более низкими значениями индивидуальной массы биоресурса.

Список литературы

1. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования / Л.В. Веснина, В.Б. Журавлев, В.А. Новоселов и др. – Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. – 285 с.
2. Лукерин, А.Ю. Характеристика популяции речного рака в озере Мостовое Алтайского края и среды ее обитания / Фундаментальные исследования. / А.Ю. Лукерин – М.: ООО "Издательский дом "Академия естествознания". – 2014, № 12-11. – С.2361-2365.
3. Рекомендации по оценке возможности использования водоемов для промысла и разведения речных раков. – С-Пб.: изд-во ГосНИОРХ, 2002. – 31с.
4. Цукерзис, Я.М. Речные раки./ Я.М. Цукерзис – Вильнюс: Мокслас, 1989. – 143 с.
5. Holdich, D. M. Identifying crayfish in British waters / D. M. Holdich // Crayfish Conservation in the British Isles. – Leeds, 2009. – P. 147–164.
6. Karimpour, M. Status of freshwater crayfish (*Astacus leptodactylus*) in Iran / M. Karimpour, M.M. Harliog'lu, Ö. Aksu // Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. – ONEMA, 2011. – P. 18p1-18p15.
- 7.

УДК: 595.34. 591.62-82

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАЗАРИТИЧЕСКОЙ НЕМАТОДЫ *ECHINURIA UNSCINATA* У ДАФНИЙ

М.Ж. Мадумаров

Национальный университет Узбекистана, Узбекистан, Ташкент

E-mail: maqsadjon_mj84@umail.uz

Аннотация. Ранее подобные исследования в Узбекистане не проводились, и это исследование направлено на то, чтобы пролить свет на развитие биологических характеристик нематоды *Echinuria uncinata* в промежуточном хозяине и ее морфологические изменения. В этом исследовании впервые было установлено, что личинки нематоды *Echinuria uncinata* встречаются у вида *Daphnia magna* в Ферганской долине. Состояние яиц также определялось по отходам утки (*Anos platyrhynchus*) и гуся (*Anser anser*). В исследовании было отмечено, что из 200 образцов дафний, собранных гидробиологическими методами весной и осенью (2019–2020 гг.), 23 были заражены в среднем 11,5% личинок нематод. Интенсивность инвазии (ИИ) дафний личинками нематод составляла 2–6 экземпляров. Для изучения развития личинок в организме промежуточного хозяина яйца нематоды типа *D. magna*, выделенные в лаборатории, инфицировали с пищей. Изучены развитие нематод в организме дафний, влияние температуры воды на развитие личинок нематод, морфологические и морфометрические изменения стадий развития, локализация в организме дафний, перемещение дафний в кишечнике и полости тела. Приведены морфология и морфометрические параметры личинок нематод. Личинки беловатые, коричневые, голова и хвост уплощены, голова тупая, кончик выпуклый, хвостовая часть

относительно острая. В заключение, впервые в Узбекистане было отмечено, что промежуточным хозяином нематоды *E.uncinata* является *D. magna*. Параллельно изучалась биология развития личинок в организме промежуточного хозяина этой нематоды – дафнии.

Ключевые слова: нематода, инвазионная личинка, промежуточный хозяин, *Daphnia magna*.

Morphological and ecological features of the parasitic nematode *Echinuria uncinata* in daphnia

M.J. Madumarov

National University of Uzbekistan, Uzbekistan, Tashkent

E-mail: maqsadjon_mj84@umail.uz

Abstract. Such studies have not previously been conducted in Uzbekistan, and this study is aimed at shedding light on the development of biological characteristics of the nematode *Echinuria uncinata* in the intermediate host and its morphological changes. In this study, it was first established that the larvae of the nematode *Echinuria uncinata* are found in the species *Daphnia magna* in the Fergana Valley. Egg status was also determined by the waste of duck (*Anos platyrhynchos*) and goose (*Anser anser*). The study noted that of 200 daphnia samples collected by hydrobiological methods in spring and autumn (2019–2020), 23 were infected on average, 11.5% of nematode larvae. The intensity of invasion (II) of daphnia by nematode larvae was 2–6 specimens. To study the development of larvae in the organism of the intermediate host, eggs of the nematode type *D. magna*, isolated in the laboratory, were infected with food. The development of nematodes in the body of daphnia, the effect of water temperature on the development of nematode larvae, morphological and morphometric changes in developmental stages, localization in the body of daphnia, movement of daphnia in the intestine and body cavity were studied. The morphology and morphometric parameters of nematode larvae are presented. The larvae are whitish, brown, the head and tail are flattened, the head is blunt, the tip is convex, the tail is relatively sharp. In conclusion, for the first time in Uzbekistan, it was noted that the intermediate host of the nematode *E. uncinata* is *D. magna*. In parallel, the biology of development of larvae in the organism of the intermediate host of this nematode, daphnia, was studied.

Key words: nematode, invasive larva, intermediate host, *Daphnia magna*.

На протяжении многих лет европейские и российские исследователи проводят исследования биологии паразитарной нематоды и ее водной популяции. Кроме того, американские ученые также проделали большую работу в этой области. В одной из этих работ было отмечено, что ювенильные формы некоторых видов нематод обитают на *Daphnia pulex*, *D.magna*, *Simocephalus vetulus*, *Ceriodaphnia reticulata*, *C. acanthina*, *Moina macrocopa* и др. Зоопланктоне [5]. Хаманн (1891) впервые обнаружил наличие личинок нематод у крошечных ракообразных - *Daphnia pulex* в воде пруда, в которой плавали утки, зараженные эхиноурией [6, 7]. Ему удалось заразить дафний с помощью экскрементов утки. Его наблюдения были также подтверждены Volfugel [8, 10]. Однако, учитывая, что паразиты наносят уткам значительный ущерб, важна его профилактика [9]. М.А.Султанов отметил, что нематоды, встречающиеся у птиц, обитающих в водоемах Узбекистана (Сырдарьинский и Чинозский районы), выступают промежуточными хозяевами у видов *D.pulex* и *D.magna* [4].

Цель исследования - изучение биологии дафнии как промежуточного хозяина нематоды *Echinuria uncinata* в условиях Ферганской долины и изучение развития нематоды *Echinuria uncinata* в организме дафний.

Материалы и методика. Материалы исследования были собраны в озере Сарикамыш в Ферганской долине (рис. 1, А). Сбор образцов проводился весной и осенью 2019-2020 гг. (Рисунок 1, Б).

Образцы зоопланктона были собраны с использованием гидробиологических методов с береговой линии озера и прудов, прилегающих к озеру. Виды дафний выделяли с помощью камеры Богарова и фиксировали в смеси 4% формалина и глицерина для морфологических исследований. Некоторая часть сохранялась живой и доставлялась в лабораторию в специальных контейнерах для размножения в лабораторных условиях и заражения яйцами нематод. Было собрано более 2000 экземпляров из 9 исследованных регионов.

Экскременты птиц, таких как утки (*Anos platyrhynchos*) и гуси (*Anser anser*), были собраны на исследуемых территориях для экспериментального заражения дафний инвазивными элементами нематод. Для исследования было получено двести экземпляров. Для изучения яиц нематоды были выполнены гельминтовоскопические исследования экскрементов.



Рис. 1. Карта Ферганской долины (А). Районы сбора образцов в районе озера Сарикамыш (В) показаны на рисунках. Исходная карта взята с портала Google Earth (<https://earth.google.com/>). Он был обработан в программе Macromedia Flash.

Образцы личинок дафний и нематод, полученные для морфологических исследований, помещали на предметное стекло микроскопа. На нее капали смесь глицерина и воды, ставили покровное стекло, а края обрамляли чердачным лаком. В ходе исследования фотографии были сделаны камерой микроскопа компании TourCam с использованием микроскопа MEIJI (Япония). Видовой состав дафний определяли по идентификаторам, приведенным в специальной гидробиологической литературе [3]. Для идентификации яиц и личинок нематод использовались гельминтологические детерминанты и литература [4].

Результаты исследований и их обсуждение. Исследования показали, что вид *Daphnia magna*, принадлежащий к семейству Daphniidae, обычен в озере Сарикамыш. Встречаемость этих видов в качестве доминирующих также была отмечена в наших предыдущих исследованиях [2]. Однако в течение периода исследования мы также обнаружили небольшие количества *D. pulex* и *D. curvirostris* (в соотношении 1:12 с *Daphnia magna*).

Когда мы гельминтологически исследовали зараженность дафний паразитическими нематодами, было обнаружено, что 23 из 200 особей (11,5%) имели

яйца и личинки нематоды. Интенсивность инвазии (II) дафний личинками нематод составляла 2–6 экземпляров.

Морфология: Яйцо овальной формы, длиной 0,037–0,039 мм, шириной 0,021–0,023 мм (рис. 1, а). Личинки беловатые, коричневые, голова и хвост уплощены, голова тупая, кончик выпуклый (рис. 1, б). Хвостовая часть относительно острая. Личинки имеют длину 0,950–1,689 мм и ширину 0,048–0,055 мм. На расстоянии 0,04–0,05 мм от переднего конца тела кутикула начинала покрываться шипами, покрывающими 0,03–0,04 мм от заднего конца. Длина переднего конца тела 0,124 мм, длина глотки 0,082–0,089 мм, цилиндрической формы, передний конец воронкообразный. Длина передней мышечной части пищевода 0,220–0,266 мм, задней железистой части 0,706 мм. Нервный узел расположен в 0,1 мм от переднего конца тела.

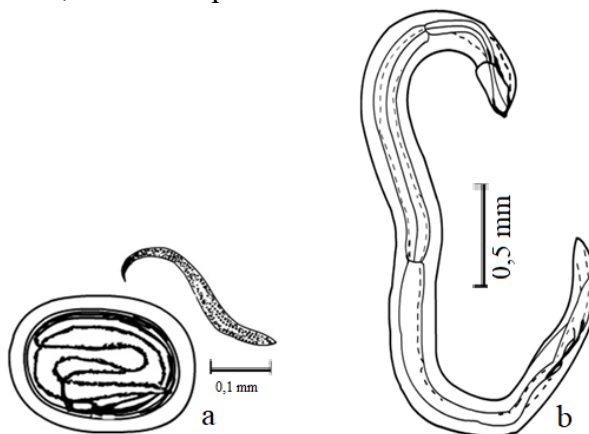


Рис. 2. Личинки нематоды *Echinuria uncinata*: а) яйца и личинки; б) Я-инвазивные личинки

По результатам морфологического и морфометрического анализа и обзора литературы установлено, что это вид *Echinuria uncinata*, который принадлежит к роду *Echinuria*, самому молодому семейству *Echinuriinae* семейства *Ascaridae*.

В Узбекистане *E. uncinata* обнаружен у взрослых представителей этого вида в железистом желудке серой утки М.А.Султановым [4]. В Таджикистане он был изучен Л.Ф. Боргаренко [1] на утках и гусях как основных хозяевах. Однако никаких исследований на промежуточном хозяине этой нематоды - дафнии - не проводилось

В заключение, впервые в Узбекистане было отмечено, что промежуточным хозяином нематоды *E. uncinata* является *D. magna*. Параллельно изучалась биология развития личинок в организме промежуточного хозяина этой нематоды - дафнии.

Список литературы

1. Боргаренко Л.Ф. Гельминты птиц Таджикистана. Книга 3. Нематоды. - Душанбе: Дониш, 1990, 137 с.
2. Мадумаров М.Ж. Анализ видов дафний в Ферганской долине // II Республиканская научно-практическая конференция Института зоологии РАН на тему «Зоология Узбекистана: современные проблемы и перспективы развития». Ташкент 2020, 15-16 октября. п. 178–180
3. Определитель. Пресноводные беспозвоночные России. Под редакцией С.Ю. Цалолыхин, Санкт-Петербург - 1995.
4. Скрябин К.И., Шихобалова Н.П., Мозговой А.А. Определитель паразитических нематод. М.: Изд-во АН СССР, 1951. Т. 2. 631 с.
5. Султанов М.А. Гельминты птиц Узбекистана. Ташкент 1963. С 239-240.
6. Austin F. The biology, parthogenicity and occurrence of *Ehhinura unicata* (Rudolphi, 1819), Soloviev, 1912 (Spirurida, Nematoda) at Delta, Manitoba//Spring, 1970.

7. Austin F.G., Welch H.E. The occurrence, life cycle, and pathogenicity of *Echinuria uncinata* (Rudolphi, 1819) Soloviev, 1912 (Spirurida: Nematoda) in waterfowl at Delta, Manitoba //Canadian Journal of Zoology, 1972, 50: 385-93.
8. Clark W.C. *Echinuria australis* n.sp. and *E. uncinata* (Nematoda: Spirurida), parasites of ducks in New Zealand// New Zealand Journal of Zoology, 1979, Vol. 6, 7-12
9. Patricia Padilla-Aguilar et all. Gastrointestinal helminths of waterfowl (Anatidae: Anatinae) in the Lerma marshes of central Mexico: Some pathological aspects. International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife 13 (2020) 72–79
10. Thierry M. Work, Carol U. Meteyer and Rebecca A. Cole. Mortality in Laysan Ducks (*Anas laysanensis*) by Emaciation Complicated by *Echinuria uncinata* on Laysan Island, Hawaii, 1993. Journal of Wildlife Diseases, 40(1), 2004, pp. 110–114.

УДК 639. 3.03:597.553.2 (282.4)

ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ВОСПРОИЗВОДСТВУ РЫБ

А.К. Матковский

Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Госрыбцентр»)

E-mail: Matkovskiy@gosrc.ru

Аннотация. Рассматриваются алгоритмы метода и результаты его апробации на примере обской пеляди (*Coregonus peled*). Способ основан на учете момента стабилизации запаса и последующего увеличения численности популяции. Установлено, что скорость восстановления существенно возрастает через период равный удвоенному возрасту достижения половой зрелости. Приводятся уравнения периода и уровня восстановления биоресурса, основанные на сокращении существующего дефицита молоди. Критерием восстановления биоресурса служит приемная емкость водного объекта, которая определяется по эталонным годам, когда популяция находилась в благополучном состоянии. Показано, что на любой момент времени можно уточнить уровень восстановления биоресурса и скорректировать первоначальные результаты. Возможность определения уровня восстановления разными методами позволяет проверять текущие результаты и уточнять входные параметры модели. Отмечается, что процесс восстановления подорванного ресурса не быстрый и может продолжаться несколько десятилетий. В период восстановления крайне важно снижать промысловую нагрузку на нерестовую популяцию, поскольку основной эффект по восстановлению проявляется от пополнения нерестовых стад в разные годы. Моделирование рассматриваемого процесса помогает правильно распределять усилия и финансовые затраты на работы по искусственному воспроизводству.

Ключевые слова: эффективность искусственного воспроизводства, дефицит молоди, промысловый возврат, пелядь.

ONE OF THE APPROACHES TO DETERMINING THE EFFICIENCY OF WORKS ON ARTIFICIAL FISH PRODUCTION

A.K. Matkovsky

Tyumen Branch of the All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography
("Gosrybtsentr")

E-mail: Matkovskiy@gosrc.ru

Abstract. The algorithms of the method and the results of its approbation on the example of the Ob peled (*Coregonus peled*) are considered. The method is based on taking into account

the moment of stock stabilization and the subsequent increase in the population size. It was found that the rate of recovery increases significantly after a period equal to twice the age of attainment maturity. Equations are given for the period and level of biological resource recovery, based on the reduction of the existing deficit of juveniles. The criterion for the restoration of a biological resource is the receiving capacity of a water body, which is determined by reference years when the population was in a healthy state. It is shown that at any moment of time it is possible to clarify the level of biological resource recovery and to correct the initial results. The ability to determine the level of recovery by different methods allows you to check the current results and refine the input parameters of the model. It is noted that the process of restoring an undermined resource is not quick and can last for several decades. During the recovery period, it is extremely important to reduce the fishing load on the spawning population, since the main recovery effect is manifested from the replenishment of spawning stocks in different years. Modeling the process under consideration helps to correctly distribute efforts and financial costs for artificial reproduction work.

Keywords: efficiency of artificial reproduction, deficit of juveniles, commercial return, peled.

С ухудшением состояния многих ценных биоресурсов и увеличением объемов их искусственного воспроизводства достаточно остро стоит проблема оценки эффективности данных работ. С этой целью используются методы генетического маркирования [1] и разные способы мечения в раннем эмбриогенезе [2, 3]. Однако не всегда имеется возможность собрать репрезентативный материал по результатам мечения, оценить скорость восстановления биоресурса и сделать прогноз изменения его состояния.

Целью доклада является показать возможность применения расчетного способа определения эффективности работ по искусственному воспроизводству.

Материал и методы исследования

Материалом послужили многолетние данные по уловам, размерно-возрастной структуре популяции и объемам искусственного воспроизводства обской пеляди (2004-2020 гг.).

Численность пеляди определялась по вероятностной когортной модели [4, 5]. Приемная емкость рассчитывалась как дефицит молоди по отношению к периоду благополучного состояния биоресурса [6].

Алгоритмы метода и анализ результатов

Использовались следующие алгоритмы:

1. Определялся коэффициент промыслового возврата для лет до начала осуществления искусственного воспроизводства. Расчеты выполнялись на основе определения численности генераций, фонда отложенной икры, выживаемости от икры до определенной массы молоди [6].
2. Рассчитывалась доля ежегодного вылова каждой генерации.
3. Строилась матрица уловов объекта зарыбления. Расчет осуществлялся исходя из ожидаемого промыслового возврата, который разбивался по годам промысла на основе доли в уловах.
4. Определялось увеличение промыслового возврата за счет пополнения нерестового стада от зарыбления. Данная величина рассчитывалась на единицу объема зарыбления. Дополнительный эффект устанавливался по увеличению вылова после периода стабилизации улова. Учитывалась периодичность смены поколений [7].
5. Строилась матрица дополнительных уловов, получаемых за счет увеличения численности нерестового стада.
6. Находилась суммарная величина вылова по двум расчетным матрицам.

Полученная информация позволяет моделировать процесс восстановления, т.к. скорость сокращения дефицита молоди тесно связана с возрастом достижения половой зрелости и объемами зарыбления. Наиболее существенное увеличение вылова происходит на восьмой год после зарыбления, что связано с вступлением в промысел потомства от возрастающего уровня естественного воспроизводства. Как известно, массовое достижение половой зрелости у пеляди происходит на четвертом году жизни [8]. В результате вылов с одного миллиона молоди возрастает с 0,8 т до 2,6 т. Так, от среднего объема зарыбления за период 2008-2011 гг. равного 57,88 млн экз. молоди с интервалом в восемь лет в 2016-2019 гг. было дополнительно получено 592 т улова (в среднем 148 т/год). Дополнительная величина вылова рассчитывалась исходя из превышения улова над его базовой величиной в 300 т в период стабилизации запаса (2012-2015 гг.).

В среднем увеличение улова произошло в 3,3 раза. Если принять, что интенсивность промысла существенно не изменялась, то рассматриваемую оценку можно считать начальной скоростью восстановления запаса.

Установленное увеличение промыслового возврата до 2,6 т с одного миллиона первоначально посаженной молоди не является завышенной величиной, поскольку определенная часть компенсируемой биомассы шла на стабилизацию запаса.

Период восстановления биоресурса тесно связан с возрастом наступления половой зрелости, объемами зарыбления и скоростью увеличения численности популяции [7].

$$T = \frac{100 \cdot t}{p \cdot k} + t, \quad (1)$$

где T – период восстановления биоресурса, лет;

100 – значение, отражающее полное восстановление биоресурса, %;

t – возраст половой зрелости (более 50 % особей), лет;

p – процент выпуска молоди от приемной емкости, %;

k – кратность увеличения промыслового возврата за счет повышения уровня естественного воспроизводства.

При $p = 6$, $t = 4$ и $k = 3,3$ период восстановления запаса пеляди до уровня 80-х годов прошлого столетия составит 23 года (2012-2034 гг.).

Уровень восстановления биоресурса определяется как

$$u = \frac{(T-t) \cdot p \cdot k}{t}, \quad (2)$$

где u – уровень восстановления биоресурса, %.

Необходимый объем зарыбления при постановке конкретной задачи, например восстановить запас пеляди за 10 лет, рассчитывается как

$$p = \frac{100 \cdot t}{(10-t) \cdot k}, \quad (3)$$

Из расчета следует, что для поставленной задачи потребуется ежегодно зарыблять порядка 20 % от приемной емкости.

Первоначальный расчет по уравнению 1 носит ориентировочный характер, т.к. во времени входные данные меняются. Тем не менее их всегда можно уточнить. Например, если мы решим, что с 2021 г. будем зарыблять не 6 %, а 20 % от приемной емкости, то период восстановления завершится за восемь лет, т.е. на шесть лет раньше. В данном случае необходимо использовать следующее уравнение:

$$T = \frac{100 \cdot t \cdot a}{p \cdot k} + t \cdot a = \frac{(100 + p \cdot k) \cdot t \cdot a}{p \cdot k}, \quad (4)$$

где a – коэффициент, учитывающий уровень восстановления

$$a = 1 - \frac{u}{100}. \quad (5)$$

Результаты любой прогнозной модели должны проверяться. Из полученных оценок поддается анализу уровень восстановления биоресурса. Исходя из уравнения 2 при $T=9$ (2012-2020 гг.) он составляет 25 %. Если мы сравним промысловую

численность пеляди в 2020 г. с периодом 1976-1986 гг., когда запас находился в удовлетворительном состоянии, то получим близкие результаты 14-28 % (в среднем 23 %).

В целом эффективность искусственного воспроизводства пеляди оказалась низкой, т. к. объемы зарыбления в среднем не превышали 6 % от приемной емкости бассейна. Тем не менее данные работы позволили остановить снижение численности популяции и заложили основу дальнейшего ее восстановления, что позволяет перераспределить усилия в искусственном воспроизводстве на другие виды рыб.

Заключение

Рассмотренный способ реализуем лишь при условии, если в результате искусственного воспроизводства регистрируются стабилизация и увеличение вылова. Основной эффект в восстановлении проявляется от увеличения численности нерестового стада и вступления в промысел нового потомства.

Полученные результаты высветили ряд важных аспектов. С одной стороны, любой биоресурс в части восстановления небезнадежен, необходимо лишь правильное планирование работ. С другой стороны, этот процесс достаточно медленный. Если не заниматься искусственным воспроизводством и охранными мерами, то восстановление может занять многие десятилетия [9].

Список литературы

1. Мюге, Н.С. Геномные исследования для сохранения осетровых: анализ наследования полиплоидных локусов и разработка панели маркеров для идентификации гибридов осетровых и продукции из них / Н.С. Мюге, А.Е. Барминцева // Вестн. Рос. фонда фундамент. исслед. – 2020. – № 2 (106). – С. 78-87.
2. Baer, B. J. Mass-marking of brown trout (*Salmo trutta* L.) larvae by alizarin: method and evaluation of stocking / B. J. Baer, R. Rösch // J. Appl. Ichthyol. – 2008. – 24. – 44–49. DOI:10.1111/j.1439-0426.2007.01038.x.
3. Погодаев, Е.Г. Результаты исследований, проведенных лабораторией пресноводных биоресурсов // Материалы отчетной сессии ФГУП «КамчатНИРО» по итогам научно-исследовательских работ в 2012 г. / Е.Г. Погодаев, Н.А. Чебанов, И.В. Шатило и др. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – С. 27-41.
4. Матковский, А.К. Возможность применения ориентировочных показателей естественной смертности в вероятностной когортной модели / А.К. Матковский // Вестн. рыбохоз. науки. – 2018. – Т. 5. – №3 (19). – С. 21-30.
5. Матковский, А.К. Ограничения и возможности использования вероятностной когортной модели для определения численности рыб / А.К. Матковский / А.К. Матковский // Вопр. рыболовства. – 2019. – Т. 20. – №2. – С. 253-260.
6. Матковский, А.К. Один из способов определения приемной емкости водных объектов на примере рыб Обь-Иртышского бассейна / А.К. Матковский // Вопр. рыболовства. – 2017. – Т. 18. – №3. – С. 383–395.
7. Матковский, А.К. Определение эффективности работ по искусственному воспроизводству пеляди *Coregonus peled* в Обь-Иртышском бассейне / А.К. Матковский // Рыбн. хоз-во. – 2021. – №4. – С. 53-60. DOI: 10.37663/0131-6184-2021-4-53-60.
8. Крохалевский, В.Р. Половое созревание и периодичность нереста обской пеляди / В.Р. Крохалевский // Биология и экология гидробионтов экосистемы Нижней Оби. – Свердловск, 1983. – С. 93-110.
9. Hutchings, J. A. Life history consequences of overexploitation to population recovery in Northwest Atlantic cod (*Gadus morhua*) / J. A. Hutchings // Can. J. Fish. Aquat. Sci. – 2005. – 62. – 824–832. DOI:10.1139/f05-081.

РОЛЬ УКЛЕЙКИ, КАК ОБЪЕКТА ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА, В ПОДДЕРЖАНИИ И РАСПРОСТРАНЕНИИ ОПИСТОРХИДозОВ В Р. ИНЯ В ПРЕДЕЛАХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Морозко^{1,2}, Т.А. Земскова², Н.А. Колесов³

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

² Национальный Исследовательский Томский Государственный Университет (НИТГУ), г. Томск, Россия

³ Министерство сельского хозяйства Новосибирской области, г. Новосибирск, Россия

E-mail: nagayka.88@mail.ru

Аннотация. В статье даётся качественная и количественная характеристика гельминтофауны уклейки (*Alburnus alburnus* (L., 1758)), являющейся чужеродным видом рыб для водоемов Новосибирской области. Уклейка, распространившись в бассейне р. Обь является преимущественно объектом любительского лова и участвует в поддержании распространении паразитарных заболеваний, опасных для человека и животных, таких как описторхоз, в р. Иня. Отлов рыб для исследования проводили в р. Иня в Первомайском районе г. Новосибирска и в окрестностях с. Плотниково. В ходе исследований у уклейки из р. Иня зарегистрировано четыре вида трематод семейства Opisthorchiidae: *Opisthorchis felinus*, *Metorchis bilis*, *Metorchis xanthosomus* и *Pseudamphistomum truncatum*. Так как уклейка является короткоцикловым видом рыб её роль в поддержании и распространении описторхозов неоднозначна: срок жизни данных трематод в организме рыб составляет до 1,5 лет, поэтому уклейка способствует поддержанию очагов этих заболеваний, но, являясь небольшой рыбкой, которая часто становится объектом питания для хищных рыб, подвержена большим колебаниям численности и в некоторых случаях может наоборот препятствовать стабильным условиям развития гельминтов.

Ключевые слова: река Иня, уклейка, описторхиды, объект любительского лова, пригодность для потребителя, заражённость, экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии, индекс обилия.

ROLE OF STICK, AS AN OBJECT OF AMATEUR FISHING, IN THE MAINTENANCE AND DISTRIBUTION OF OPISTORCHIDOSES IN THE RIVER OF INYA WITHIN THE NOVOSIBIRSK REGION.

Morozko A.V.^{1,2}, Zemskova T.A.², Kolesov N.A.³

¹National Research Tomsk State University (NITGU), Tomsk, Russia

²Novosibirsk branch FGBNU «Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography», Russia, Novosibirsk

³ Ministry of Agriculture of the Novosibirsk Region, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article gives the qualitative and quantitative characteristics of the helminth fauna of the bleak (*Alburnus alburnus* (L., 1758)), which is an alien species of fish for the water bodies of the Novosibirsk region. Bleak, spreading in the basin of the river Ob is mainly an object of amateur fishing and is involved in maintaining the spread of parasitic diseases dangerous to humans and animals, such as opisthorchiasis, in the river Inya. The catching of fish for the study was carried out in the river. Inya in the Pervomaisky district of Novosibirsk and in the vicinity of the village Plotnikovo. In the course of research, bleak from the river Inya, four species of trematodes of the Opisthorchiidae family have been recorded: *Opisthorchis felinus*, *Metorchis bilis*, *Metorchis xanthosomus*, and *Pseudamphistomum*

truncatum. Since bleak is a short-cycle fish species, its role in the maintenance and spread of opisthorchidosis is ambiguous: the life span of these trematodes in the fish body is up to 1.5 years, therefore bleak helps to maintain the foci of these diseases, but, being a small fish, which often becomes an object of food for predatory fish, is subject to large fluctuations in numbers and in some cases can, on the contrary, impede stable conditions for the development of helminths.

Key words: river Inya, bleak, opisthorchids, object of amateur fishing, suitability for the consumer, infestation, extensiveness of invasion, intensity of invasion, abundance index.

Приспособление чужеродных видов рыб к новым условиям жизни – сложный вопрос, включающий в себя также вопрос их адаптации к паразитическим организмам, встречающихся в водоёме-реципиенте.

Уклейка *Alburnus alburnus* (L., 1758) небольшая рыбка, её максимальная длина составляет 20 см, масса – 60 г и возраст – до 10 лет, но обычные размеры в уловах 10–16 см и масса 12–18 г [1]. Короткоцикловый вид рыбы, для которой характерна высокая плотность и ихтиомасса стад, что компенсирует ее маленькие размеры [12]. Большую продуктивность обеспечивает высокий темп воспроизводства. Является в основном объектом любительского рыболовства. Ведет стайный образ жизни. Предпочитает верхние слои воды. Из-за сходного образа жизни и трофических предпочтений уклейка является конкурентным видом для других карповых видов, в том числе для ельца [10, 13].

В бассейне Верхней Оби уклейка была зарегистрирована к концу 1990-х гг. в р. Томь [18], но в Новосибирском водохранилище [14] и Оби не встречалась. В настоящее время вид обитает в Новосибирском водохранилище, Верхней и Средней Оби и ее притоках (реках Бакса, Шегарка, Иня, Томь, Чулым, Чая) [2, 8, 9, 11]. Местами уклейка многочисленна.

Река Иня протекает в Кемеровской и Новосибирской областях, это правый приток р. Обь. На протяжении почти 11 км река Иня протекает в городской черте, являясь границей между Первомайским и Октябрьским районами Новосибирска, а также Новосибирским районом Новосибирской области. Длина реки — 663 км, площадь водосборного бассейна — 17600 км². Среднегодовой расход воды в 35 км от устья — 47,4 м³/с. При впадении в Обь напротив острова Кустовой, западнее карьера «Борок» на отметке воды 93 м, скорость течения Иня составляет 0,2 м/с. В дельте Иня множество рукавов, островов и стариц [16].

Поскольку уклейка относится к карповым видам рыб, она может быть потенциальным переносчиком описторхид – трематод опасных для здоровья людей. Описторхоз – паразитарная болезнь человека и многих видов плотоядных, широко распространенная в Палеарктике и Индокитае. Наиболее обширные очаги этой болезни находятся на территории России. Описторхоз поражает, главным образом, гепатобилиарную систему организма человека и плотоядных животных [3, 15, 17].

В пределах Верхней и Средней Оби различают два типа описторхозов – описторхоз (вызываемый *Opisthorchis felinus*) и меторхоз (вызываемый *Metorchis bilis* и *M. xanthosomus*), объединяемых под одним названием «описторхоз» у человека [18]. Всего в рыбах Новосибирской области регистрируется 4 вида трематод семейства *Opisthorchiidae*: *Opisthorchis felinus*, *Metorchis bilis*, *Metorchis xanthosomus* и *Pseudamphistomum truncatum*.

Целью работы стало проанализировать видовой состав описторхид у уклейки его в черте города и за его пределами и определить роль данного чужеродного вида в поддержании и распространении инвазии.

Материал и методика

Отлов рыб для исследования проводили в р. Иня в Первомайском районе г. Новосибирск (30 экз.) и в окрестностях с. Плотниково (34 экз.). Для отлова рыб и использовали поплавочную удочку и спиннинг. Отбор рыбы на исследования проводился с мая по август 2021г.

Пойманная рыба подвергалась камеральной обработке в охлаждённом виде в лабораторных условиях. Измеряли длину и вес рыб, определяли возраст. Зараженность рыб метацеркариями трематод семейства *Opisthorchiidae* исследовали общепринятыми методиками [5, 4, 6].

Для характеристики зараженности рыб подсчитывали следующие показатели – экстенсивность инвазии (доля заражённых особей в процентах от общего числа обследованных рыб), интенсивность инвазии (число паразитов, встреченных на одной рыбе) индекс обилия (число паразитов на одну исследованную рыбу от общего количества).

Результаты и обсуждение

В ходе исследований у уклейки из р. Иня зарегистрировано четыре вида трематод семейства *Opisthorchiidae*: *Opisthorchis felineus*, *Metorchis bilis*, *Metorchis xanthosomus* и *Pseudamphistomum truncatum*. Все обнаруженные паразиты местные, зарегистрированные в пределах Верхне-Обского бассейна. Наличие данных паразитов у уклейки свидетельствует о том, что в водоёме имеются родственные виды рыб, участвующие в распространении данных заболеваний. Однако видовой состав и показатели зараженности у уклейки на разных биотопах различались (табл.1).

Таблица 1 – Фауна описторхид уклейки из р. Иня в пределах Новосибирской области в 2021 г.

Место отлова	Вид паразитов	Экстенсивность инвазии	Индекс обилия	Интенсивность инвазии
г. Новосибирск	<i>P. truncatum</i>	13%	0,40	3,00
	<i>M. xanthosomus</i>	40%	4,40	11,00
с. Плотниково	<i>O. felineus</i>	71%	4,12	5,83
	<i>P. truncatum</i>	29%	0,76	2,60
	<i>M. xanthosomus</i>	21%	0,35	1,71
	<i>M. bilis</i>	6%	0,06	1,00

Так, в черте г. Новосибирска видовой состав описторхид у уклейки беднее, чем в районе с. Плотниково и количество заражённых рыб в выборке меньше. В обеих выборках регистрировались *M. xanthosomus* и *P. truncatum*, однако показатели интенсивности инвазии и индекса обилия у рыб, отловленных в черте города, выше. Всё это свидетельствует о том, что степень равномерности зараженности паразитами у рыб в районе с. Плотниково выше, то есть вероятность для рыбаков-любителей поймать рыбу, потенциально зараженную опасным для человека видом описторхид больше. По-видимому, это связано с большим количеством окончательных хозяев паразитов данного семейства в сельской местности (рыбоядные млекопитающие и птицы).

Так как уклейка является короткоцикловым видом рыб её роль в поддержании и распространении описторхозов неоднозначна. С одной стороны, срок жизни данных трематод в организме рыб составляет до 1,5 лет, следовательно, уклейка способствует поддержанию очагов этих заболеваний в р. Иня. С другой стороны, являясь небольшой рыбкой, которая часто становится объектом питания для хищных рыб, подвержена большим колебаниям численности и в некоторых случаях может наоборот препятствовать стабильным условиям развития гельминтов.

Уклейка на сегодняшний момент в р. Иня в пределах Новосибирской области является объектом любительского лова и может быть источником заражения

описторхозом. Можно считать данный вид рыб в р. Иня потенциально опасным для человека и не рекомендовать употребление его в пищу как людям, так и домашним плотоядным животным без тепловой обработки.

Список литературы

1. Атлас пресноводных рыб России / Под ред. Ю. С. Решетникова. — М.: Наука, 2002. — Т. 1. — 379 с
2. Бабкина И. Б., Петлина А. П., Шестакова А. С. Морфо-экологические особенности уклейки (*Alburnus alburnus* (L.)) Нижней Томи // Вестник ТГПУ. — 2013. — Т. 8 (136). — С. 61–69.
3. Бауэр О.Н. Определитель паразитов пресноводных рыб. Т. 3, Паразитические многоклеточные (вторая часть) / О.Н. Бауэр. — Л.: Наука. — 1987. — С. 77-162.
4. Безр С.А. Биология возбудителя описторхоза. М., Товарищество научных изданий КМК. — 2005. — 336 с.
5. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. — Л.: Наука. — 1985. — 123с.
6. Головина Н.А. Практикум по ихтиопатологии / Н.А. Головина, Е.В. Авдеева, Е.Б. Евдокимова, О.В. Казимирченко, М.Ю. Котлярчук. М.: Моркнига. — 2016. — 417 с.
7. Гундризер А. Н., Залозный Н. А., Голубых О. С. и др. Состояние изученности гидробионтов русла средней Оби // Сиб. экол. Журн. — 2000. — № 3. — С. 315–322.
8. Злотник Д. В. Ревизия видового состава рыб бассейна р. Чулым на современном этапе (бассейн Средней Оби) // Материалы II Всероссийской школы — конференции Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. — Борок, 2014. — С.154–157.
9. Интересова Е. А., Хакимов Р. М. К биологии уклейки *Alburnus alburnus* (Cyprinidae) реки Ини (юг Западной Сибири) // Вопр. ихтиологии. — 2015. — Т. 55, № 2. — С. 225–227.
10. Колесов Н.А., Лалетин Е.И., Моружи И.В., Пищенко Е.В. Биология уклейки *Alburnus alburnus* (L., 1758) реки Томи в районе г. Кемерово // Рыбоводство и рыбное хозяйство, Новосибирск, 2016. № 12 (132). С. 22-27.
11. Колосов М. Ю., Скалон Н. В. Ихтиофауна Беловского и Яшкинского районов Кемеровской области // Тр. Кузб. комплексной экспедиции. — Кемерово, 2004. — Т. 1. — С. 290–297
12. Корляков К.А., Дубчак К.А. Продукционная и паразитологическая характеристика чужеродных короткоциклового рыб водоемов восточного склона Южного Урала Экология, 2010, N 4, с. 312–316
13. Лебедев В.Д., Степановская В.Д., Савваитова К.А., Соколов Л.И., Цепкин Е.А., Рыбы СССР/ Под ред. Никольского Г.В., Григораша В.А. — М.: Мысль, 1969, 447 с.
14. Попов П. А., Визер А. М., Упадышев Е. Э. Рыбы Новосибирского водохранилища // Сиб. экол. журн. — 2000. — № 2. — С. 177–186.
15. Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. — Москва, 2003
16. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 15. Алтай и Западная Сибирь. Вып. 2. Средняя Обь / под ред. В. В. Зееберг. — Л.: Гидрометеиздат, 1967. — 351 с.
17. Титова С.Д., Скрипченко Э.Г. Паразитофауна верхней Оби в связи с гидростроительством // Изв. Сиб. Отд. АН СССР. Сер.биол. наук. №3, 1960. — С. 97 – 106

18. Федоров К.П., Наумов В.А., Кузнецова В.Г. О некоторых актуальных вопросах проблемы описторхозов человека и животных // Мед. паразитология и паразитарн. болезни. – 2002. – №3.

УДК 597.5–1.05:549.241 (268.45)

СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО МЫШЬЯКА В ЧЕРНОМ ПАЛТУСЕ *REINHARDTIUS HIPPOGLOSSOIDES* (PLEURONECTIDAE) РАЙОНА ШПИЦБЕРГЕНА

М.А. Новиков

Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), Россия, Мурманск

E-mail: mnovik@pinro.ru

Аннотация. На основе данных съемки 2020 г. исследовано содержание общего мышьяка в мышцах черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum, 1792) ($n=30$), пойманного в северо-западной части Баренцева моря. Цель настоящего исследования – изучить вариабельность содержания мышьяка в природной популяции рыб из арктического региона. Содержание As в пробах палтуса определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии. Показано, что среднее содержание общего мышьяка в мышцах палтуса приближается к гигиеническому нормативу допустимого содержания общего As в рыбной продукции 5 мкг/г сырой массы. Отмечено, что содержание мышьяка в рыбах из двух сравнительно близко расположенных станций заметно различалось. Сделано заключение, что для черного палтуса из района Шпицбергена характерно повышенное естественное содержание общего мышьяка в мышцах.

Ключевые слова: Баренцево море, мышьяк, промысловые рыбы, мышцы, природный фон.

THE TOTAL ARSENIC CONTENT IN GREENLAND HALIBUT *REINHARDTIUS HIPPOGLOSSOIDES* (PLEURONECTIDAE) FROM THE SPITZBERGEN AREA

M. A. Novikov

Polar branch of VNIRO («PINRO» named after N.M. Knipovich), Russia, Murmansk

E-mail: mnovik@pinro.ru

Abstract. The data from the 2020 survey was used to study the total arsenic content in the muscles of Greenland halibut *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum, 1792) ($n=30$) that was caught in the northwestern Barents Sea. The purpose of this research is to study the variability of arsenic content in the natural fish population from the Arctic region. The As content in halibut samples was determined using atomic absorption spectrometry. The examined samples revealed that the total average content of arsenic in the muscles of Greenland halibut was close to the hygienic standards for acceptable concentrations of total As in fish products that is 5 $\mu\text{g/wet weight}$. It was noted that the content of arsenic in fish caught in two relatively close stations varied noticeably. It was concluded that Greenland halibut from the Spitzbergen area is characterized by an increased natural content of the total arsenic in its muscles (fillet).

Keywords: Barents Sea, arsenic, commercial fish, fillet, natural background.

Мышьяк встречается в природе в элементном состоянии, а также в виде арсенидов и арсеносульфидов тяжелых металлов. В морскую среду мышьяк попадает с терригенным стоком и эндогенно, из океанической коры. Кроме того, еще в 60-х гг. прошлого века было обнаружено, что в тропосфере присутствуют значительные массы рассеянных металлов и металлоидов. Их концентрация невелика и измеряется в нг/м^3 воздуха. Наибольшая концентрация металлов приурочена к самому нижнему слою

тропосферы, соприкасающемуся с поверхностью суши или воды. В результате тысячи тонн металлов и мышьяка, находящиеся в километровом слое воздуха, медленно, но непрерывно оседают на поверхность планеты [4]. К всему этому добавляется техногенное загрязнение мышьяком, постоянно поступающее в атмосферу и водоемы вследствие затопления химического оружия, добычи полезных ископаемых, сжигания топлива, применения пестицидов, консервантов и выбросов в металлургии [9]. Загрязнение природных вод мышьяком, как и другими химическими элементами, может оказывать влияние на его содержание в гидробионтах, в том числе и в мышцах (мясе) промысловых организмов. Цель настоящего исследования – изучить уровень и вариабельность содержания мышьяка в природной популяции черного палтуса прибрежной зоны Шпицбергена.

Материал и методика

Материалом для исследований послужили пробы мышц ценного представителя промысловой ихтиофауны Баренцева моря черного, или синекорого палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum, 1792). Рыба была выловлена в результате учетных тралений на двух станциях в рейсе НИС «АтлантНИРО» в 2020 г. вблизи западной границы Баренцева моря у берегов о. Западный Шпицберген в промысловом районе «Западный Шпицберген» (рис. 1).

На каждой станции было отобрано и проанализировано по 15 экз. палтуса, что позволило выполнить статистическую обработку данных по содержанию мышьяка в рыбе. Отбор, подготовка и химический анализ проб биоты выполнены в соответствии с действующими методическими руководствами [3]. Содержание общего мышьяка в пробах рыбы определяли на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы «Shimadzu», модель AA-6800 (Япония). Содержание мышьяка в рыбе указывали в мкг/г сырой массы.

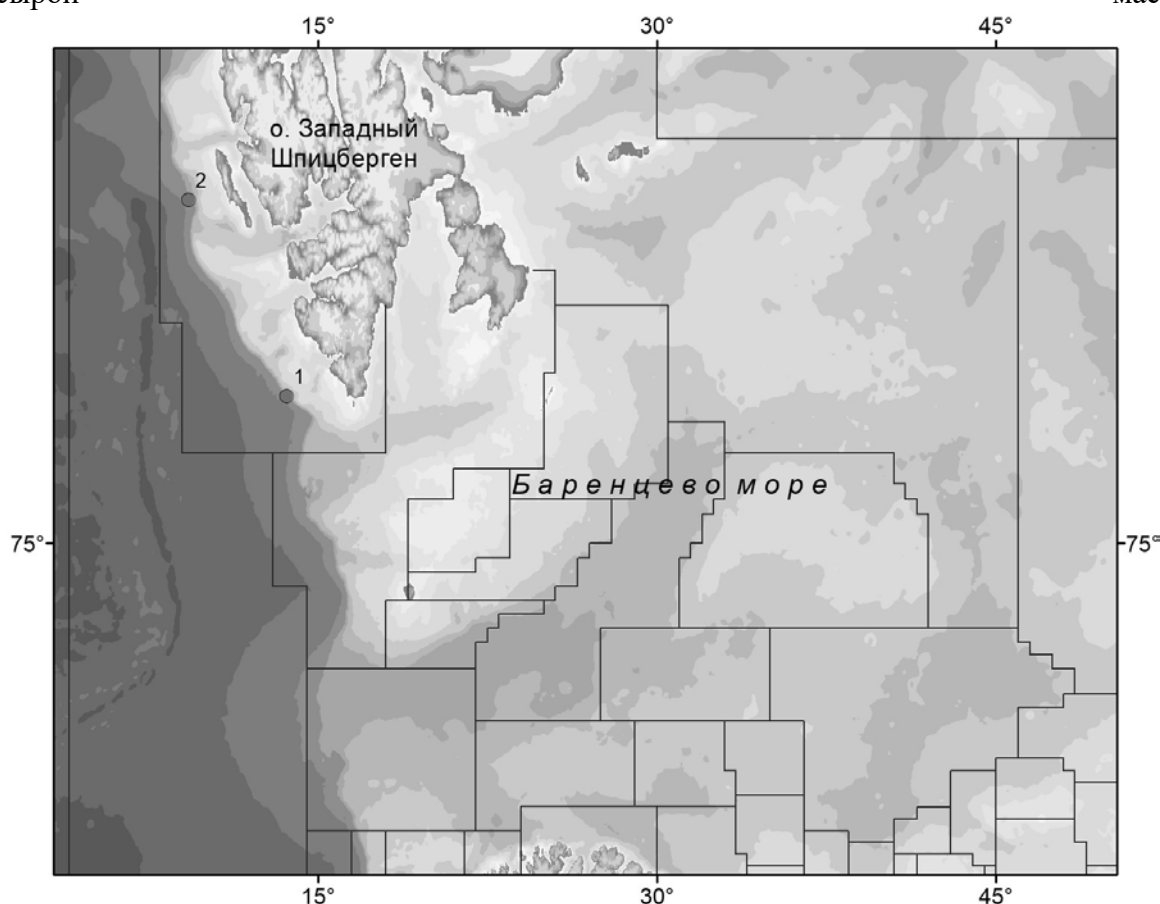


Рис. 1. Карта-схема расположения станций отбора черного палтуса в Баренцевом море (линии – границы промысловых районов)

Результаты и их обсуждение

Как видно из карты, представленной на рисунке, исследованию была подвергнута палтус из промыслового района Западный Шпицберген, пойманный на материковом склоне. Глубина поимки черного палтуса составляла 650 и 604 м на станциях 1 и 2 соответственно.

Содержание общего мышьяка в мышцах черного палтуса на западной границе Баренцева моря на обеих станциях варьировало в диапазоне от 2,13 до 5,94 мкг/г со средним значением для станции 1 составившим $4,6 \pm 0,87$ мкг/г сырой массы (здесь и далее $\pm$ стандартное отклонение, $n = 15$), а для станции 2 – $3,3 \pm 0,82$ мкг/г сырой массы ($n = 15$). При этом доля рыб, у которых указанный норматив был превышен для обеих станций составляла 16,7 %. Полученные величины укладываются в рамки обычного, фоновое содержание мышьяка в палтусах из Баренцева моря и заметно ниже, чем у черного палтуса из Норвежского моря. Так, согласно нашим многолетним данным содержание общего мышьяка в мышцах черного палтуса из Баренцева моря составляет в среднем $3,78 \pm 2,1$ ($n = 153$, объединенные данные за 2009-2020 г.), что ниже известного норматива в 5 мкг/г сырой массы [2]. В Норвежском море среднее содержание общего мышьяка в мышцах черного палтуса по данным норвежских исследователей за период 1995-2010 гг. варьировало в пределах 8,1–11,3 мкг/г сырой массы [11, 12]. Анализируя полученные результаты, хотелось бы отметить, что содержание общего мышьяка заметно (почти в 3 раза) отличалось у рыб одного вида, пойманных в одно время в одном районе. Это говорит о том, что имеет место значительная популяционная изменчивость такого показателя как содержание общего мышьяка в мышцах палтуса. Тем не менее, низкая величина стандартных отклонений в обеих выборках говорит о распределении данных близком к нормальному. Величины коэффициентов вариации для станций 1 и 2 составляют 18,9 % и 24,8 % соответственно, что говорит об однородной совокупности, с примерно средней степенью рассеивания данных [6]. Сравнение двух выборок (данные по станциям) по t -критерию Стьюдента показало отличия центров распределения величин (средних значений содержания A_s) на уровне значимости $\alpha = 0,000793$, а критерий Фишера-Снедекора не выявил разницу в дисперсиях распределения случайных величин ($\alpha = 0,422$). Таким образом, выявлены значимые отличия в уровнях содержания общего мышьяка на станциях 1 и 2 при том, что по дисперсии все данные оценены как принадлежащие к одной генеральной совокупности. Это позволяет говорить о том, что при сравнении средних значений содержания мышьяка в палтусах на ст. 1 и 2 опровержение нулевой гипотезы имеет достаточные основания, т.е. различия действительно имеют место [5]. Для выявления природы отмеченных различий в содержании общего мышьяка в мышцах палтуса изучаемого района Баренцева моря требуются дополнительные специальные исследования.

Известно, что на формирование микроэлементного состава водных организмов оказывают влияние состав среды обитания, состав потребляемой пищи и их биологические особенности [1, 7].

Накопление в органах и тканях морских гидробионтов многих микроэлементов обусловлено их способностью замещать другие, близкие по свойствам микроэлементы. Арсениды, являясь аналогами фосфатов, в известной степени определяют накопление мышьяка в организме гидробионтов [8]. В морских животных преобладающей формой мышьяка является арсенобетанин – триметилированное пентавалентное соединение мышьяка, выявленное в 1977 г. [10]. Следует отметить, что мышьяк поглощается гидробионтами в основном с пищей, и его токсичные неорганические соединения способны быстро образовывать прочные комплексы с низкомолекулярными органическими соединениями, которые не представляют опасности для человека и к тому же быстро выводятся из организма [8].

Заключение

В ходе выполненного исследования нами отмечено, что содержание мышьяка в мышцах черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* из северо-западной части Баренцева моря достаточно высокое и периодически может превышать установленный в РФ норматив содержания общего As в рыбе – 5 мкг/г сырой массы. В то же время, это превышение носит устойчивый характер, что подтверждается данными норвежских исследователей [11, 12], и не может достоверно свидетельствовать о влиянии антропогенного загрязнения среды обитания. Скорее наоборот, наблюдаемые уровни содержания мышьяка в мышцах черного палтуса являются фоновыми, т.е. характеризуют природные региональные особенности местных популяций, вероятно связанные со спецификой питания отдельных групп и особей.

Список литературы

1. Виноградов, А. П. Химический элементарный состав организмов моря / А.П. Виноградов. – М.: Наука, 2001. – 620 с.
2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. – М.: ИнтерСЭН. 2002. – 168 с.
3. ГОСТ Р 51766-2001. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка. – М.: Стандартинформ, 2007. – 10 с.
4. Добровольский, В.В. Основы биогеохимии / В.В. Добровольский. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.
5. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М. Высш. школа, 1980. – 293 с.
6. Математическая статистика / В.М. Иванова, В.Н. Калинина, Л.А. Нешумова, И.О. Решетникова. – М.: Высш. школа, 1975. – 398 с.
7. Морозов, Н.П. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана / Н.П. Морозов, С.А. Петухов – М.: Агропромиздат, 1986. – 160 с.
8. Мур, Дж. Тяжелые металлы в природных водах: контроль и оценка влияния / Дж. Мур, С. Рамамурти. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
9. Халиков, И.С. Мышьяк и морская среда / И.С. Халиков, Ю.И. Савин // Экологическая химия. – 2010. – Т. 19, вып. 3. – С.172-190.
10. Edmonds, J.S. Isolation, crystal structure and synthesis of arsenobetaine, the arsenical constituents of the western rock lobster *Panurillus longipes* cygnus George / J.S. Edmonds, K.A. Francesconi, J.R. Cannon, C.L. Raston, A. H.White // Tetrahedron Lett. – 1977. – Vol. 18(18). – P. 1543-1546.
11. Julshamn, K. Concentrations of mercury, arsenic, cadmium and lead in Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) caught off the coast of northern Norway / K. Julshamn, S. Frantzen, S. Valdersnes, B.M. Nilsen, A. Maage, K. Nedreaas // Marine Biology Research. – 2011. – V. 7:8. – P. 733-745.
12. Julshamn, K. Total and inorganic arsenic in fish samples from Norwegian waters / K. Julshamn, B.M. Nilsen, S. Frantzen, S. Valdersnes, A. Maage, K. Nedreaas, J.J. Sloth // Food Additives and Contam.: Part B: Surveillance. – 2012. – V.5, Is.4. – P. 229-235.

ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В ПЕЧЕНИ МОРСКОГО ЕРША (*SCORPAENA PORCUS*, LINNAEUS, 1758) В БУХТАХ СЕВАСТОПОЛЯ

А.К. Оборина¹, И.К. Белоусова¹, И.И. Чеснокова², З.Г. Каурова¹

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной
медицины», Санкт-Петербург, Россия,

E-mail: nlss13@mail.ru

²ФИЦ ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского РАН, Севастополь, Россия;

Аннотация. Мониторинг состояния акваторий Мирового океана и их обитателей в условиях антропогенных и климатических изменений является одной из основных задач современной биологической науки. Прибрежные экосистемы Черного моря не являются исключением. В связи с чем для данного исследования были выбраны два района, отличающиеся по уровню и продолжительности антропогенного воздействия – бухты Карантинная и Ласпи. Проведен анализ процессов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в печени морского ерша *Scorpaena porcus*, Linnaeus, 1758. Данный вид соответствует требованиям, предъявляемым к мониторинговым видам и активно используется для мониторинговых работ. Проведенное исследование показало достоверные различия в содержании первичных продуктов ПОЛ в печени морского ерша – диеновых конъюгатов (ДК), вторичных продуктов – триеновых конъюгатов (ТК) и оснований Шиффа (ОШ). Было выявлено, что в печени особей из бухты Ласпи содержание ДК и ТК достоверно больше на 27,5 % и на 25,7 % ($p < 0,05$) соответственно, а содержание оснований Шиффа в печени морского ерша из бух. Ласпи больше на 69 %. Определение одного из конечных продуктов перекисного окисления – малонового диальдегида (МДА) показало, что его содержание в печени морского ерша из двух районов исследования достоверно не отличалось. Полученные результаты могут свидетельствовать о высокой степени начальных этапов перекисной окисления в печени изучаемого вида под влиянием увеличивающейся антропогенной нагрузки в данном районе.

Ключевые слова: перекисное окисление липидов, рыбы, печень, морской ёрш, Чёрное море, Карантинная бухта, бухта Ласпи

LIPID PEROXIDATION IN THE LIVER OF *SCORPAENA PORCUS*, LINNAEUS, 1758 IN THE BAYS OF SEVASTOPOL

A.K. Oborina¹, I. K. Belousova¹, I.I. Chesnokova², Z.G. Kaurova¹

¹Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine, Saint Petersburg, Russia, E-mail:
nlss13@mail.ru

²A.O.Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS, Sevastopol, Russia

Abstract. Monitoring the state of the World Ocean and its inhabitants under anthropogenic load and climatic changes is one of the main tasks of modern biological science. Coastal ecosystems of the Black Sea are no exception, and therefore, for this research, two areas that differ in the level and duration of anthropogenic impact were selected, it is the Karantinnaya bay and the Laspi bay. The analysis of the processes of lipid peroxidation (LPO) in the liver of the *Scorpaena porcus*, Linnaeus, 1758 was carried out. This species meets the requirements for monitor species and is actively used for monitoring work. This paper aims at determining intensity of lipid peroxidation in the liver of *S. porcus* from the Karantinnaya bay and the Laspi bay in Sevastopol, Russia. The research has allowed to detect reliable content of following products: primary peroxidation products as diene conjugates (DC), second products as conjugated diene-triene (DT) and Schiff bases (SB), and malondialdehyde (MDA). The

research has enabled to find that the content of DC and DT is higher by 27,5 % and by 25,7 % ($p < 0,05$), respectively, and the content of Schiff bases in the liver of *S. porcus* from the Laspi bay is higher by 69 %. The content of MDA in the liver of scorpion fish from the two researched areas did not differ significantly. The obtained results may indicate a high degree of initial stages of peroxidation in the liver of the studied species under the increasing anthropogenic load in this area.

Keywords: lipid peroxidation, fish, liver, Scorpion fish, Black sea, Karantinnaya Bay, Laspi Bay

Прибрежные акватории Черного моря в той или иной степени подвержены антропогенному воздействию, что связано с интенсивной рекреационной нагрузкой, судоходством, активной застройкой черноморского побережья, а также началом добычи нефти и газа на черноморском шельфе [1].

Последствием увеличения концентраций загрязняющих веществ в морских экосистемах может являться ухудшение продукционных возможностей популяции гидробионтов, снижение её численности, уменьшение видового разнообразия. Токсическое воздействие среды приводит к развитию стресс-реакции у рыб, что ведёт за собой резкое увеличение интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) [2]. По данным многочисленных исследований процессы свободнорадикального окисления лежат в основе патогенеза многих хронических заболеваний печени, причем избыточное образование продуктов ПОЛ наблюдается на самых ранних стадиях процесса [6]. В качестве одного из наиболее подходящих для биомониторинга Черного моря видов используется морской ерш. Данный вид чувствителен к влиянию ксенобиотиков, не совершает значительных миграций, его биология хорошо изучена, а также он распространён повсеместно [4].

В связи с чем целью данной работы является изучение процессов перекисного окисления липидов в печени морского ерша из акваторий Черного моря, отличающихся уровнем антропогенной нагрузки.

Объектом исследования служили особи морского ерша *S. porcus*, отловленные в бухтах Карантинная ($n=18$) и Ласпи ($n=18$) в августе-сентябре 2021 года.

Интенсивность протекания ПОЛ исследовали методом определения содержания конечных продуктов, в реагирующих с тиобарбитуровой кислотой с помощью стандартного набора реагентов «Агат Мед» (Россия) – «ТБК Агат», а также определяли содержание диеновых и триеновых конъюгатов и оснований Шиффа путём выделения липидов гептан-изопропаноловой смесью [3]. Полученные данные пересчитывали на 1 г печени. Достоверность отличий между выборками устанавливали с применением U-критерия Манна-Уитни.

Данные о содержании продуктов ПОЛ в печени морского ерша из районов исследования представлены в таблице.

Таблица 1- Содержание продуктов перекисного окисления липидов в печени морского ерша из акваторий г. Севастополя

Бухта	Параметр	Диеновые конъюгаты, усл.ед. на г ткани	Триеновые конъюгаты, усл.ед. на г ткани	Основания Шиффа, усл.ед. на г ткани	МДА, л/см ³ 1мкмоль ⁻¹ на г ткани
Карантинная	$\bar{x} \pm Sx$	20,87±0,38*	7,28±0,26*	0,58±0,06	139,0±14,28
	min–max	16,98–2,54	4,92–9,43	0,04–1,01	51,38–215,59
Ласпи	$\bar{x} \pm Sx$	26.6±0.86	9,15±0,68	0,98±0,27	142,71±8,00
	min–max	20.9–34.4	4,92–14,14	0,09–3,62	79,99–195,6

Примечание: $\bar{x}$ – среднее арифметическое, Sx – ошибка среднего арифметического, min и max – минимальные и максимальные значения показателей, * – различия достоверны при $p < 0,05$

В печени морского ерша из бух. Ласпи по сравнению с особями, из Карантинной бухты содержание первичных продуктов ПОЛ – ДК и ТК достоверно больше на 27,5% и на 25,7 % ($p < 0,05$) соответственно, а содержание оснований Шиффа в печени морского ерша из бух. Ласпи больше на 69 %. Вероятно, это можно объяснить высокой степенью начальных этапов пероксидации под влиянием увеличивающейся антропогенной нагрузки на данный район, так как диеновые конъюгаты относятся к первичным продуктам окисления и их содержание в тканях характеризует раннюю стадию ПОЛ. Если ранее территория считалась одной из наиболее чистых, в последние годы урочище становится всё более подвержено антропогенному влиянию, что по-видимому, связано с активной застройкой, увеличением поступления загрязняющих веществ со сточными водами. Суммарный объем сточных вод превышает 210 тыс. $\text{м}^3 \cdot \text{год}^{-1}$ [5]. В Ласпи также отмечено повышенное содержание биогенных элементов (NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , SiO_3^{2-}), что может свидетельствовать о влиянии берегового стока. Также имеются данные о недостаточно интенсивном самоочищении акватории. Летом 2018 года зафиксировано превышение предельно допустимой концентрации нефтеуглеводородов (НУ) в 3–4 раза [5]. Также важно отметить, что, если в 2016 году частота зафиксированных случаев превышения ПДК содержания НУ в придонном горизонте акватории бух. Ласпи составила 25 % то в 2017 году превышение ПДК обнаруживается уже в 100 % случаев [5].

Определение конечных продуктов окисления показало, что содержание МДА в печени морского ерша из бух. Ласпи и из Карантинной бухты достоверно не отличалось.

В рамках проведенного исследования удалось выяснить следующее:

- содержание продуктов ПОЛ (ДК, ТК, ОШ) в печени морского ерша из бух. Ласпи превышает их содержание в печени рыб из Карантинной бухты;
- разница в содержании конечных продуктов (МДА) в печени морского ерша в двух бухтах незначительна;
- более интенсивное протекание процессов ПОЛ в печени морского ерша из бух. Ласпи может быть связано с возрастающей антропогенной нагрузкой и уровнем загрязнения в этом районе;

Список литературы

1. Бондур, В.Г. Мониторинг антропогенных воздействий на прибрежные акватории Черного моря по многоспектральным космическим изображениям / В.Е. Воробьев, В. В. Замшин, А.Н. Серебряный, А. А. Латушкин, М. Е. Ли, О. В. Мартынов, А. П. Хурчак, Д. В. Гринченко // Исслед. Земли из космоса. – 2017а. – № 6. – С. 3–22.
2. Гераскин, П. П. Влияние загрязнения Северного Каспия на интенсивность перекисного окисления липидов и активность цитохромоксидазы печени и мышц осетровых рыб / Г. Ф. Металлов, В. П. Аксёнов, М. Л. Галактионова // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2010. – №2. – С. 88–97
3. Методы изучения стрессовых и адаптационных реакций организма по показателям системы крови: электронное методическое пособие / Составители: А.В. Дерюгина, А. С. Корягин, С. В. Копылова, М. Н. Таламанова. – Нижний Новгород: Изд-во Нижегородского госуниверситета. – 2010. – 25 с.
4. Овен, Л.С. Ответные реакции морского ерша *Scorpaena porcus* (Scorpaenidae) на антропогенное воздействие / И. И. Руднева, Н. Ф. Шевченко // Вопр. ихтиологии. – 2000. – Т. 40. – № 1. – С. 75–78.
5. Тихонова, Е. А. Санитарно-биологическая характеристика прибрежной акватории ландшафтного заказника «Ласпи» (Черное море)/ О. В. Соловьёва, О. А. Миронов, Н. В. Бурдиян // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря. – 2020. – № 3. – С. 95–106.

6. Улащик, В. С. Активные формы кислорода, антиоксиданты и действие лечебных физических факторов // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. – 2013. – 90(1). – С. 60–69.

УДК 574.55.639.313

ИССЛЕДОВАНИЯ СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

Ю.А. Пастухова

Пензенский государственный университет,
Россия, Пенза

E-mail: Yuliya.pastukhova.98@mail.ru

Аннотация. В статье представлен анализ структурных параметров зоопланктонных сообществ рек Сура и Старая Сура, водотоков и старичных озер, образованных в старом русле на территории г. Пензы (микрорайоны Барковка и Ахуны). Обнаружено 87 зоопланктонных организмов (Rotifera – 44, Cladocera – 28 и Copepoda – 15). Встречаемость 35 видов зоопланктеров более 30%. На всех станциях обнаружены коловратка *Rotaria* sp. и личинки веслоногих ракообразных. Из 29 реже встречаемых видов только в р. Сура отмечено 19, р. Старая Сура – 1, протоках Барковки – 1, старичных водоемах Барковки – 3 и Ахун – 5. По видовому составу, численности и доминантному составу зоопланктонные сообщества старичных водоемов отличаются от водотоков. В старичных водоемах численность зоопланктоценозов выше, а доминантный состав более разнообразен, чем в водотоках. В реках Сура и Старая Сура основной доминант коловратка *Synchaeta tremula*, которая в водоемах не найдена. На станциях протоков Барковка преобладали личинки веслоногих ракообразных, которые также входили в состав доминантов во всех исследованных водных объектах. В оз. Алтарка (микрорайон Барковка) отмечена высокая доля кладоцер *Daphnia* гр. *Longispina*, в старичных озерах микрорайоны Ахуны – *Bosmina longirostris*, *Brachionus angularis*, *Asplanchna priodonta*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Polyphaemus pediculus*. Во всех водных объектах, кроме водотоков Барковки (эвтрофный тип), коэффициент трофии изменялся от 0,28 до 1,00, что соответствует мезотрофному типу, и качество воды можно оценить, как «умеренно чистая».

Ключевые слова: зоопланктонные сообщества, водные объекты, русло реки, река Сура, мезотрофный тип.

RESEARCH OF ZOOPLANKTON COMMUNITIES OF WATER BODIES IN THE URBAN ENVIRONMENT

Yu.A. Pastukhova

Penza State University, Russia, Penza

E-mail: Yuliya.pastukhova.98@mail.ru

Abstract. The article presents an analysis of the structural parameters of zooplankton communities of the Sura and Staraya Sura rivers, watercourses and ancient lakes formed in the old channel on the territory of Penza (Barkovka and Akhuny microdistricts). 87 zooplankton organisms were found (Rotifera - 44, Cladocera - 28 and Copepoda - 15). The occurrence of 35 zooplankter species is more than 30%. *Rotaria* sp rotifer and larvae of crustaceans were found at all places. From the 29 less frequently encountered species, 19 were found only in the Sura River, the Staraya Sura River - 1, the Barkovka channels - 1, the old reservoirs of Barkovka - 3 and Akhun - 5. By species composition, abundance and

dominant composition, zooplankton communities of ancient reservoirs differ from watercourses. In ancient reservoirs, the number of zooplanktocenoses is higher, and the dominant composition is more diverse than in watercourses. In the Sura and Staraya Sura rivers, the main dominant rotifer is *Synchaeta tremula*, which was not found in reservoirs. At the Barkovka channels, the larvae of oar-footed crustaceans prevailed, which were also part of the dominants in all the studied water bodies. In Altarka Lake (Barkovka microdistrict) noted a high proportion of *Daphnia cladoceras gr. Longispina*, in the ancient lakes of the Ahuna microdistricts - *Bosmina longirostris*, *Brachionus angularis*, *Asplanchna priodonta*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Polyphemus pediculus*. In all water bodies, except for the Barkovka watercourses (eutrophic type), the trophy coefficient varied from 0.28 to 1.00, which corresponds to the mesotrophic type, and the water quality can be assessed as "moderately clean". Keywords: zooplankton communities, water bodies, riverbed, Sura river, mesotrophic type.

Keywords: zooplankton communities, water bodies, riverbed, river Sura, mesotrophic type.

Интерес к фауне городских водных объектов в последнее время усилился. Например, в г. Самаре детально изучены зоопланктоценозы 27 прудов [3, 4, 10]. Полученные знания позволяют сформулировать план проведения мероприятий по улучшению санитарного состояния водоемов и использованию их в рекреационных целях [4]. Сообщества зоопланктона водотоков в городской черте изучаются реже, в то же время эти сведения не менее значимы. Так, в 6 водотоках г. Нижний Новгород описаны разнообразие зоопланктеров, обнаружен инвазионный вид, установлены закономерности распределения и особенности структурных параметров сообществ на различных участках [6]. Для г. Новосибирска описаны зоопланктоценозы Верхней Оби в пределах городской черты [2]. В г. Москва проведена оценка возможности эксплуатации рекреационного и биоресурсного потенциала водоемов трёх парковых зон [1].

На территории Пензенской области находится верхнее течение р. Суры. При этом в г. Пензе русло реки менялось в ходе ее меандрирования и антропогенной деятельности, поэтому сейчас в городе текут две реки: Сура и Старая Сура с разными гидрофизическими режимами. В поймах этих рек образовалось много старичных озер. Цель настоящей работы – изучить зоопланктонные сообщества рек Сура и Старая Сура, а также водотоков и водоемов, образованных в междуречье, и оценить санитарное состояние водных объектов.

Материал и методы

Зоопланктонные сообщества исследовали в водных объектах на территории г. Пензы в 2020 г. В р. Суре пробы зоопланктона отбирали на семи станциях с юга на север по течению. Первая станция (1) расположена выше города, а последние: выше (6) и ниже (7) городских очистных сооружений. С целью выявления влияния загрязненных сточных вод р. Мойки (2 и 3) и р. Кашаевки (4 и 5) поступающих в р. Суру, пробы брали до и после выпуска. Станции 4 и 5 расположены на участке реки вблизи плотины ТЭЦ-1, где гидрологический режим изменен, и его некоторые исследователи называют «Городское водохранилище». В междуречье рек Сура и Старая Сура (микрорайон Барковка) изучали сообщества зоопланктона в протоке Барковка (ПБ1 и ПБ2), а также 2-х старичных водоемах – отстойнике (О) и озере Алтарка (А1, А2). В расположенном ниже по течению (микрорайон Ахуны) пробы взяты в р. Старая Сура (СС) и двух старичных озерах – Калашный затон (КЗ), Старица Подковка (ССП). Оба эти водоема со значительным содержанием органики, а во втором обнаружено и большое количество ионов хлора, накопившегося на дне в период сброса сточных (канализационных) вод, который прекратили примерно в 1990 г. [6].

Пробы отбирали стандартными методами [9] один раз в месяц (с мая по август). Использовали планктонную сеть (газ № 67). Всего обработали 65 проб. Для характеристики зоопланктонных сообществ использовали такие показатели как численность (тыс. экз./м³), число видов, их встречаемость (отношение числа проб, где вид был обнаружен, к общему числу проб), доминантные виды, доля которых от общей численности организмов в пробе составляет 10% и более. Трофическое состояние водных объектов, а также качество воды оценивали с использованием коэффициента трофии [7]. Данные обрабатывали с помощью программ MS Excel, Past 2.15 [11].

Результаты и обсуждение

В ходе исследования обнаружено 87 видов: Rotifera – 44, Cladocera – 28 и Copepoda – 15. На всех станциях обнаружена коловратка *Rotaria* sp. и личинки веслоногих ракообразных. Встречаемость 35 видов зоопланктона более 30%. Из 29 реже встречаемых видов только в р. Сура отмечено 19, р. Старая Сура – 1, протоках Барковки – 1, старичных водоемах Барковки – 3 и Ахун – 5.

Видовое богатство выше в р. Сура на станциях с замедленным течением (4 и 5), а также в ахунском старичном озере (ССП). На одной станции реки Суры (7), а также в водотоках Барковки (ПБ-1, ПБ-2) видов меньше (рис. 1).

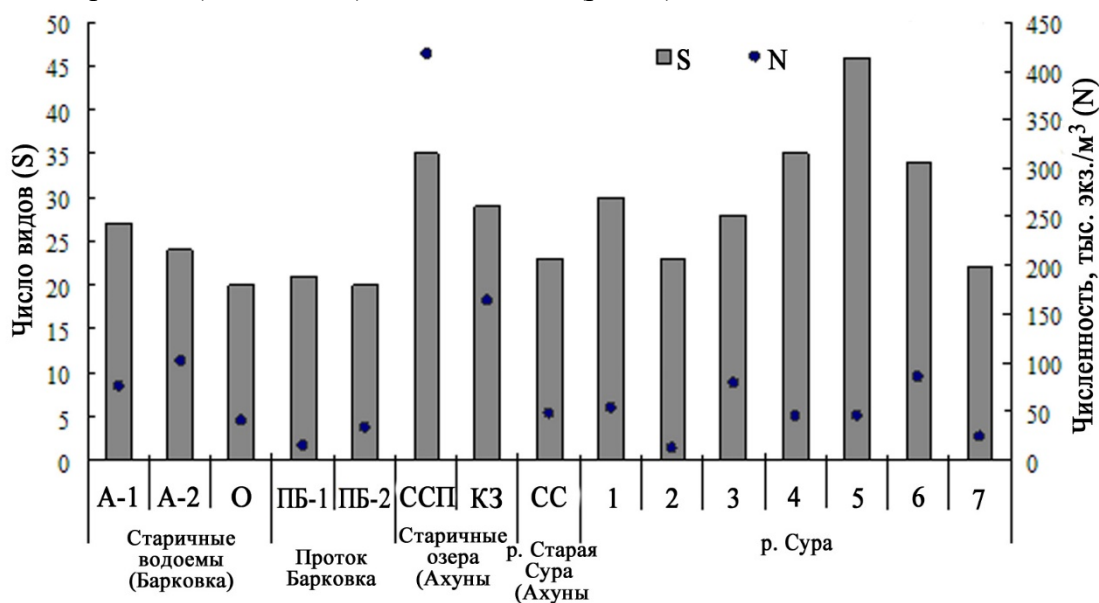


Рис. 1. Видовое богатство (S) и численность (тыс. экз./м³) зоопланктонных сообществ исследуемых водных объектов. Обозначение станций в разделе «Материал и методы»

Самая высокая численность отмечена в старичных водоемах микрорайона Ахуны – ССП (417 тыс. экз./м³) и КЗ (164 тыс. экз./м³). Это связано с высоким содержанием органики. Относительно высокие значения численности на станциях А-1 и А-2, где действует тот же фактор – обилие органического вещества. Наименьшая численность характерна для всех водотоков (13–85 тыс. экз./м³). В то же время, наблюдаются некоторые повышения на двух станциях р. Суры: 3 – ниже впадения загрязненных вод р. Мойки, и 6 – ниже плотины ТЭЦ-1, где в реку поступают организмы из Городского водохранилища (см. рис. 1).

Почти во всех водотоках (р. Сура и р. Старая Сура) преобладала коловратка *Synchaeta tremula* (Müller, 1786) (рис 2). Только на станциях 4 и 5 (Городское водохранилище) доля этого вида низкая. Доминантный состав в старичных озерах микрорайонов Ахуны и Барковка отличался от водотоков и был достаточно пестрым. Только в оз. Алтарка высокая доля кладоцер *Daphnia* гр. *longispina*. В старичном ахунском озере ССП доминировали эврибионтные виды *Bosmina longirostris* (O.F.

Müller, 1785), *Brachionus angularis* (Gosse, 1851) и *Asplanchna priodonta* (Gosse, 1850), а в КЗ – *Ceriodaphnia pulchella* (Sars, 1862), *Polyphæmus pediculus* (Linnaeus, 1761). При этом на станциях протоков Барковка доминанты представлены только личинками веслоногих ракообразных, которые входили в состав доминантов во всех водных объектах.

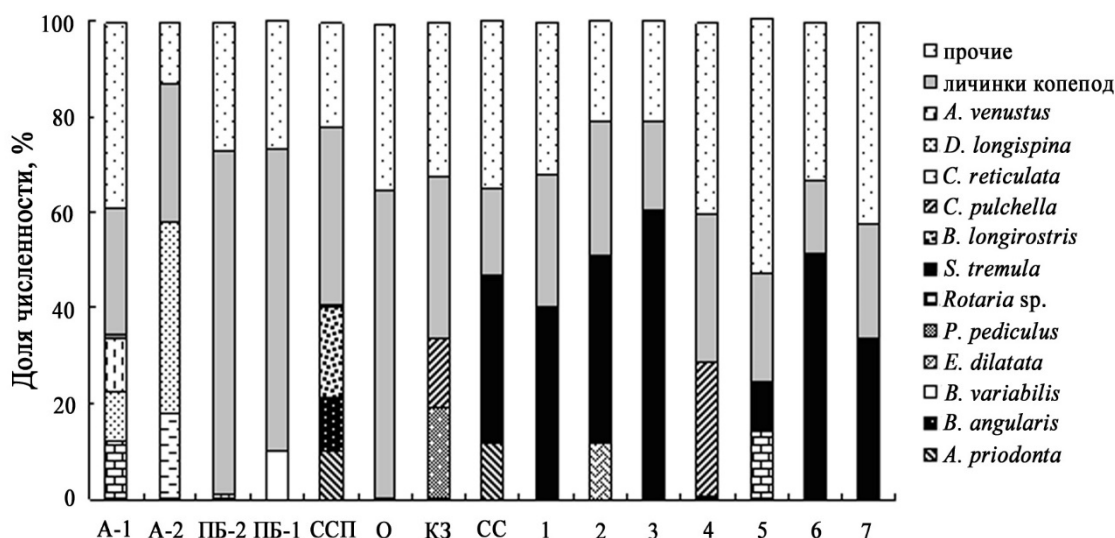


Рис. 2. Доминантный состав сообщество сообществ зоопланктона водных объектов экосистемы р. Сура. Обозначение станций в разделе «Материал и методы».

Во всех водных объектах, кроме водотоков Барковки (эвтрофный тип), коэффициент трофии изменялся от 0,28 до 1,00, что соответствуют мезотрофному типу, и качество воды можно оценить, как «умеренно чистая».

Список литературы

1. Бубунец, С.О. Оценка возможности эксплуатации рекреационного и биоресурсного потенциала водоемов трёх парковых зон столицы / С.О. Бубунец, А.В. Жигин // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2018. – №8. – С. 36-45.
2. Визер, Л.С. Особенности формирования зоопланктона Верхней Оби в условиях влияния мегаполиса / Л.С.Визер, А.М.Визер, Ю.В.Цыганкова, А.В.Цапенков// Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – №8. – С. 21-31.
3. Герасимов, Ю.Л. Зоопланктон как компонент гидробиоценозов городских прудов / Ю.Л. Герасимов // Вестник СамГУ. Естественнонаучная серия. – 2007. – №8 (58). – С. 39–49.
4. Герасимов, Ю.Л. Зоопланктон в экосистемах больших прудов г. Самары / Ю.Л. Герасимов, А.В. Синицкий // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11. – № 1(4). – С. 695–698.
5. Герасимов, Ю.Л. Сообщества коловраток прудов урбанизированных территорий (г. Самара) / Ю.Л. Герасимов // Вестник ОГУ. – 2010. – №6 (112). – С. 59–63.
6. Кудрин, И.А. Зоопланктон водотоков урбанизированных территорий на примере г. Нижний Новгород / И.А. Кудрин, Г.В. Шурганова, М.Ю. Ильин, Д.О. Голубева // Актуальные проблемы планктонологии. – Калининград: Изд. КГТУ, 2015. – С. 120–121.
7. Мяэметс, А.Х. Изменения зоопланктона / А.Х. Мяэметс // Антропогенное воздействие на малые озера. – Л.: Наука, 1980. – С. 54–64.
8. Пастухова, Ю.А. Зоопланктонные сообщества в новом и старом руслах р. Суры на территории г. Пензы / Ю.А. Пастухова, Т.Г. Стойко, Д.Г. Смирнов, А.А. Флягин, Е.А. Ембулаева // Известия высших учебных заведений Поволжский регион. Естественные науки. – 2021. – №1 (33). – С. 57–73.
9. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 246 с.

10. Синецкий, А.В. Особенности структурной организации зоопланктоценозов малых водоемов урбанизированных территорий / А.В. Синецкий. – Самара: Самарский университет, 2004. – 169 с.

11. Hammer, Ø. PAST: Palaeontological statistics software for reduction and data analysis / Ø. Hammer, D.A.T. Harper, P.D. Ryan // *Palaeontologica electronica*. – 2001. – V. 4, Iss. 1. – Art. 4. – 9 pp.

УДК 639.2/.3

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫРАЩИВАНИЯ САЗАНА *CYPRINUS CARPIO* LINNAEUS ПРИ ОТСУТСТВИИ РЫБОВОДНО-МЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ

*И.В. Поздняк, Д.И. Наумкина, В.Ф. Зайцев, А.А. Ростовцев, Т.А. Кабиев,
Д.Л. Сукнев, Л.А. Шиповалов, А.В. Морозко, А.С. Дельва*

Новосибирский филиал «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Новосибирск, Россия, zapsibniro@vniro.ru

Аннотация. В статье приводится пример выращивания сазана в озере Коневское Новосибирской области при условиях отсутствия и наличия предварительных рыбоводно-мелиоративных работ с построением динамической модели. Для построения модели используется компьютерная программа MAEcoS (Modelling and Analysis of Ecological Systems), в которой математическая обработка и анализ производится автоматически. При построении модели учитывают влияние внутривидовой и межвидовой (в озере обитает карась серебряный *Carassius auratus gibelio* Bloch.) конкуренции за пищу, и прессинг со стороны хищных видов рыбы (ротан *Perccottus glenii* Dybowski) на выращиваемых в озере годовиков сазана в течение одного сезона. Выращиваемые годовики сазана с индивидуальной массой 25 - 30 г, количество - 120000 экз., в конце сезона ожидаемая индивидуальная масса 450 г. Общее время выращивания с 10 мая по 20 сентября, равно 133 сут., берется за 1 относительных единиц, 1 сут.=0,00752 о.е. Динамическая модель строится по принципу классической системы "хищник-жертва" Лотки–Вольтерры, доработанная к данному примеру. Полученная модель показала, что при отсутствии предварительных работ упущенный прирост составит 9 т товарной продукции к окончанию срока выращивания.

Ключевые слова: сазан *Cyprinus carpio* Linnaeus, озерное выращивание рыбы, хищники, конкуренция, динамическая модель.

DYNAMIC MODEL OF *CYPRINUS CARPIO* LINNAEUS GROWING IN THE ABSENCE OF FISHING AND RECLAMATION WORKS

*I.V. Pozdnyak, D.I. Naumkina, V.F. Zaitsev, A.A. Rostovtsev, T.A. Kabiev,
D.L. Suknev, L.A. Shipovalov, A.V. Morozko, A.S. Delva*

Novosibirsk branch of FSBSI «Russian federal research institute of fisheries and oceanography» 630091, Novosibirsk, Russia

Abstract. The article provides an example of growing carp in Konevskoye Lake of the Novosibirsk region in the absence and availability of preliminary fish-breeding and reclamation works with the construction of a dynamic model. To build the model, the computer program MAEcoS (Modeling and Analysis of Ecological Systems) is used, in

which mathematical processing and analysis are performed automatically. When constructing the model, the influence of intraspecific and interspecific is taken into account (the silver carp *Carassius auratus gibelio* Bloch lives in the lake.) competition for food, and pressure from predatory fish species (rotan *Perccottus glenii* Dybowski) on carp yearlings grown in the lake for one season. Grown carp yearlings with an individual weight of 25-30 g, the number is 120,000 copies, at the end of the season the expected individual weight is 450 g. The total growing time from May 10 to September 20 is 133 days, taken as 1 relative units, 1 day = 0.00752 r.u. The dynamic model is based on the principle of the classic predator-prey system of Lotka-Volterra, modified for this example. The resulting model showed that in the absence of preliminary work, the missed increase will amount to 9 tons of marketable products by the end of the growing period.

Key words: carp *Cyprinus carpio* Linnaeus, lake fish farming, predators, competition, dynamic model.

При планировании выращивания товарной рыбы в маловодных, периодически заморных озерах Западной Сибири пользователи часто не уделяют должного внимания к подготовке озер к зарыблению, экономя на рыбоводно-мелиоративных работах. Тем не менее, хищники, конкуренты в питании, а также паразитарные инвазии [2] увеличивают процент смертности товарной рыбы, что, несомненно, влияет на качество и экономическую эффективность получаемой продукции.

Чтобы спрогнозировать результат выращивания рыбы на естественных кормах при всех имеющихся условиях применяется программа MAEcoS (Modelling and Analysis of Ecological Systems) [3], позволяющая строить динамические модели взаимодействия выращиваемой рыбы в водной экосистеме замкнутого типа.

Целью данной работы является построение динамической модели выращивания в течение одного сезона годовиков сазана *Cyprinus carpio* Linnaeus в условиях отсутствия предварительных рыбоводно-мелиоративных работ и, в результате, наличия конкуренции за питание и хищничества.

Материал и методика

Материалом для работы послужили данные по количеству посаженных в озеро годовиков сазана, их индивидуальная масса, выживаемость за период выращивания до двухлетнего возраста с учетом наличия местной ихтиофауны в озере Коневское Краснозерского района Новосибирской области.

Для построения динамической модели применялась программа MAEcoS, принципы работы которой подробно описаны в ранее опубликованной статье [4].

Результаты исследований

Озеро Коневское расположено на юге Новосибирской области в Краснозерском районе. Имеет общую площадь 770 га, среднюю глубину около 1,5 м, максимальную - до 2,0 м.

Кормовая база представлена зоопланктонными организмами и донной фауной. В зоопланктоне сообществе оз. Коневское отмечены коловратки (*Rotifera*) - *Asplanchna priodonta* Gosse, ветвистоусые ракообразные (*Cladocera*) - *Daphnia longispina* O. F. Muller, веслоногие (*Copepoda*) из отрядов *Calantiformes*, *Cyclopiformes*, *Harpacticiformes*. Биомасса изменяется в течение сезона в пределах от 0,071 до 1,595 г/м³ и составляет в среднем 0,760 г/м³.

Донная фауна представлена личинками крупных и мелких хирономид - *Cryptochironomus defectus* Kieffer, *Procladius ferrugineus* Kieffer, а также личинками мокрецов - *Culicoides* sp. Latrelle. Средняя биомасса зообентоса - 0,448 г/м² (от 0,345 до 0,551 г/м²) или 4,48 кг/га.

По показателям зоопланктона и зообентоса озеро Коневское малокормно [5] и для выращивания товарной рыбы следует подкармливать кормовые организмы путем внесения удобрения.

Местная ихтиофауна представлена аборигенными видами: карась серебряный *Carassius auratus gibelio* Bloch. [3], который является конкурентом в питании (зоопланктон и зообентос) и ротан *Perccottus glenii* Dybowski, молодь которого является конкурентами в питании (зоопланктон и зообентос), а взрослые особи - хищники в первые в течение всего срока выращивания.

Выращиваемая товарная рыба - годовики сазана с индивидуальной массой 25 - 30 г, количество - 120000 экз., в конце сезона ожидаемая индивидуальная масса 450 г.

Поскольку, норма посадки карповых при биомассе зоопланктона до $1,0 \text{ г/м}^3$ и биомассе бентоса до 5 г/м^2 - 100 экз./га, продуктивность 25-30 кг/га [6], для озера Коневское нормой посадки должно быть 77000 экз., но она превышена на 43000 экз. годовиков сазана, поэтому в модели учитывается несколько завышенная внутривидовая конкуренция.

Общее время выращивания (t) с 10 мая по 20 сентября, равно 133 сут., берется за 1 о.е. (относительных единиц), следовательно $1 \text{ сут.} = 0,00752 \text{ о.е.}$

Динамическая модель строится по принципу классической системы "хищник-жертва" Лотки-Вольтерры [1], доработанная к данному примеру выращивания сазана при внутривидовой и межвидовой конкуренции (рис. 1).

На рисунке видно, что к окончанию срока выращивания сазана ($t = 1 \text{ о.е.}$) численность его составляет 40000 экз. В результате воздействие внутривидовой и межвидовой конкуренции за пищу, а также хищников в первый месяц выращивания товарных годовиков и в течение всего срока выращивания на более слабую рыбу, не набравшую массу из-за недостатка пищи. В то же время при проведении предварительных работ на озере и уничтожению сорной и хищной рыбы в модели учитывается влияние только внутривидовой конкуренции, что способствует увеличению численности до 60000 экз.

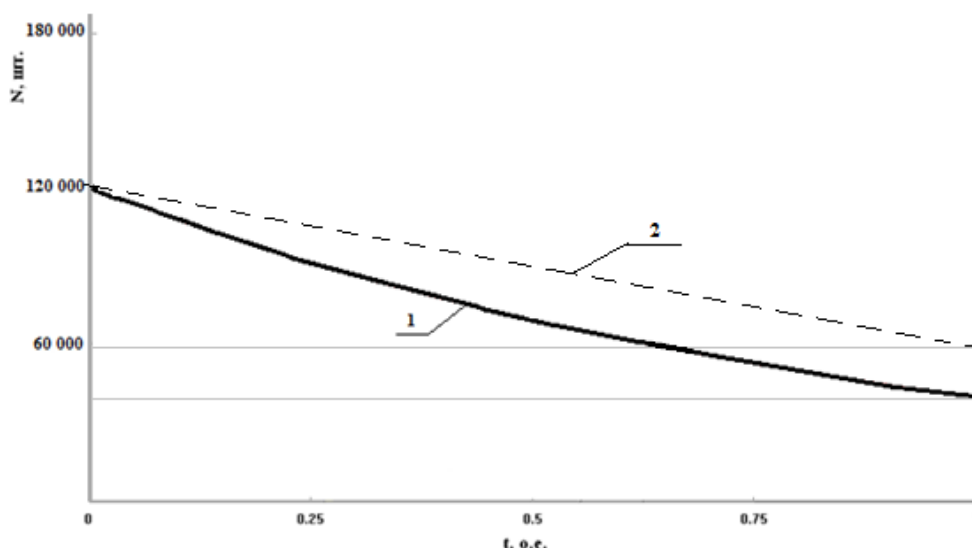


Рис. 1 Изменение численности выращиваемого сазана при экономии на предварительных работах (1) и с применением рыбоводно-мелиоративных работ (2).

Если полученную численность двухлетков сазана умножить на среднюю индивидуальную массу товарной продукции, то упущенный прирост при отсутствие предварительных рыбоводно-мелиоративных работ составляет:

$$0,450 \times 60000 - 0,450 \times 40000 = 9000 \text{ кг или } 9,0 \text{ тонн.}$$

Таким образом, в результате выращивания 120000 годовиков сазана до товарных двухлетков со средней индивидуальной массой 0,450 г в условиях экономии на

предварительных работ по уничтожению хищников и сорной рыбы в оз. Коневское Краснозерского района Новосибирской области, будет недополучено 9 т рыбы в конце сезона.

ВЫВОДЫ

1. Динамические модели, построенные в программе MAEcoS, позволяют спрогнозировать возможный результат взаимодействия выращиваемой рыбы с составляющими параметрами водной экосистемы конкретного озера при наличии минимума начальных данных.
2. Предложенная в статье динамическая модель выращивания годовиков сазана строится с учетом влияния внутривидовой, межвидовой конкуренции за пищу и воздействия хищника в первый месяц выращивания товарной рыбы и его отсутствия.
3. Данная модель показала, что при отсутствии рыбоводно-мелиоративных работ на озере Коневское для выращивания годовиков сазана, в конце сезона прирост товарной продукции составит на 9,0 т меньше, чем при проведении необходимых работ по уничтожению аборигенной сорной и хищной рыбы.

Список литературы

1. Базыкин А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. / А.Д. Базыкин. - М.: Наука. - 1985. - 181 с.
2. Морозко, А.В. Моделирование паразитарной инвазии сазана *Carpinus carpio* Linnaeus при пастбищной аквакультуре / А.В. Морозко, Д.И. Наумкина, А.А. Ростовцев, А.Л. Абрамов, В.Ф. Зайцев, М.А. Дорогин, И.В. Поздняк. / Разнообразие почв и биоты северной и центральной части Азии: материалы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием. - Улан-Удэ. - 2021. - С. 318-320.
3. Морузи, И.В. Средние и малые озера Новосибирской области (Краснозерского, Куйбышевского, Здвинского, Барабинского, Убинского районов) / И.В. Морузи, Е.В. Пищенко, П.В. Белоусов, С.В. Севастеев. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2016. – 204 с.
4. Наумкина, Д.И. Математическое моделирование при оценках продуктивности гаммаруса в озерах Новосибирской области / Д.И. Наумкина, Р.И. Наумкин. // Рыбное хозяйство. - 2018. - №1. - С. 67-72.
5. Пидгайко, М.Л. Краткая биолого-продуктивная характеристика водоемов Северо-Запада СССР. / М.Л. Пидгайко, Б.М. Александров, Ц.И. Иоффе, Л.П. Максимова, Е.Б. Саватеева, А.А. Салазкин. / Улучшение и увеличение кормовой базы для рыб во внутренних водоемах СССР. - Т.67. - Ленинград. - 1968. - С. 205-228.
6. Черномашенцев, А.И. Рыбоводство. / А.И. Черномашенцев, В.В. Мильштейн. - М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. - 272 с.

УДК 639.2

СОСТОЯНИЕ СПОРТИВНО-ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА В ВОДОЕМАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН: ОЗЕРО ЖАЙСАН, ВОДОХРАНИЛИЩЕ БУКТЫРМА И ШУЛЬБИНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

И.В. Притыкин, Б.С. Аубакиров, Е.В. Куликов, А.В. Шуткараев, А.М. Касымханов

*ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»,
г. Усть-Каменогорск, Республика Казахстан
E-mail: ivan_prit@mail.ru*

Аннотация. В статье анализируется состояние спортивно-любительского рыболовства в разрезе главных рыбопромысловых водоемов Ертысского бассейна - озера Жайсан, водохранилищ Буктырма и Шульбинское. Характеризуются уловы рыбаков-любителей. Представлены показатели анкетирования рыболовов-любителей по разовым уловам в разрезе озера Жайсан, водохранилищ Буктырма и Шульбинское. Целью настоящего исследования является характеристика спортивно-любительского рыболовства водоемов Ертысского бассейна, показатели проведенного анкетирования рыбаков-любителей спортивно-любительского рыболовства. Сбор первичной информации проводился путем экспериментальных и визуальных наблюдений за интенсивностью лова рыбы и анкетного опроса рыболовов-любителей. Источниками первичной информации являлись участки и места спортивно-любительского лова, рыбоучастки закрепленные за пользователями животным миром в озере Жайсан, водохранилище Буктырма и Шульбинском водохранилище. Важно отметить, что ведение спортивно-любительского рыболовства проходит стихийно и практически не регулируется. Объемы вылова рыболовов-любителей не охвачены промысловой статистикой, что ставит ряд вопросов перед уполномоченным органом в области рыбного хозяйства, в части принятия управленческих решений касающихся вопросов сохранения биоразнообразия и устойчивого использования биоресурсов рыбохозяйственных водоемов. Приведены данные, полученные в результате исследований, проведенных в 2021 году, в рамках научно-технической программы: «Комплексная оценка состояния рыбных ресурсов и других гидробионтов основных рыбопромысловых водоемов Казахстана и разработка научно-обоснованных рекомендаций по их устойчивому использованию» по проекту «Оценка роли спортивно-любительского рыболовства и его воздействие на ихтиоценоз в основных рыбопромысловых водоемах Казахстана. Раздел: Ертысский бассейн». Исследование финансируется Министерством экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (Грант № BR10264205).

Ключевые слова: водоем, улов, рыбак, спортивно-любительское рыболовство, анкетирование.

THE STATE OF SPORTS AND AMATEUR FISHING IN THE RESERVOIRS OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN: LAKE ZHAYSAN, BUKTYRMA RESERVOIR AND SHULBA RESERVOIR

I.V. Pritykin, B.S. Aubakirov, Y.V. Kulikov, A.V. Shutkaraev, A.M. Kasymkhanov

LLP «Scientific and Production Center of Fisheries», Ust-Kamenogorsk, Republic of Kazakhstan

E-mail: ivan_prit@mail.ru

Abstract. The article analyzes the state of sports and amateur fishing in the context of the main fishing reservoirs of the Yertis basin - Lake Zhaysan, reservoirs Buktyrma and Shulbinskoe. The catches of amateur fishermen are characterized. The indicators of the survey of amateur fishermen on one-time catches in the context of Lake Zhaysan, Buktyrma and Shulbinskoye reservoirs are presented. The purpose of this study is to characterize the sports and amateur fishing of the reservoirs of the Yertis basin, the indicators of the survey conducted by fishermen-lovers of sports and amateur fishing. The collection of primary information was carried out by experimental and visual observations of the intensity of fishing and a questionnaire survey of amateur fishermen. The sources of primary information were the sites and places of sports and amateur fishing, fish sites assigned to users by the animal world in Lake Zhaysan, the Buktyrma reservoir and the Shulba reservoir. It is

important to note that the conduct of sports and amateur fishing takes place spontaneously and is practically not regulated. The catch volumes of amateur fishermen are not covered by fishing statistics, which raises a number of questions for the authorized body in the field of fisheries, in terms of making management decisions concerning the conservation of biodiversity and the sustainable use of biological resources of fishery reservoirs. The data obtained as a result of research conducted in 2021, within the framework of the scientific and technical program: "Comprehensive assessment of the state of fish resources and other aquatic organisms of the main fishing reservoirs of Kazakhstan and the development of scientifically sound recommendations for their sustainable use" under the project "Assessment of the role of sports and amateur fishing and its impact on ichthyocenosis in the main fishing reservoirs of Kazakhstan. Section: Yertis basin". The study is funded by the Ministry of Ecology, Geology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan (Grant № BR10264205).

Keywords: reservoir, catch, the fisherman, sport and amateur fishing, survey.

Спортивно-любительское рыболовство имеет массовый характер на всех водоемах Республики Казахстан. Это распространенный, доступный и полезный вид досуга для населения, который также позволяет восполнить потребности в свежей рыбе. При этом ведение любительского рыболовства проходит стихийно и практически не регулируется. Наибольшее развитие любительское рыболовство получило в последние годы, что было связано с принятием статьи 26 пункта 2 Закона Республики Казахстан от 9 июля 2004 года N 593 «Об охране воспроизводстве и использовании животного мира», позволяющее осуществлять любительское (спортивное) рыболовство в резервном фонде рыбохозяйственных водоемов и (или) участков с изъятием до пяти килограмм на одного рыболова за выезд, без каких-либо разрешений» [3].

Целью настоящего исследования является характеристика спортивно-любительского рыболовства водоемов Ертисского бассейна, показатели проведенного анкетирования рыбаков-любителей спортивно-любительского рыболовства.

Материалы и методика

Исследования проводились в трех водных объектах – озере Жайсан, водохранилищах Буктырма и Шульбинское. Материалы собраны в весенне-летний период 2021 года в вышеуказанных водоемах. Выполнено 6 экспедиционных полевых выездов на исследуемые водоемы. При проведении анкетирования и исследований на водоемах по спортивно-любительскому рыболовству применена методика В.В. Барабанова [1; 2].

Результаты и их обсуждение

Спортивно-любительское рыболовство (далее - СЛР) в исследуемых водоемах Ертисского бассейна осуществляется согласно пункта 20 главы 4 нормативно-правового акта «Об утверждении правил рыболовства», допускающий вылов рыбы до пяти килограмм на одного рыболова за выезд, бесплатно без каких-либо разрешений, полностью отвечающее запросам рыболовов-любителей, так и с получением путевок у пользователей животным миром, на закрепленных за ними рыбоучастках водоемов [4].

Применяемые орудия лова летом и осенью (по открытой воде) – это закидные удильща – донки с 2-5 крючками, спиннинги с блеснами. В текущем году произведено анкетирование рыболовов-любителей СЛР на выбранных к исследованию водоемах Ертисского бассейна - озере Жайсан, водохранилищах Буктырма, Шульбинское (табл. 1).

Таблица 2 – Данные по анкетированию рыболовов-любителей в 2021 году на участках озера Жайсан, водохранилища Буктырма и Шульбинское водохранилища

Участок	Наименование и количество показателей				
	Замеры длины участков СЛР, км	Подсчет количества рыбаков (плотность на единицу площади, длины)	Определение частоты выходов рыбаков на СЛР	Определение массы индивидуальных разовых уловов СЛР, кг	Определение видового состава индивидуальных уловов СЛР
Озеро Жайсан					
Коржун	15	2	2-3 раза в неделю	5	судак, карась, щука, плотва, окунь
		2	1-3 раза в месяц	10	судак, карась, щука, плотва, окунь
Бархот	20	2	1 раз в месяц	8	окунь, плотва, судак
		1	1 раз в неделю	4	
Аманат	30	2	1-3 раза в месяц	10	судак, щука, плотва, окунь
мыс Тополев	15	2	2-3 раза в неделю	5	окунь, плотва, щука
Карсакбай	10	2	1-3 раза в месяц	8	щука, окунь, судак
		1	1 раз в месяц	4	плотва, лещ
		1	1 раз в неделю	4	судак, карась, щука, плотва, окунь
мыс Ултарак	15	2	сезон года	10	щука, плотва, окунь
		1	1 раз в месяц	8	окунь, плотва, судак
мыс Волчий	10	2	1-3 раза в месяц	6	щука, окунь
Водохранилище Буктырма					
Алтайка	15	3	1 раз в месяц	15	лещ, плотва, окунь
		1	Ежедневно	5	щука, окунь, судак
Васильевская переправа	20	2	1 раз в месяц	10	окунь, щука, плотва, карась
		1	1 раз в неделю	5	судак, окунь, щука
		1	сезон года	4	судак, окунь
Большенарымский залив	10	2	1 раз в месяц	10	судак, карась, щука, плотва, окунь
Кара-Джурга	15	3	1 раз в месяц	15	окунь, судак, плотва, лещ
Устье р. Курчум	10	2	1 раз в неделю	10	лещ, плотва, окунь
Устье р. Буконь	10	2	сезон года	5	окунь, щука, плотва, карась
		1	2-3 раза в неделю	2	судак, окунь
Шульбинское водохранилище					
Азовое	10	2	2-3 раза в	8	судак, окунь, лещ

			неделю		
		1	1 раз в месяц	3	окунь, плотва, лещ
Залив Ковалевка	15	2	1 раз в месяц	6	окунь, плотва, лещ, судак
Беткудук	15	3	сезон года	15	судак, окунь, лещ, плотва
Залив Смородинов	10	2	2-3 раза в неделю	10	судак, окунь, лещ, плотва
Залив Осиха	10	2	1 раз в месяц	6	плотва, лещ
Залив Кызыл-Су	15	3	сезон года	15	окунь, плотва, лещ, судак
Всего	-	53	ежедневно-сезон года	226	судак, плотва, щука, лещ, окунь, карась

В таблице 2 представлены средние показатели анкетирования рыболовов-любителей по разовым уловам за летний сезон 2021 года в разрезе озера Жайсан, водохранилищ Буктырма и Шульбинское.

Таблица 2 – Средние показатели уловов рыболовов-любителей в 2021 году на участках озера Жайсан, водохранилищ Буктырма и Шульбинское

Водоем	Наименование и количество показателей			
	Подсчет количества рыбаков	Определение частоты выходов рыбаков на СЛР	Определение массы индивидуальных разовых уловов СЛР, кг	Общий вылов за летний период, кг
Озеро Жайсан	2	1 раз в неделю	8	192
	4	2-3 раза в неделю	10	1440
	4	1 раз в месяц	14	168
	8	1-3 раза в месяц	34	2448
	2	сезон года	10	20
Всего	20	-	76	4268
В среднем, на 1 рыбака			3,8	213.4
Водохранилище Буктырма	1	Ежедневно	5	460
	3	1 раз в неделю	15	540
	1	2-3 раза в неделю	2	72
	10	1 раз в месяц	50	450
	3	сезон года	15	45
Всего	18	-	87	1567
В среднем, на 1 рыбака			4,8	87.1
Водохранилище Шульбинское	4	2-3 раза в неделю	18	2592
	5	1 раз в месяц	15	225
	6	сезон года	30	30
Всего	15	-	63	723
В среднем, на 1 рыбака			4,2	48,2

Выводы

В результате проведенных научно-исследовательских работ 2021 года по проекту «Оценка роли спортивно-любительского рыболовства и его воздействие на ихтиоценоз в основных рыбопромысловых водоемах Казахстана. Раздел: Ертисский бассейн» обследовано 19 участков на 3 рыбохозяйственных водоемах. Опрошено 53 рыбака спортивно-любительской ловли рыбы. В результате проведенного анкетирования установлено что в летнее время, 53 рыбака-любителя вылавливают в общем 6558 кг рыбы шести видов (судак, щука, окунь, плотва, лещ, карась). В среднем 1 рыбак вылавливает от 3,8 до 4,8 кг рыбы. Из трех исследованных водоемов наиболее посещаемым рыбаками-любителями является озеро Жайсан. По результатам исследований 2021 года не выявлено существенного влияния спортивно-любительского рыболовства на биологические ресурсы водоемов Ертисского бассейна.

Список литературы

1. Барабанов В.В. Оценка влияния любительского рыболовства на водные биологические ресурсы и разработка мер по его регулированию в условиях Волго-Каспийского бассейна (Астраханская область): 06.04.01 Рыбное хозяйство и аквакультура: автореф. дис...канд. биол. наук//В.В. Барабанов Астрахан. гос.ун-т. – Астрахань, 2017 – 24 с.
2. Барабанов В.В. Оценка влияния любительского рыболовства на водные биологические ресурсы Волго-Каспийского рыбохозяйственного подрайона (Астраханская область) в 2015 г. / В.В. Барабанов, Д. Н. Просвирин, С. Ю. Никифоров//Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2016. – №5. – С. 35-42.
3. Об охране воспроизводстве и использовании животного мира: Закон Республики Казахстан от 9 июля 2004 г. N 593 – Астана, 2004.– 98 с.
4. Об утверждении Правил рыболовства: Утв. Приказом и.о. Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 27.02.2015 г. №18-04/148 – Астана, 2015.- 27 с.

УДК 597.554.3

ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ *CARASSIUS GIBELIO* (BLOCH, 1782) В БАСЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ОБИ

С.Н. Решетникова^{1*}, Е.А. Интересова^{1,2}

¹ Томский государственный университет, Томск, Россия

² Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Новосибирск, Россия

E-mail: sreshetnikova@list.ru

Аннотация. Представлены данные анализа морфологических особенностей самцов и самок серебряного карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) оз. Монатка (бассейн Средней Оби). Показано, что различия между рыбами разного пола выражены слабо: у самцов статистически значимо больше высота спинного и длина грудного плавников. Учитывая, что половой диморфизм серебряного карася в разных водоемах юга Западной Сибири проявляется по разным признакам, единственной устойчивой характерной особенностью самцов данного вида по сравнению с самками можно считать более высокий спинной плавник.

Ключевые слова: серебряный карась, *Carassius gibelio*, биологические инвазии, морфометрические показатели, бассейн Средней Оби.

**SEXUAL DIMORPHISM OF THE PRUSSIAN CARP *CARASSIUS GIBELIO*
(BLOCH, 1782) IN THE MIDDLE OB BASIN**
S.N. Reshetnikova¹, E.A. Interesova^{1,2}

Abstract. Analysis of the morphological characteristics of males and females of the prussian carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) of Lake Monatka (Middle Ob basin) are presented. It was shown that the differences between fish of different sexes are weakly expressed: in males, the height of the dorsal and the length of the pectoral fins are statistically significantly greater. Considering that the sexual dimorphism of the prussian carp in different water bodies of the south of Western Siberia manifests itself according to different characters, the only stable characteristic feature of males of this species in comparison with females can be considered a higher dorsal fin.

Keywords: prussian carp, *Carassius gibelio*, biological invasions, morphometric indicators, Middle Ob basin.

Серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) всегда был широко распространен в Сибири, однако в настоящее время в регионе происходит замещение его аборигенной формы амурской, завезенной во второй половине XX века [1, 4, 9]. Учитывая, что серебряный карась признан одним из 100 наиболее опасных инвазионных видов в России [8], изучение биологии данного вида в новых для него местах обитания имеет особую актуальность. Целью данного исследования является анализ полового диморфизма серебряного карася в бассейне Средней Оби.

Материалом для работы послужили 75 экз. серебряного карася, отловленных в августе 2014 г. в оз. Монатка (правобережная пойма Средней Оби), где большая часть исследованных особей характеризовалась гаплотипами, присущими серебряному карасю Юго-Восточной Азии [6].

В результате проведенного исследования выявлено, что у серебряного карася оз. Монатка половой диморфизм выражен слабо: у самцов статистически значимо больше высота спинного и длина грудного плавников (таблица).

Анализ литературы показывает, что различия между самцами и самками серебряного карася в разных водоемах юга Западной Сибири проявляются по разным признакам [2–5]. Единственным показателем, по которому проявлен половой диморфизм в разнотипных водоемах в бассейне Верхней Оби [2], в оз. Сартлан [4], и в ходе наших исследований в оз. Монатка [3], является высота спинного плавника. Таким образом, характерной особенностью самцов серебряного карася юга Западной Сибири можно считать более высокий спинной плавник.

Таблица – Морфологические показатели серебряного карася *Carassius gibelio*
оз. Монатка

Признаки	Все рыбы n = 75	Самки n = 60	Самцы n = 15	t_{st} (U)
1	2	3	4	5
Абсолютная длина, мм	$\frac{227,2 \pm 4,90}{175,0-436,7}$	$\frac{234,6 \pm 5,77}{188,0-436,7}$	$\frac{201,3 \pm 3,13}{175,0-217,3}$	-
Стандартная длина, мм	$\frac{186,4 \pm 4,05}{130,2-355,1}$	$\frac{192,4 \pm 4,70}{154,0-355,1}$	$\frac{162,7 \pm 3,22}{130,2-179,9}$	-
Масса, г	$\frac{257,0 \pm 15,77}{113,0-1250,0}$	$\frac{274,3 \pm 18,94}{165,0-1250,0}$	$\frac{187,7 \pm 9,74}{113,0-251,0}$	-
в % стандартной длины				
Длина головы	$\frac{26,2 \pm 0,19}{22,2-29,9}$	$\frac{25,9 \pm 0,20}{22,2-29,3}$	$\frac{26,9 \pm 0,48}{22,9-29,9}$	1,90

Окончание табл.

1	2	3	4	5
Наибольшая высота тела	$\frac{43,0 \pm 0,19}{39,3-46,0}$	$\frac{42,9 \pm 0,19}{39,3-45,7}$	$\frac{43,2 \pm 0,53}{40,4-46,0}$	0,59
Антедорсальное расстояние	$\frac{50,7 \pm 0,19}{47,9-54,7}$	$\frac{50,5 \pm 0,20}{47,9-54,5}$	$\frac{50,9 \pm 0,47}{48,4-54,7}$	0,85
Антевентральное расстояние	$\frac{49,5 \pm 0,18}{46,1-52,9}$	$\frac{49,4 \pm 0,20}{46,1-52,9}$	$\frac{49,5 \pm 0,44}{47,8-52,9}$	0,17
Антеанальное расстояние	$\frac{79,4 \pm 0,38}{72,9-87,4}$	$\frac{79,3 \pm 0,45}{72,9-87,7}$	$\frac{79,8 \pm 0,65}{77,1-85,5}$	(449,0)
Антепектральное расстояние	$\frac{29,3 \pm 0,14}{26,2-33,2}$	$\frac{29,2 \pm 0,15}{26,2-31,6}$	$\frac{29,5 \pm 0,36}{27,7-33,2}$	1,01
Длина основания спинного плавника	$\frac{39,1 \pm 0,22}{33,1-42,3}$	$\frac{39,2 \pm 0,24}{33,1-42,2}$	$\frac{39,0 \pm 0,54}{35,3-42,3}$	(372,5)
Высота спинного плавника	$\frac{15,0 \pm 0,23}{11,2-19,9}$	$\frac{14,7 \pm 0,24}{11,2-17,9}$	$\frac{16,3 \pm 0,52}{11,6-19,9}$	(273,5)
Длина основания анального плавника	$\frac{11,8 \pm 0,08}{10,4-13,1}$	$\frac{11,8 \pm 0,09}{10,4-13,1}$	$\frac{12,0 \pm 0,15}{10,9-12,7}$	1,15
Высота анального плавника	$\frac{14,3 \pm 0,19}{10,7-17,2}$	$\frac{14,2 \pm 0,21}{10,7-17,2}$	$\frac{14,6 \pm 0,42}{11,8-17,0}$	0,85
Длина левого грудного плавника	$\frac{19,3 \pm 0,13}{15,3-21,6}$	$\frac{19,1 \pm 0,14}{15,3-20,9}$	$\frac{20,1 \pm 0,33}{17,6-21,6}$	(269,5)
Длина левого брюшного плавника	$\frac{20,7 \pm 0,10}{18,1-23,2}$	$\frac{20,7 \pm 0,12}{18,1-23,2}$	$\frac{20,8 \pm 0,29}{19,2-22,9}$	0,67
в % длины головы				
Диаметр глаза	$\frac{28,3 \pm 0,38}{20,4-34,7}$	$\frac{28,0 \pm 0,45}{20,4-34,7}$	$\frac{29,3 \pm 0,61}{24,3-33,9}$	1,27
Предглазничное расстояние	$\frac{33,3 \pm 0,26}{27,2-38,1}$	$\frac{33,4 \pm 0,29}{27,2-38,1}$	$\frac{32,7 \pm 0,65}{29,0-37,4}$	1,13
Заглазничное расстояние	$\frac{59,9 \pm 0,53}{48,2-70,7}$	$\frac{60,1 \pm 0,62}{48,2-70,7}$	$\frac{59,3 \pm 0,92}{54,7-67,5}$	0,56
Высота головы через середину глаза	$\frac{67,4 \pm 0,59}{55,5-79,6}$	$\frac{67,4 \pm 0,66}{55,5-79,6}$	$\frac{67,5 \pm 1,39}{61,2-79,1}$	0,05
Высота головы на уровне затылка	$\frac{91,8 \pm 0,64}{78,1-105,2}$	$\frac{92,4 \pm 0,73}{78,1-105,2}$	$\frac{89,7 \pm 1,11}{83,7-99,3}$	1,69
Меристические признаки				
Число чешуй в боковой линии	$\frac{31,1 \pm 0,10}{30-33}$	$\frac{31,1 \pm 0,11}{30-33}$	$\frac{31,3 \pm 0,23}{30-33}$	(392,0)
Число мягких лучей в спинном плавнике	$\frac{17,5 \pm 0,12}{16-19}$	$\frac{17,6 \pm 0,14}{16-19}$	$\frac{17,4 \pm 0,24}{16-19}$	(412,0)
Число мягких лучей в анальном плавнике	6	6	6	-

Примечание: t_{st} – критерий Стьюдента; U – критерий Манна-Уитни; полужирным шрифтом выделены значения, превышающие пороговое, $p < 0,05$.

Список литературы

1. Воскобойников, В.А. Изменение в экосистеме озера Чаны как результат вселения амурского карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch) / В.А. Воскобойников, М.А. Селезнева // Экологические эквивалентные и экзотические виды гидробионтов в великих и больших озерах мира: материалы конференции. – Улан-Удэ, 2002. – С. 97–98.
2. Журавлев, В.Б. Биологические особенности карасей (род *Carassius* Cyprinidae) и перспективы их промысла в разнотипных озерах Алтайского края : автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.Б. Журавлев. – Москва, 1989. – 25 с.
3. Интересова, Е.А. К биологии серебряного карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) в бассейне Средней Оби / Е.А. Интересова, С.Н. Решетникова, М.И. Лялина, А.В. Мишакин // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2021. – №5(184). – С. 19–30. DOI: 10.33920/sel-09-2105-02.
4. Озеро Сартлан (биологическая продуктивность и перспективы рыбохозяйственного использования) / под ред. А.И. Литвиненко, А.А. Ростовцева. – Тюмень: Изд-во ФГУП «Госрыбцентр», 2014. – 222 с.
5. Пищенко, Е.В. Анализ величины фенотипической изменчивости и показателей асимметрии популяции серебряного карася реки Колтырак Новосибирской области / Е.Э., Дьяковская, Р.А. Тарасенко // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2019. – № 1 (156). – С. 13-21.
6. Побединцева, М.А. Генетическая гетерогенность серебряного карася *Carassius gibelio* (CYPRINIDAE) в бассейне Средней Оби / М.А. Побединцева, С.Н. Решетникова, Н.А. Сердюкова, А. Бишани, В.А. Трифонов, Е.А. Интересова // Генетика. – 2021. – Т. 57. – № 4. – С. 429–436. DOI: 10.31857/S0016675821040111
7. Попов, П.А. Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов / П.А. Попов. – Новосибирск: изд-во Новосиб. гос. ун-та, 2007. – 526 с.
8. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / под ред. Ю.Ю. Дгебуадзе, В.Ш. Петросян, Л.А. Хляп. – М.: Тов-во научных изданий КМК, 2018. – 688 с.
9. Ядренкина, Е.Н. Распределение чужеродных видов рыб в озёрах умеренного климатического пояса Западной Сибири / Е.Н. Ядренкина // Российский журнал биологических инвазий. – 2012. – Т. 5. – № 1. – С. 98–115.

УДК 597.4/.5; 639.2/.3

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ГИЛЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Г.А. Романенко^{1,2}, И.Ю. Теряева¹, С.А. Осипов¹, Д.Г. Елизарьев¹

¹Алтайский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»), Барнаул, Россия

²ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае», Барнаул, Россия,
geo403@yandex.ru

Аннотация. Гилевское водохранилище – крупнейший искусственный водный объект юго-западной, равнинной части территории Алтайского края. В настоящее время на акватории Гилёвского водохранилища Алтайского края основное промысловое стадо рыб представлено пятью видами – плотвой (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), речным окунем (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758), обыкновенной щукой (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), язем (*Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758)) и серебряным карасем (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)). Сазан (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1759), линь (*Tinca tinca* (Linnaeus, 1758)), пестрый толстолобик (*Aristichthys nobilis* (Richardson, 1846)), пескарь (*Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)), уклейка

(*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)), елец (*Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758)), обыкновенный (речной) голец (*Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758)), сибирский хариус (*Thymallus arcticus* (Pallas, 1776)), обыкновенный таймень (*Hucho taimen* (Pallas, 1773)), налим (*Lota lota* (Linnaeus, 1758)), обыкновенный ерш (*Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758)) не имеют в водохранилище промыслового значения. Эхолокационные съемки показали, что вертикальное распределение рыб в светлое время суток характеризуется слоистостью, максимальная концентрация рыб отмечена на средних для водоема глубинах – 4,5-5,0 метров. Ихтиофауна Гилевского водохранилища находится в стабильном состоянии со времени заполнения ложа водоема и формирования рыбного населения в начале 1980-х гг. Однако в 2021 году по данным контрольных уловов в водохранилище отмечен новый для ихтиофауны вид – случайный нежелательный вселенец с высоким кормовым коэффициентом, существенно снижающий пищевые ресурсы русловых и пойменных водоёмов Верхнеобского бассейна – уклейка.

Ключевые слова: ихтиофауна; Гилевское водохранилище; плотва; речной окунь; обыкновенная щука; серебряный карась; язь.

CURRENT STATE OF ICHTHYOFAUNA GILEVSKY RESERVOIR

G.A. Romanenko^{1,2}, I.Yu. Teryaeva¹, S.A. Osipov¹, D.G. Elizariev¹

¹Altai Branch of «VNIRO» («AltaiNIRO»), Barnaul, Russia,

²FBUZ "Center for Hygiene and Epidemiology in the Altai Territory", Barnaul, Russia
geo403@yandex.ru

Abstract. Gilevsky reservoir is the largest artificial water body in the southwestern, flat part of the territory of the Altai Territory. Currently, in the water area of the Gilevsky reservoir of the Altai Territory, the main commercial herd of fish is represented by five species – roach (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), river perch (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758), common pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), ide (*Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758)) and Prussian carp (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)). Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1759), tench (*Tinca tinca* (Linnaeus, 1758)), bighead carp (*Aristichthys nobilis* (Richardson, 1846)), minnow (*Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)), bleak (*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)), spruce (*Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758)), common (river) minnow (*Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758)), Arctic grayling (*Thymallus arcticus* (Pallas, 1776)), common taimen (*Hucho taimen* (Pallas, 1773)), burbot (*Lota lota* (Linnaeus, 1758)), common ruff (*Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758)) have no commercial significance in the reservoir. Echometric surveys have shown that the vertical distribution of fish in the daytime is characterized by layering, the maximum concentration of fish is noted at average depths for the reservoir – 4.5-5.0 meters. The ichthyofauna of the Gilevsky reservoir has been in a stable state since the filling of the reservoir bed and the formation of the fish population in the early 1980s. However, in 2021, according to the control catches, a new species for the ichthyofauna was noted in the reservoir – an accidental undesirable alien with a high feed coefficient, significantly reducing the food resources of the channel and floodplain reservoirs of the Verkhneob basin – bleak.

Keywords: ichthyofauna; Gilevskoe reservoir; roach; river perch; common pike; silver carp; ide.

Гилевское водохранилище сооружено на реке Алей, в начале его среднего течения, и является крупнейшим искусственным водным объектом юго-западной части территории Алтайского края. Плотина с водопропускными сооружениями расположена у с. Гилево на территории Локтевского района, а основная часть водохранилища находится в Третьяковском. Основным назначением водоема является обеспечение

стабильного стока р. Алей для обеспечения водоснабжения городов юго-запада края и нужд оросительной системы.

Сбор материалов осуществлялся в полевой сезон 2021 г. на Гилёвском водохранилище в границе Локтевского и Третьяковского районов Алтайского края. Кроме того, использованы фондовые материалы экспедиционных исследований Алтайского филиала ФГБНУ «ВНИРО».

Сбор ихтиологического материала проводили по многолетней сетке станций. Для ихтиологических исследований рыбу отлавливали разноячейными ставными сетями (ячея 10 – 60 мм). При исследованиях применяли общепринятые в ихтиологии методики [6, 7].

Ихтиофауна Гилёвского водохранилища включает в себя 16 видов, она формировалась из рыб среднего и верхнего течения р. Алей и видов-интродуцентов [5].

В зоогеографическом отношении по классификации Л.С. Берга [1, 2, 3] р. Алей относится к западно-сибирскому участку ледовитоморской провинции голарктической области. Основную долю ихтиомассы Гилёвского водохранилища составляют представители бореального равнинного комплекса, к которому относятся 8 видов – обыкновенная щука (*Esox lucius* Linnaeus, 1758), плотва (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), язь (*Leuciscus idus* (Linnaeus, 1758)), елец (*Leuciscus leuciscus* (Linnaeus, 1758)), серебряный карась (*Carassius auratus* (Linnaeus, 1758)), пескарь (*Gobio gobio* (Linnaeus, 1758)), речной окунь (*Perca fluviatilis* Linnaeus, 1758), обыкновенный ёрш (*Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758)). Рыбы других комплексов представлены в меньшей степени. Вторым по количеству видов является бореальный предгорный комплекс, который представляют всего 4 вида – обыкновенный таймень (*Hucho taimen* (Pallas, 1773)), сибирский хариус (*Thumallus arcticus* (Pallas, 1776)), обыкновенный гольян (*Phoxinus phoxinus* (Linnaeus, 1758)) и уклейка (*Alburnus alburnus* (Linnaeus, 1758)). Также присутствуют представители *третично-равнинного фаунистического комплекса* – линь (*Tinca tinca* (Linnaeus, 1758)), сазан (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758). Одним видом на исследуемой территории представлен арктический пресноводный комплекс (налим (*Lota lota* (Linnaeus, 1758))) и *китайско-равнинный* (пёстрый толстолобик (*Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1846))).

Эхометрические съемки, проведенные в июне 2021 года, показали, что вертикальное распределение рыб в светлое время суток характеризуется слоистостью, наибольшая концентрация рыб отмечена на средних глубинах для водоема, в зоне 4,5 – 5,0 м.

В настоящее время на акватории Гилёвского водохранилища Алтайского края основное промысловое стадо рыб (I) представлено пятью видами: плотвой, речным окунем, серебряный карасем, обыкновенной щукой и язём. Остальные виды малочисленны и не имеют промыслового значения (II).

I. *Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758) – плотва. Пресноводный, рео-лимнофил, жилой. Доминантный промысловый вид по численности, также занимает лидирующее место по ихтиомассе и рыбопродуктивности. Объект спортивного и любительского лова. В 2021 году стадо плотвы в уловах было представлено семью возрастными группами от 1+ до 7+ лет (табл.1). Наиболее многочисленными являлись 2+ и 3+ летки. Половой зрелости плотва достигает в 2-3 года. Соотношение полов в уловах было близко 1:1. Абсолютная плодовитость составляет в среднем 46,0 тыс. икринок.

Perca fluviatilis Linnaeus, 1758 – речной окунь. Пресноводный, рео-лимнофил, жилой. В настоящее время является видом-субдоминантом. Распространён по акватории водохранилища дифференцировано по размерно-возрастным группам, что проявляется при незначительных сезонных миграциях по водоёму. В 2021 году стадо речного окуня Гилёвского водохранилища в уловах было представлено восемью возрастными группами от 0+ до 7+ лет. Наиболее многочисленными являлись 1+ и 2+ летки (табл. 2).

Таблица 1 – Размерно-возрастная характеристика популяции плотвы в Гилевском водохранилище, 2021 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Cv, %	Масса, г		Cv, %	n	Возрастные группы, %
	средняя	lim		средняя	lim			
1+	78,5±0,6	60,0-90,0	6,6	8,1±0,2	4,0-13,0	25,5	76	19,8
2+	126,0±1,1	95,0-150,0	8,6	36,9±1,1	21,0-68,0	29,2	96	25,0
3+	146,2±0,9	120,0-180,0	6,9	59,0±1,2	36,0-109,0	21,4	116	30,2
4+	169,4±2,0	140,0-220,0	9,2	99,0±4,2	56,0-212,0	32,5	59	15,4
5+	189,1±2,9	142,0-220,0	8,4	147,6±6,0	104,0-243,0	21,8	29	7,6
6+	211,7±6,1	195,0-240,0	7,1	215,0±31,3	161,0-368,0	35,7	6	1,6
7+	233,5±11,5	222,0-245,0	7,0	294,0±57,0	237,0-351,0	27,4	2	0,4
Среднее по улову	136,0±1,9	60,0-245,0	-	59,9±2,6	4,0-368,0	-	384	100,0

Таблица 2 – Размерно-возрастная характеристика популяции речного окуня в Гилевском водохранилище, 2021 г.

Возраст	Промысловая длина, мм		Cv, %	Масса, г		Cv, %	n	Возрастные группы, %
	средняя	lim		средняя	lim			
0+	72,0±1,2	58,0-75,0	13,8	6,7±0,2	4,2-7,8	38,5	39	7,4
1+	78,1±1,8	65,0-145,0	29,7	10,6±0,9	5,0-55,0	109,8	159	30,1
2+	127,6±1,1	100,0-192,0	11,4	38,6±1,2	17,0-120,0	42,8	183	34,7
3+	177,6±4,1	115,0-220,0	15,3	114,5±7,6	33,0-214,0	43,8	44	8,3
4+	222,4±4,6	160,0-300,0	14,6	253,6±19,3	81,0-683,0	54,3	51	9,7
5+	241,9±5,0	150,0-305,0	12,9	323,2±19,0	61,0-689,0	36,6	39	7,4
6+	288,3±9,5	245,0-330,0	9,9	563,7±63,7	292,0-924,0	33,9	9	1,7
7+	312,5±26,5	265,0-370,0	17,0	799,3±220,9	357,0-1310,0	55,3	4	0,7

Esox lucius Linnaeus, 1758 – обыкновенная щука. Пресноводный, рео-лимнофил, жилой. Распространена по акватории водохранилища неравномерно, не имеет дифференциации по размерно-возрастным группам, при незначительных сезонных миграциях по водоёму скопления образует только на нерестилищах. В 2021 году стадо обыкновенной щуки в контрольных уловах было представлено особями четырех возрастных групп от 1+ до 4+ лет, причем преобладали четырехлетки (табл. 3).

Таблица 3 – Размерно-возрастная характеристика популяции обыкновенной щуки в Гилевском водохранилище, 2021 г.

Промысловая длина, мм		Масса рыб, г	
средняя	колебания	средняя	колебания
346,3±27,4	190,0-465,0	492,8±94,1	54,0-966,0

Carassius auratus (Linnaeus, 1758) – серебряный карась. Пресноводный, рео-лимнофил, жилой, акклиматизант (амурская форма). Распространен по акватории неравномерно и не обладает большой численностью. В 2021 г. промысловое стадо серебряного карася было представлено семью возрастными группами (1+ - 7+) (табл. 4). В уловах преобладали особи 3+ и 4+ лет со средней промысловой длиной 220,0 мм и массой 450,0 г.

Таблица 4 – Размерно-возрастная характеристика популяции серебряного карася в Гилевском водохранилище, 2021 г.

Промысловая длина, мм		Масса рыб, г	
средняя	колебания	средняя	колебания
209,9±17,6	120,0-320,0	423,7±119,1	50,0-1239,0

Leuciscus idus (Linnaeus, 1758) – язь. Пресноводный, рео-лимнофил, жилой. В настоящее время не является основным промысловым видом Гилевского водохранилища, чаще всего вид идёт приловом во время промысла плотвы и речного окуня. Язь распространён по акватории водохранилища равномерно, но дифференцировано по размерно-возрастным группам.

Язь в контрольных уловах был представлен трех, четырех и шестилетними особями (табл. 5). Наиболее многочисленными отмечены особи в возрасте 3+. Максимальный возраст рыб, зарегистрированных за последние одиннадцать лет в водохранилище – 8+.

Таблица 5 – Размерно-возрастная характеристика популяции язя в Гилевском водохранилище, 2021 г.

Промысловая длина, мм		Масса рыб, г	
средняя	колебания	средняя	колебания
243,8±35,7	200,0-350,0	378,3±207,1	158,0-999,0

II. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1759 – сазан, обыкновенный карп. Пресноводный, рео-лимнофил, жилой, акклиматизант. Вселен в 1980-х гг., встречается единично.

Tinca tinca (Linnaeus, 1758) – линь. Пресноводный, лимнофил, жилой. Встречается единично.

Aristichthys nobilis (Richardson, 1846) – пестрый толстолобик. Пресноводный, рео-лимнофил, жилой, акклиматизант. Вселен в 1980-х гг., встречается единично, только старые особи.

Gobio gobio (Linnaeus, 1758) – пескарь. Пресноводный, реофил, жилой. Отмечен в верхней части водохранилища.

Alburnus alburnus (Linnaeus, 1758) – уклейка. Пресноводный, реофил, жилой, акклиматизант. Впервые отмечена в 2021 году, на данный момент встречается единично. Уклейка считается случайным вселенцем и появление её в составе сообществ рыб бассейна Верхней Оби следует признать нежелательным явлением, поскольку уклейка, как и верховка, имеет высокий кормовой коэффициент и существенно снижает пищевые ресурсы русловых и пойменных водоёмов Верхнеобского бассейна [4].

Leuciscus leuciscus (Linnaeus, 1758) – елец. Пресноводный, реофил, жилой. Распространен на всей акватории водохранилища, однако имеет низкую численность.

Phoxinus phoxinus (Linnaeus, 1758) – обыкновенный (речной) голец. Пресноводный, рео-лимнофил, жилой. Встречается единично.

Thymallus arcticus (Pallas, 1776) – сибирский хариус. Пресноводный, рео-лимнофил, жилой. Отмечен только в верховьях водохранилища.

Hucho taimen (Pallas, 1773) – обыкновенный таймень. Пресноводный, реофил, жилой. Встречается единично в уловах в зимний период времени.

Lota lota (Linnaeus, 1758) – налим. Пресноводный, реофил, жилой. Встречается в русле реки Алей, редок.

Gymnocephalus cernuus (Linnaeus, 1758) – обыкновенный ерш. Пресноводный, реофил, жилой. Распространен на всей акватории водохранилища. Вид имеет тенденцию к увеличению численности.

ВЫВОД

Ихтиофауна Гилевского водохранилища находится в стабильном состоянии со времени заполнения ложа водоема и формирования рыбного населения из местных речных видов-аборигенов и акклиматизированных видов. Тем не менее, на сегодняшний день появившийся нежелательный вселенец – уклейка вызывает некоторые опасения в вопросе устойчивости экосистемы. Ситуация требует всестороннего наблюдения.

Список литературы

1. Берг, Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. / Л.С. Берг – М.-Л.: Изд-во АН СССР. – 1948. – Ч.1. – 466 с.
2. Берг, Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. / Л.С. Берг – М.-Л.: Изд-во АН СССР. – 1949 – Ч.2. – 429 с.
3. Берг, Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. / Л.С. Берг – М.-Л.: Изд-во АН СССР. – 1949 – Ч.3. – 455 с.
4. Журавлёв, В.Б. Определитель рыб бассейна Верхней Оби: монография / В.Б. Журавлёв, С.Л. Ломакин, С.Н. Сатюков. – Барнаул: ОАО «ИПП «Алтай», 2010. – 110 с.
5. Михайлов, А.В. Современное состояние ихтиофауны Гилевского водохранилища Алтайского края и пути её рационального использования: дисс. канд. биол. наук. / А.В. Михайлов – Новосибирск, 2015. – 168 с.
6. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). / И.Ф. Правдин – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
7. Решетников, Ю.С. О методиках полевых ихтиологических исследований и точности полученных результатов / Ю.С. Решетников, О.А. Попова // Труды ВНИРО / Водные биологические ресурсы. – 2015. – Т. 156. – С. 114–131.

УДК 597.553.2

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИХТИОФАУНЫ В ХАНТАЙСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

В.И. Романов, О.Г. Карманова

НИ Томский государственный университет, Россия; e-mail: icht.nrtsu@yandex.ru

Аннотация. В публикации представлены результаты исследований, полученных в разные годы (1977–2020 гг.) на водохранилище Усть-Хантайской ГЭС. В первые годы после залития основу промысла здесь составляли щука и массовые виды сиговых рыб (сибирская ряпушка, пелядь и сиг-пыжьян). Доля других рыб (карповые, налим, окунь) была незначительна. Вспышка трофической обеспеченности для нарастающей численности планктофагов и бентофагов в этом водоеме была кратковременной, и трофическая депрессия стала проявляться уже на 3–5 годы с момента достижения максимальных уровней водохранилищем, с начала 1980-х годов. С этого момента, особенно у сиговых рыб, отмечается замедление линейного и весового роста,

увеличение сроков полового созревания, снижение плодовитости, которые продолжаются до настоящего времени. Из сиговых рыб только сибирская ряпушка и сиг-пыжьян, значительно снизив свою численность, все-таки присутствуют в промысле. Численность пеляди уже с середины 2000-х годов сократилась, и она вошла в состав рыб, уже редко встречающихся в этом водоеме.

Ключевые слова: Хантайское водохранилище, сибирская ряпушка, сиг-пыжьян, щука.

PECULIAR CHARACTERISTICS OF FORMATION OF THE KHANTAYSKOE RESERVOIR'S ICHTHYOFAUNA

V.I. Romanov, O.G. Karmanova

National Research Tomsk State University, Russia

icht.nrtsu@yandex.ru

Abstract. The publication presents the results of studies conducted at the reservoir of the Ust-Khantayskaya hydro-electric power station during the years of 1977 – 2020. In the first several years after the flooding, pike and mass species of whitefish (cisco, peled and humpback whitefish) were abundantly present in commercial fishing. The proportion of other fish species (carp, burbot, perch) was insignificant. An increase in trophic provision for the growing population of planktophages and benthophages in this reservoir was temporary, and a trophic depression began to manifest itself in the early 1980s, 3–5 years after the maximum level of the reservoir was reached. From that moment on, whitefish in particular, demonstrated a decline in linear and weight growth, an increase in puberty age, a decline in fertility, and these trends continue until the present time. Of all the whitefish species, cisco and humpback whitefish, while in small quantities, are still available for fishing. The population of peled has decreased since the mid-2000s, and peled is now considered rare in this reservoir.

Keywords: Khantayskoe Reservoir, cisco, humpback whitefish, pike.

Аборигенная фауна сиговых рыб в водохранилищах страны достаточно бедна, и обычно представлена одним – двумя видами. Попытки вселения новых видов не всегда оказывались удачными. Более-менее результативными можно считать акклиматизацию в некоторых сибирских водохранилищах – планктофагов пеляди и байкальского омуля. Однако существенного значения в общем вылове они обычно не имели и для поддержания их высокой численности рекомендовалось постоянное вселение не только акклиматизантов, но и аборигенов [4].

На этом фоне выделялось Хантайское водохранилище – самое северное в стране. Оно расположено на правом притоке Нижнего Енисея – р. Хантайке. В составе ихтиофауны этого водоема отмечалось пять видов аборигенных сиговых рыб: сибирская ряпушка, пелядь, сиг-пыжьян, чир и валёк [2, 6]. В отличие от других водохранилищ Сибири промысел сиговых в этом водоеме был крупнейшим в стране и играл заметную роль, уступая в начальные периоды его формирования только вылову щуки. В условиях лимитируемого промысла в 1970–80-е годы вылов сиговых составлял в среднем 78,6 тонн. В 1976 г., который считается началом регулярного промысла на этом водоеме, было выловлено 53,6 т, при этом доля сиговых в общем вылове составила 36,9 %. Однако в 80-е годы относительная доля сиговых рыб составляла в среднем уже 21,5 % (17,0–30,7 %).

В разные годы формирования этого водоема только три вида отличались высокой численностью: сибирская ряпушка, пелядь и сиг-пыжьян. Их численность в Хантайском водохранилище была несопоставима выше, чем в других искусственных водоемах Сибири и европейской части страны. В разные периоды наблюдалась смена ведущих по вкладу в промысле видов сиговых рыб. Если в первый год освоения Хантайского водохранилища (1976) в статистике промысла отмечались только сиг-

пыжьян (36 т; 24,8 %) и сибирская ряпушка (17,6 т; 12,1 %), то с начала 80-х годов доли ряпушки и озерной пеляди практически сравнялись. Со второй половины этого периода (1987 г.) вылов пеляди уже стал превышать промысел сига. К сожалению, с начала 90-х годов промысел из-за проблем с транспортировкой рыбы к местам реализации (высокие авиатарифы) и отсутствия ее переработки на месте стал деградировать, и к настоящему времени практически перестал существовать. К этому времени уже существенно снизились линейно-весовые характеристики сиговых и их товарное качество, поскольку они, особенно ряпушка, были массово поражены паразитами [9].

В процессе формирования Хантайского водохранилища были отмечены существенные изменения не только численности сиговых рыб, но и их основных биологических характеристик [1, 7–13]. Уже в первые годы после залития стали наблюдаться депрессионные явления в кормовой обеспеченности планктофагов и бентофагов. Неблагоприятное воздействие оказывал уровенный режим этого водоема. Например, в 1985 г. сверхнормативная сработка уровня привела к тому, что площадь водохранилища сократилась почти в два раза. Данные обстоятельства приводили к тому, что темп роста и плодовитость снижались, а возраст достижения половой зрелости, особенно у сига-пыжьяна, возрастал. Как и в других водохранилищах страны, здесь наблюдалась значительная покатная миграция некоторых видов. Основными мигрантами были отмечены сибирская ряпушка, пелядь и окунь [5]. В сравнении с промысловыми уловами, по данным этих авторов, ряпушка и пелядь, в период исследований, выносилась в 1,5–2,5 раза больше, чем вылавливалась в этом водоеме.

Сибирская ряпушка. На территории Сибири это единственная аборигенная популяция, существующая в водохранилище. Попытки вселения ряпушек в водохранилища этого региона особого эффекта не имели, хотя отмечалось воспроизводство ряпушек, вселенных в Красноярское водохранилище из Норильских озер в 1968 г. В Хантайском водохранилище, с первых лет его существования, ряпушка относилась к самому высокочисленному представителю семейства сиговых рыб. Здесь она представлена озерно-речной формой, и места ее нереста сосредоточены, в основном, в районе Малых Хантайских озер. За рассматриваемый период значительно изменились и биологические характеристики ряпушки. Если в 1977 г. основу нерестового стада составляли рыбы в возрасте от 2+ до 4+ лет (более 80%), то к 1988 г. это были уже четырех- и пятилетки, а в 2000 г. – соответственно ряпушки в возрасте 4+ – 6+ лет. При сравнении линейных и весовых показателей ряпушки за 1977–2000 гг. отмечено резкое их снижение во всех возрастных группах. Так, если в 1977 г. семилетки (6+ лет) самки имели среднюю длину по Смитту 335 мм и массу тела 432 г, то в 2000 г. у одновозрастных рыб эти же показатели составляли 232 мм и 135 г, соответственно и снизились средние размеры производителей во всех возрастных группах. В 2019 г. эти характеристики несколько повысились и соответственно составили 262 мм и 197 г.

Пелядь. Как и ряпушка пелядь представлена аборигенной формой только в Хантайском водохранилище. Наряду с озерной, была отмечена и озерно-речная форма пеляди, существенно отличающиеся между собой по линейным, весовым показателям и плодовитости. К середине 80-х годов озерно-речная пелядь, поднимавшаяся на нерестилища по р. Хантайке, практически исчезла из уловов. В конце 1970-х – начале 1980-х гг. отмечались самые высокие линейные и весовые характеристики озерной формы пеляди. Неоднородность популяции пеляди Хантайского водохранилища отмечалась на разных участках его акватории. Например, в Кулюмбинском заливе были обнаружены медленно- и быстрорастущая формы пеляди [3], доля пеляди в общем количестве пойманных рыб составляла 20–34%. Несмотря на это, к концу 90-х гг. можно констатировать, что общая нехватка зоопланктона достаточно сильно снизила темп роста планктофага-пеляди. По отдельным возрастным группам уменьшение весовых показателей составляет 5–7 раз. С начала 2000-х годов стала снижаться пеляди

и к 2020 г она уже стала редким представителем сиговых рыб в водохранилище.

Чир. Отмечен для этого водоема только в период его залития (Крупницкий, Мартынюк, 1977). В последующие годы фактов поимки чира в водохранилище почти не известны, хотя в начале 1990-х годов он еще редко встречался среди покатников в нижнем бьефе ГЭС [5].

Сиг-пыжьян. Численность сига-пыжьяна была особенно высокой в первые годы формирования Хантайского водохранилища. Местами его размножения были все крупные и некоторые мелкие притоки этого водоема. К настоящему времени многие из них потеряли свое значение в воспроизводстве этого вида, в результате браконьерского лова. К числу рек, куда еще этот сиг заходит для размножения можно отнести только Горбиачин, Кулюмбе и Хантайку. Однако и здесь он не защищен от браконьерского промысла. Наиболее крупное нерестовое стадо сига-пыжьяна – хантайское. Как и у ряпушки за рассматриваемый период численность сига значительно снизилась, сократились и сроки нерестового хода. После достижения водохранилищем проектного уровня (начало фазы трофической депрессии) темп линейного и весового роста сига-пыжьяна также заметно снижается при доминировании в нерестовой части популяции более старших возрастных групп. Самая крупная самка сига-пыжьяна (12+ лет), пойманная в Хантайском водохранилище в первые годы его существования (1977), имела длину по Смитту 583 мм и массу тела 3480 г. Средняя масса тела одновозрастных рыб в 2000 г. составила только 745 г (lim: 574–1006; 29 самок). В 2019 г. средняя масса тела одновозрастных рыб составила соответственно 886 г (lim: 722–1113; 13 самок).

Щука. Преимущественная ориентация начального этапа рыболовства (участки и орудия лова) именно на этого хищника достаточно интенсивно эксплуатировало ее запасы, что привело в дальнейшем к снижению вылова. На численности щуки сказалось и разрушение плавающих торфяных островов, что значительно ухудшило условия воспроизводства этого фитофила. Уже в первые годы существования водохранилища отмечалась массовая кормовая миграция щуки вслед за ходом ряпушки и сига-пыжьяна в р. Хантайку. К 2020 г. щука стала обычным видом в этой реке и становится массовым видом в западной части оз. Хантайского, где раньше отлавливалась крайне редко.

Список литературы

1. 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. II совещания. Ин-т оптики атмосферы СО РАН, – Томск, 2000. – С. 265–272.
2. Крупницкий, Ю.Г. Формирование ихтиофауны Хантайского водохранилища / Ю.Г. Крупницкий, Е.Г. Мартынюк // Рыбное хоз-во, 1977. – № 6. – С. 9–11.
3. Куклин, А.А. О биологической разнокачественности пеляди Хантайского водохранилища / А.А. Куклин, С.Л. Бурнев // Тезисы докладов 4 Всес. совещ. по биол. и биотехн. развед. сиговых рыб, Вологда, ноябрь, 1990. – Л., 1990. – С. 90–91.
4. Мамонтов, А.М. Рыбохозяйственное значение и особенности формирования ихтиофауны Байкало-Ангарских водохранилищ // Научные основы экологического мониторинга водохранилищ: Дружининские чтения. Вып. 2. / Матер. Всеросс. научн.-практ. конф. – Хабаровск: ИВЭП ДВО РАН, 2005. – С. 141–144.
5. Павлов, Д.С. Покатная миграция рыб из Усть-Хантайского водохранилища / Д.С. Павлов, А.И. Лупандин, В.В. Костин // Вопр. ихтиологии, 1994. – Т. 34. – № 3. – С. 359–365.
6. Романов, В.И. Ихтиофауна Хантайской гидросистемы и особенности ее формирования / Романов В.И. // Методы комплексных исследований сложных гидросистем. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1980. – С. 76–97.

7. Романов, В.И. Экология сига-пыжьяна в водохранилищах Сибири в процессе их формирования / Романов В.И. // Вопросы экологии водоемов и интенсификации рыбного хозяйства Сибири. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1986. – С. 48–54.
8. Романов, В.И. Фауна, систематика и биология рыб в условиях озерно-речных гидросистем южного Таймыра: 03.00.04 Зоология: автореф. дис. ... докт. биол. наук. – Томск, 2005. – 42 с.
9. Романов, В.И. Современная характеристика массовых видов рыб и их паразитов в заполярных водохранилищах бассейна Енисея (на примере Хантайского) / В.И. Романов, В.А. Заделёнов, Ю.К. Чугунова, О.Г. Карманова, В.В. Лукьянцев // Рыбоводство и рыбное хоз-во, 2020. – № 11 – С. 6–19.
10. 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 [и др.] // Экология и рациональное природопользование на рубеже веков. Итоги и перспективы / Мат-лы междунар. конф. Т. 1. – Томск, 2000. – С. 169–171.
11. Романов, В.И. Особенности формирования ихтиофауны заполярного Хантайского водохранилища / В.И. Романов, О.Г. Карманова // Сибирский эколог. журн., 2004. – № 4. – С. 513–520.
12. Романов, В.И. Экология сибирской ряпушки Хантайского водохранилища в период стабилизации его уровня / В.И. Романов, О.Г. Карманова // Проблемы гидробиологии Сибири. – Томск: Дельтаплан, 2005. – С. 212–222.
13. Романов, В.И. Экология окуня Хантайского водохранилища в процессе стабилизации его уровня / В.И. Романов, О.Г. Карманова, Д.В. Михайлов // Environment of Siberia, the Far East, and the Arctic / Экология Сибири, Дальнего Востока и Арктики. – Tomsk, 2001. – P. 299–304.

УДК 576.895.122.2

СОСТОЯНИЕ ПАРАЗИТОФАУНЫ ЛЕЩА И ПЛОТВЫ НА ФОНЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ ВОДЫ В ВЕРХНЕЙ ОБИ В 2021 Г.

Е.Э. Сотникова¹, А.В. Морозко^{2,3}, А.А. Дайтхе^{1,2}

¹Новосибирский государственный Аграрный Университет (НГАУ), г.
Новосибирск, Россия

²Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ЗапСибНИРО), г. Новосибирск,
Россия

³Национальный Исследовательский Томский Государственный Университет
(НИТГУ), г. Томск, Россия

Аннотация. Экстремальное изменение уровней воды в Верхней Оби на период 2021 года оказало сильное влияние на общий уровень заражённости рыб паразитами. Проведён паразитологический анализ рыб семейства карповых (лещ *Abramis brama* L. и плотва *Rutilus rutilus* L.), отловленных из Новосибирского водохранилища в период открытой воды. В ходе исследования были обнаружены четыре вида трематод: *Diplostomum spathaceum* (sensu lato = *D. sp., sp.*), *Posthodiplostomum cuticola*, *Metorchis xanthosomus* и *Pseudamphistomum truncatum*. В 2021 году не было классического для Верхней Оби двухволнового паводка, за счёт погодных условий произошло единое весенне-летнее половодье, а затем наступила межень. Так высокий уровень притока воды в первой половине летнего сезона позволил заполнить значительные пространства мелководий водными массами, что способствовало развитию популяций первых промежуточных хозяев трематод – брюхоногих моллюсков, а затем за счёт постепенной сработки уровня и наступившей ранней и затяжной межени увеличилась

концентрация моллюсков на меньшей площади. Это способствовало увеличению показателей заражённости паразитами у рыб, обитающих в местах скопления моллюсков.

Ключевые слова: лещ, плотва, водность, паразитофауна, трематоды, экстенсивность инвазии, индекс обилия, интенсивность инвазии.

THE STATE OF THE PARASITOFUNA OF BREAM AND ROACH AGAINST THE BACKGROUND OF EXTREME FLUCTUATIONS IN THE WATER LEVEL IN THE UPPER OB IN 2021.

*E.E. Sotnikova*¹, *A.V. Morozko*^{2,3}, *A.A. Daithe*^{1,2}

¹ Novosibirsk State Agrarian University (NGAU), Novosibirsk, Russia

² Novosibirsk branch of FGBNU "VNIRO" (ZAPSIBNIRO), Novosibirsk, Russia

³ National Research Tomsk State University (NI TSU), Tomsk, Russia

Abstract. The extreme change in water levels in the Upper Ob for the period of 2021 had a strong impact on the overall level of fish parasite infestation. A parasitological analysis of fish of the cyprinid family (bream *Abramis brama* L. and roach *Rutilus rutilus* L.) caught from the Novosibirsk reservoir during the open water period was carried out. During the study, four species of trematodes were found: *Diplostomum spathaceum* (sensu lato = *D. sp.*, sp.), *Posthodiplostomum cuticola*, *Metorchis xanthosomus*, and *Pseudamphistomum truncatum*. In 2021, there was no two-wave flood, classic for the Upper Ob, due to weather conditions, there was a single spring-summer flood, and then low water began. Thus, a high level of water inflow in the first half of the summer season made it possible to fill significant areas of shallow waters with water masses, which contributed to the development of populations of the first intermediate hosts of trematodes - gastropods, and then, due to the gradual depletion of the level and the onset of an early and prolonged dry season, the concentration of mollusks increased in a smaller area. This contributed to an increase in the rates of parasite infestation in fish inhabiting molluscan aggregations.

Keywords: bream, roach, water content, parasitofauna, trematodes, extent of invasion, abundance index, intensity of invasion.

Паразитарное сообщество у рыб – динамичная система. В зависимости от изменений окружающей среды, наличии либо отсутствии тех или иных хозяев и их численности, изменяется состав паразитарных сообществ.

Новосибирское водохранилище это искусственный водоём на р. Обь, расположенный на территориях Новосибирской области и Алтайского края. Водохранилище вытянуто с юго-запада на северо-восток и составляет примерно 220 км в длину при максимальной ширине 22 км. Площадь водной поверхности при нормальном подпорном уровне составляет 1082 кв. км. Полная емкость водохранилища – 8,8 км³. Наибольшая глубина – 25 м. Зимой покрывается льдом [10].

Несмотря на то, что гидрологический режим Новосибирского водохранилища напрямую зависит от работы Новосибирской ГЭС, есть определённые закономерности уровня режима. В годовом ходе уровня выделяют три фазы: весеннего наполнения, относительно стабильного стояния на отметках НПУ и осенне-зимней сработки. Продолжительность стабильных уровней определяется водностью летне-осеннего периода и колеблется от 126 до 128 дней [4]. К концу года уровень понижается до 1,75 м. Проточность водохранилища довольно высокая, так как требуется сброс воды через плотину для работы ГЭС. Коэффициент водообмена в среднем равен 7. В маловодные годы происходит 5-кратная, в многоводные – 9,1-9,6-кратная смена водных масс [8].

На р. Обь чаще всего наблюдается две волны паводка – весенний и летний. Летний паводок происходит из-за таяния ледников Алтая и прихода «коренной» воды.

От его уровня и количества принесённых им водных масс напрямую зависит степень характеристика годовой водности.

Первые промежуточные хозяева всех видов трематод – брюхоногие моллюски. Изменения уровня воды в водоеме влияют на численность и распределение их популяций и, соответственно, на показатели их зараженности. А их показатели зараженности в свою очередь влияют на показатели зараженности вторых промежуточных хозяев рыб [1].

Новосибирское водохранилище имеет рыбохозяйственное значение. В настоящее время в Новосибирском водохранилище сформировалась ихтиофауна из 27 аборигенных и инвазионных видов, из них 12 карповых видов рыб [9].

Лещ *Abramis brama* (L.) в Новосибирском водохранилище является акклиматизантом, тем не менее с момента его вселения в водоём его численность росла, и на сегодняшний момент он является доминантным видом [3]. Это крупночастиковый вид, долгоживущий, экологически пластичный, со стабильными показателями численности. Распространён на всей акватории водоёма [5].

Плотва *Rutilus rutilus lacustris* (Pallas) представитель аборигенной ихтиофауны. Численность её на сегодняшний момент достаточно высока, наряду с окунем, она является видом-субдоминантом. Наибольшие показатели численности плотвы наблюдаются на мелководных зонах водохранилища (на островных участках Ирменского плёса, с обширными прибрежными мелководьями и пойменными участками верхней зоны), так как она предпочитает места с небольшим течением под защитой коряг и растительности [6].

Долгие годы в Новосибирском водохранилище у рыб карповых видов были относительно низкие показатели зараженности трематодами, но в предыдущие три года у рыб из данного водоёма стали чаще регистрироваться трематоды опасные для человека [6].

Целью работы стало изучение паразитофауны доминантного вида (лещ) и субдоминанта (плотва) при экстремальных условиях водности.

Материал и методика

Материал отбирался в ходе всего летнего сезона с разных зон Новосибирского водохранилища. Отбор рыбы производился из ставных сетей и траловых уловов.

Камеральная обработка рыбы производилась по общепринятым методикам [2, 7].

Оценивая зараженность рыб, мы использовали показатели экстенсивности инвазии (Э.И. – доля зараженных особей в процентах от общего числа обследованных рыб), интенсивности заражения (И.И. – число паразитов, встреченных на одной рыбе), индекс обилия (И.О. – число паразитов на одну исследованную рыбу).

Результаты

Возраст исследованного леща составил 2-4 года, длиной от 15 до 24,7 см. Возраст плотвы был 3-4 года, длина 17-23,4 см. В ходе исследований у рыб зарегистрировано четыре вида трематод: *Posthodiplostomum cuticola*, *Diplostomum spathaceum* (sensu lato), *Pseudamphistomum truncatum* и *Metorhis xantodomus*. Результаты паразитологического анализа представлены в таблице.

У леща встречаются 4 вида зарегистрированных трематод, но наибольшие показатели экстенсивности инвазии в 2021 г. только у *Metorhis xantodomus*. Тогда как у плотвы встречаются только 3 вида паразитов, но экстенсивность инвазии у них примерно одинаковая.

Лещ, являясь видом-доминантом, распространён на акватории всего водохранилища, показатели его численности достаточно стабильны [7], что позволяет населяющим его гельминтам со сложным циклом развития иметь стабильные условия

развития. Это обуславливает эффект накопления инвазии *P. cuticola*, *D. spathaceum*, что подтверждают невысокие показатели индекса обилия и интенсивности инвазии этих видов паразитов.

Таблица – Видовой состав и заражённость паразитов леща и плотвы из Новосибирского водохранилища в 2021 г.

Вид рыбы	Вид паразита	Экстенсивность инвазии	Индекс обилия	Интенсивность инвазии
Лещ	<i>M. xantodonus</i>	58%	15,5	26,7
	<i>Ps. truncatum</i>	16%	5,1	24
	<i>D. spathaceum</i>	42%	5,9	14
	<i>P. cuticola</i>	5%	0,1	2
Плотва	<i>M. xantodonus</i>	50%	18,9	37,8
	<i>Ps. truncatum</i>	44%	27,8	63,4
	<i>D. spathaceum</i>	56%	2,6	4,7

Кроме того, низкие показатели интенсивности инвазии и индекса обилия можно объяснить высокой экологической пластичностью данного вида. Так как, перемещаясь внутри водоёма, он обитает на разных биотопах. Это подтверждает и большее разнообразие его паразитофауны.

Плотва, предпочитая мелководья и заросли, обитает в местах, где наиболее часто встречаются первые промежуточные хозяева трематод – моллюски, поэтому помимо накопительного эффекта на её показатели заражённости влияют её экологические особенности. Это подтверждает неравномерность показателей индекса обилия и интенсивности инвазии.

Впервые за много лет у карповых видов рыб Новосибирского водохранилища регистрируются описторхиды *Ps. truncatum* и, *M. xantodonus*, так как в 2021 году создались максимально комфортные для их первых промежуточных хозяев, моллюсков битиниид условия (обильное весеннее половодье, перешедшее в раннее летнее, низкие уровни воды с середины лета, малая численность и биомасса вивипарид).

У леща показатели зараженности *Ps. truncatum* ниже, чем *M. xantodonus*.

Обсуждение

Особенностью 2021 г. стало экстремальное изменение уровней воды в Верхней Оби.

Обильные осадки в весенний период усилили весенний паводок. Затем в начале лета жаркая погода и сильные дожди ускорили процесс таяния ледников и «коренная» вода пришла раньше ежегодных сроков. После прохождения обильных весенне-летних водных масс наступила межень и резкое падение притока воды в Новосибирское водохранилище.

Так как сильный приток воды весеннее время создал благоприятные условия для развития брюхоногих моллюсков, в особенности битиниид, (залитие обширных площадей в мелководных зарастающих зонах), то увеличилось количество потенциальных организмов реципиентов. Последовавшее за тем резкое падение притока и уровня воды в водохранилище увеличило концентрацию организмов, что способствовало ускорению процесса распространения паразитов у рыб, обитающих в водоёме.

Высокие показатели зараженности описторхидами леща, на фоне небольших показателей зараженности *P. cuticola* и *D. spathaceum* свидетельствуют о сравнительно недавних сроках заражения рыб этого вида *Ps. truncatum* и *M. xantodonus* и

подтверждают то, что для распространения данных паразитов были созданы благоприятные условия.

На показатели зараженности плотвы диплостомидами, обитающей в зарастающих мелководьях, влияет эффект накопления инвазии. Она постоянно находится в биотопах, которые являются местами обитания прудовиков – первых промежуточных хозяев *D. spathaceum*, это позволяет поддерживать численность популяции данного паразита. Однако экстремальные условия водности так же, как и у леща, сказались на заражении плотвы описторхидами, о чём свидетельствуют их высокие показатели зараженности.

Таким образом, экстремальные условия 2021 года оказали большое влияние на распространение описторхид у промысловых рыб.

Список литературы

1. *Беспрозванных В.В.* Фауна, биология, экология трематод, развивающихся с участием пресноводных переднежаберных моллюсков Приморского края // Автореф.... док. биол. наук. Владивосток. – 2008.
2. *Быховская-Павловская И.Е.* Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. – Л.: Наука. – 1985. – 123с.
3. *Дорогин М. А.* Биологические особенности леща *Abramis brama*, хозяйственное значение и его роль в экосистеме бассейна Верхней и Средней Оби: автореф. дис. канд. биол. наук. – Новосибирск, 2011. – 23 с.
4. *Левадная Г.Д.* Фитопланктон // Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. Новосибирск: Западно-Сибирское книжное издательство, 1976. – С. 59-64.
5. *Морозко А.В., Дорогин М.А.* Паразитологическая оценка качества леща (*Abramis brama* L.) из Новосибирского водохранилища // Материалы VIII научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса», ВНИРО, Москва, 2020. С. 102-103
6. *Морозко А.В., Дорогин М.А.* Паразитофауна основных промысловых карповых рыб Новосибирского водохранилища // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоёмов и объектов разведения, технологии выращивания. Новосибирск. – 2020. – С. 47-51.
7. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб / И.Ф.Правдин. – М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
8. *Савкин В.М.* Водохранилища Сибири, водно-экологические и водно-хозяйственные последствия их создания // Сибирский экологический журнал, Т.7, №2. – 2000. – С. 109 – 121
9. *Савкин В.М.* Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища. – Новосибирск: Издательство СО РАН, 2014. – 393 с.
10. *Экология рыб Обь-Иртышского бассейна* / Под редакцией Д.С. Павлова, А.Д. Мочёка. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006 – 596с.

МОЛЛЮСК *LITHOGLYPHUS NATICOIDES* (C. PFEIFFER, 1828) В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ХОПЕР (ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Т.Г.Стойко¹, Е.В. Комарова¹, В.А. Сенкевич¹, И.В. Башинский², А.С. Кадомцева

¹Пензенский государственный университет, Пенза, Россия

²Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,

Москва, Россия

E-mail: tgstojko@mail.ru

Аннотация. Брюхоногий моллюск *Lithoglyphus naticoides* – представитель понто-азовской фауны, который расселился в прибрежной зоне волжских водохранилищ, активно изучается, как инвазионный вид. В бассейне Дона этот вид аборигенный, поэтому в последние годы статей ему посвященных меньше. Целью настоящего исследования стало изучение особенностей распространения вида в верхнем течении р. Хопер (левом притоке Дона) в лесостепи на территории Пензенской области. Исследование проведено на 8 станциях вниз по течению реки в следующих пунктах: исток Хопра, в районе Островцовской лесостепи (участок заповедника «Приволжская лесостепь» и в 5 км ниже по течению), в с. Телегино, с. Секретарка, с. Куракино, п. Беково, с. Зубрилово и в р. Сердоба у с. Куракино. По стандартным методикам взяты пробы сообществ моллюсков на каждой из них. Чтобы установить размерные характеристики улиток *L. naticoides* было измерено 317 особей. Длину и высоту раковин моллюсков измеряли под биноклем с помощью окуляр-микрометра. Обнаружено 32 вида моллюсков, в том числе редкие двустворчатые моллюски *Crassiana crassa* (Philipsson in Retzius, 1788). Численность вида *L. naticoides* увеличивается по течению: Секретарка (16 экз./м²), Куракино (27 экз./м²), Беково (38 экз./м²) и значительно выше на станции в Зубрилово (126 экз./м²). В р. Сердобе численность равна 12 экз./м². Среди всех размерных групп преобладали особи с длиной тела 5–6 мм. Доля особей с длиной раковины >5 мм увеличивается вниз по течению. На последней станции в Зубрилово достаточно высокая доля более крупных моллюсков (6–7 мм).

Ключевые слова: река Хопер, *Lithoglyphus naticoides*, местообитания, численность, биомасса, сообщество моллюсков.

MOLLUSK *LITHOGLYPHUS NATICOIDES* (C. PFEIFFER, 1828) IN THE UPPER REACHES OF THE KHOPER RIVER (PENZA REGION)

T.G. Stojko¹, E.V. Komarova¹, V.A. Senkevish¹, I.V. Bashinskiy², A.S. Kadomtseva¹

¹Penza State University, Penza, Russia

²A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution, Moscow, Russia

E-mail: tgstojko@mail.ru

Abstract. The mollusk *Lithoglyphus naticoides* is part of Ponto-Azov fauna, and it was invaded in littoral zone of the reservoirs of the Volga river. So it is well studied as invasive species in the Volga basin, while its native populations in the basin of the Don river are less described in recent literature. The aim of our study was observation of this species distribution in the upper reaches of the Khoper river (left tributary of the Don river) in forest-steppe zone within Penza region. The study was held on eight sampling sites: the source of the Khoper river, vicinity of the Ostrovtsovskaya Lesostep (the sector of the Privolzhskaya Lesostep Nature Reserve and 5 km downstream), settlements Telegino, Sekretarka, Kurakino, Bekovo,

Zubrilovo, and lower reaches of the Serdoba river (the Khoper tributary). The samples of mollusk communities were taken with standard methods. 317 individuals of *L. naticoides* were measured for morphological parameters. The length and width of the shells were measured with under the microscope using an eyepiece micrometer. We found 32 species of mollusks, including rare bivalve species *Crassiana crassa* (Philipsson in Retzius, 1788). Abundance of *L. naticoides* was increasing downstream: Sekretarka (16 ind./m²), Kurakino (27 ind./m²), Bekovo (38 ind./m²); and it was maximum on the site of Zubrilovo (126 ind./m²). In the Serdoba river the abundance was 12 ind./m². Among all size groups the individual with body length of 5–6 mm were prevailing. The lowest site Zubrilovo had the high percentage of mollusks with shell length of 6–7 mm.

Keywords: Khoper River, *Lithoglyphus naticoides*, habitats, abundance, biomass, mollusk community.

Актуальность проблемы. Брюхоногий моллюск *L. naticoides* – представитель понто-азовской фауны, массово расселился в прибрежной зоне волжских водохранилищ, о чем имеется информация в последней обширной сводке посвященной проблеме биологических инвазий чужеродных видов России, а также во многих статьях [5]. В бассейне Дона вид *L. naticoides* аборигенный, поэтому исследователи в последние годы ему оказывают меньшее внимание [1, 2, 6].

Цель настоящего исследования – изучить особенности распространения вида в верхнем течении р. Хопер (левом притоке Дона) в лесостепи на территории Пензенской области.

Материалы и методы

Хопёр берёт начало в центральной части Пензенской области, в пределах Приволжской возвышенности, течёт по возвышенной местности в юго-западном направлении, впадает в Дон близ станицы Усть-Хопёрская. Питание реки смешанное, преимущественно снеговое. Речные воды относятся к гидрокарбонатному типу и кальциевой группе. Минерализация воды изменяется от 100–350 мг/л (половодье) до 500–850 мг/л (зимняя межень). Качество воды в реке соответствует умеренно загрязнённым водотокам.

В августе 2020-21 гг. на реке Хопер моллюсков собирали на восьми станциях: исток Хопра, в районе Островцовской лесостепи (участок заповедника «Приволжская лесостепь» и в 5 км ниже по течению), в с. Телегино, с. Секретарка, с. Куракино, на правом берегу в п. Беково, и в с. Зубрилово. На первых трех станциях дно илистое. Это связано с большим количеством бобровых и антропогенных плотин. На станции в с. Телегино дно глинистое с толстым слоем ила. Ниже по течению территории исследования расположены на открытых участках с песчаным дном. На станции вблизи Секретарки оно более заиленное, чем на остальных. На всех станциях с обеих сторон хорошо развита прибрежная растительность: сусак зонтичный, рогоз и погруженные растения: кубышка желтая, рдесты плавающий и курчавый, роголистник. На станции вблизи Секретарки на берегу обильно развит манник, а в воде еще и водокрас; в Куракино и Беково – мелководное растение стрелолист. Также включены данные полученные в июне 2014 г. на двух близко расположенных станциях в районе сухой протоки между озером Затон и р. Хопер с песчано-глинисто-галечным дном в Беково. В 2021 г. еще были взяты пробы в р. Сердоба левом притоке р. Хопер у с. Куракино.

Количественные пробы взяты с помощью скребка, с длиной ножа 16 см. На станциях взято от 1 до 10 скребков длиной 1 м. Биомассу моллюсков устанавливали путем взвешивания на весах ML-CF3. Для нахождения моллюсков, не попавших в количественные пробы, обследованы окружающие растения и прибрежная территория. Моллюсков фиксировали 70%-ным этанолом. Таксономические названия моллюсков даны по определителю [4]. Чтобы установить размерные характеристики улиток *L.*

naticoides было измерено 317 особей. Длину и высоту раковин моллюсков измеряли под биноклем с помощью окуляр-микрометра.

Результаты и обсуждение

В водотоке обнаружено 32 вида моллюсков. Частота встречаемости двух видов: *Pisidium amnicum* (O.F. Müller, 1774) и *Cincinna piscinalis* (O.F. Müller, 1774) 100%. Моллюск *L. naticoides* отмечен на станциях, начиная с Секретарки и ниже по течению р. Хопер. Вместе с ним в реке постоянно встречаются *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758), *Unio tumidus* (Philipsson in Retzius, 1788), *Lymnaea auricularia* (Linnaeus, 1758), *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758). В Куракино, Беково, Зубрилово и нижнем течении р. Сердобы отмечены двустворчатые моллюски *Crassiana crassa* (Philipsson in Retzius, 1788). Это редкий вид в Европе и Пензенской области (под угрозой вымирания, по Красной книге МСОП). Обитает в реках на участках, характеризующихся выраженным течением.

Наряду с выявлением сообществ моллюсков, которые обитают в р. Хопер, более детально исследованы некоторые особенности вида *L. naticoides*. В определителе указаны следующие предельные размеры раковины: высота до 9 мм и ширина до 7 мм [4]. Максимальная высота раковины этой улитки в Хопре составляет 8 мм, а ширина – 7 мм: она живет на илистом дне, поэтому откладывает яичные капсулы на раковины других улиток *L. naticoides* (рис.).

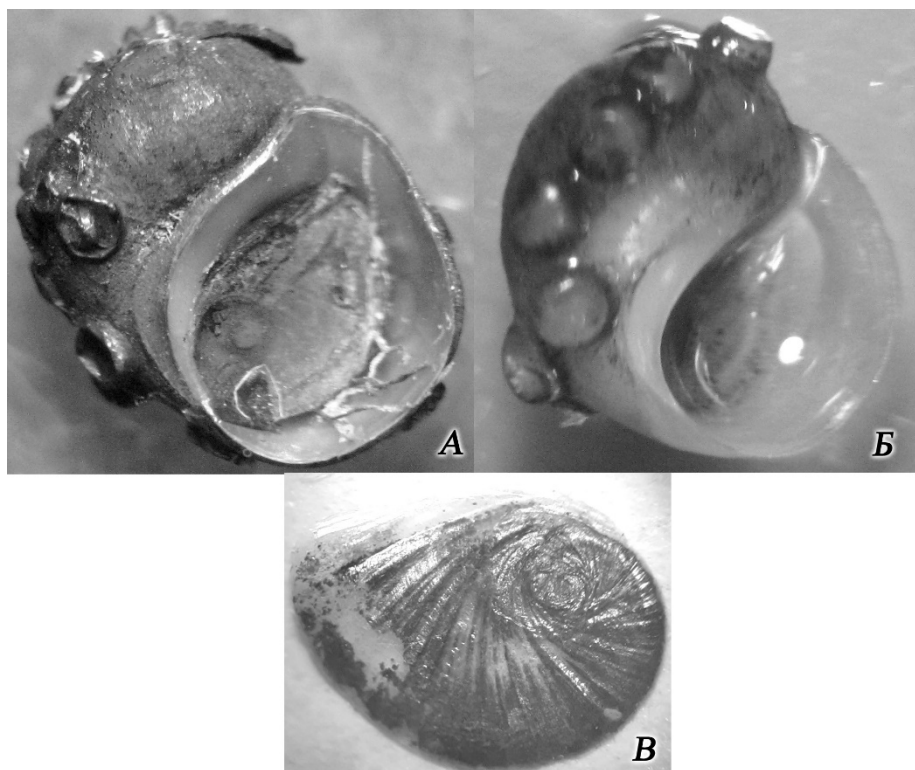


Рис. Раковина *Lithoglyphus naticoides* с яичными капсулами (А, Б) и крышечка (В).

Численность и биомасса вида *L. naticoides* увеличивается по течению: Секретарка (16 экз./м² и 1,02 г/м²), Куракино (27 экз./м² и 2,05 г/м²), Беково (38 экз./м² и 2,785 г/м²) и значительно выше на станции в Зубрилово (126 экз./м² и 50,85 г/м²). В р. Сердобе численность равна 12 экз./м². Среди всех размерных групп преобладают особи с длиной тела 5–6 мм. Только в Зубрилово также достаточно высокая доля более крупных моллюсков (6–7 мм). Доля особей с длиной раковины >5 мм увеличивается вниз по течению.

Заключение

Таким образом, в р. Хопер сообщество моллюсков насчитывает 32 вида, в том числе *L. naticoides*. Из реки Хопер вид расселился в правый приток – р. Сердобу, а также р. Ворону в Тамбовской области [1]. Верхнее течение этой реки расположено в Пензенской области и возможно нахождение вида в ее пределах. Сильная заиленность водотока, по-видимому, является одним из лимитирующих факторов, ограничивающих как распространение, так и численность вида, поэтому в Секретарке она самая низкая, а выше по течению – не был обнаружен. Судя по освоению видом даже верховьев рек в бассейне Дона, он начал расселяться по водотокам значительно раньше, чем в бассейне р. Волги. Можно предположить, что, поселившись в волжских водохранилищах, вид легко освоит реки бассейна. Собственно уже имеются сведения об обнаружении вида в р. Большой Иргиз левом притоке Волгоградского водохранилища [3]. Со временем, возможно, в волжских водоемах стабилизируется распределение размерных групп с преобладанием моллюсков с длиной тела 5–7 мм, как в Зубрилово и Куйбышевском водохранилище.

Список литературы

1. Буковский, М.Е. Донные беспозвоночные среднего течения реки Вороны: атлас характерных форм / М.Е. Буковский, И.С. Решетов – Тамбов: Принт-Сервис, 2014. – 108 с.
2. Живоглядова, Л.А. Характеристика кормовой базы рыб-бентофагов Нижнего Дона / Л.А. Живоглядова, Л.Н. Фроленко // Известия ТИНРО. – 2017. – Т. 189. – С. 139–146.
3. Михайлов, Р.А. Чужеродный моллюск *Lithoglyphus naticoides* реки Большой Иргиз / Р.А. Михайлов, Е.В. Трантина // Экологические проблемы бассейнов крупных рек. Мат-лы международной конференции. – 2018. – С. 222–224.
4. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Зообентос. / Под ред. Алексеева В.Р., Цалолихина С.Я. – М.-СПб. : Товарищество научных изданий КМК, 2016. – Т. 2. – 457 с.
5. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / Под ред. Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г. Хляп Л.А. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2018. – 688 с.
6. Федоров, А.В. Ихтиофауна бассейна Дона в Воронежской области / А.В. Федоров // Рыбы и рыбное хозяйство Воронежской области. – Воронеж: Издательство Воронежского университета, 1960. – С. 149–247.

УДК 574.5 (282.05+289)

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА МЕЙО- И МАКРОБЕНТОСА ЛАГУННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ КИСЛОЙ ГУБЫ (КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ, БЕЛОЕ МОРЕ)

А.П. Столяров

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Россия, Москва,
E-mail: macrobenthos@mail.ru

Аннотация. Проанализирована видовая и пространственная структура мейо- и макробентоса лагунной экосистемы губы Кислой. Всего было обнаружено 32 вида бентосных организмов (включая 11 видов личинок беспозвоночных) и 9 видов морских трав и водорослей. Учет групп эвмейобентоса велся до крупных таксонов (нематоды, гарпактикоидные копеподы, остракодовые раки, турбеллярии). Установлено, что в

лагуне наиболее высокая общая биомасса макробентосных организмов в основном наблюдалась в нижнем горизонте литорали и на выходе из лагуны (высокая биомасса популяций *Mytilus edulis*), а мейобентоса – в среднем и верхнем горизонтах и в кутовом районе. Это может свидетельствовать о комплементарном характере распределения мейо- и макробентоса: повышения роли мейофауны в местах некоторого угнетения развития макробентоса. При анализе сходства мейо- и макробентоса различных биотопов обнаружилось отличие в видовой структуре сообществ трех горизонтов литорали – верхнего, среднего и нижнего. При этом сообщества нижнего и среднего горизонта литорали характеризовались большим сходством видовой структуры, чем сообщества верхнего горизонта литорали. Отличия же структурных характеристик сообщества в продольном направлении – по мере повышения солености воды менее выражены (особенно если сравнивать с соответствующими структурными изменениями мейо- и макробентоса в эстуарии р. Черной). Вероятно, это связано с более мягким солевым режимом исследуемой лагуны по сравнению с эстуарием р. Черной, меньшим влиянием этого фактора на распределение гидробионтов и, соответственно, меньшими изменениями видовой структуры сообщества в продольном направлении – от кутовых районов лагуны к морю.

Ключевые слова: лагунные экосистемы, мейо- и макробентос, видовое разнообразие, пространственная структура, Белое море.

The features of the spatial structure of the meio - and macrobenthos community of the lagoon ecosystem the the Kislay lips (Kandalaksha bay, White sea)

A.P. Stolyarov

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

E-mail: macrobenthos@mail.ru

Abstract. Spatial and species structure of communities meio- and macrobenthos organisms of the lagoon ecosystem of the Kislay lips was analysed. A total of 32 species of benthic organisms (including 11 species of invertebrate larvae) and 9 species of seagrasses and algae were found. Eumeiobenthos groups were counted up to large taxa (nematodes, harpacticoids, ostracods, turbellaria). It was found, that in the lagoon the highest total biomass of macrobenthos organisms was mainly observed in the lower horizon of the littoral zone and at the exit from the lagoon (high biomass of the populations of *Mytilus edulis*), and of meiobenthos – in the middle and upper horizons littoral and in the apex area of lagoon. This may indicate the complementary nature of the distribution of meio- and macrobenthos: an increase role of meiofauna in places where macrobenthos development is somewhat inhibited. An analysis of the similarity of meio- and macrobenthos of different biotopes revealed differences in the species structure of communities of three horizons of the littoral - upper, middle, and lower. At the same time, the communities of the lower and middle horizons of the littoral were characterized by a greater similarity of the species structure than the communities of the upper horizons of the littoral. The differences in the structural characteristics of the community in the longitudinal direction - with increasing water salinity, are less pronounced (especially when compared with the corresponding structural changes in meio- and macrobenthos in the estuary of the Black river). This is probably due to the milder salt regime of the investigated lagoon in comparison with the estuary of the Black river, less influence of this factor on the distribution of aquatic organisms and, accordingly, less changes in the species structure of the community in the longitudinal direction - from the inner areas of the lagoon to the sea.

Keywords: lagoon ecosystems, meio- and macrobenthos, the species diversity, spatial structure, the White sea.

Прибрежные лагуны – это в большинстве случаев мелководные водоемы, отделенные от моря барьером (наносными косами, баром) и связанные с ним (постоянно или временно) одним или несколькими узкими проливами [3, 8]. В силу своего переходного характера такие экосистемы неустойчивы и особенно сильно зависимы от климатических изменений, пресного стока, скорости осадконакопления, органического и химического загрязнения [3, 4, 7-10]. Ранее были рассмотрены видовая, пространственная и трофическая структура макробентоса в нескольких прибрежных лагунах Белого моря без учета мейобентоса [4-6]. Мейофауна по сравнению с макробентосом, в целом, менее чувствительна к различного рода изменениям окружающей среды [1, 2]. Работ, в которых бы проводили одновременное исследование сообществ макро- и мейобентоса в лагунных экосистемах, еще крайне недостаточно. Поэтому совместное изучение особенностей видовой и пространственной структуры макро- и мейобентоса в небольшой лагунной экосистеме Кандалакшского залива Белого моря является актуальным и может пролить свет на некоторые вопросы формирования и деградации этих уникальных экосистем.

Материалы и методы

Исследование проводили в лагуне, расположенной в кутовой области Кислой губы рядом с Ершовским озером недалеко от ББС МГУ (рис.). Пробы мейо- и макробентоса отбирали на 6-ти постоянных разрезах летом 2016-2018 гг, расположенных последовательно вдоль лагуны в направлении от кутового района к морю по мере увеличения солености воды. Мей- и макробентос отбирали по стандартной методике [1-3]

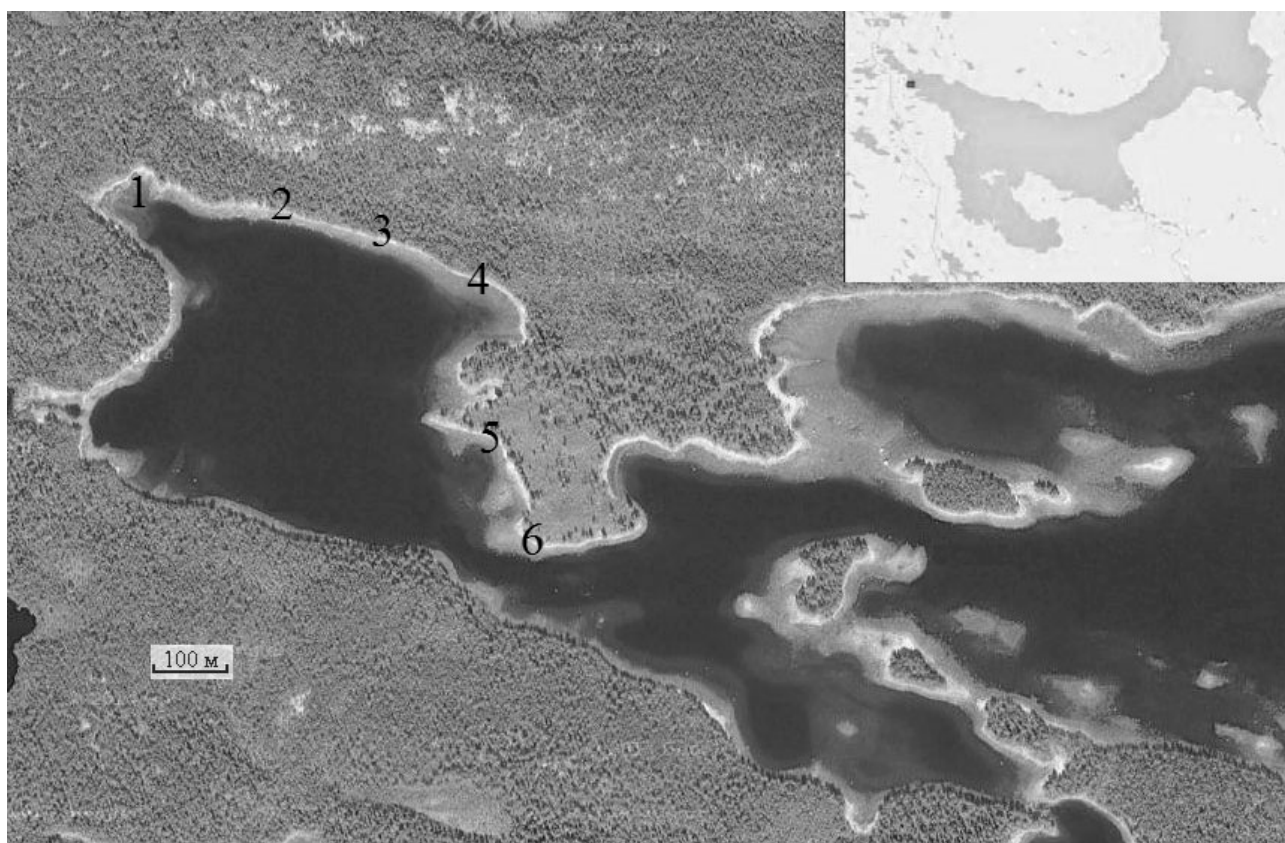


Рис. 1. Карта-схема кутовой области Кислой губы, а также расположение разрезов (1–6). На каждом разрезе брались пробы на трех станциях: в нижней, средней, верхней литорали (для мейо- и макробентоса) и в сублиторали (только для макробентоса).

Результаты и обсуждение

Видовое разнообразие и общие показатели структуры макробентоса. Всего за исследованный период было обнаружено 32 вида макрозообеспозвоночных животных, включая 11 видов личинок беспозвоночных животных и 9 видов морских трав и водорослей. Наибольшего видового разнообразия достигали полихеты (11 видов), моллюски (5 видов брюхоногих и 4 вида двустворчатых моллюсков) и ракообразные (3 вида), меньше было встречено иглокожих (1 вид). Заметную роль в сообществе макрозообентоса играли солоноватоводные олигохеты (2 вида) и хирономиды (3 вида), что свидетельствует о некотором опреснении этого водоема. Общие показатели структуры сообщества макробентоса (видовое разнообразие, общая плотность, общая биомасса) в лагуне кутовой области губы Кислой преимущественно увеличивались от верхней литорали к средней и нижней и немного снижались к сублиторали. Сообщества верхней литорали из-за неблагоприятных условий жизни для большинства беспозвоночных животных в этом биотопе (значительное осушение, опреснение, заиление) были существенно обеднены и представлены в основном мелкими эвритопными видами – брюхоногими моллюсками *Hydrobia ulvae*, олигохетами *Paranais litoralis* и *Tubificoides benedii* и в меньшей степени скоблильщиками *Littorina saxatilis*. В средней и нижней литорали преобладали *Mytilus edulis*, *Littorina littorea*, *L. saxatilis*, *Mya arenaria*, *Hydrobia ulvae*, *Macoma balthica*, *Arenicola marina*, *Tubificoides benedii*. В сублиторали доминировал комплекс менее многочисленных и в основном менее эвригалинных видов *Macoma balthica*, *Nereimyra punctatata*, *Micronephthys minuta*, *Pontoporeia femorata*, *Pectinaria koreni*, *Terebellides stroemi*, *Saccoglossus mereschkowskii*, *Astarte montagui*. В продольном направлении пространственная структура сообщества макробентоса немного менялась, особенно в кутовом районе лагуны, где в основном преобладали мелкие собирающие детритофаги *Hydrobia ulvae*, *Chironomus salinarius*, *Tubificoides benedii*, *Macoma balthica* и на выходе из лагуны в районе мидиевой щетки, где доминировали крупные неподвижные сестонофаги *Mytilus edulis* с более высокой биомассой.

Структура сообщества мейобентоса. Учет групп эвмейобентоса велся до крупных таксонов (Nematoda, Ostracoda, Harpacticoida, Turbellaria, Halacarida), а псевдомейобентоса (ювенильные стадии развития макробеспозвоночных животных) до видов. Всего было обнаружено 11 видов личинок беспозвоночных животных. Наиболее существенный вклад в общую плотность сообщества мейобентоса вносят нематоды, составляя в среднем 50-93% от общей плотности сообщества мейобентоса, а в общую биомассу – псевдомейобентос (в среднем 69-82%). Обнаружена тенденция повышения общей плотности и биомассы сообщества эвмейобентоса (за исключением группы гарпактикоидов) и псевдомейобентоса от верхней литорали в сторону средней и небольшое понижение этих показателей к нижней литорали. Гарпактикоиды в отличие от остальных групп мейобентоса увеличивали свою плотность в сторону верхней литорали. В продольном направлении пространственная структура сообщества мейобентоса менялась не так сильно. Общая плотность эвмейобентоса в нижней и средней литорали была выше в мористом районе, а общая биомасса – в кутовом. Это связано с преобладанием многочисленной группы нематод в мористом районе, а остракодовых раков с высокой биомассой в кутовом более опресненном местообитании. В верхней литорали общая биомасса и особенно плотность популяций эвмейобентоса были выше в кутовом более опресненном районе лагуны, что объясняется значительным заилением кутового района и преобладанием там многочисленных нематод, остракод и гарпактикоидов. Общая плотность и биомасса псевдомейобентоса в нижней и средней литорали были выше в мористом районе (преобладают *Macoma balthica*, *Hydrobia ulvae*, *Tubificoides benedii*, *Pygospio elegans*, *Mytilus edulis*, *Fabricia sabella*, *Scoloplos armiger*), а в верхней литорали – в кутовой

области, где преобладает молодь *Tubificoides benedii*, *Chironomus salinarius*, *Macoma balthica*.

Пространственная структура сообщества (сходство станций). При анализе сходства макробентосного сообщества различных биотопов обнаружилось отличие в видовой структуре сообществ трех горизонтов литорали (верхнего, среднего и нижнего) и сублиторали. При этом наблюдалось меньшее сходство сублиторальных сообществ по сравнению с литоральными, которые характеризовались меньшим видовым разнообразием и преобладанием комплекса эвритопных видов (*Hydrobia ulvae*, *Macoma balthica*, *Tubificoides benedii*). В приливно-отливной полосе наибольшим сходством характеризовались сообщества нижнего и среднего горизонтов литорали. Сообщества верхней литорали из-за неблагоприятных условий жизни (значительное осушение, опреснение, заиление) были существенно обеднены и представлены в основном мелкими эвритопными видами – брюхоногими моллюсками *Hydrobia ulvae*, олигохетами *Paranais litoralis* и *Tubificoides benedii* и в меньшей степени скоблильщиками *Littorina saxatilis*. Кластерный анализ, выполненный для сообщества мейобентоса (на основе биомассы или плотности популяций), позволяет выделить сообщества нижней и средней литорали с высокой плотностью и биомассой псевдомейобентоса (в основном *Macoma balthica*, *Hydrobia ulvae*, *Mytilus edulis*, *Tubificoides benedii*, *Pygospio elegans*), нематод, остракод, турбелларий и сообщество вер

хней литорали с более низкой биомассой и плотностью популяций личинок беспозвоночных (*Tubificoides benedii*, *Chironomus salinarius*, *Macoma balthica*) и эвмейобентоса (нематод, остракод, турбелларий) (за исключением группы гарпактикоидов, которые преобладали в верхнем горизонте литорали). При этом сообщества нижней и средней литорали были более сходны между собой, чем с сообществом верхнего горизонта приливно-отливной полосы.

Заключение

Всего было обнаружено 32 вида бентосных организмов, включая 11 видов личинок беспозвоночных и 9 видов морских трав и водорослей. Учет групп эвмейобентоса велся до крупных таксонов (нематоды, гарпактикоидные копеподы, остракодовые раки, турбелларии). Наиболее существенный вклад в общую плотность сообщества мейобентоса вносят нематоды, составляя в среднем 50-93% от общей плотности сообщества, а в общую биомассу – псевдомейобентос (в среднем 69-82%). Наиболее высокая общая биомасса макробентосных организмов в основном наблюдалась в нижнем горизонте литорали и на выходе из лагуны (высокая биомасса популяций *Mytilus edulis*), а мейобентоса (особенно эвмейобентоса) – в среднем и верхнем горизонтах литорали и в кутовом районе. Это может свидетельствовать о комплементарном характере распределения мейо- и макробентоса: повышения роли мейофауны в местах некоторого угнетения развития макробентоса. Кластерный анализ по станциям показал, что группировка сообществ макро- и мейобентоса в основном идет относительно мареографического уровня. Наиболее сильные отличия в видовом составе, плотности и биомассе сообщества наблюдаются между верхней литоралью и ниже расположенными горизонтами приливно-отливной полосы. Отличия же структурных характеристик сообщества в продольном направлении – по мере повышения солености воды менее выражены (особенно если сравнивать с соответствующими структурными изменениями мейо- и макрообентоса в эстуарии р. Черной) [3]. Вероятно, это связано с более мягким солевым режимом исследуемой лагуны по сравнению с эстуарием р. Черной, меньшим влиянием этого фактора на распределение гидробионтов и, соответственно, меньшими изменениями видовой структуры сообщества в продольном направлении – от кутовых районов лагуны к морю.

Список литературы

1. Гальцова, В.В. Мейобентос в морских экосистемах (на примере свободноживущих нематод). – Л.: ЗИН АН СССР. – 1991. – 241 с.
2. Максимов, А.А., Петухов В.А. Роль макро- и мейобентоса в донных сообществах вершины Финского залива // Труды Зоол. ин-та РАН. – 2011. – Т. 315. – № 3. – С. 289–310.
3. Столяров, А.П. Эстуарные экосистемы Белого моря. – Владимир: Калейдоскоп. – 2017. – 360 с.
4. Столяров, А.П. Особенности видовой, пространственной и трофической структуры макробентоса в лагунных экосистемах Ермолинской и Никольской губ (Кандалакшский залив, Белое море) // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. – 2019. – Т. 74. – № – С. 222–228.
5. Столяров, А.П. Видовое разнообразие и трофическая структура сообществ макробентоса в лагунных экосистемах (Кандалакшский залив, Белое море) // Зоологический журнал. – 2020. – Т. 99. – № 1. – С. 3–12.
6. Столяров, А.П. Особенности структуры и разнообразие сообществ макробентоса в прибрежных лагунных экосистемах (Кандалакшский залив, Белое море)/ А.П. Столяров, М.В. Мардашова // Бюл. МОИП Отд. Биол. – 2017. – Т.122. – №3. – С. 18–27.
7. De Wit R., Balavoine J., Rey-Valette H., Lifran R., Ouisse V. Restoration ecology of coastal lagoons: New methods for the prediction of ecological trajectories and economic valuation // Aquat. Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst. 2017. – Vol. 27. – N 1. – P. 137–157.
8. Kjerfve B. Coastal Lagoons // Coastal lagoon processes / Ed. Kjerfve B. Elsevier Oceanography Series, Amsterdam. – 1994. – P. 1–8.
9. Khlebovich V.V. Applied Aspects of the Concept of Critical Salinity // Biology Bulletin Reviews. 2015. – Vol. 5. – N 6. – P. 562–567.
10. Labay V.S., Kurilova N.V., Shpilko T.S. Seasonal variability of macrozoobenthos in a lagoon having a periodic connection with the sea (Ptich'e Lake, southern Sakhalin) // Biology Bulletin. 2016. – Vol. 43. – N 9. – P. 988–1002.

УДК 639/27|29

ПОСТРОЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ, КАК МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ СРОКОВ РЕКОМЕНДУЕМОГО ВЫЛОВА ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ

Д.Л. Сукнев, Д.И. Наумкина, А.А. Ростовцев, А.Л. Абрамов

Новосибирский филиал «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», Новосибирск, Россия, zapsibniro@vniro.ru

Аннотация. В статье предлагается использовать динамические модели для обоснования сроков рекомендуемого вылова гаммарид из малых озер Новосибирской области. За основу построения модели берется внутривидовое взаимодействие рачков в озере, которое не участвует в промысле. Рассматриваемый период, равный 1 относительной единице, составляет 2 года. На начало отсчета времени количество прошлогодних половозрелых рачков выражается числом 100%, срок жизни особей определяется в 13 месяцев или 395 дн. (0,54115 о.е.). Уменьшение численности по возрасту начинается через 30 дн. (0,0411 о.е.) и максимально через 120 дн. (0,1644 о.е.). Положительные изменения количества молоди происходят за счет выведения из яиц, откладываемых самками, при этом вводится коэффициент вовлеченности прошлогодних гаммарид в процесс спаривания. Отрицательные изменения происходят за счет перехода в группу неполовозрелые особи текущего года через 30 дн. (0,0411 о.е.). В модели учтен возможный каннибализм. Уменьшение количества неполовозрелых гаммарид текущего года начинается при выбывании по возрасту через

45 дней (0,06165 о.е.) с переходом в группу половозрелые особи текущего года. Отрицательные изменения количества половозрелых особей текущего года происходят за счет смерти по различным причинам, которые значительно возрастают в зимнее время от 0,34935 о.е. до 0,47265 о.е. Построенная динамическая модель популяции гаммарид определила период вылова с наименьшим ущербом для популяции с 15 августа по 1 ноября.

Ключевые слова: озера, водные биоресурсы, гаммариды, динамическая модель, моделирование.

CONSTRUCTION OF A DYNAMIC MODEL AS A METHOD OF JUSTIFYING THE TIMING OF THE RECOMMENDED CATCH OF AQUATIC BIORESOURCES

D.L. Suknev, D.I. Naumkina, A.A. Rostovtsev, A.L. Abramov

*Novosibirsk branch of FSBSI «Russian federal research institute of fisheries and
oceanography» 630091, Novosibirsk, Russia*

Abstract. The article suggests using dynamic models to justify the timing of the recommended catch of gammarids from small lakes of the Novosibirsk region. The model is based on the intraspecific interaction of crustaceans in a lake that does not participate in fishing. The period under consideration, equal to 1 relative unit, is 2 years. At the beginning of the countdown, the number of last year's sexually mature crustaceans is expressed by the number 100%, the life span of individuals is determined at 13 months or 395 days (0.54115 r.u.). The decrease in the number of age begins after 30 days. (0.0411 r.u.) and after a maximum of 120 days (0.1644 r.u.). Positive changes in the number of juveniles occur due to hatching from eggs laid by females, while the coefficient of involvement of last year's gammarids in the mating process is introduced. Negative changes occur due to the transition to the group of immature individuals of the current year after 30 days (0.0411 r.u.). Possible cannibalism is taken into account in the model. The decrease in the number of immature gammarids of the current year begins with retirement by age after 45 days (0.06165 r.u.) with the transition to the group of sexually mature individuals of the current year. Negative changes in the number of mature individuals of the current year occur due to death for various reasons, which increase significantly in winter from 0.34935 r.u. to 0.47265 r.u. The constructed dynamic model of the gammarid population determined the catch period with the least damage to the population from August 15 to November 1.

Keywords: lakes, aquatic bioresources, gammarids, dynamic model, modeling.

Новосибирская область обладает обширным озерным фондом. На территории области находится более 100 малых периодически заморных озер, в которых обитают гаммариды - ценный водный биоресурс.

Ежегодно по различным причинам (антропогенная нагрузка, абиотические факторы и тд.) озера выпадают из фонда эксплуатируемых гаммаридных озер, поэтому для восполнения последнего появляется необходимость вовлекать такие озера, не участвующие в промысле последние 5 лет.

Для обоснования рекомендуемого вылова из этих озер используется множество различных рекомендаций и методов, в том числе математических.

В качестве одного из математических методов предлагается применять динамическое моделирование водных экосистем посредством компьютерной программы MAEcoS (Modelling and Analysis of Ecological Systems), апробированной ранее на построении моделей различных водных биоресурсов [3-7].

Целью данной работы является математическое обоснование наиболее оптимальных сроков для вылова гаммарид, посредством построения динамической модели.

Материал и методика

Материалом послужили многолетние мониторинговые исследования (с 2002 г.) гаммарид в малых озерах Новосибирской области и литературные источники [2, 4, 5].

Для построения динамической модели использовалась компьютерная программа моделирования и анализа водных экосистем MAEcoS (Modelling and Analysis of Ecological Systems).

Результаты исследований

Для построения динамической модели взято одно из многочисленных малых периодически заморных озер Новосибирской области, не участвующем в промысле.

Модель строится по принципу «жертва – хищник» Лотки–Вольтерры) [1] и представляет собой системы дифференциальных уравнений в виде:

$$\frac{dx}{dt} = ax - bxy;$$
$$\frac{dy}{dt} = -cy + dxy.$$

Такая система вполне возможна для описания внутривидового взаимодействия гаммарид, поскольку данный вид водных биоресурсов всеяден и может являться, как "хищником", так и "жертвой" - переменной x_n .

Рассмотрим взаимодействие 4-х возрастных групп гаммарид:

x_1 – прошлогодние половозрелые особи;

x_2 – молодь, текущего года;

x_3 – неполовозрелые особи текущего года;

x_4 – половозрелые особи текущего года.

За единицу времени принимается 2 года = 730 дней, тогда 1 день = $1/730 = 0,00137$ относительных единиц (о.е.).

За начало отсчета времени $t=0$ принимаем дату вывода молоди в выводковых сумках прошлогодними половозрелыми особями - условно 15 марта.

На момент времени $t=0$ количество прошлогодних половозрелых гаммарид выражается числом 100%, изменение количества которых происходит только за счет вымирания по возрасту и другим причинам. Если учесть, что срок жизни особей определяется в 13 месяцев=395 дн. ($395 \times 0,00137 = 0,54115$ о.е.). Уменьшение численности по возрасту начинается через 30 дн. ($t = 30 \cdot 0,00137 = 0,0411$) и максимально через 120 дн. ($t = 120 \cdot 0,00137 = 0,1644$) количество прошлогодних рачков становится равным нулю. Вымирание по другим причинам происходит на протяжении $t=0-0.1644$ о.е.

Количество молоди на момент времени $t=0$ равно 0%. Положительные изменения происходят за счет выведения из яиц, откладываемых самками (~20), при этом вводится коэффициент вовлеченности прошлогодних гаммарид в процесс спаривания в виде кусочно-ломаной функции от времени со значением равным нулю в момент времени $t=0$ и изломом в момент времени $t = 60 \cdot 0,00137 = 0,0822$ (60 дн.: от 15 марта до 15 мая). Отрицательные изменения происходят за счет перехода в более взрослое состояние, т.е. в группу неполовозрелые особи текущего года. Переход начинается через 30 дн. ($t=0,0411$ о.е.). Так же, выбывание молоди происходит за счет выедания ее более крупными группами рачков, при этом в уравнениях для «хищников» «жертва» не оказывает никакого влияния на их количество.

Количество неполовозрелых гаммарид текущего года на момент $t=0$ выражается числом 0% и начинает возрастать через 30 дн. за счет перехода взрослеющей молоди. Уменьшение количества данной группы начинается при выбывании по возрасту через 45 дней ($t=0,06165$) с переходом в группу половозрелые особи текущего года. При

выбывании, как «жертва» в уравнениях так же не оказывает никакого влияния на количество «хищников».

На момент времени $t=0$ количество половозрелых особей текущего года выражается числом 0%. Положительные изменения количества происходит во времени за счет перехода неполовозрелых особей в половозрелые, отрицательные за счет смерти по различным причинам, которые значительно возрастают в зимнее время, после становления льда более плотным от времени на промежутке от $t=0,34935$ (~1 декабря) до $t=0,47265$ о.е. (~1 марта).

На рисунке 1 представлены графики изменения во времени популяции гаммарид на промежутке времени, равном 2 года.

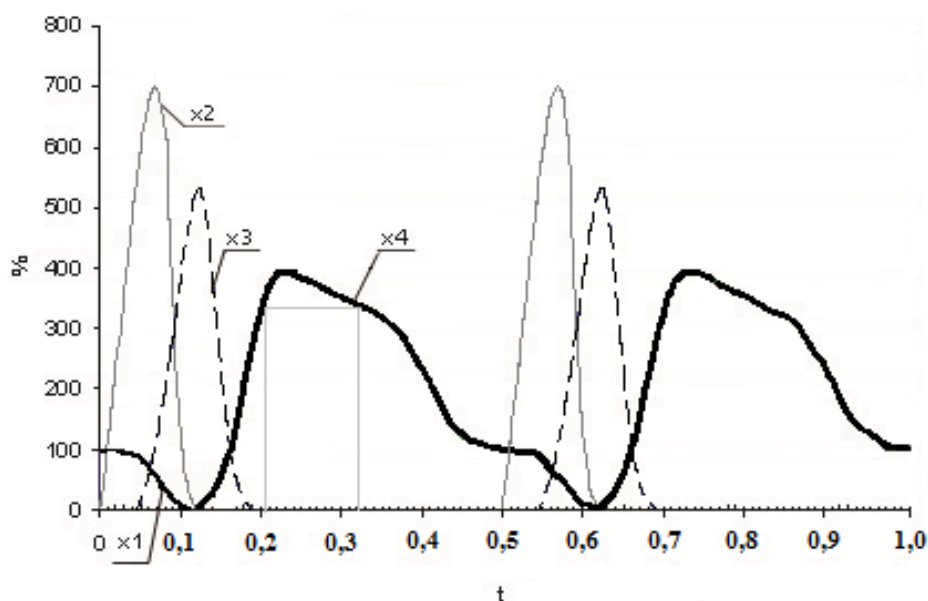


Рис. 1. Динамическая модель популяции гаммарид в течение двух лет: 1 – прошлогодние половозрелые особи, 2 – молодь, 3 – неполовозрелые особи текущего года, 4 – половозрелые особи текущего года.

Представленные графики показывают стабильное состояние популяции гаммарид в озере, не вовлеченном в промысел водных биоресурсов.

На рисунке 1 видно, что существует некоторый промежуток времени с медленно убывающим количеством половозрелых рачков, когда с наименьшим ущербом для всей популяции гаммарид возможен вылов. В данной модели этот диапазон времени приходится на начало $t \sim 0,411$ (15 августа) и конец $t \sim 0,6165$ (1 ноября).

Представленная динамическая модель демонстрирует оптимизацию сроков вылова гаммарид при их максимальном значении из незадействованных в промысле малых озер Новосибирской области.

Выводы

1. Компьютерная программа МАЕcoS позволяет составлять, математически обрабатывать и анализировать динамические модели водных экосистем и полностью отображать все взаимосвязи элементов экосистемы.

2. При анализе динамической модели популяции гаммарид в малом периодически заморном озере Новосибирской области в программе МАЕcoS рассматривалась внутривидовая взаимозависимость четырех поколений рачков в течение определенного времени, равном 2 года.

3. Представленная динамическая модель демонстрирует стабильное состояние популяции гаммарид в рассматриваемом озере, не вовлеченном в промышленный вылов водных биоресурсов, а также оптимизацию сроков вылова рачка в диапазоне

времени (с 15 августа по 1 ноября), когда достигаются максимальные значения половозрелых особей.

4. Предлагается использование математического моделирования с построением динамических моделей популяций гаммарид в качестве обоснования сроков их вылова.

Список литературы

1. Базыкин, А.Д. Математическая биофизика взаимодействующих популяций. / А.Д. Базыкин. - М.: Наука. - 1985. - 181 с.
2. Визер, Л.С. Продуктивность *Gammarus lacustris* (Sars.) в озерах Новосибирской области / Л.С. Визер, Д.И. Наумкина. / Наука и образование: материалы V междунар. науч. конф. - Белово. - 2004. - С. 374-376.
3. Наумкина, Д.И. Имитационная модель паразитарной инвазии сазана *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) при пастбищной аквакультуре / Д.И. Наумкина. // Рыбное хозяйство. - 2021. - №3. - С. 97-101.
4. Наумкина, Д.И. Использование программы MAEcoS для построения модели популяции ВБР при различных факторах/ Д.И. Наумкина, Е.В. Егоров, Д.Л. Сукнев. / Пресноводные экосистемы–современные вызовы: материалы междунар. науч.-практ. конф. - Иркутск. - 2018. - С. 252-253.
5. Наумкина, Д.И. Математическое моделирование при оценках продуктивности гаммаруса в озерах Новосибирской области / Д.И. Наумкина, Р.И. Наумкин. // Рыбное хозяйство. - 2018. - №1.- С. 67-72.
6. Наумкина, Д.И. Моделирование водных биоресурсов в аквакультуре / Д.И. Наумкина. // Рыбное хозяйство. - 2019. - №2. - С. 82-85.
7. Наумкина, Д.И. Цифровая гетерогенная динамическая модель выращивания пеляди *Coregonus peled* Gmelin / Д.И. Наумкина, А.А. Ростовцев, А.Л. Абрамов. // Рыбное хозяйство. - 2020. - №5. – С. 80-85.

УДК 574.5

ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ СВЕТОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА CHIRONOMIDAE И AMPHIPODA В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА БАЙКАЛ

М.А. Теплых, Я.К. Ермолаева, Е.М. Долинская, С.А. Бирицкая, В.А. Пушница, А.И. Охолина, Л.Б. Бухаева, Д.И. Голубец, Д.Ю. Карнаухов, Е.А. Зилов
Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия
E-mail: mary250352@gmail.com

Аннотация. Световое загрязнение – это форма физического загрязнения, которое возникает при повышении уровня естественной освещенности местности. Эта экологическая проблема затрагивает как морские, так и пресноводные водоемы, в том числе озеро Байкал. Быстрое развитие туризма, которое способствует росту светового загрязнения на прилегающей к озеру территории, способно увеличивать степень его воздействия на гидробионтов. В зависимости от типа освещения гидробионты могут привлекаться и отталкиваться, в результате чего, могут быть нарушены их миграции и циркадные ритмы. В данной работе исследовано влияние такого загрязнителя как свет на Chironomidae и Amphipoda в Южной части озера Байкал. Было выяснено, что представителей отряда Amphipoda активно привлекает искусственный свет с использованием красного фильтра, а количество представителей Chironomidae увеличивается при использовании искусственного света в ночное время, по сравнению с ночным временем без использования каких-либо дополнительных источников

освещения. Это может свидетельствовать о потенциальном влиянии светового загрязнения на ночную миграцию гидробионтов.

Ключевые слова: световое загрязнение; гидробионты; озеро Байкал; Amphipoda; Chironomidae.

POTENTIAL EFFECT OF LIGHT POLLUTION ON CHIRONOMIDAE AND AMPHIPODA IN THE SOUTHERN PART OF LAKE BAIKAL

M.A. Teplykh, Ya.K. Ermolaeva, E.M. Dolinskaya, S.A. Biritskaya, V.A. Pushnica, A.I. Okholina, L.B. Bukhaeva, D.I. Golubets, D.Yu. Karnaukhov, E.A. Silow

Irkutsk State University, Irkutsk, Russia

E-mail: mariy250352@gmail.com

Abstract. Light pollution is a form of physical pollution that occurs when the natural light levels of an area increase. This ecological problem affects both marine and freshwater bodies of water, including Lake Baikal. The rapid development of tourism, which contributes to the growth of light pollution on the territory of the lake, can increase the degree of its impact on aquatic organisms. Depending on the type of lighting, aquatic organisms can be attracted and repelled, as a result of which their migration and circadian rhythms can be disrupted. In this work, we investigated the effect of such a pollutant as light on Chironomidae and Amphipoda in the southern part of Lake Baikal. It was found that representatives of the order Amphipoda are actively attracted by artificial light using a red filter, and the number of representatives of the order Chironomidae increases when artificial light is used at night, compared to at night without using any additional light sources. This may indicate the potential effect of light pollution on the night migration of aquatic organisms.

Keyword: light pollution; hydrobionts; lake Baikal; Amphipoda; Chironomidae.

Световое загрязнение – это форма физического загрязнения, которое возникает при повышении уровня естественной освещенности местности. Для водоемов данный тип загрязнения вызван двумя факторами: освещение береговых линий вдоль населенных пунктов и интенсивным увеличением числа водного транспорта. Световое загрязнения является актуальной экологической проблемой, так как представляет собой угрозу для биоразнообразия [4;5]. Эта экологическая проблема затрагивает как пресноводные, так и морские водоемы. Но в большей степени на сегодняшний день изучены в данном направлении морские водоемы [1;2].

Озеро Байкал, расположенное на юге Восточной Сибири, считается уникальнейшим природным объектом. Число туристов, посещающих озеро, с каждым годом увеличивается. Вследствие чего развивается инфраструктура, а именно увеличивается количество водного транспорта и повышается освещенность береговых линий. Все это приводит к световому загрязнению озера Байкал. Данных о световом загрязнении на территории озера Байкала практически нет. Косвенно эта проблема затрагивается в работах по изучению суточных вертикальных миграций амфипод, в них отмечается, что амфиподы и рыбы привлекаются искусственным освещением [3;6].

Цель исследования

Данное исследование подразумевает изучение влияния такого загрязнителя как свет на Chironomidae и Amphipoda в Южной части озера Байкал.

Материалы и методы

Для исследования нами 24.08.2020 и 20.07.2021 были отобраны пробы нейстонной сетью с площадью входного отверстия 0,1 м². Отборы проб проводились с береговой линии в Южном Байкале в бухте Большие Коты при разных условиях освещения (днем, ночью без использования источника света, ночью с использованием источника света, ночью с использованием синего и красного фильтров). Источниками

света являлись фонари, интенсивность света каждого была 27 Люкс. Каждая проба фиксировалась 4%-ным раствором формалина и затем обрабатывалась в лабораторных условиях по стандартной гидробиологической методике. Полученное количество гидробионтов пересчитывали на м³.

Результаты и обсуждение

После обработки проб за 24.08.2020, оказалось, что количество представителей отряда Amphipoda увеличилось с 689 экз./м³ (ночное время без использования искусственного света) до 1501 экз./м³ (ночное время при использовании искусственного света). В дневное время их количество было минимальным (71 экз./м³). Максимальное количество отмечено при использовании красного фильтра (1670 экз./м³), это более чем в 2 раза больше по сравнению с использованием синего фильтра (717 экз./м³). Максимальное количество представителей отряда Chironomidae также отмечено при использовании красного фильтра (182 экз./м³), при использовании синего фильтра их чуть меньше (163 экз./м³). Количество представителей этого отряда также увеличивается в ночное время при использовании искусственного света (118 экз./м³) по сравнению с ночным временем без использования искусственного света (52 экз./м³). В дневное время их количество также было минимальным, что составило 29 экз./м³.

В пробах за 20.07.2021, максимальное количество представителей отряда Amphipoda отмечается также при использовании красного фильтра (1317 экз./м³), при использовании синего фильтра их количество составило 1316 экз./м³. Но в этот раз в ночное время без использования искусственного света (366 экз./м³) их оказалось больше, чем при его использовании (267 экз./м³). Минимальное их количество было отмечено днем (37 экз./м³). Для представителей отряда Chironomidae максимальное количество отмечено в ночное время при использовании искусственного света (133 экз./м³), без его использования их в 2 раза меньше (66 экз./м³). В ночное время при использовании синего и красного фильтров их количество было одинаковым (83 экз./м³). В дневное время их количество было минимальным (17 экз./м³).

Полученные данные по пробоотборам показывают, что различные типы искусственного освещения способны оказывать разное влияние на миграцию беспозвоночных озера Байкал. Так, по нашим данным, представителей отряда Amphipoda активно привлекает искусственный свет с использованием красного фильтра, а количество представителей Chironomidae увеличивается при использовании искусственного света в ночное время, по сравнению с ночным временем без использования каких-либо дополнительных источников освещения. По ранее проведенным работам уже известно, что прожекторы видеосистемы активно привлекают амфипод и в целом повышение численности большинства групп гидробионтов после включения прожекторов наблюдали в любом участке оз. Байкал [6].

Заключение

Быстрое развитие туризма, которое способствует росту светового загрязнения на территории озера Байкал, способно увеличивать степень его воздействия на гидробионтов. В зависимости от типа освещения гидробионты могут привлекаться и отталкиваться, из-за этого может быть нарушена их миграция и циркадные ритмы, вследствие чего, необходимо дальнейшее проведение исследований в этом направлении.

Финансирование. Работа поддержана проектом Минобрнауки России № FZZE-2020-0026.

Список литературы

1. Bolton, D. Coastal urban lighting has ecological consequences for multiple trophic levels under the sea / D. Bolton, M. Mayer-Pinto, G.F. Clark, K.A. Dafforn, W.A.

- Brassil, A. Becker, E.L. Johnston // Science of the Total Environment. – 2017. – №576. – P. 1–9. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.02.023
2. Davies, T.W. The nature, extent, and ecological implications of marine light pollution / T.W. Davies, J.P. Duffy, J. Bennie, K.J. Gaston // Front. Ecol. Environ. – 2014. – №12 (6). – P. 347–355. DOI: 10.1890/130281
 3. Karnaukhov, D.Yu. Behaviour of lake baikal amphipods as a part of the night migratory complex in the Kluevka settlement region (South-Eastern Baikal) / D. Yu. Karnaukhov, D.S. Bedulina, A. Kaus, S.O. Prokosov, L. Sartoris, M.A. Timofeyev, V.V. Takhteev // Crustaceana. – 2016. – №89 (4). – P. 419–430. DOI: 10.1163/15685403-00003530
 4. Luarte, T. Light pollution reduces activity, food consumption and growth rates in a sandy beach invertebrate / T. Luarte, C.C. Bonta, E.A. Silva-Rodriguez, P.A. Quijón, C. Miranda, A.A. Farias, C. Duarte // Environmental Pollution. – 2016. – №218. – P. 1147–1153. DOI: 10.1016/j.envpol.2016.08.068
 5. Navarro-Barranco, C. Effects of light pollution on the emergent fauna of shallow marine ecosystems: Amphipods as a case study / C. Navarro-Barranco, L.E. Hughes // Marine Pollution Bulletin. – 2015. – №94. – P. 235–240. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2015.02.023
 6. Takhteev, V.V. Diel Vertical Migrations of Hydrobionts in the Coastal Area of Lake Baikal / V.V. Takhteev, D. Yu. Karnaukhov, E.B. Govorukhina, A.S. Misharin // Inland Water Biology. – 2019. – №12 (2). – P. 178–189. DOI: 10.1134/S1995082919020147

УДК 574.587

ВИДОВОЕ БОГАТСТВО МАКРОЗООБЕНТОСА КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА

А.С. Терентьев

Отдел «Керченский» Азово-Черноморского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»),
Керчь, Россия,
E-mail: iskander65@bk.ru

Аннотация. Керченский пролив соединяет Черное и Азовское моря. С 1986 по 2016 г. на его акватории было обнаружено 154 видов донных животных 1 вид губок, 4 вида книдарий, 3 – немертин, 43 – полихет, 1 – форонид, 40 – ракообразных, 1 – панцирных моллюсков, 15 – брюхоногих моллюсков, 32 – двустворчатых моллюсков, 3 – иглокожих, 6 – асцидий. Встречались олигохеты. Кроме того, в обрастаниях раковин и макрофитов отмечались мшанки. В видовом богатстве преобладали ракообразные, полихеты и двустворчатые моллюски. На их долю приходилось соответственно 26, 28 и 20 % видового богатства зообентоса. На долю брюхоногих моллюсков приходилось около 10 % видового богатства зообентоса. На долю остальных таксономических групп приходилось всего 16 % всего видового богатства зообентоса. К постоянным видам относились полихеты *Melinna palmata* и *Nephtys hombergii*, к добавочным усоногий рак *Amphibalanus improvisus*, брюхоногий моллюск *Tritia reticulata* и двустворчатые моллюски: *Cerastoderma glaucum*, *Chamelea gallina*, *Mytilaster lineatus*, *Pitar rudis*. На долю постоянных видов в среднем приходилось 12–24 % численности зообентоса, но всего 1–2 % его биомассы. На долю добавочных видов – 42–77 % численности и 30–40 % биомассы зообентоса. Роль редких видов в численности зообентоса была относительно небольшой. На их долю в среднем приходилось 13–30 % общей численности. Но на их долю приходилась большая часть биомассы зообентоса – в

среднем 51-75 %. На их долю также приходится около 95 % видового богатства зообентоса.

Ключевые слова: Керченский пролив, видовое богатство, зообентос.

SPECIES RICHNESS OF THE MACROZOOBENTHOS IN THE KERCH STRAIT

A.S. Terentev

Kerch Department, Azov-Black Sea Branch of the FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKH”), Kerch, Russia,

E-mail: iskander65@bk.ru

Abstract. The Kerch Strait connects Black and Azov Seas. From 1986 to 2016, 154 species of bottom animals were recorded within its area; they were the following: 1 species of sponges, 4 species of cnidarians, 3 species of nemerteans, 43 species of polychaetes, 1 species of phoronids, 40 species of crustaceans, 1 species of chitons, 15 species of gastropods, 32 species of bivalves, 3 species of echinoderms, and 6 species of ascidians. Oligochaetes have also been found, as well as bryozoans that were recorded in shell and macrophyte overgrowths. In terms of species richness, crustaceans, polychaetes and bivalve molluscs prevailed. Their share comprised 26, 28, and 20 % of the zoobenthos species richness, respectively. The share of gastropods was around 10 %. Other taxonomic groups amounted only to 16 % of the total species richness of zoobenthos. *Polychaetes Melinna palmata* and *Nephtys hombergii* were among constant species, and bay barnacle *Amphibalanus improvisus*, gastropod *Tritia reticulata* and bivalves *Cerastoderma glaucum*, *Chamelea gallina*, *Mytilaster lineatus*, *Pitar rudis* were additional species. The share of constant species was, on average, 12–24 % of the total zoobenthos abundance, but only 1–2 % of its biomass. Additional species comprised 42–77 % of the abundance and 30–40 % of the biomass of zoobenthos. Rare species played relatively small part in the zoobenthos abundance; on average, they comprised 13–30 % of the total abundance. However, they accounted for the major part of the zoobenthos biomass—on average, 51–75 %. They also comprised around 95 % of the total species richness of zoobenthos.

Keywords: Kerch Strait, species richness, zoobenthos.

Керченский пролив соединяет Азовское и Черное моря. В его встречаются виды обоих водоемов. В южной части фауна более богатая и более характерна для Черного моря. К северу видовое богатство зообентоса снижается, и фауна становится характерной для Азовского моря. Снижение видового богатства, а в месте с ним и видового разнообразия, пролива в северном направлении прежде всего связано с тем, что Азовское море более пресное и в нем преобладают в основном солоноватоводные виды и многие черноморские виды не могут туда проникнуть.

Всего с 1986 по 2016 г. в Керченском проливе было обнаружено 154 вида донных животных. Виды идентифицировались по определителю Черного и азовского морей [1-3], с таксономическим уточнением [6, 7].

Из губок была отмечена только *Petrosia (Petrosia) ficiformis*. Книдарий представляли: конская актиния *Actinia equina* и *Sagartiogeton undatus*, а также ставромедуза – *Calvadosia campanulata*.

Немертин представляли: *Lineus lacteus* и *L. ruber*. Видовая принадлежность еще одного вида не была определена. Встречались часто, но крупные формы попадались редко.

Было обнаружено 43 вида полихет. На их долю приходилось 28 % всего видового богатства зообентоса пролива. Бродячих полихет представляли: *Alitta succinea*, *Eunereis longissima*, *Genetyllis tuberculata*, *Glycera alba*, *Gl. tridactyla*, *Harmothoe imbricata*, *H. reticulata*, *Hediste diversicolor*, *Lysidice ninetta*, *Mysta picta*, *Nephtys cirrosa*, *N. cirrosa longicornis*, *N. hombergii*, *Nereis fucata*, *N. rava* Ehlers, 1864,

N. zonata, *Paraonis fulgens*, *Perinereis cultrifera*, *Phyllodoce lineata*, *Ph. maculata*, *Ph. vittata*, *Platynereis dumerilii*, *Schistomeringos rudolphi*. Сидячих полихет представляли: *Amphitritides gracilis*, *Capitella capitata*, *C. minima*, *Euclymene collaris*, *Ficopomatus enigmaticus*, *Heteromastus filiformis*, *Lagis koreni*, *Leiochone leiopygos*, *Melinna palmata*, *Microspio mecznikowianus*, *Myriochele heeri*, *Petaloproctus terricolus*, *Pileolaria militaris*, *Polydora ciliata*, *Prionospio cirrifera*, *Protodorvillea kefersteini*, *Pygospio elegans*, *Scolecopsis (Parascolecopsis) tridentata*, *Spio filicornis*, *Spirobranchus triqueter*, *Terebellides stroemii*. Из форонид была обнаружена *Phoronis psammophila*.

Было отмечено 40 видов ракообразных. Челюстеногие были представлены морским желудем *Amphibalanus improvisus*.

Среди высших ракообразных наибольшим видовым богатством отличались бокоплавы, представленные: *Amathillina cristata*, *Ampelisca diadema*, *Ampithoe gammaroides*, *Am. ramondi*, *Cardiophilus baeri*, *Corophium volutator*, *Cymadusa crassicornis*, *Ericthonius difformis*, *Gammarus subtypicus*, *Jassa oca*, *Melita palmata*, *Microdeutopus damnoniensis*, *M. gryllotalpa*, *M. versiculatus*, *Phtisica marina*, *Stenothoe monoculoides*. Из амфипод наиболее часто встречалась *Am. diadema*.

Из равноногих ракообразных отмечены *Sphaeroma serratum* и *Stenosoma capito*. Возле берега в зарослях морской травы *Zostera marina* встречались: *Idotea balthica* и *Id. ostroumovi*.

Клешненосных осликов представляли *Apseudopsis ostroumovi* и *Tanais dulongii*. Мизиды встречались до вида не определялись. Клешненосные ослики и мизиды встречались нечасто.

Десятиногие были представлены 4 инфраотрядами. Неполнохвостые – раком отшельником *Diogenes pugilator*. В зарослях zostеры и на мидийных коллекторах отмечалась *Pisidia longimana*. Раков-приведений представляла *Pestarella candida*. Крабов – брахинотус шестизубый *Brachynotus sexdentatus*, волосатый краб *Pilumnus hirtellus*, голландский крабик *Rhithropanopeus harrisii*, каменный краб *Eriphia verrucosa*, а также 2 вида плавунцов, известных под общим названием песчаный краб, *Liocarcinus depurator* и *L. holsatus*. На выходе в Черное море были отмечены травяной краб *Carcinus aestuarii*, песочный или фиолетовый краб *Xantho poressa*. В 2007 г. в ставном неводе возле мыса Белый был обнаружен самец голубого краба *Callinectes sapidus*. В зарослях макрофитов, на выходе в Черное море встречался краб-паук *Macropodia longirostris*. Креветок представляли: *Hippolyte leptocerus*, обыкновенная или песчаная креветка *Crangon crangon*, травяная креветка *Palaemon adspersus*. На каменистых участках возле берега отмечалась каменная креветка *P. elegans*. Всего на долю ракообразных приходилось 26 % видового богатства зообентоса пролива.

Моллюски были представлены тремя классами. Из панцирных моллюсков был обнаружен *Lepidochitona cinerea*. Брюхоногих моллюсков представляли: *Bittium reticulatum*, *Calyptrea chinensis*, *Ecrobia ventrosa*, *Gibbula albida*, *Hydrobia acuta*, *Retusa truncatula*, *R. umbilicata*, рапана *Rapana venosa*, *Rissoa euxinica*, *R. splendida*, *Tricolia pullus*, *Tritia neritea*, *Tr. pellucida*, *Tr. reticulata*. На небольших глубинах в песке был отмечен *Caecum armoricum*.

Двустворчатых моллюсков представляли: *Abra alba*, *Ab. nitida milachewichi*, *Ab. renieri*, *Ab. segmentum*, *Acanthocardia paucicostata*, *Ac. tuberculata*, *Anadara kagoshimensis*, *Cerastoderma glaucum*, *Chamelea gallina*, *Donax trunculus*, гребешок *Flexopecten glaber ponticus*, *Gastrana fragilis*, *Gouldia minima*, *Hiatella rugosa*, *Lentidium mediterraneum*, *Loripes orbiculatus*, *Modiolus adriaticus*, *Moerella donacina*, *Mya arenaria*, *Mytilaster lineatus*, мидия Черноморская *Mytilus galloprovincialis*, устрица Черноморская или плоская – *Ostrea edulis* (встречалась только до 1986 г.), *Papillicardium papillosum*, *Parvicardium exiguum*, *P. simile*, *Pitar rudis*, *Polititapes aureus*, *Pholas dactylus*, *Spisula subtruncata*. Весной в штормовых выбросах Аршинцевской бухты встречались живые особи черенка *Solen vagina*, а возле берега на песчаном грунте – *Donacilla cornea*.

Иглокожие в проливе были отмечены только на выходе в Черное море в 1986 г. Среди них обнаружены голотурии *Leptosynapta inhaerens* и *Oestergrenia thomsonii*, а также змеехвостка *Amphiura stepanovi*.

Оболочников представляли одиночные асцидии *Ascidiella aspersa*, *Ciona intestinalis*, *Molgula appendiculata* и *M. euprocta*. Возле косы Тузла встречалась *Eugyra adriatica*. Колониальных асцидий представляли *Botryllus schlosseri* и *Diplosoma listerianum*.

В обрастаниях раковин и макрофитов встречались мшанки. В отдельные годы в больших количествах их колонии отмечались на листьях zostеры. Также в сборах отмечаются олигохеты. Вблизи устьев рек, а также на акватории внешнего рейда были отмечены личинки комара-звонца *Chironomus salinarius* Kieffer, 1915. Возле северо-западной оконечности косы Тузла были обнаружены морские клещи Hydrachnidia.

К постоянным видам (встречаемость более 50 % [4, 5]) относились *M. palmata* и *N. hombergii*, к добавочным (встречаемость от 25 до 50 %): *C. glaucum*, *C. gallina*, *M. lineatus*, *A. improvisus*, *T. reticulata* и *P. rudis*. На долю постоянных видов в среднем приходилось 12-24 % численности зообентоса, но всего 1-2 % его биомассы. На долю добавочных видов – 42-77 % численности и 30-40 % биомассы зообентоса. Роль редких видов в численности зообентоса была относительно небольшой. На их долю в среднем приходилось 13-30 % общей численности. Но на их долю приходилась большая часть биомассы зообентоса – в среднем 51-75 %. На их долю также приходится около 95 % видового богатства зообентоса.

Список литературы

1. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. – Т. 1. Простейшие, губки, кишечнополостные, черви, щупальцевые. – Киев: Наукова думка. – 1968. – 437 с.
2. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. – Т. 2. Ракообразные. – Киев: Наукова думка. – 1969. – 536 с.
3. Определитель фауны Черного и Азовского морей. Свободноживущие беспозвоночные. – Т. 3. Членистоногие (кроме ракообразных), моллюски, иглокожие, щетинкочелюстные, хордовые. – Киев: Наукова думка. – 1972. – 340 с.
4. Balogh, J. Lebensgemeinschaften der Landtiere. – Berlin – 1958. – 560 s.
5. Bodenheimer, F.S. Precis d'ecologie animal. – Paris. – 1955. – 315 p.
6. Pitombo, F. B. Phylogenetic analysis of the Balanidae (Cirripedia, Balanomorphs) / Zoologica Scripta. – 2004. – Vol. 33, N 3. – P. 261–276.
7. World Register of Marine Species (WoRMS). – URL: <http://www.marinespecies.org/index.php> (дата обращения 12.09.2021).

УДК 576.89: 597.551.2-169 (262.81)

О ПАРАЗИТОФАУНЕ МОЛОДИ ЛЕЩА СЕВЕРНОГО И СРЕДНЕГО КАСПИЯ

Н.Ю. Терпугова¹, А.В. Конькова², А.Э. Лахтина³

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия, e-mail: n.terpugova@bk.ru

² Астраханский государственный университет (ФГБОУ ВО «АГУ»), Астрахань, Россия

³ Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань, Россия

Аннотация. Проведён паразитологический анализ молоди (сеголетки и годовики) леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758), выловленные на акваториях Северного и

Среднего Каспия в 2018-2020 гг. В паразитоценозах обследованных рыб обнаружены четыре вида гельминта относящиеся к трём классам: *Nematoda* (*Anisakis schupakovi*), *Trematoda* (*Apophallus muehlingi*, *Posthodiplostomum cuticola*) и *Cestoda* (молодые формы сем. *Ligulidae*). Установлено, что паразитическому воздействию наиболее подвержены годовики леща. В период исследования ежегодно регистрировали заражённую молодь рыб трематодами *A. muehlingi* и *P. cuticola*. Круглые черви *A. schupakovi* отмечали только в 2019 г. как у сеголеток, так и у годовиков леща. Все вышеуказанные паразиты не вызывали каких-либо патологических процессов в организме хозяина. Однако, выявленные ленточные черви сем. *Ligulidae*, сдавливая внутренние органы рыб, провоцировали паразитарное заболевание – лигулидоз. Молодые формы паразита были отмечены у 1,49 % сеголеток и 0,99 % годовиков леща. Данные гельминты приводят к стопроцентной гибели зараженных особей, что наносит значительный ущерб рыбному хозяйству.

Ключевые слова: молодь леща, сеголетки, годовики, паразитофауна, Каспийское море.

ABOUT PARASITE FAUNA OF YOUNG BREAM OF THE NORTHERN AND MIDDLE CASPIAN

N.Yu. Terpugova, A.V. Konkova, A.E. Lakhtina

Abstract. A parasitological analysis of juvenile (underyearlings and yearlings) of the bream *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) caught in the waters of the North and Middle Caspian in 2018-2020 was carried out. In the parasitocenoses of the examined fish, four helminth species belonging to three classes were found: *Nematoda* (*Anisakis schupakovi*), *Trematoda* (*Apophallus muehlingi*, *Posthodiplostomum cuticola*), and *Cestoda* (young forms of the family *Ligulidae*). It has been established that yearlings of bream are most susceptible to parasitic effects. During the study period, fish juveniles infected with *A. muehlingi* and *P. cuticola* trematodes were annually recorded. Roundworms *A. schupakovi* were recorded only in 2019 in both fingerlings and yearlings of bream. All of the above parasites did not cause any pathological processes in the host's body. However, the identified tapeworms of the family *Ligulidae*, squeezing the internal organs of fish, provoked a parasitic disease - ligulidosis. Young forms of the parasite were observed in 1.49 % of underyearlings and 0.99 % of yearlings of bream. These helminths lead to one hundred percent death of infected individuals, which causes significant damage to the fish industry.

Keywords: bream juveniles, fingerlings, yearlings, parasitofauna, Caspian Sea.

Основное формирование ранней молоди леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) происходит в районах дельты р. Волги. Дальнейшее развитие её продолжается в морской зоне в период нагула. Смена среды обитания может влиять на рост и выживаемость развивающейся молоди рыб [2]. Цель работы провести обследование молоди леща по паразитологическим показателям на акватории Каспийского моря.

Материал собран в Северном и Среднем Каспии и добыт из траловых уловов с 2018-2020 гг. Методом неполного паразитологического вскрытия [1] обследовано 657 экз. сеголеток и 677 экз. годовиков леща.

В результате гельминтологического обследования у молоди леща было выявлено 4 вида паразита: *Apophallus muehlingi* (Trematoda: Heterophyidae), *Posthodiplostomum cuticola* (Trematoda: Diplostomidae); *Anisakis schupakovi* (Nematoda: Anisakidae) и молодые не идентифицированные формы сем. *Ligulidae* (Cestoda: *Ligulidae*).

Паразитической инвазии наиболее подвержены годовики леща. Среди выявленных паразитов максимальные показатели отмечены у рыб пораженных трематодой *P. cuticola* (в среднем ЭИ–19,2±7,1 %; при ИИ–1-6 экз.) и *A. muehlingi* (в среднем ЭИ–15,6±11,1 %; при ИИ–1-33 экз.). У сеголеток леща вышеуказанные

трематоды были ниже 10,0 % и интенсивность инвазии составляла от 1 до 56 экз. Метацеркарии локализовались на кожных покровах и на плавниках у обследованных особей (рис.1).



Рис. 1. Заражённая молодь леща трематодами в Каспийском море: а) *P. cuticola* в кожных покровах; б) *A. muehlingi* в лучах хвостового плавника

Круглые черви *A. schupakovi* выявлены только в 2019 г. у 0,5 % сеголеток и 2,9 % годовиков леща, при интенсивности составляла 1-3 паразита. Личинки анизакид паразитировали на внутренних органах в брюшной полости рыб (рис.2).

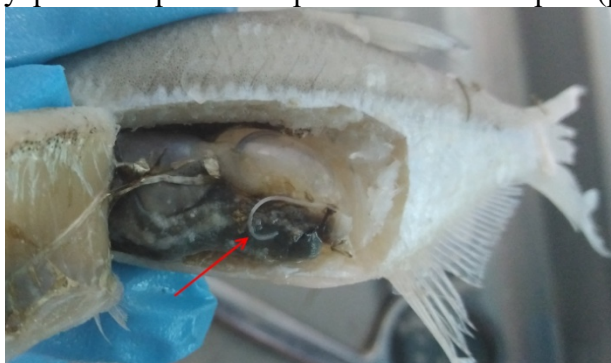


Рис.2. Нематода *A. schupakovi* в брюшной полости молодки леща в северной части Каспийского моря

Помимо плоских и круглых червей в паразитофауне молодки леща были также выявлены ремнецы сем. Ligulidae. Цестоды находились на ранних стадиях плероцеркоидов, что не позволило идентифицировать до вида в связи с несформировавшейся половой системой, особенности строения которого являются систематическими признаками вида. Инвазированные ремнецами рыбы были отмечены на обследованных акваториях Северного Каспия расположенных в двух пограничных квадратах (№ 292-293), территориально находящихся между о. Очиркин и свалом Сетного осередка, а также в районе острова Укатного (квадрат № 179). Зараженную молодку лигулидозом регистрировали в 2018 г у 1,49 % сеголеток (с единичной интенсивностью инвазии) и в 2019 г. у 0,99 % годовиков леща (III-1-2 экз.) (рис.3).

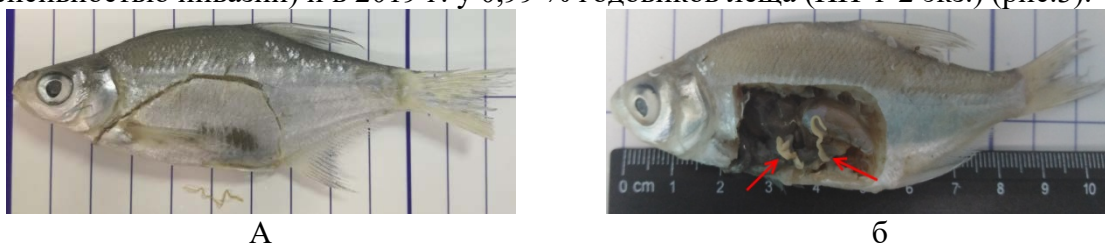


Рис. 3. Молодь леща и паразитирующие у него молодые ремнецы сем. Ligulidae (северная часть Каспийского моря): а – сеголеток, единичная интенсивность инвазии; б – годовик, интенсивность инвазии 2 экз.

Молодые цестоды имели небольшую длину (в среднем $2,6 \pm 0,9$ см) и массу (в среднем $5,4 \pm 2,05$ мг). Несмотря на это, гельминты, значительно сжимались в

продольном направлении и компрессировали внутренние органы и на момент обследования опутывали и сдавливали кишечник инвазированных рыб.

В целом, результаты паразитарного обследования у молоди леща были обнаружены нематоды, трематоды и цестоды. Максимальные показатели заражения отмечены у годовиков леща. Выявлено, что степень поражения гельминтами увеличивается с возрастом хозяина (рыбы). Паразиты не вызвали патологических процессов у обследованных рыб, исключение составили молодые формы лигулид, которые по мере своего роста будут негативно воздействовать на организм молоди рыб сдавливая внутренние органы хозяина, что приведёт к разрыву брюшной полости и гибели рыб. Таким образом, выявленные паразиты, а именно цестоды играют определенную роль в биологии и выживаемости молоди леща.

Список литературы

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
2. Конькова А.В. Ихтиопатологическое состояние молоди леща *Abramis brama* (Linnaeus, 1758) и воблы *Rutilus rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870) Волго-Каспийского района: 03.02.06 Ихтиология: автореф. дис. ... канд. биол. наук. // А.В. Конькова; М., 2016. - 22 с.

УДК 576.895.3:597.553.2:574.91(265.53)«2021»

ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ПАРАЗИТАРНОГО РАЧКА (*LEPEOPHTHEIRUS SALMONIS*) НА ТЕЛЕ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ ВО ВРЕМЯ АНАДРОМНОЙ МИГРАЦИИ У ПРИБРЕЖЬЯ О. ПАРАМУШИР В 2021 Г.

Т.Ю. Углова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), г. Москва, 107140.

E-mail: Tasha-ug@yandex.ru

Аннотация. Приведены результаты работы по исследованию заражённости трех видов тихоокеанских лососей *Oncorhynchus gorbuscha*, *O. keta*, *O. nerka* паразитарным рачком (*Lepeophtheirus salmonis*) во время анадромной миграции у побережья острова Парамушир (северные Курильские острова) с июня по сентябрь 2021 г. Данная работа проводилась в рамках бюджетного финансирования на основании раздела Государственного задания ФГБНУ «ВНИРО». Анализ данных проводились согласно стандартным методикам, применяемым в рыбохозяйственных институтах России. С помощью визуальной фиксации определялось наличие на теле тихоокеанских лососей рачков. Целью исследования явилось выявление, и расчет экстенсивности заражения морской вошью тихоокеанских лососей в период миграции у побережья о. Парамушир. Показано, что, наиболее экстенсивное заражение вшами лососевых приходится на июль, когда отмечается пик у первой миграционной волны горбуши. Основной пик подходов наблюдался в 20-х числах июля и длился до конца июля, к 15 августа ход производителей горбуши практически закончился. Причем, различная степень экстенсивности заражения горбуши отмечалась на всем протяжении исследований. Колебания инвазий у горбуши составляло от 8 до 18%. Самая высокая доля зараженных производителей отмечалась у кеты. Из исследованных нами особей до 40 % зараженной кеты пришлось на раннюю форму. У нерки показатель экстенсивности изменялся, соответствуя двум основным волнам подхода производителей к острову. Не смотря на то, что лососевая вошь не наносит вред здоровью человека при употреблении в пищу

зараженной рыбы, наличие на теле тихоокеанских лососей паразита приводит к снижению экономических показателей из-за потери товарного вида.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи; северные Курильские острова; о. Парамушир; лососевая вошь; *Lepeophtheirus salmonis*.

THE OCCURRENCE OF THE SALMON LOUSE (*LEPEOPHTHEIRUS SALMONIS*) ON THE BODY OF PACIFIC SALMON DURING ANADROMOUS MIGRATION OFF THE COAST PARAMUSHIR ISLAND IN 2021

T. Yu. Uglova

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Russia, Moscow, 107140

E-mail: Tasha-ug@yandex.ru

Abstract. The results of the study of the infection of three species of Pacific salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, *O. keta*, *O. nerka* with parasitic crustaceans (*Lepeophtheirus salmonis*) during anadromous migration off the coast of Paramushir Island (northern Kuril Islands) from June to September 2021 are presented. This work was carried out within the framework of budgetary funding on the basis of the section of the State Assignment of the Federal State Budgetary Scientific Institution "VNIRO". Data analysis was carried out according to standard methods used in fisheries institutes in Russia. Using visual fixation, the presence of crustaceans on the body of Pacific salmon was determined. The research goal was to identify and calculate the extensiveness of sea louse infestation of Pacific salmon during the migration period off the coast of the Paramushir Island. It has been shown that the most extensive infestation with salmon lice occurs in July, when the peak at the first migratory wave of pink salmon is noted. The main peak of approaches was observed in the 20th of July and lasted until the end of July, by 15 August the course of pink salmon producers was practically over. Moreover, varying degrees of extensiveness of pink salmon infestation were noted throughout the studies. Fluctuations in invasions in pink salmon ranged from 8 to 18%. The highest proportion of infected broodstock was observed in chum salmon. Of the individuals we examined, up to 40% of the infected chum salmon fell on the early form. In the sockeye salmon, the extent of extensiveness varied, corresponding to the two main waves of breeders' approach to the island. Despite the fact that salmon louse does not harm human health when eating contaminated fish, the presence of the parasite on the body of Pacific salmon leads to a decrease in economic indicators due to the loss of presentation.

Keywords: Pacific salmon; Northern Kuril Islands; Paramushir Island; salmon louse; *Lepeophtheirus salmonis*.

В силу своего географического расположения вылов тихоокеанских лососей о. Парамушир составляют преимущественно транзитные стада, так как проливы между островами Курильской гряды являются «воротами» для миграции [4]. Непосредственно, на о. Парамушир происходит воспроизводство 4-х видов тихоокеанских лососей [3].

На северных Курильских островах самым многочисленным представителем рода *Oncorhynchus* является горбуша, вторым по численности кижуч, нерка третий по значимости вид, кета занимает 4 место [6].

На всем протяжении жизненного цикла на выживаемость лососей оказывают влияние огромное количество факторов [8], а инвазионные поражения могут приводить к снижению иммунитета, присоединению бактериальных инфекций [1,2] и как следствие смертности. Не смотря на то, что данный эктопаразит не опасен для здоровья человека и при механическом воздействии полностью удаляется, а при попадании в пресную воду погибает [7] при промышленном изъятии происходит снижение

экономических показателей, так как пораженная данным рачком рыба из-за наличия язв и повреждений, наносимых данным паразитом, теряет товарный вид.

Целью исследования явилось выявление, и расчет экстенсивности заражения морской вошью тихоокеанских лососей в период миграции у побережья о. Парамушир.

Материал и методика

Лов тихоокеанских лососей осуществлялся рыболовецкими бригадами. Улов доставлялся на рыбоперерабатывающие предприятия о. Парамушир: ООО «Гранис» и ЗАО «Курильский рассвет». Весь улов сортировали по видовому соотношению и качеству продукции. Биологический анализ рыбы производился по стандартной методике [5]. Всего проанализировано 746 экз. горбуши, 525 экз. кеты и 370 экз. нерки. Основным показателем зараженности рыбы была ее экстенсивность (% заражения рыбы). Исследования по учету зараженного количества особей базировались на визуальной фиксации наличия на теле тихоокеанских лососей (нерки, кеты, горбуши) морской воши во время нерестовой миграции у побережья о. Парамушир в июле-августе 2021 г.

Результаты и обсуждения

Заражение лососевой вошью происходит в естественной среде обитания в период нагула лососей и при достижении эктопаразитом стадии - копеподы. Как правило, местами локализации являются кожные покровы в области анального плавника и на хвостовом стебле, в меньшей степени происходит поражение жаберной области и зон под грудными плавниками.

Во время проведения наших исследований на всем протяжении анадромной миграции трех видов тихоокеанских лососей встречались рыбы с содержанием рачка на поверхности тела. Самые высокие показатели экстенсивности были отмечены у кеты, снижение количества пораженных особей наблюдалось только в последней пятидневке июля и ближе к 4-ой пятидневке августа. У горбуши наблюдалось 2 волны в изменениях показателей экстенсивности. Равномерное повышение количества встречаемости зараженной рыбы достигло максимального значения к 4 пятидневке июля, затем наблюдалось небольшое снижение показателей экстенсивности. После чего следовало возрастание числа пораженных особей к 4-ой пятидневке августа. Скорее всего, это связано с тем, что миграция лососей вдоль острова проходит не равномерно, а по мере прохождения различных стад к местам нереста. Что касается нерки, также наблюдалось 2 волны: первое увеличение количества зараженных особей наблюдалось к 4 декаде июля, после снижения количества пораженной рыбы, отмечалось его возрастание к 1 - ой пятидневке августа (рис. 1).

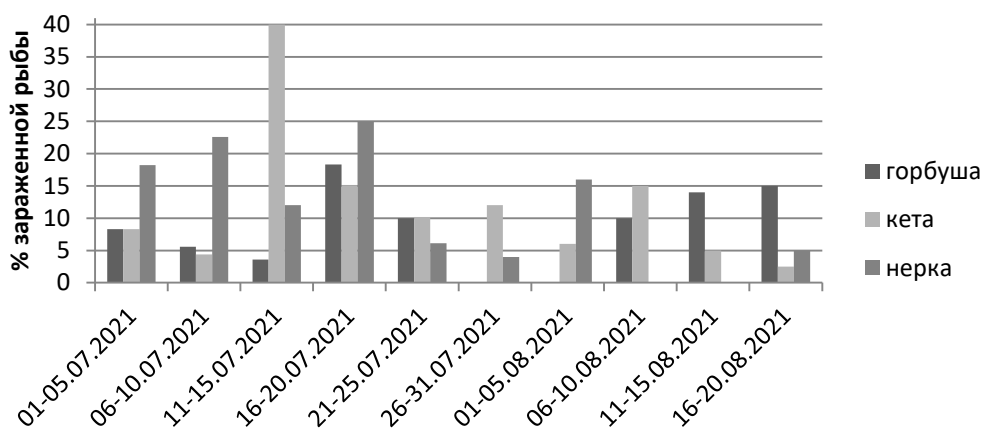


Рис. 1. Показатель экстенсивность тихоокеанских лососей в период миграции у побережья о. Парамушир

Проведенный анализ данных позволяет сделать следующее заключение:

- наиболее высокие показатели экстенсивности заражения морской вошью наблюдались у самого крупного из исследуемых нами видов тихоокеанских лососей – кеты;
- у горбуши, как у самого массового вида, показатели обсемененности эктопаразитом в первую волну подхода производителей к побережью острова достигали 20 % от исследуемых особей в выборке и до 15% во вторую волну подхода производителей;
- к концу июля доля зараженных морской вошью особей нерки достигало 25%, в первой половине августа показатель экстенсивности снизился до 16 %.

Список литературы

1. Баженов С. В., Анализ микрофлоры язвенных повреждений кожных покровов дальневосточной горбуши / С.В. Баженов, Т.Ю. Углова, А.Н. Ельников, Н.В. Кловач, И.В. Муханов // Тр. 60-ой Всерос. Науч. конф. МФТИ. Секция бионанотехнологий. – 2017. – С.84–86.
2. Бугаев А. В. Заражённость морскими вшами *Lepeophtheirus salmonis* (Caligidae) тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* spp. в прикамчатских водах Берингова моря и Тихого океана в период преднерестовых миграций 2004–2005 гг. / А.В. Бугаев // Исследование водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. – 2009. – Вып.12. – С.48–57.
3. Ведищева Е. В. Особенности биологии и возможности промыслового использования лососей рода *Oncorhynchus* северных Курильских островов: 03.00.10 Ихтиология: автореф. дис. ... канд. биол. наук // Е.В. Ведищева; ВНИРО. – Москва, 2004 – 28 с.
4. Глубоковский М. К., Промысел тихоокеанских лососей в водах северных Курильских островов: история, современное состояние, перспективы / М.К. Глубоковский, В.А. Лепская, Е.В. Ведищева, Н.В. Кловач // Тр. ВНИРО. – 2015. – Т.158. – С. 75–88.
5. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб / И.Ф. Правдин. –М.: Пищ. пром-сть. 1966. – 376 с.
6. Лепская В. А. Тихоокеанские лососи в водах северных Курильских островов / В.А. Лепская, Е.В. Ведищева, А.А. Абрамов. – Изд-во ВНИРО, 2011. – 123 с.
7. Токранов А. М. Грызущие лососей / А.М. Токранов // Камчатское время 29/06/2011. – URL: <http://kamtime.ru/node/1529> (дата обращения 01.09.2021).
8. Углова Т. Ю. Биология, структура нерестовых подходов и промысел горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) о. Итуруп (Южные Курильские острова): 03.02.06 Ихтиология: автореф. дис. ... канд. биол. наук // Т.Ю. Углова; ВНИРО. – Москва, 2020 – 26 с.

УДК 639.21

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСВОЕНИЯ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Цапенков, А.Л. Абрамов, В.Ф. Зайцев, П.С. Балацкий, Е.А. Интересова
Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Россия, Новосибирск
E-mail: zapsibniro@vniro.ru

Аннотация. В Омской области рыбопромысловое значение имеют р. Иртыш и его притоки, а также многочисленные озера, из них наиболее крупные – Ик и Салтаим-Тенис. В водных объектах региона в настоящее время промыслом осваивают 12 видов рыб, однако основное значение в общем объеме добычи рыбы в озерах Омской области имеют карась и окунь, а в реке Иртыш – плотва и лещ. Общий объем добычи рыбы в

Омской области за последние 5 лет составил 6,2 тыс. т. При этом потенциальные объемы добычи рыбы более чем в 2 раза превышают фактические уловы и за последние 5 лет определены в объеме 14,7 тыс. т. Основной причиной недоиспользования рыбных ресурсов является, в первую очередь, система организации промысла – мелкие пользователи, осуществляющие лов, не располагают соответствующей материально-технической базой, позволяющей вести добычу рыбы в любых погодных условиях, перерабатывать и хранить продукцию, что затрудняет промысел, делает его зависимым от внешних факторов и ведет к неполному освоению ресурсов.

Ключевые слова: Омская область, промысел, состояние запасов, рыбные ресурсы.

THE CURRENT STATE OF FISH CATCHES IN THE OMSK REGION

A.V. Tsapenkov, A.L. Abramov, V.F. Zaitsev, P.S. Balatsky, E.A. Interesova

Abstract. In the Omsk region, 12 species of fish in the fishery, but the main volume of catches in the lakes is provided by crucian carp and perch, and in the Irtysh River – roach and bream. The total volume of fish caught in the region over the past 5 years amounted to 6,2 thousand tons. However, the potential volumes of fish catch significantly exceed the actual catches and over the past 5 years have been assessed determined in the amount of 14,7 thousand tons. The main reason for the underutilization of fish resources is, first of all, the system of fishing organization – small fishing enterprises, that catch fish in the Omsk region, do not have the appropriate material and technical base for fishing in any weather conditions, process, and store products. That complicates fishing, makes it dependent on external factors, and leads to incomplete development of resources.

Keywords: Omsk region, fishing, state of stocks, fish resources.

В Омской области рыбохозяйственное значение имеют 3010 озер, общей площадью 190 тыс. га, из них наиболее крупные – Салтаим-Тенис (23 тыс. га) и Ик (7 тыс. га). Также добычу рыбы ведут в р. Иртыш (1132 км) и его притоках [1, 3]. Промыслом осваиваются 12 видов рыб: обыкновенная щука *Esox Lucius*, лещ *Abramis brama*, сазан *Cyprinus carpio*, язь *Leuciscus idus*, плотва *Rutilus rutilus*, серебряный *Carassius gibelio* и золотой караси *Carassius carassius* (рыбопромысловой статистикой учитываются как рыбы рода *Carassius*), речной окунь *Perca fluviatilis*, обыкновенный судак *Sander lucioperca*, налим *Lota lota*, ротан *Perccottus glenii* и пелядь *Coregonus peled* (численность которой в озерах поддерживается зарыблением). Кроме того, в последние годы в р. Иртыш и ее притоках нарастает численность уклейки *Alburnus alburnus*, до настоящего времени не учитываемой рыбопромысловой статистикой [2].

Общий объем добычи рыбы в регионе за последние 5 лет (2016-2020 гг.) составил 6,2 тыс. т. Однако в соответствии с оценками рыбных запасов, объемы рыбодобычи за тот же период могли достигнуть 14,7 тыс. т. Таким образом, вылов составляет около 42 % прогнозных величин. Цель данной работы – анализ современного состояния использования рыбных ресурсов Омской области.

Основное значение в промысле в озерах Омской области имеет окунь (54 % общего объема добычи рыбы в оз. Ик) и карась (31 % общего объема добычи рыбы в оз. Салтаим-Тенис и 69 % в малых озерах), а в р. Иртыш – плотва (24 %) и лещ (23 %) (рис. 1). Относительно большая доля пеляди в оз. Салтаим-Тенис (25 %) обеспечивается работами по зарыблению водоема молодью данного вида рыб.

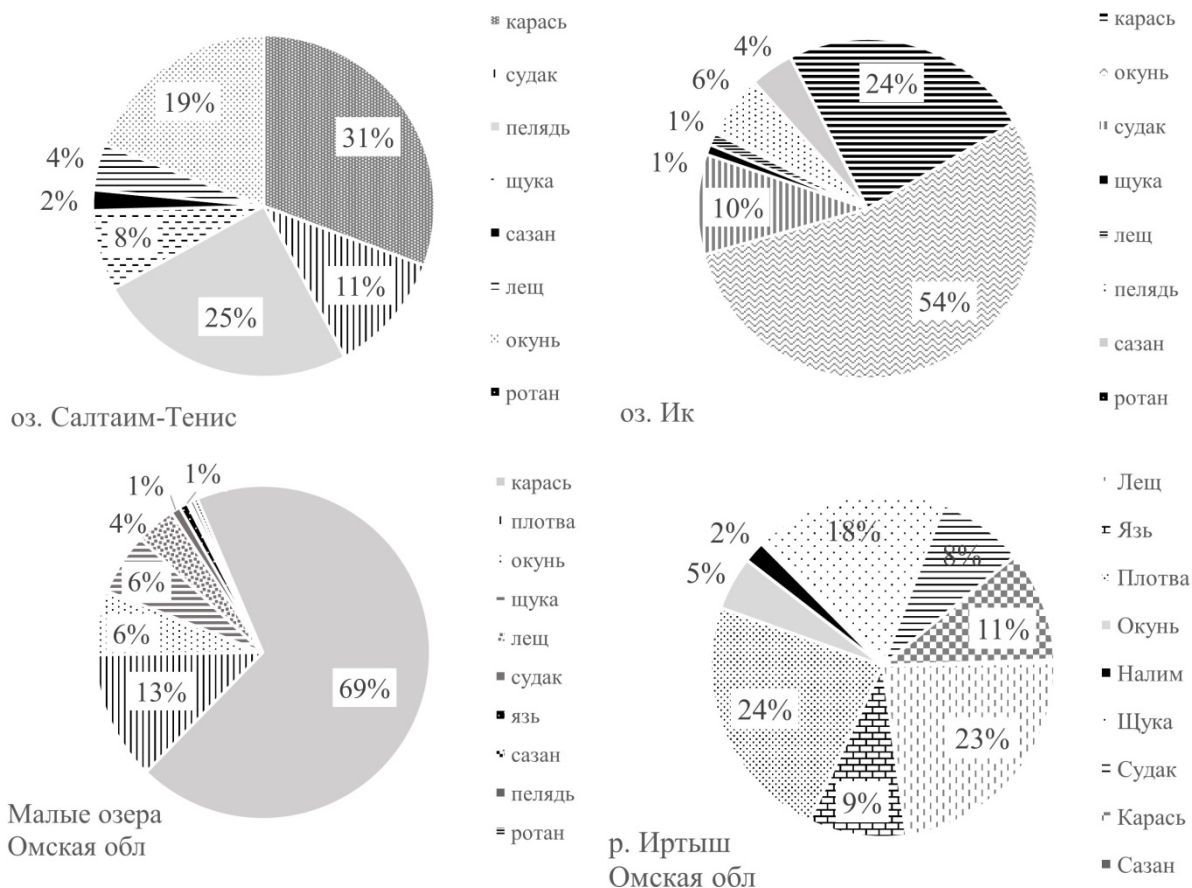


Рис.1. Структура уловов рыбы в водных объектах Омской области, 2016-2020 гг.

Сопоставление данных прогнозов и фактических уловов рыбы в отдельных водных объектах Омской области показывает, что рыбные запасы региона осваиваются в неполном объеме (рис. 2). В целом по региону вылов рыбы составляет от 28,6 до 63,5% прогнозных величин в год. Основной причиной недоиспользования рыбных ресурсов является, в первую очередь, система организации промысла – мелкие пользователи, осуществляющие лов, не располагают соответствующей материально-технической базой, позволяющей вести добычу рыбы в любых погодных условиях, перерабатывать и хранить продукцию, что затрудняет промысел, делает его зависимым от внешних факторов и ведет к неполному освоению ресурсов.

Список литературы

1. Зайцев, В.Ф. О перспективах пастбищной аквакультуры в Омской области / В.Ф. Зайцев, А.А. Ростовцев, Е.В. Егоров, А.В. Цапенков // Вестник ОмГАУ. – 2016. – № 2 (22). С. 288-294.
2. 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. – № 2. – С. 36-44.
3. Ростовцев, А.А. Перспективы развития рыбохозяйственного комплекса Западной Сибири / А.А. Ростовцев, Е.В. Егоров, В.Ф. Зайцев // Совет директоров. – 2016. – №10. – С.6-8.

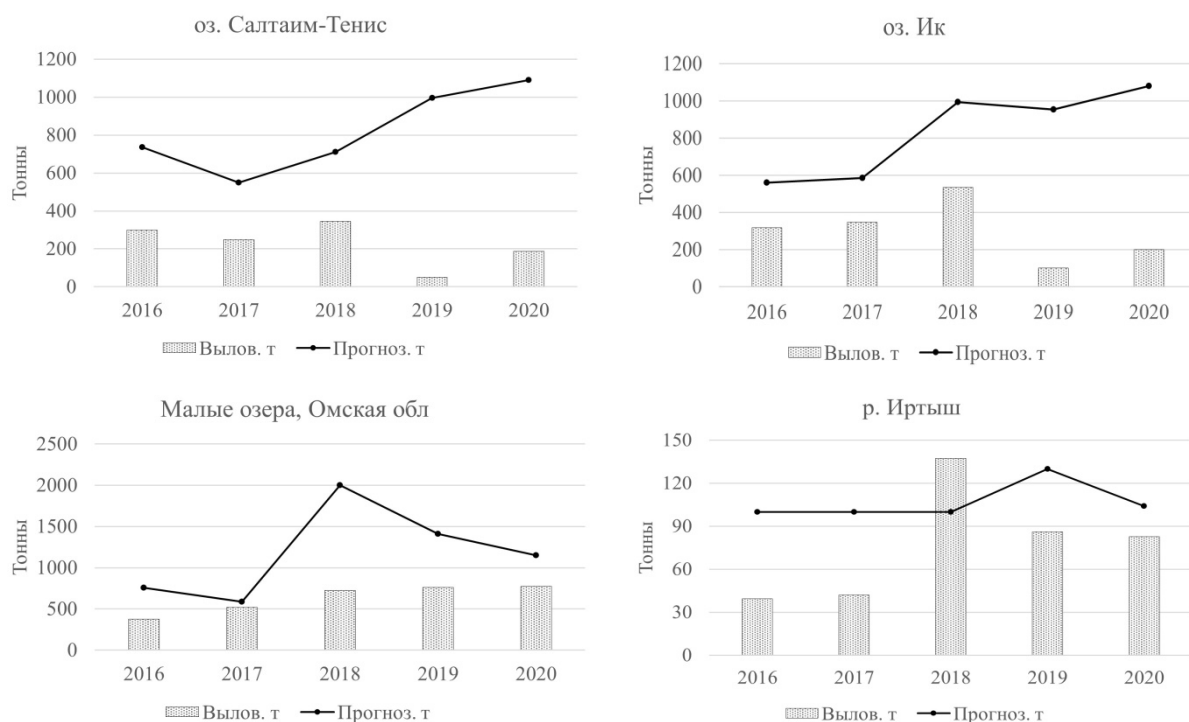


Рис.2. Динамика освоения рыбных запасов в водных объектах Омской области, 2016-2020 гг.

УДК 581.174.1.2:582.263:344

МИКРОВОДОРОСЛИ РОДА *COELASTRELLA* CHODAT КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК АСТАКСАНТИНА И КАНТАКСАНТИНА ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ

Э.С. Челебиева, И.Н. Чубчикова, И.В. Дробецкая, Н.В. Данцюк, Г.С. Минюк
 ФГБУН ФИЦ Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН, г.
 Севастополь, Россия
 E-mail: elina.chelebiewa@gmail.com

Аннотация. Актуальной задачей для устойчивого развития аквакультуры в Российской Федерации является создание качественных отечественных кормов. Введение кетокаротиноидов астаксантина (Аст) и кантаксантина (Кан) в рецептуру кормов для ракообразных и рыб приводит к увеличению выживаемости, ускорению роста, повышению устойчивости к бактериальным инфекциям, гипоксии и осмотическому стрессу. Потенциальным источником природных Аст и Кан является зеленая микроводоросль *Coelastrella rubescens* (IPPAS H-350). Для одновременного получения каротиноидов и нейтральных липидов *C. rubescens* выращивают методом двухстадийной культуры. Этот вид хорошо растет на минеральных питательных средах BBM и BG-11, причем не снижает скорости роста при полной замене в среде дорогостоящих нитратов на дешевую мочевины. При освещенности $120 \mu\text{E} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ и содержании CO_2 в газо-воздушной смеси 0,2% максимальная и средняя удельные скорости составляют $1,3\text{-}1,6 \text{ сут}^{-1}$ и $0,35\text{-}0,40 \text{ сут}^{-1}$. В этих условиях выход суммарных каротиноидов достигает $2,8 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$. Содержание суммарных каротиноидов в биомассе составляет около 2%, доля кетокаротиноидов 91%, из которых 45-50% приходится на эфиры Аст и 12-17 % на Кан. Содержание липидов в биомассе *C. rubescens* варьирует в широких пределах (25-50 % сухого вещества). В вегетативных

клетках в составе жирных кислот две незаменимые кислоты C18:2ω6 (линолевая) и C18:3ω (α-линоленовая). В зрелых спорах доминируют насыщенные (C16:0 и C18:0) и моноеновые жирные кислоты (C16:1, C18:1).

Ключевые слова: *Coelastrella* spp., каротиноиды, корма для аквакультуры

MICROALGAE OF THE GENUS *COELASTRELLA* CHODAT AS A POTENTIAL SOURCE OF ASTAXANTHIN AND CANTAXANTHIN FOR AQUACULTURE

E.S.Chelebieva, I.N.Chubchikova, I.V. Drobetskaya, N.V.Dantsyuk, G.S. Minyuk

Federal research center A.O. Kovalevsky Institute of Biology of Southern Seas RAS,
Sevastopol, Russia

E-mail: elina.chelebieva@gmail.com

Abstract. Production of high-quality feed is critically important for the sustainable development of aquaculture in the Russian Federation. The addition of ketocarotenoids (KCar) such as astaxanthin (Ast) and canthaxanthin (Can) to food supply for crustaceans and fish leads to an increase in survival, growth acceleration, increased resistance to bacterial infections, hypoxia and osmotic stress. Green microalgae *Coelastrella rubescens* (IPPAS H-350) is a potential source of natural Ast and Can. Simultaneous production of carotenoids and neutral lipids by *C. rubescens* is achieved by growing it in a two-stage culture. This species grows well on mineral nutrient media BBM and BG-11, and does not reduce the growth rate when completely replacing expensive nitrates with cheap urea in the medium. At light intensity $120 \mu\text{E} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ and CO_2 content in the gas-air mixture of 0.2%, the maximum and average specific growth rates are $1.3\text{-}1.6 \text{ days}^{-1}$ and $0.35\text{-}0.40 \text{ days}^{-1}$. Under these conditions, the yield of total carotenoids reaches $2.8 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1} \cdot \text{day}^{-1}$. The content of total carotenoids in biomass is about 2%, and the total count of ketocarotenoids is 91%, with 45-50% of Ast esters and 12-17% Can. The lipid content in *C. rubescens* biomass varies widely (25-50% dry matter). In vegetative cells, fatty acids contain two essential acids C18:2ω6 (linoleic) and C18: 3ω (α-linolenic). In mature spores saturated (C16:0 and C18:0) and monoenoic acids (C16: 1, C18: 1) dominate.

Keywords: *Coelastrella* spp., carotenoids, aquaculture feed.

Введение в рецептуру кормов для объектов аквакультуры C₄₀-кетокаротиноидов (ККар) Аст и Кан в качестве антиоксидантов и иммуностимуляторов [9] приводит к увеличению выживаемости и ускорению темпов роста особей, повышению их резистентности к инфекциям и абиотическому стрессу и повышает товарные качества продукции [5, 7]. Накоплен массив экспериментальных данных с использованием природных ККар, выделенных из микроводоросли *Haematococcus pluvialis*, дрожжей *Xanthophyllomyces dendrorhous* и отходов переработки криля, но в товарной аквакультуре используют их более дешевые химические аналоги, отличающиеся от натуральных наличием не встречающиеся в природе изомеров. Высокое содержание их в продуктах аквакультуры вызывает сомнения в безопасности для человека. Поиск новых природных источников Аст и Кан является актуальной задачей.

Целью данной работы было привлечь внимание специалистов в области производства кормов для аквакультуры к новому потенциальному источнику природных ККар – зеленым микроводорослям рода *Coelastrella*.

Род *Coelastrella* Chodat 1922 принадлежит к семейству Scenedesmaceae (самому богатому каротиногенными видами в классе Chlorophyceae) [1]. Он включает 18 видов эврибионтных и экстремофильных микроводорослей, встречающихся на поверхности почвы и скальных пород, коре деревьев, в мелких пресных водоемах и пр. во всех климатических зонах и на всех континентах. Широкая экологическая валентность *Coelastrella* spp. определяется наличием у этих водорослей специфического физиолого-биохимического механизма адаптации к абиотическому стрессу – вторичного

каротиногенеза (ВКГ) – способности к массивному накоплению в стрессовых условиях С₄₀-ККар и липидов, сопряженной с легко обратимым переходом клеток в стадию покоя [9]. Форма и размеры клеток у *Coelastrella* spp. варьируют в широких пределах в зависимости от возраста. Молодые клетки имеют лимоновидную или сфероидную форму ($V=10-60 \text{ мкм}^3$) (рис. а, д), зрелые автоспоры широко овальные или шаровидные ($V=80-320 \text{ мкм}^3$) (рис. б, е). Таксономически значимым морфологическим признаком рода являются гладкие меридиональные ребра на поверхности клеточной стенки (4-12, 20), сходящиеся на полюсах (рис. г, з), а видовыми - их число и рисунок [6]. К типичным морфо-структурным характеристикам *Coelastrella* spp относятся: однаядерность, одиночный хлоропласт, один пиреноид, ассоциированный с хлоропластом, двухслойная оболочка с внутренним целлюлозным и наружным триламилярным слоями, бесполое размножение автоспорами по 4-16 в автоспорангии (рис. в, ж) [10]. Наиболее достоверными методами идентификации *Coelastrella* spp. являются электронная микроскопия и филогенетический анализ с использованием молекулярных маркеров [6, 10].

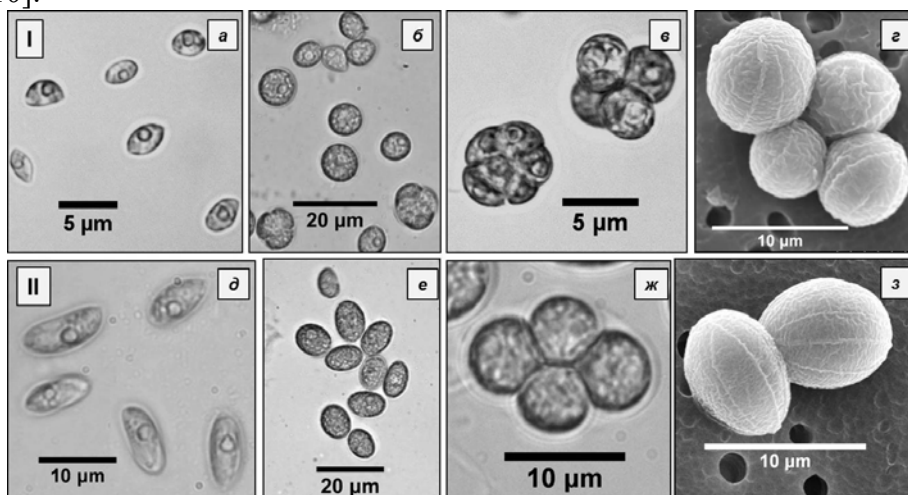


Рис.1. Морфологические особенности двух видов *Coelastrella*. I – *C. rubescens* (штамм CCAAL 475), II – *C. sp.* (штамм ACKU 144-02) (пояснения в тексте)

Для одновременного получения ККар и нейтральных липидов, служащих средой для депонирования пигментов в олеосомах [9], *Coelastrella* spp. выращивают методом двухстадийной культуры, описанной в [2]. В экспериментах [2, 4, 8] объектом исследований служила *C. rubescens* (штамм IPPAS H-350), хорошо растущая на минеральных питательных средах BBM и BG-11, в том числе при полной замене в среде дорогостоящих нитратов на дешевую мочевины. При освещенности $120 \text{ мкЕ} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ и 0,2% CO₂ в газо-воздушной смеси максимальная и средняя удельные скорости роста составляют соответственно $1,3-1,6 \text{ сут}^{-1}$ и $0,35-0,40 \text{ сут}^{-1}$, а выход суммарных Кар из литра исходной культуры достигает $2,8 \text{ мг} \cdot \text{л}^{-1} \cdot \text{сут}^{-1}$ при содержании суммарных Кар в конечной биомассе около 2%, и доле ККар 91%, из которых 45-50% приходится на эфиры Аст и 12-17 % на Кан [2, 4].

Содержание липидов в биомассе *C. rubescens* варьирует в пределах 25-50 % сухого вещества. В вегетативных клетках в составе жирных кислот (ЖК) преобладают (около 50 масс%) две незаменимые кислоты C18:2 ω 6 (линолевая) и C18:3 ω (α-линоленовая), играющие важную структурную и функциональную роль в качестве предшественников мембранных ЖК. В зрелых спорах доминируют насыщенные (C16:0 и C18:0) и моноеновые кислоты (C16:1, C18:1) [8]. Возможность одновременного получения из биомассы *Coelastrella* spp. одновременно антиоксидантных ККар и незаменимых ди- и триеновых ЖК, а также потенциальная пригодность для

культивирования открытым способом определяют промышленную перспективность этих водорослей.

Работа выполнена в рамках госзадания ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН» по теме «Исследование механизмов управления продукционными процессами в биотехнологических комплексах с целью разработки научных основ получения биологически активных веществ и технических продуктов морского генезиса» (№ 121030300149–0).

Список литературы

1. А. с. 2020621092. Каротиногенные микроводоросли: № 2020620921, заявл. 10.06.2020, опубл. 30.06.2020/ Г.С. Минюк; ФГБУН ФИЦ «ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского РАН». - Бюлл. 2020. – № 7.
2. Патент № 2661086 РФ; МПК C12N 1/12 (2006.01), C12P 23/00 (2006.01), C12R 1/89 (2006.01). Способ культивирования микроводоросли *Coelastrella rubescens* для получения каротиноидов и липидов: № 2017110990, заявл. 31.03.2017: опубл. 11.07.2018 / Г.С. Минюк, И.Н. Чубчикова, И.В. Дробецкая, Н.В. Данцюк, Э.С. Челебиева, Р.А. Сидоров, А.Е. Соловченко; ФГБУН «Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН». - Бюлл.2018. - № 20.
3. Пономарев, С. Корма для ценных объектов аквакультуры: проблемы и решения / С. Пономарев, Ю. Федоровых, Ю. Ширина, О. Левина, Б. Куркембаева, А. Порфирьев, Н. Ушакова, С. Новиков // Комбикорма. -2019. - № 4. - С. 57–58.
4. Чубчикова, И.Н. Хлорококковые микроводоросли как потенциальный источник природных кетокаротиноидов / И.Н. Чубчикова, Г.С. Минюк, И.В. Дробецкая, Н.В. Данцюк // Экология моря. - 2009. - Вып. 77. - С. 77-83.
5. Bera, S. Nutraceutical aspect of canthaxanthin in animal feed technology / S. Bera // EJMCМ. - 2020. - Vol. 7 (7). - P. 3076–3084.
6. Kaufnerová, V. The demise of the genus *Scotiellopsis* Vinatzer (Chlorophyta) / V.Kaufnerová, M. Eliáš // Nova Hedwigia. - 2013. - Vol. 97. - P. 415–428.
7. Lim, K. C. Astaxanthin as feed supplement in aquatic animals / K.C. Lim, F.M. Yusoff, M. Shariff, M.S. Kamarudin // Rev. Aquac. - 2017. Vol. 10 (3). - P. 738–773.
8. Minyuk, G. Stress-induced secondary carotenogenesis in *Coelastrella rubescens* (Scenedesmaceae, Chlorophyta), a producer of value-added keto-carotenoids /G. Minyuk, E. Chelebieva, I. Chubchikova, N. Dantsyuk, I. Drobetskaya, E. Sakhon, K. Chekanov, A. Solovchenko // Algae. - 2017. - Vol. 32 (3). - P. 245–259.
9. Solovchenko, A. E. Recent breakthroughs in the biology of astaxanthin accumulation by microalgal cell / A.E. Solovchenko // Photosynth. Res. - 2015. -Vol. 125. - P. 437–449.
10. Wang, Q. Morphology and molecular phylogeny of coccoid green algae *Coelastrella* sensu lato (Scenedesmaceae, Sphaeropeales), including the description of three new species and two new varieties / Q. Wang, H. Song, X. Liu, B. Liu, Z. Hu, G. Liu // J. Phycol. - 2019. - Vol. 55 (6). - P. 1290-1305.

КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ МЕДИЦИНСКИХ ПИЯВОК

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. Исследованы закономерности накопления тяжелых металлов в тканях ресурсных видов медицинских пиявок (*Hirudo medicinalis* Linnaeus, 1758 и *H. verbana* Carena, 1820), обитающих в водных экосистемах различных климатогеографических зон России и Украины. Обнаружено, что медицинские пиявки, независимо от климатогеографической приуроченности и видовой принадлежности, проявляют наибольшую аккумуляционную активность к Zn, наименьшую – к Fe и Mn. У особей *H. medicinalis* и *H. verbana* в неблагоприятных климатических условиях на периферии ареала снижается аккумуляционная активность к тяжелым металлам, а в водных экосистемах промышленных регионов – повышается к экотоксикантам Cd, Pb, Ni. Установлено, что концентрации эссенциальных металлов Mn и Zn в тканях обоих видов пиявок не зависят от их содержания в донных отложениях, тогда как аккумуляция Cu, Fe, Cd, Pb, Ni определяется концентрацией этих элементов в среде. Определенный нами диапазон фоновых концентраций Cu, Zn, Mn, Fe, Cd, Pb, Ni в тканях лечебных и аптечных пиявок различных географических популяций, а также в донных отложениях из мест их обитания, рекомендуется использовать при организации комплексных мероприятий по сохранению природных популяций *H. medicinalis* и *H. verbana*, а также в качестве физиологической нормы для особей-производителей в гирудокультуре. Показана возможность использования медицинских пиявок *H. medicinalis* и *H. verbana* в качестве биоиндикаторов при проведении мониторинга за загрязнением водных экосистем тяжелыми металлами в черте их ареала.

Ключевые слова: биоаккумуляция, биоиндикация, медицинские пиявки, природные популяции, тяжелые металлы.

CLIMATO GEOGRAPHIC FEATURES OF THE ACCUMULATION OF HEAVY METALS IN THE TISSUES OF RESOURCE SPECIES OF MEDICINAL LEECHES

L.V. Chernaya¹, L. A. Kovalchuk¹, N.V. Mikshevich²

¹ Institute of Ecology of Plants and Animals Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russia; E-mail: kovalchuk@ipae.uran.ru

² Ural State Pedagogical University, Yekaterinburg, Russia; E-mail: mikshevich@gmail.com

Abstract. The regularities of the accumulation of heavy metals in the tissues of resource species of medicinal leeches (*Hirudo medicinalis* Linnaeus, 1758 and *H. verbana* Carena, 1820) inhabiting aquatic ecosystems of various climatic and geographical zones of Russia and Ukraine have been investigated. It was found that medicinal leeches, regardless of their climatic and geographic location and species, exhibit the highest accumulation activity towards Zn, and the least towards Fe and Mn. In individuals of *H. medicinalis* and *H. verbana* under unfavorable climatic conditions at the periphery of the range, accumulation activity towards heavy metals decreases, and in aquatic ecosystems of industrial regions, it increases towards ecotoxicants Cd, Pb and Ni. It was found that the concentrations of the essential metals Mn and Zn in the tissues of both types of medicinal leeches do not depend on their content in bottom sediments, while the accumulation of Cu, Fe, Cd, Pb and Ni is determined

by the concentration of these elements in the environment. The range of background concentrations of Cu, Zn, Mn, Fe, Cd, Pb, Ni determined by us in the tissues of medicinal leeches of different geographic populations, as well as in bottom sediments from their habitats, is recommended to be used when organizing complex measures to preserve the natural populations of *H. medicinalis* and *H. verbana*, as well as a physiological norm for breeding individuals in hirudoculture. The possibility of using leeches *H. medicinalis* and *H. verbana* as bioindicators in monitoring the pollution of aquatic ecosystems with heavy metals within their range is shown.

Keywords: bioaccumulation, bioindication, heavy metals, medicinal leeches, natural populations.

Важнейшая задача современного природопользования состоит в сохранении и воспроизводстве водных биологических ресурсов в условиях глобального антропогенного загрязнения гидросферы. Проблема особенно актуальна для редких и исчезающих видов, имеющих ресурсное значение, в число которых входят медицинские пиявки (МП). В настоящее время природные ресурсы МП стремительно сокращаются, что обусловлено, наряду с массовым браконьерским промыслом, усиливающейся техногенной нагрузкой на пресноводные экосистемы. Известно, что МП весьма чувствительны к химическому загрязнению среды и являются биоиндикаторами экологической чистоты водоемов [2; 4], а такие поллютанты, как тяжелые металлы (ТМ), входят в число приоритетных [5].

В мировой литературе практически отсутствуют сведения о микроэлементном статусе МП из природных популяций, тем более в климатогеографическом аспекте, а закономерности их аккумуляционных особенностей по отношению к ТМ, изучены недостаточно полно. Вместе с тем, мероприятия по сохранению природных популяций МП должны включать не только комплексную оценку антропогенной трансформации мест их обитания, но и данные о закономерностях накопления ТМ в организме пиявок в отдельных частях ареалов, отличающихся большим разнообразием геохимических и климатических условий. Актуальность данной проблемы определила цель нашего исследования – изучение аккумуляционных особенностей тяжелых металлов в тканях медицинских пиявок различных географических популяций.

Материалы и методы

В исследованиях использованы взрослые особи двух видов медицинских пиявок (лечебная *Hirudo medicinalis* Linnaeus, 1758 и аптечная *H. verbana* Carena, 1820) из природных популяций различных регионов России и Украины. Лечебные пиявки *H. medicinalis* отловлены в пяти водных объектах: р. Лесной Воронеж (Тамбовская область, 52°38'с.ш.; 40°15'в.д., лесостепная зона, среднегодовая температура составляет +6,1°C), оз. Горелое (Харьковская обл. 1, 49°37'с.ш.; 36°31'в.д., лесостепь, +8,1°C), р. Уды (Харьковская обл. 2, 49°47'с.ш.; 36°18'в.д., лесостепь, +8,1°C), оз. Глубокое (Луганская обл., 48°40'с.ш.; 39°28'в.д., лесостепь, +8,5°C), оз. Дамба (Алтайский край, 53°21'с.ш.; 84°38'в.д., южная тайга, +2,6°C); аптечные пиявки *H. verbana* – в трех: оз. Горелое, ерик Судомойка (Волгоградская обл., 48°35'с.ш.; 45°02'в.д., степь, +8,8°C), р. Челбас (Краснодарский край, 46°04'с.ш.; 38°58'в.д., степь, +11,9°C). Пиявок отлавливали с помощью гидробиологического сачка в весенний период (апрель-май), в дневное время, в литоральной части водоемов на глубине 50–100 см. Одновременно проводили отбор донных отложений (ДО) из верхнего 10-см слоя дна. Отлов и содержание животных, доставленных в лабораторию, осуществляли в соответствии с правилами, принятыми Европейской Конвенцией по защите животных, используемых для экспериментальных и научных целей.

Пробы ДО и кожно-мышечной ткани пиявок готовили способом «мокрой» минерализации высушенных образцов в смеси азотной (HNO₃) и хлорной (HClO₄) кислот. Валовое содержание Cu, Zn, Mn, Fe, Cd, Pb, Ni (мкг/г воздушно-сухой массы) в

пробах определяли атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре ААС-3 (основная погрешность по оптической плотности не превышает $\pm 5\%$ от диапазона измерения) в пламени пропан-бутан и на приборе Analyst 100 фирмы Perkin Elmer [1]. Подготовлено и проанализировано 150 проб, проведено 1050 элементо-определений. Характер и степень биологической аккумуляции ТМ пиявками оценивали с помощью коэффициента биологического накопления ($K_{\text{БН}}$), рассчитанного по отношению тканевых концентраций ТМ к их концентрациям в ДО. По значениям $K_{\text{БН}}$ гидробионтов разделяют на три группы: макроконцентраторы ($K_{\text{БН}} > 2$), микроконцентраторы ($K_{\text{БН}}$ от 1 до 2) и деконцентраторы ($K_{\text{БН}} < 1$) [3]. Экспериментальные данные обрабатывали с использованием пакета лицензионных прикладных программ «Statistica v. 7.0.» (Stat Soft, Ink.).

Результаты и обсуждение

Показано, что уровень содержания ТМ в донных отложениях и в тканях пиявок из водных экосистем различных климатогеографических зон лежит в широком диапазоне концентраций (табл. 1), что обусловлено разнообразием природных условий и степенью антропогенной трансформации ландшафтов изучаемых регионов [6]. Обнаружено, что концентрации всех изучаемых ТМ, за исключением Cd, в донных отложениях рассматриваемых водоемов значительно ниже их кларков и соответствуют показателям, указанным для фоновых водоемов европейской части бывшего СССР [3].

Таблица 1 - Диапазоны концентраций (средние значения, мкг/г) тяжелых металлов в донных отложениях и в тканях медицинских пиявок из водных экосистем различных регионов России и Украины

ТМ	Донные отложения $n = 70$	<i>H. medicinalis</i> $n = 50$	<i>H. verban</i> $n = 30$
Cu	4,64-15,48	2,21-27,18	11,11-13,47
Zn	23,12-76,84	272,9-669,6	309,6-412,7
Mn	38,27-281,4	4,11-24,49	9,27-20,52
Fe	1418,4-17245,8	1037,3-4384,9	3085,5-4055,7
Cd	0,92-1,72	0,12-13,18	2,94-6,75
Pb	5,94-15,48	0,92-23,62	14,15-17,38
Ni	7,63-22,53	0,98-42,41	9,21-20,66

Установлено, что климатогеографический фактор оказывает существенное влияние на микроэлементный состав тканей медицинских пиявок (табл. 1). Отмечена тенденция к изменению элементного баланса в тканях лечебных и аптечных пиявок, обитающих в водных объектах промышленных регионов – повышенное содержание токсичных Ni, Cd, Pb и дефицит эссенциальных Zn, Mn, Fe. Определенный в ходе исследований диапазон фоновых концентраций тяжелых металлов в тканях медицинских пиявок различных географических популяций, а также в донных отложениях из мест их обитания, целесообразно использовать при организации мониторинговых мероприятий по сохранению природных популяций ресурсных видов *H. medicinalis* и *H. verban*, а также в качестве физиологической нормы для особей-производителей в гирудокультуре.

Сравнительный анализ аккумуляционных способностей МП позволил установить общие закономерности накопления эссенциальных и токсичных металлов в их тканях (табл. 2).

Таблица 2 - Диапазоны коэффициентов биологического накопления ($K_{\text{БН}}$) тяжелых металлов у медицинских пиявок из водных экосистем различных регионов России и Украины

ТМ	<i>H. medicinalis</i> <i>n</i> = 50	<i>H. verbana</i> <i>n</i> = 30
Cu	0,48-4,42	1,91-2,46
Zn	8,73-14,96	7,19-16,07
Mn	0,02-0,65	0,07-0,29
Fe	0,08-0,73	0,44-0,72
Cd	0,13-7,94	2,77-3,92
Pb	0,15-3,40	2,26-2,59
Ni	0,13-2,95	0,97-1,43

Так, независимо от географической и биотопической приуроченности, оба вида МП являются макроконцентраторами Zn ($K_{\text{БН}} > 2$) и деконцентраторами Mn и Fe ($K_{\text{БН}} < 1$). Показана невысокая биоаккумуляционная активность к ТМ у особей, обитающих на границах ареала (для *H. medicinalis* – Тамбовская обл. и Алтайский край, для *H. verbana* – Харьковская обл.1), и высокая – по отношению к Cd, Pb и Ni у МП из водоемов промышленно развитых регионов (Луганская и Волгоградская области) (табл. 2).

На основании результатов корреляционно-регрессионного анализа установлено, что концентрации Zn и Mn в тканях обоих видов МП не зависят от их содержания в ДО ($p > 0,05$). В то же время выявлена статистически значимая корреляционная связь между уровнем содержания Cu, Fe, Cd, Pb, Ni в тканях медицинских пиявок и их концентрациями в донных отложениях ($p < 0,01$) (табл. 3).

Таблица 3- Корреляционные связи между содержанием тяжелых металлов в тканях медицинских пиявок и их концентрациями в донных отложениях

ТМ	<i>H. medicinalis</i>		<i>H. verbana</i>	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>p</i>
Cu	0,70	0,000	0,51	0,004
Zn	0,07	0,67	-0,26	0,17
Mn	-0,22	0,17	-0,22	0,24
Fe	0,88	0,000	0,71	0,000
Cd	0,92	0,000	0,94	0,000
Pb	0,66	0,000	0,56	0,001
Ni	0,92	0,000	0,63	0,000

Известно, что в условиях комплексного загрязнения водоемов токсичными металлами может наблюдаться как избыток содержания ряда элементов в организме вследствие их аккумуляции, так и недостаток эссенциальных элементов вследствие разрушения ферментных систем, элиминации микроэлементов из организма или замещения важных для жизнедеятельности металлов другими, более токсичными [3]. Поскольку существует прямая связь между концентрациями большинства ТМ в тканях пиявок и их содержанием в среде обитания, избыточное присутствие и биомагнификация экотоксикантов в водных экосистемах может оказать пагубное влияние на состояние здоровья природных популяций МП, что особенно актуально для промышленных регионов в пределах их ареалов.

Закключение

Результаты исследования показали, что медицинские пиявки, независимо от климатогеографической приуроченности и видовой принадлежности, проявляют наибольшую аккумуляционную активность к Zn, наименьшую – к Fe и Mn. У особей *H.*

medicinalis и *H. verbana* в неблагоприятных климатических условиях на периферии ареала снижается аккумуляционная активность к тяжелым металлам, а в водных экосистемах промышленных регионов – повышается к экотоксикантам Cd, Pb, Ni. Установлено, что концентрации эссенциальных металлов Mn и Zn в тканях обоих видов пиявок не зависят от их содержания в донных отложениях, тогда как аккумуляция Cu, Fe, Cd, Pb, Ni определяется концентрацией этих элементов в среде. Полученные данные позволяют рекомендовать использование медицинских пиявок в качестве биоиндикаторов при мониторинге загрязнения водных экосистем тяжелыми металлами.

Список литературы

1. 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.
2. Лукин, Е.И. Пиявки пресных и солоноватых водоемов / Е.И. Лукин. – Л.: Наука, 1976. – Т.1. – 484 с.
3. Никаноров, А.М. Биомониторинг тяжелых металлов в пресноводных экосистемах / А.М. Никаноров, А.В. Жулидов, А.Д. Покаржевский. – Л.: Гидрометеиздат, 1993. – 291 с.
4. Романова, Е.М. Биоресурсы класса Hirudinea в зоне Среднего Поволжья: экологическая значимость и перспективы использования / Е.М. Романова, О.М. Климина // Известия Самарского Научного центра РАН. – 2010. – Т. 12. – №1. – С. 208–211.
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. DOI: [10.24189/ncr.2019.051](https://doi.org/10.24189/ncr.2019.051)

УДК: 597.5/639

СОСТОЯНИЕ СТЕРЛЯДИ *ACIPENSER RUTHENUS* КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Ф.М. Шакирова¹, О.К. Анохина¹, А.А. Смирнов^{2,3}, Г.Д. Валиева¹

¹Татарский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТатарстанНИРО), г. Казань, 420111

²Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), г. Москва, 107140

³Северо-Восточный государственный университет (СВГУ), г. Магадан, 685000

E-mail: shakirovafm@gmail.com

Аннотация. В статье приведен анализ материалов исследований стерляди Куйбышевского водохранилища. Представлены данные о состоянии популяции стерляди в последние десятилетия в водохранилище. Численность ее и промысловое значение претерпели значительные изменения за годы существования водоема. Наиболее продуктивным стадо стерляди в Куйбышевском водохранилище было в период с 1970 по 1980 гг., когда ее запасы позволяли определять достаточно высокие объемы общих допустимых уловов и активно осуществлять промысел. Последующий анализ динамики промзапаса стерляди выявил значительное его снижение в результате потери нерестилищ, браконьерского вылова и загрязнения водных объектов. В настоящее время имеется ряд ограничений на добычу ценного ресурса. В последние годы, благодаря комплексу мероприятий по охране нерестилищ, поддержанию и

увеличению ее численности, этот показатель не снижается, а применение охранных мер начинает давать положительный эффект в поддержании ресурса. Актуальность искусственного воспроизводства в настоящее время очень высока, особенно в условиях зарегулированного стока. Суммарная приемная ёмкость Куйбышевского водохранилища для стерляди составляет 6 млн. экз., однако она не выполняется в полном объеме. Необходимо продолжить дальнейшее наращивание объемов выпускаемой качественной молоди. Выполнение этих работ, может строиться на основе применения промышленных биотехнологий, в первую очередь установок с замкнутым водоснабжением, а также формирования собственных высокопродуктивных маточных стад, что позволит успешно решить задачу сохранения, восстановления и дальнейшего рационального использования стерляди, как значимого ресурса Куйбышевского водохранилища.

Ключевые слова: Куйбышевское водохранилище, стерлядь (*Acipenser ruthenus*), размерно-возрастной состав, промысловый запас, уловы, воспроизводство.

STATE OF STERLET *ACIPENSER RUTHENUS* KUIBYSHEV RESERVOIR AT THE BEGINNING OF THE XXI CENTURY

F.M. Shakirova¹, O.K. Anokhina¹, A.A. Smirnov^{2,3}, G.D. Valieva¹

¹Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Tatar branch of VNIRO «TatarstanNIRO» Russia, Kazan, 420111

²Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Russia, Moscow, 107140

³North-Eastern State University, Russia, Magadan, 685000

Abstract. The article provides an analysis of the materials of the sterlet of the Kuibyshev reservoir. The data on the state of the sterlet population in recent decades in the reservoir are presented. Its abundance and commercial value have undergone significant changes over the years of the reservoir's existence. The most productive herd of sterlet in the Kuibyshev reservoir was in the period from 1970 to 1980, when its stocks made it possible to determine sufficiently high volumes of total allowable catches and to actively fish. The subsequent analysis of the dynamics of the industrial stock of sterlet revealed its significant decrease as a result of the loss of spawning grounds, poaching, and pollution of water bodies. Currently, there are a number of restrictions on the extraction of this valuable resource. In recent years, thanks to a set of measures for the protection of spawning grounds, maintenance and increase of its number, this indicator does not decrease, and the use of protective measures begins to have a positive effect in maintaining the resource. The relevance of artificial reproduction is currently very high, especially in conditions of regulated flow. The total receiving capacity of the Kuibyshev reservoir for sterlet is 6 million specimens, but it is not being fulfilled in full. It is necessary to continue to further increase the volume of released high-quality juveniles. The implementation of these works can be based on the use of industrial biotechnologies, primarily installations with closed water supply, as well as the formation of our own highly productive breeding stock, which will successfully solve the problem of preserving, restoring and further rational use of sterlet, as a significant resource of the Kuibyshev reservoir.

Keywords: Kuibyshev reservoir, sterlet (*Acipenser ruthenus*), size composition, age composition, commercial stock, catches, reproduction.

Стерлядь является одним из наиболее ценных представителей ихтиофауны Куйбышевского водохранилища – единственным представителем семейства осетровых, обитающим в настоящее время в бассейне Волги и Камы. Начиная с IV в., в водах средней Волги и нижней Камы стерлядь в рыболовстве занимала первое место среди всех промысловых видов рыб [8].

За годы существования водохранилища ее численность и промысловое значение претерпели значительные изменения. По оценке специалистов Татарского отделения ФГБНУ «ГосНИОРХ» и ТатарстанНИРО, наиболее продуктивным стадо стерляди в Куйбышевском водохранилище было в период с 1970 по 1980 гг., когда ее запасы позволяли определять высокие объемы общих допустимых уловов (ОДУ) в 60–80 т в год. В 2013 г., ввиду значительного снижения численности, стерлядь была занесена в Красную книгу Республики Татарстан, но с определенными ограничениями эксплуатируется промыслом. В последние годы её промысловый запас не превышает 84 т, а годовые уловы колеблются в диапазоне 0,1–0,3 т.

Целью настоящей работы является анализ состояния популяции стерляди Куйбышевского водохранилища в современных условиях.

Методика и материал

В основу статьи положены фондовые и литературные данные сотрудников Татарского филиала «ВНИРО». Собственные исследования авторов охватывают 2000–2020 гг. и выполнялись в весенне-летний периоды на контрольно-наблюдательных пунктах (КНП) ТатарстанНИРО, в летне-осенний периоды – с НИС «Академик Берг». Уловы в научно-исследовательских целях проводились с помощью ставных сетей ячеей 18,0 – 120,0 мм, мальковой волокуши длиной 6 м, ячеей 5,0 мм и 18-и метровым тралом конструкции ГосНИОРХ ячейей 45 мм в крыльях, 40 мм в кутке. Сбор и обработка материала выполнялись согласно общепринятым методическим руководствам [2, 6, 7].

Результаты и обсуждения

В Куйбышевском водохранилище в последние десятилетия численность, промысловые запасы и уловы стерляди сократились в 8–10 раз в связи с недостаточной ее обеспеченностью нерестилищами, браконьерским выловом, а также загрязнением водных объектов.

В последние годы численность рыб не снижается. Это происходит в результате проведения мероприятий, включающих охрану нерестилищ, выпуск ее молоди в водоем и др., что начинает давать положительный эффект в поддержании ресурса.

До создания Куйбышевского водохранилища в уловах доминировали рыбы длиной 30–35 см (37 %), особи промысловой длины 35–40 см составляли 33 %, а 25–30 см – 20 % от общей численности, тогда как в 1958 г. основу стада составляли рыбы абсолютной длины 35–50 см [1].

В последующий период более крупная стерлядь (от 40 см) стала встречаться чаще в Волжском плесе, чем в Камском и Волжско-Камском. Размеры 2-летних особей в уловах 2000–2020 гг. в Куйбышевском водохранилище колебались от 30,0 до 33,1 см при средней массе 205 г, а в возрасте 20 лет размеры составляли 66,4 см при средней массе 2040 г. Средние размеры производителей у самцов в последние годы составляют 44,9 см при средней массе 660 г, у самок – 47,2 см и, соответственно, 715 г, и практически совпадают с таковыми рыб Средней Волги и Куйбышевского водохранилища в 1966–1969 гг., но несколько ниже показателей за 1973–1974 гг. [5].

До зарегулирования реки возраст полового созревания стерляди в Средней Волге у самцов составлял 3–7 лет, у самок – 6 лет, хотя основная масса рыб созревала намного позже. В водохранилище отмечается значительная растянутость сроков полового созревания рыб. Обнаружены особи, впервые созревающие в возрасте 3–4 лет, но основная масса созревает в 7 лет, хотя встречаются неполовозрелые рыбы и в возрасте 15–16 лет.

В 2018 – 2020 гг. встречались особи стерляди от 2 до 20 лет длиной от 18 до 76 см и массой от 60 до 2240 г. В последние годы встречаемость достаточного количества особей стерляди в возрасте до 7 лет свидетельствует о сохранившемся ее естественном воспроизводстве.

Показатель общей смертности (Z) стерляди, полученный путем аппроксимации кривой рыбного населения, исходя из возрастного состава уловов, выполненных тралом за 2014–2018 гг., находится на уровне 0,51, и лучше всего его описывает нисходящая экспонента в виде логарифмической функции вида $Nt = 30,4309\exp^{(-0,51t)}$. Величина Z демонстрирует ежегодное сокращение стада стерляди Куйбышевского водохранилища, начиная с 4-летнего возраста, на 51 %. Таким образом, при нестабильном пополнении стада стерляди и столь высоких показателях смертности возможно наступление перелома, а пополнение и восстановление стада при таких условиях будет возможно лишь при искусственном воспроизводстве. Наше мнение об актуальности искусственного воспроизводства поддерживают и другие авторы [3, 4]. Суммарная приемная ёмкость Куйбышевского водохранилища составляет 6 млн. экз., однако она не восполняется, поэтому необходимо проводить дальнейшее увеличение объемов выпускаемой молоди в водоем (табл. 1).

Выпускаемой молоди стерляди крайне недостаточно и требуется увеличить количество качественной молоди стерляди на действующих и строящихся в регионе стерляжьих питомниках. Эта работа должна строиться на основе применения промышленных биотехнологий, в первую очередь установок с замкнутым водоснабжением (УЗВ), а также формирования собственных высокопродуктивных маточных стад. Только такой подход позволит успешно решить задачу сохранения и восстановления популяций стерляди Куйбышевского водохранилища.

Таблица 1 – Выпуски стерляди в Куйбышевское водохранилище с 2010 по 2020 гг., тыс. экз.

Годы	Куйбышевское водохранилище
2010	12,3
2011	39,0
2012	113,4
2013	19,8
2014	296,6
2015	460,2
2016	771,5
2017	387,9
2018	231,2
2019	678,9
2020	724,3

В условиях Средней Волги наиболее крупными и постоянными нерестилищами были Камско-Устьинское, Мансуровское, Тетюшское, Иско-Устьинское, Рыбно-Слободское. В настоящее время нерест рыб происходит лишь там, где сохранились элементы речного режима, за счет которого создаются повышенные скорости течения воды, способствующие промыванию нерестилищ от иловых отложений. От верхних плесов к нижним уменьшается интенсивность естественного размножения стерляди, а пополнение водоем получает, как и прежде, в Камском, Волжском и Волжско-Камском плесах.

Запас и ОДУ стерляди в Куйбышевском водохранилище определяются ежегодно, что дает возможность осуществлять постепенное ее выведение из Красных книг регионов и вылов в разрешенных объемах.

Таким образом, данные о состоянии популяции и нерестилищ стерляди Куйбышевского водохранилища свидетельствуют:

- о необходимости усиления охранных мероприятий ее естественных нерестилищ и организации работ по искусственному воспроизводству, при

значительном увеличении объемов вселения ее молоди, с целью восстановления численности стада;

- о возможности постепенного выведения из Красных книг регионов и открытия промысла при постоянном мониторинге ее численности.

Список литературы

1. Батыева Л. Р. Наблюдения над распределением и ростом стерляди в Куйбышевском водохранилище в 1958 и 1959 годах / Л. Р. Батыева, А. В. Лукин // Тр. Татар. отд-ния ГосНИОРХ. Казань, 1960. - № 9. - С. 229–242.
2. Определение молоди пресноводных рыб / А. Ф. Коблицкая // М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. - 208 с.
3. Кузнецов В. А. Размерно-возрастная структура, рост и половое созревание стерляди *Acipenser ruthenus* в Куйбышевском водохранилище / В. А. Кузнецов // Вopr. Ихтиологии, 2000. - Т. 40. - № 2. - С. 219–227.
4. Кузнецов В. А., Кузнецов В. В. Рост и половое созревание стерляди *acipenser ruthenus* в Волжском и Камском плесах Куйбышевского водохранилища / В. А. Кузнецов, В. В. Кузнецов // Вопросы рыболовства, 2014. - Т. 15. - №2. - С. 214–227.
5. Лукин А. В. Стерлядь Куйбышевского водохранилища. Особенности размножения и распределения стерляди в условиях зарегулированного речного стока (Куйбышевское водохранилище) / А. В. Лукин. - Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1981. - С. 19–61.
6. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб / И. Ф. Правдин. - М.: Пищ. пром-сть, 1966. - 376 с.
7. Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб / Н. И. Чугунова. - М.: Изд-во АН СССР, 1959. - 165 с.
8. Шаймуратова Д. Н. Стерлядь *Acipenser ruthenus* (Acipenseriformes, Acipenseridae) средней Волги и нижней Камы в IV – XVIII вв.: размерно-возрастной состав, рост и значение в древнем рыболовстве / Д.Н. Шаймуратова, И.В. Аськеев, О.В. Аськеев, С.П. Монахов, А.О. Аськеев, А.А. Смирнов // Вопросы рыболовства, 2017. - Т. 18. - № 4. - С. 401–421.

УДК 639.21

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСВОЕНИЯ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.А. Шиповалов, А.Л. Абрамов, А.А. Ростовцев, М.Ю. Колосов, Д.Л. Сукнев, Е.А. Интересова

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Россия, Новосибирск

E-mail: zapsibniro@vniro.ru

Аннотация. В Кемеровской области рыбопромысловое значение имеют крупные правые притоки р. Обь – реки Томь, Иня и Кия, а также ряд озер и водохранилищ. В водных объектах региона в настоящее время промыслом осваивают 14 видов рыб, в том числе такие ценные, как сибирский хариус и таймень, однако основное значение в общем объеме добычи рыбы в озерах и водохранилищах Кемеровской области имеет карась, а в реках – плотва. Общий объем добычи рыбы в Кемеровской области за последние 5 лет составил 281 т. При этом потенциальные объемы добычи рыбы более чем в 2 раза превышают фактические уловы и за последние 5 лет определены в объеме 602 т. Основной причиной недоиспользования рыбных ресурсов является, в первую очередь, система организации промысла – мелкие пользователи, осуществляющие лов, не располагают соответствующей материально-технической базой, позволяющей вести добычу рыбы в любых погодных условиях, перерабатывать и хранить продукцию, что

затрудняет промысел, делает его зависимым от внешних факторов и ведет к неполному освоению ресурсов.

Ключевые слова: Кемеровская область, промысел, состояние запасов, рыбные ресурсы.

THE CURRENT STATE OF FISH CATCHES IN THE KEMEROVO REGION

*L.A. Shipovalov, A.L. Abramov, A.A. Rostovtsev, M.Y. Kolosov, D.L. Suknev,
E.A. Interesova*

Abstract. In the Kemerovo region, 14 species of fish in the fishery, but the main volume of catches in the lakes is provided by crucian carp, and in the rivers – roach. The total volume of fish caught in the region over the past 5 years amounted to 281 tons. However, the potential volumes of fish catch significantly exceed the actual catches and over the past 5 years have been assessed determined in the amount of 602 tons. The main reason for the underutilization of fish resources is, first of all, the system of fishing organization – small fishing enterprises, that catch fish in the Kemerovo region, do not have the appropriate material and technical base for fishing in any weather conditions, process, and store products. That complicates fishing, makes it dependent on external factors, and leads to incomplete development of resources.

Keywords: Kemerovo region, fishing, state of stocks, fish resources.

В Кемеровской области рыбопромысловое значение имеют крупные притоки р. Обь – реки Томь (596 км), Иня (533 км) и Кия (507 км), а также ряд озер (из которых наиболее крупное – Большой Берчикуль, 1,6 тыс. га) и водохранилищ (наиболее крупное – Беловское, 1,4 тыс. га) [2]. Промыслом осваиваются 14 видов рыб: обыкновенная щука *Esox Lucius*, лещ *Abramis brama*, сазан *Cyprinus carpio*, язь *Leuciscus idus*, плотва *Rutilus rutilus*, серебряный *Carassius gibelio* и золотой караси *Carassius carassius* (рыбопромысловой статистикой учитываются как рыбы рода *Carassius*), елец *Leuciscus leuciscus*, речной окунь *Perca fluviatilis*, обыкновенный судак *Sander lucioperca*, налим *Lota lota*, сибирский хариус *Thymallus arcticus* и таймень *Hucho taimen*, а также новый для водных объектов региона, чужеродный вид рыб – уклейка *Alburnus alburnus* [1].

Общий объем добычи рыбы в регионе за последние 5 лет (2016-2020 гг.) составил 281 т. Однако в соответствии с оценками рыбных запасов, объемы рыбодобычи за тот же период могли достигнуть 602 т. Таким образом, вылов составляет менее 50 % прогнозных величин. Цель данной работы – анализ современного состояния использования рыбных ресурсов Кемеровской области.

Основное значение в промысле в озерах и водохранилищах Кемеровской области имеет карась (30 % общего объема добычи рыбы в озерах и 40 % в водохранилищах), а в реках – плотва (20 %) (рис. 1).

Вылов ценных видов рыб, тайменя и хариуса, не велико в абсолютных значениях (в среднем за последние 5 лет 0,56 и 6,76 т в год, соответственно), но составляет существенную долю уловов рыбы в реках Кемеровской области (хариус – 18 %) ввиду их в целом не большого объема.

Сопоставление данных прогнозов и фактических уловов рыбы в водных объектах Кемеровской области показывает, что рыбные запасы региона осваиваются в неполном объеме (рис. 2). В целом по региону вылов рыбы составляет от 32,6 до 54,0 % прогнозных величин в год.

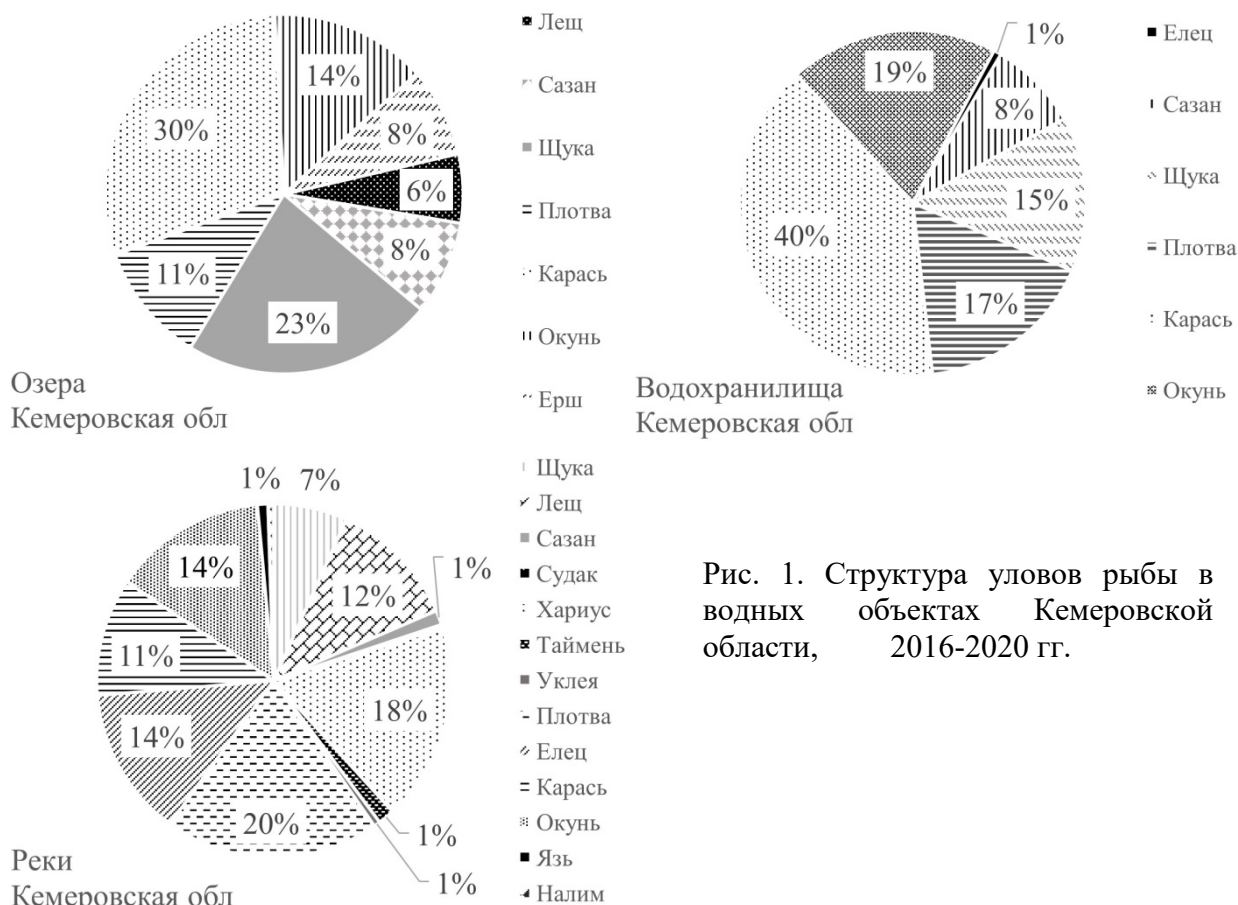


Рис. 1. Структура уловов рыбы в водных объектах Кемеровской области, 2016-2020 гг.

Основной причиной недоиспользования рыбных ресурсов является, в первую очередь, система организации промысла – мелкие пользователи, осуществляющие лов, не располагают соответствующей материально-технической базой, позволяющей вести добычу рыбы в любых погодных условиях, перерабатывать и хранить продукцию, что затрудняет промысел, делает его зависимым от внешних факторов и ведет к неполному освоению ресурсов.



Рис. 2. Динамика освоения рыбных запасов в водных объектах Кемеровской области, 2016-2020 гг.

Список литературы

1. *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. – № 2. – С. 36-44.
2. *Ростовцев, А.А.* Перспективы развития рыбохозяйственного комплекса Западной Сибири / А.А. Ростовцев, Е.В. Егоров, В.Ф. Зайцев // Совет директоров. – 2016. – №10. – С.6-8.

УДК 639.2/.3

ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕРА ТЕКЕКОЛЬ

А.В. Шуткараев

Северный филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», г.
Нур-Султан, Казахстан
E-mail: azis-62 @mil.ru

Аннотация. В данной статье дана оценка состоянию кормовой базы, биологическим характеристикам обитающих рыб. Гидробионтов озера Текеколь по степени хозяйственной значимости можно разделить на группы: кормовые и промысловые организмы. В свою очередь кормовые организмы по биологическим особенностям можно разделить на зоопланктон и зообентос. Промысловые организмы включают в себя рыб. Всего за период исследований 2020 года отмечено 15 видов зоопланктона (в числе которых 6 коловраток, 6 ветвистоусых и 3 веслоногих рачков) и 31 вид бентосных организмов (из которых 3 – олигохеты, 10 – брюхоногие моллюски, 2 – пиявки, 1 – ракообразные, 3 – стрекозы, 2 – поденки, 6 – полужесткокрылые, 2 – двукрылые и 2 – ручейники). Зообентос озера Текеколь отличается слабым видовым разнообразием личинок стрекоз и ручейников. Достаточно разнообразна фауна брюхоногих моллюсков и полужесткокрылых. Доминируют олигохеты и хирономиды. По развитию зоопланктона и зообентоса озеро Текеколь является водоемом умеренного класса кормности и в соответствии со «шкалой трофности» С.П. Китаева может быть отнесена к α - мезотрофному типу. Ихтиофауна озера Текеколь представлена 3 видами рыб из 3 семейств (щуковые, карповые и окуневые). Обыкновенный окунь (*Perca fluviatilis*), линь (*Tinca tinca*), обыкновенная щука (*Esox lucius*) являются аборигенными и массовыми видами. Максимальная продолжительности жизни линя 9+ лет, обыкновенной щуки и обыкновенного окуня 7+ лет. В целом, биологические показатели удовлетворительные, данные популяции достаточно стабильны и могут быть использованы для организации спортивно-любительского рыболовства в данном водоеме.

Ключевые слова: озеро Текеколь, зоопланктон, зообентос, вид, биологический показатель.

ASSESSMENT OF THE SPECIES DIVERSITY OF HYDROBIONTS OF LAKE TEKEKOL

A.V. Shutkarayev

Northern Branch of the LLP «Fisheries Research and Production Center», Nur-Sultan,
Kazakhstan, e-mail: azis-62 @mil.ru

Abstract. This article assesses the state of the food supply, the biological characteristics of the living fish. The hydrobionts of Lake Tekeköl can be divided into groups according to the degree of economic importance: forage and commercial organisms. In turn, forage

organisms can be divided into zooplankton and zoobenthos according to their biological characteristics. Commercial organisms include fish. In total, 15 species of zooplankton (including 6 rotifers, 6 branchiiform and 3 copepods) and 31 species of benthic organisms (of which 3 are oligochaetes, 10 are gastropods, 2 are leeches, 1 are crustaceans, 3 are dragonflies, 2 are mayflies, 6 are hemiptera, 2 are diptera and 2 are brooks) were observed during the 2020 research period. The zoobenthos of Lake Tekeköl is characterized by a weak species diversity of dragonfly larvae and brooks. The fauna of gastropods and hemiptera is quite diverse. Oligochaetes and chironomids dominate. According to the development of zooplankton and zoobenthos, Lake Tekeköl is a reservoir of moderate forage class and in accordance with the "trophic scale" of S.P. Kitaev can be attributed to the α - mesotrophic type. The ichthyofauna of Lake Tekeköl is represented by 3 species of fish from 3 families (pike, carp and perch). Common perch (*Perca fluviatilis*), tench (*Tinca tinca*), common pike (*Esox lucius*) are native and mass species. The maximum lifespan of tench is 9+ years, common pike and common perch is 7+ years. In general, the biological indicators are satisfactory, these populations are quite stable and can be used for organizing sports and amateur fishing in this reservoir.

Keywords: lake Tekeköl, zooplankton, zoobenthos, species, biological indicator.

Озеро Текеколь расположено на территории Государственного национального природного парка «Бурабай». Площадь озера составляет 113 га, максимальная длина – 1,54 км, ширина – 1,05 км, длина береговой линии – 5,57 км, развитие береговой линии – 1,47. Глубины нарастают довольно быстро, особенно в восточной части, и максимальных величин (6,1 м) достигают в центре водоема. Озеро овальной формы с несколькими заливами. Береговые склоны довольно крутые; берега в большинстве песчано-гравийные.

Работы на озере Текеколь выполнялись в период с июня по октябрь 2020 года. Материал по зоопланктону на водоемах собирался отцеживанием 100 л воды через планктонную сеть Апштейна. В сетях использовался мельничный газ № 55 и 70. Идентификация организмов проводилась по известным определителям [1]. Сборы бентоса проводились дночерпателем Петерсена с площадью захвата 1/40 м². При определении видового состава бентосных организмов использовался общеизвестный определитель [2]. Кормность водоема определялась по С.П. Китаеву [3]. Для изучения ихтиофауны проводился отлов рыбы жаберными сетями с ячейей от 20 до 70 мм. Возраст рыб определяли по чешуе и жаберным крышкам согласно руководствам [4].

Гидробионтов озера Текеколь по степени хозяйственной значимости можно разделить на группы: кормовые и промысловые организмы. В свою очередь кормовые организмы по биологическим особенностям можно разделить на зоопланктон и зообентос. Промысловые организмы включают в себя рыб (ихтиофауна).

Зоопланктон озера Текеколь представлен 15 таксонами, из которых 6 – коловратки (*P. remata* Skorikov, 1896, *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *B. calyciflorus*, *Keratella cochlearis*, *Kellicottia longispina*, *Pompholyx complanata* Gosse, 1851), 6 – ветвистоусые (*D. macrophthalma* Korovchinsky et Mirabdullaev, 1995, *D. galeata*, Sars, 1864, *Ceriodaphnia pulchella* Sars, 1862, *C. laticaudata* R. Muller, 1867, *B. longirostris* Schoedler, 1866, *Chydorus spaericus*) и 3 – веслоногие ракообразные (*Cyclops vicinus* Uljanin, 1875, *Mesocyclops leuckarthi*, *Arctodiaptomus bacillifer*). Наиболее широко таксономическое разнообразие коловраток и ветвистоусых рачков, наименьшим количеством видов представлены веслоногие ракообразные.

Зообентос озера Текеколь отличается слабым видовым разнообразием личинок стрекоз и ручейников. Достаточно разнообразна фауна брюхоногих моллюсков и полужесткокрылых. Доминируют олигохеты и хирономиды. Зообентос озера представлен 31 таксонами, из которых 3 – олигохеты (*Chaetogaster diastrophus*, *Nais variabilis* Piguet, 1906, *Aulodrilus plurisetia*), 10 – брюхоногие моллюски (*Cincinna*

depressa, *Op. troscheli*, *Lymnaea stagnalis*, *L. fragilis*, *L. auricularia*, *L. balthica*, *Anisus spirorbis*, *An. vortex*, *Bathyomphalus crassus*, *Gyraulus acronicus*), 2 – пиявки (*Glossiphonia complanata*, *Erpobdella octoculata*), 1 – ракообразные (*Gammarus lacustris* L., 1758), 3 – стрекозы (*C. pumilio*, *Ischnura elegans*, *Ae. cyanea*), 2 – поденки (*Potamanthus luteus*, *Cloen dipterum*), 6 – полужесткокрылые (*Nepa cinerea* L., 1758, *Sigara lateralis*, *S. wollastoni*, *S. falleni*, *Corixa sahlbergi*, *N. lutea* Muller, 1776), 2 – двукрылые (*Chironomidae spp.*, *Ceratopogonidae spp.*) и 2 – ручейники (*Ecnomus tenellus* Rambur, 1842, *Limnephilus decipiens*).

Состояние кормовой базы отражает продуктивные возможности водоема. Соответственно на этой базе формируется биомасса продуцентов следующего уровня. Трофические связи внутри биогеоценоза достаточно слажены и формируют определенную биомассу (промзпас).

В озере было встречено 3 вида рыб из 3 семейств (щуковые, карповые и окуневые). Обыкновенная щука, линь и обыкновенный окунь являются аборигенными и имеют промысловое значение.

Линь *Tinca tinca* (L.) является достаточно массовым видом озера. Биологические показатели линя в исследованном водоеме даны в таблице 1. В целом, биологические показатели достаточно удовлетворительные. Возрастная структура достаточно мозаична, что показывает зависимость от урожайности поколений.

Таблица 1 – Основные биологические показатели линя

Возраст	Длина, см	Средняя длина, см	Масса, г	Средняя масса, г	Кол-во экз.	Доля в выборке
3+	10,1-14,5	12,6	25-84	52	22	19,8
4+	14,8-17,8	16,2	78-153	120	16	14,4
5+	18,1-21,2	19,6	168-355	225	23	20,7
6+	21,5-23,8	22,8	275-424	342	23	20,7
7+	24,0-26,3	25,0	370-489	438	16	14,4
8+	26,5-30,7	28,3	534-867	641	9	8,1
9+	32,5-33,2	32,9	1008-1088	1048	2	1,8

Максимальная продолжительности жизни 9+ лет. Упитанность по Фультону составила 2,8. Половая структура у линя обычно характеризуется равным соотношением полов. Доминирование самцов в младших возрастах компенсируется высокой долей самок в старших. Массовая половозрелость в основном наступает после трех лет жизни. В целом, популяции линя в озере достаточно стабильны и могут быть использованы для спортивно-любительского рыболовства.

Обыкновенная щука *Esox lucius* (L.) в настоящее время также является массовым видом, обитающем в озере. Биологические показатели приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Биологическая характеристика обыкновенной щуки

Возраст	Длина, см	Средняя длина, см	Масса, г	Средняя масса, г	Кол-во экз.	%
2+	26,3-27,2	26,6	165-175	164	3	7,7
3+	28,0-30,7	29,5	207-278	243	8	20,5
4+	31,4-35,0	33,0	294-329	382	9	23,1
5+	37,3-41,1	39,0	489-683	583	12	30,8
6+	44,9-46,2	45,6	857-1007	922	5	12,8
7+	47,3-47,5	47,4	1100-1170	1135	2	5,1

Упитанность по Фультону составила 0,97. Биологические показатели щуки зависят в большей части от условий обитания. В целом, данные популяции достаточно стабильны и могут быть использованы для организации спортивно-любительского рыболовства в данном водоеме.

Обыкновенный окунь *Perca fluviatilis* L. самый массовый вид озера Текеколь. Биологические показатели даны в таблице 3. Средние биологические показатели варьируют умеренно. Возрастная структура популяций свидетельствует о стабильном пополнении и сглаженном замещении возрастных классов, что показывает благоприятные условия обитания вида в водоеме. Половая структура популяций характеризуется значительным преобладанием самок. Половозрелым окунь становится на третьем году жизни.

Таблица 3 – Основные биологические показатели обыкновенного окуня

Возраст	Длина, см.	Средняя длина, см	Масса, г	Средняя масса, г	Кол-во экз.	Доля в выборке
2+	9,2-11,5	10,2	14-27	21	19	14,8
3+	11,2-16,5	14,2	29-88	55	54	42,2
4+	16,9-19,4	18,0	88-152	116	24	18,8
5+	21,0-23,5	22,4	178-320	252	14	10,9
6+	23,3-26,5	24,3	262-399	325	14	10,9
7+	27,0-27,9	27,3	448-508	487	3	2,3

Упитанность по Фультону составила 2,06. Данный вид, несомненно, подлежит достаточно жесткому регулированию. В этой связи он может быть широко использован для развития спортивно-любительского рыболовства.

Таким образом в озере Текеколь зоопланктон представлен 15 таксонами, из которых 6 – коловратки, 6 – ветвистоусые и 3 – веслоногие ракообразные. Бентофауна озера Текеколь представлена несколькими группами животных, относящихся к различным классам беспозвоночных. Среди них отмечены олигохеты, пиявки, брюхоногие моллюски, ракообразные и класс насекомых. По оценке трофности озеро Текеколь относится к α -мезотрофному типу.

Ихтиофауна озера Текеколь представлена 3 видами рыб из 3 семейств. Обыкновенный окунь, линь, обыкновенная щука являются массовыми видами. В целом, биологические показатели удовлетворительные, данные популяции достаточно стабильны и могут быть использованы для организации спортивно-любительского рыболовства.

Список литературы

1. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России /под. ред. В.Р. Алексеев, С.Я. Цалохин. - Т.1: Зоопланктон. – М.: ТНИ КМК, 2010. – 495 с.
2. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий /под ред. С.Я. Цалохин. - Т.5: Высшие насекомые. - СПб: Наука, 2001. – 825 с.
3. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов /С.П. Китаев. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 395 с.
4. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб /Н.И. Чугунова. – М.: 1959. – 165 с.

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ЦИСТОЗИРЫ НА РОСТОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЛУКА КУБАНСКОГО

Е.А. Таранова¹, Н.С. Кузьмина^{1,2}, А.В. Короткова²

¹ ГБОУ ДО Севастопольский центр эколого – натуралистического творчества
учащейся молодежи, г. Севастополь

² ФИЦ Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, г. Севастополь

Аннотация. Возможность использования выброшенных на берег естественным путем водорослей является шансом получения и использования ценного сырья для развития агропромышленного комплекса Крыма. Цистозира, как массовый представитель макрофитов южных морей может широко использоваться для этих целей. Данную бурю водоросль отбирали в зоне выброса, после весеннего сезона роста биомассы. Работа посвящена изучению воздействия добавок сухой цистозеры на некоторые параметры лука-сечки сорта «Кубанский». В начале эксперимента при минимальной концентрации цистозеры длина корней была максимальной. На 14 сутки искомый параметр имел наибольшее значение в контроле. При 0,5 мг/л цистозеры длина корней уменьшилась к 21 дню, в то время как в контроле и в первых двух опытах длина корней продолжала расти. В контроле и во всех концентрациях цистозеры количество перьев лука Кубанского увеличивалось. В опыте К1 число стеблей было максимальным. Показано, что на 7 сутки 0,5 мг/л цистозеры в наибольшей степени стимулировали рост стеблей. Если при средней концентрации к концу экспозиции длина стеблей всё ещё увеличивалась, то при остальных опытных вариантах рост значительно снизился. Только небольшая концентрация макрофита (0,06 мг/л) оказала стимулирующий эффект на рост лука-арпачека. Итоговая (через 21 день) масса лука сорта Кубанский в этом случае увеличилась на 13,3%. Длина корней и количество перьев лука Кубанского, выращенного методом гидропоники при различных добавках цистозеры, в большинстве случаев не отличались достоверно от контрольных величин.

Ключевые слова: цистозира, лук Кубанский, гидропоника

EFFECT OF CYSTOSEIRA ADDITIVES ON GROWTH PARAMETERS OF ONION «KUBANSKY»

E.A. Taranova¹, N.S. Kuzminova^{1,2}, A.V. Korotkova²

¹ Environmentally-Educational Student Centre, Sevastopol Russia

² A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas, Russian Academy of Sciences, Sevastopol, Russia

E-mail: kunast@rambler.ru

Abstract. The possibility of using algae thrown ashore in a natural way is a chance to obtain and use valuable raw materials for the development of the agricultural complex of the Crimea. Cystoseira, as a mass species of macrophytes of the southern seas, can be widely used for these purposes. This brown alga was sampled in the coastal zone after the spring season of biomass growth. The work is devoted to the study of the effect of dry Cystoseira additives on some parameters of young onion «Kubansky». At the beginning of the experiment, at the minimum concentration of Cystoseira, the root length was maximum; on the 14th day it had the greatest value in the control. At 0.5 mg / l of Cystoseira, the length of the roots decreased by 21 days, while in the control and in the first two experiments, the length of the roots continued to grow. In the control and at all concentrations of Cystoseira, the number of

«Kubansky» onion stems increased. In experiment K1, the number of stems was maximum. It was shown that on the 7th day 0.5 mg / l of *Cystoseira* stimulated the growth of stems to the greatest extent. If at an average concentration by the end of the exposure, the length of the stems still increased, then with the other experimental variants, the growth decreased significantly. So, only a small concentration of macrophyte (0.06 mg / l) caused a stimulating effect on the growth of young onions. The final (after 21 days) weight of the onion in this case increased by 13.3%. The length of the roots and the number of feathers of the onion grown hydroponically with various additions of *Cystoseira*, in most cases did not differ significantly from the control values.

Key words: *Cystoseira*, Kubansky onion, hydroponics

Актуальность проблемы. Макрофиты выполняют бесценную роль в водных экосистемах. Помимо прижизненных функций (фотосинтез, очистка воды, убежище и место нереста для гидробионтов), водоросли являются полезным сырьём и будучи выброшенными на берег или специально добытыми.

Промысловый запас цистозеры в Чёрном море при благоприятных экологических условиях в настоящее время прогнозируется на уровне 100 тыс. т. [4]. В Чёрном море встречается пять видов *Cystoseira*, однако в его северо-восточной части – только два - *Cystoseira crinita* Duby, 1830 и *C. barbata* (Stackhouse) C. Agardh, 1820 [3; 11]. Оба вида играют основную роль в формировании донных растительных сообществ в Чёрном море, а сообщества с доминированием *C. crinita* наиболее богаты во флористическом отношении [2].

Возможность использования выброшенных на берег естественным путем бурых водорослей представляется уникальным шансом получения и использования ценного сырья для развития агропромышленного комплекса Крыма. Цистозира, как массовый представитель макрофитов Азовского, Средиземного и Чёрного морей, уже широко используется в различных сферах жизнедеятельности человека [5], но данных о применении этой черноморской водоросли в отрасли сельского хозяйства мало [1]. На появление цистозеры в прибрежной зоне, зоне заплеска влияют как штормовые явления, так и неблагоприятные экологические условия (отсутствие должного питания и кислорода). Это, в свою очередь, создает дополнительное загрязнение. В связи с вышесказанным, представляется значимым поиск альтернативного использования выброшенной цистозеры, в частности для повышения продуктивности различных растительных культур. **Цель исследования:** изучить влияние различных концентраций сухой цистозеры на ростовые параметры мелкого посевного лука.

Материалы и методы. Несмотря на высокую регенеративную способность цистозеры [6], *Cystoseira crinita* – вид, сокращающийся в численности, он занесен в красную Книгу Крыма. В связи с чем макрофит отбирали в зоне выброса, после весеннего сезона роста биомассы.

Эксперимент был поставлен на луке сорта «Кубанский». В качестве биологических добавок использовали мелкую сухую смесь цистозеры, отобранную в июне 2019 года, в береговой зоне бухты Круглая (г. Севастополь). Каждый эксперимент проведён в трёх повторностях. Готовили водные растворы, в которых концентрация водоросли составляла 0 г/ 1000 г воды (контроль), 0,06 мг/л (K1), 0,125 мг/л (K2), 0,25 г/л (K3), 0,5 г/л (K4) после чего наливали их в пробирки и рассаживали в каждую пробирку по одной луковице. Для каждой концентрации анализировали по 10 луковиц. Молодой лук (севка) помещали на заполненные растворами пробирки, так, чтобы основание лука касалось жидкости. Через каждые 7 суток снимали следующие параметры: цвет проростка, длину корней, длину стебля, количество ответвлений. По окончании эксперимента (через 3 недели) для каждой концентрации (и пробирки) были взвешены выращенные растения, после чего в приложении Excel были рассчитаны средние величины как массы урожая, так и указанных выше параметров лука.

Результаты и обсуждение. В начале эксперимента при минимальной концентрации цистозеры длина корней была максимальной (рис. 1). На 14 сутки искомый параметр имел наибольшее значение в контроле. При 0,5 мг/л цистозеры длина корней уменьшилась к 21 дню, в то время как в контроле и в первых двух опытах длина корней продолжала расти. В контроле и во всех концентрациях цистозеры количество перьев лука Кубанского увеличивалось (рис. 2). В опыте К1 число стеблей было максимальным. Показано, что на 7 сутки 0,5 мг/л цистозеры в наибольшей степени стимулировали рост стеблей (рис. 3). Если при средней концентрации к концу экспозиции длина стеблей всё ещё увеличивалась, то при остальных опытных вариантах рост значительно снизился.

Несмотря на то, что, как в опытах, так и в контроле значения итоговой массы растений были близки, при низких концентрациях добавок цистозеры урожайность лука была максимальной (1,45 г на 1 луковицу), что составляет прибавку на 13,3%.

В нашем эксперименте только невысокие концентрации бурой водоросли стимулировали рост лука, причем метод внесения добавок был не через грунт, а в воду. Многие авторы сообщают о положительном эффекте применения морских макрофитов (бурых и зеленых водорослей) на ценные виды сельскохозяйственных культур растений [7 – 10]. Следует особо отметить, что в нашей работе мы использовали сухую биомассу, в то время как большинство исследователей – компост или экстракт.

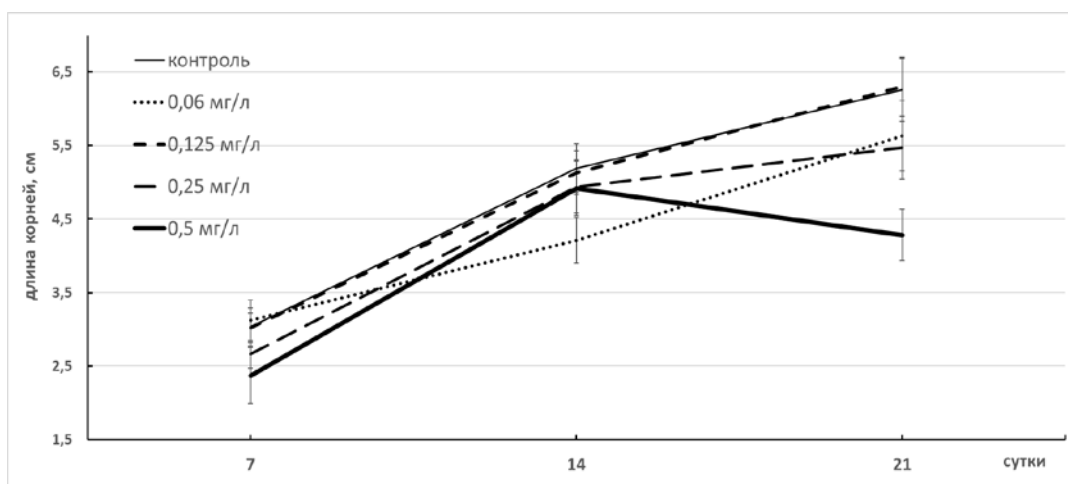


Рис. 1. Длина корней лука Кубанского при его выращивании методом гидропоники с различными добавками цистозеры

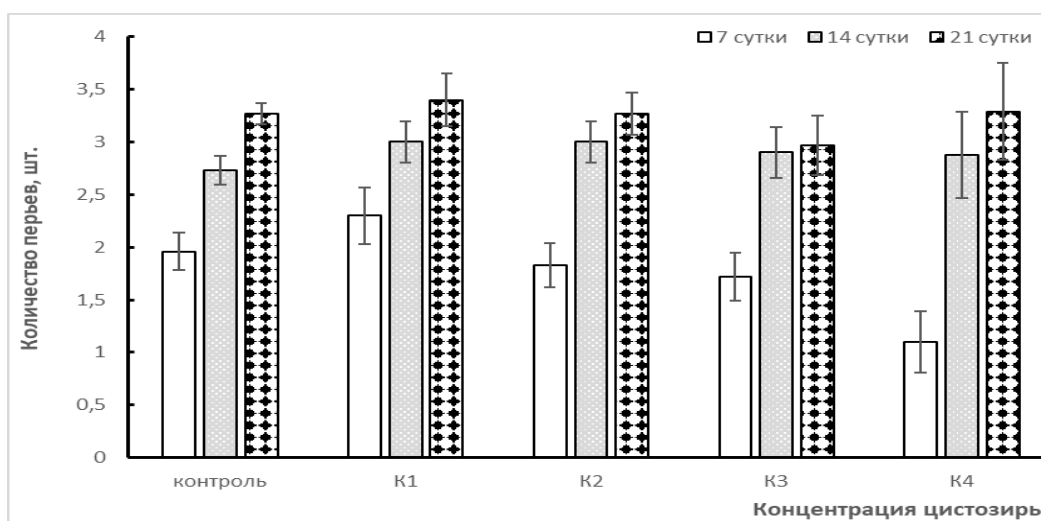


Рис. 2. Количество перьев лука Кубанского при его выращивании методом гидропоники с различными добавками цистозеры

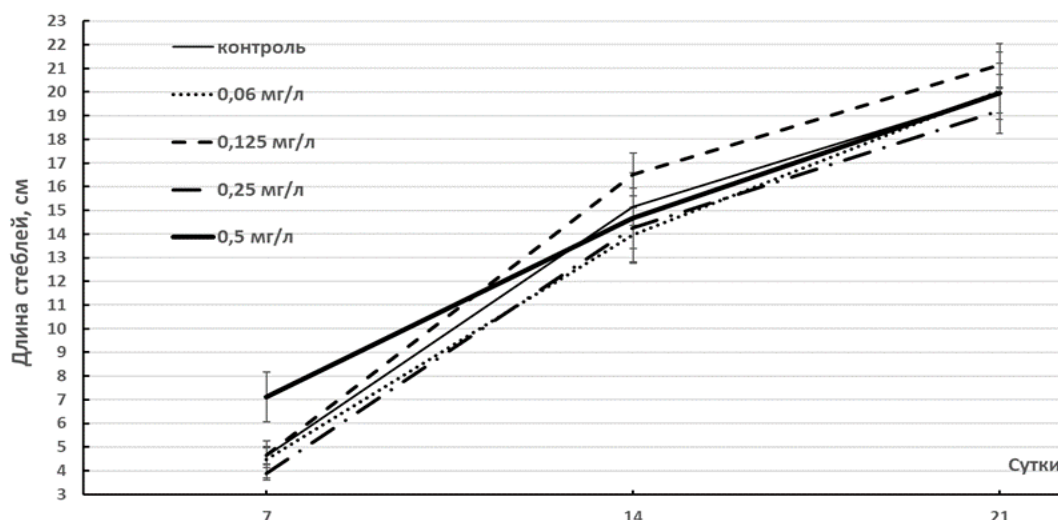


Рис. 3. Длина стеблей лука Кубанского при его выращивании методом гидропоники с различными добавками цистозир

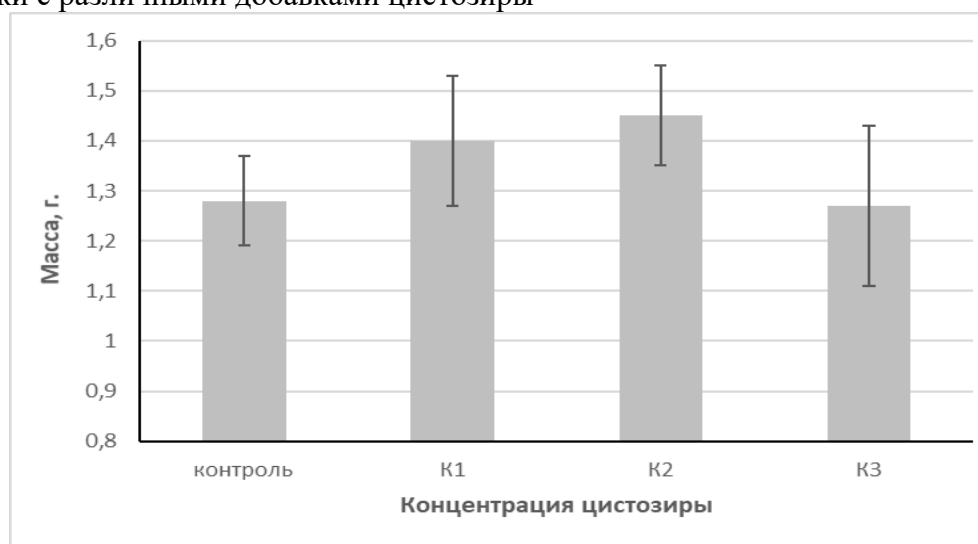


Рис. 4. Итоговая масса стеблей лука Кубанского после его выращивания на добавках цистозир

Выводы

1. Длина корней и количество перьев лука Кубанского, выращенного методом гидропоники при различных добавках цистозир, были максимальными в концентрации 0,06 мг/л.
2. Значения итоговой массы растений были близки во всех вариантах, однако при низких концентрациях добавок цистозир урожайность лука была наибольшей, что составляет прибавку на 13,3%.

Работа выполнена по теме № 121031500515-8 «Молисмологические и биогеохимические основы гомеостаза морских экосистем».

Список литературы

1. Ерохин, В.Е. О возможности использования морских растений Азово-Черноморского бассейна для органического земледелия / В.Е. Ерохин // Вопросы современной альгологии. – 2020. – № 1 (22). – С. 1–7. URL: <http://algology.ru/1584>. DOI: [https://doi.org/10.33624/2311-0147-2020-1\(22\)-1-7](https://doi.org/10.33624/2311-0147-2020-1(22)-1-7)

2. Калугина-Гутник, А.А. Фитобентос Черного моря / А.А. Калугина-Гутник – 1975. – Киев. – «Наукова думка», 248 с.
3. Мильчакова, Н.А. Бурые водоросли Черного моря: систематический состав и распространение / Н.А. Мильчакова // Альгология. – 2002. – Т. 12. – №3. – С. 324–337.
4. Подкорытова, А.В. Химический состав бурых водорослей Чёрного моря: род *Cystoseira*, перспектива их использования / А.В. Подкорытова, Л.Х. Вафина // Тр. ВНИРО. – 2013. – Т.150. – С. 100–107.
5. Рябушко, В.И. Функциональная роль фукоксантина и фитогормонов из морских бурых водорослей / Рябушко В.И., Мусатенко Л.И., Войтенко Л.В., Попова Е.В., Нехорошев М.В. // Альгология. – 2014. – 24(1). – С. 20–33.
6. Сабурин Ю.М. Фитоценозы черноморской цистозиры: структура, восстановление и перспективы использования: 03.00.18 Гидробиология: Автореф. канд. биол. наук. М., 2004. – 24 с.
7. AlAbdallah, N.M. The promotive effect of algal biofertilizers on growth and some metabolic activities of *Vigna unguiculata* L. under salt stress conditions / N.M. AlAbdallah, M.O. Basalah, S.S. Roushdy // Egypt. J. Exp. Biol. (Bot.). – 2017. – 13(2). – P. 187–195. DOI: 10.5455/egyjebb.20170616083640
8. Bensidhoum, L. Effect of the Marine Algae *Cystoseira Mediterranea* on Growth of *Hordeum Vulgare* (L.) and its Chlorophyll Content / L. Bensidhoum, N. Tabli, N. Elhafid // Trends in Horticulture. – 2018. – Vol. 1. DOI:10.24294/th.v1i3.773
9. Michalak, I. Co-Composting of Algae and Effect of the Compost on Germination and Growth of *Lepidium sativum* / I. Michalak, Ł. Tuhy, K. Chojnacka // Pol. J. Environ. Stud. – 2016. – Vol. 25. – No. 3. – P. 1107–1115. DOI: 10.15244/pjoes/61795
10. Michalak, I. Characterisation of biological properties of co-composted Baltic seaweeds in germination tests / I. Michalak, U. Miller, Ł. Tuhy, I. S'owka, K. Chojnacka // Eng. Life Sci. – 2017. – 17. – P. 153–164.
11. Ribera, M. A. Check-list of Mediterranean Seaweeds. I. Fucophyceae (Warming 1884) / M. A. Ribera, A. Gómez-garreta, T. Gallardo, M. Cormaci, G. Furnari, G. Giaccone // Bot. Mar. – 1992. – 35. – P. 109–130.

Оглавление

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НОВОСИБИРСКОГО ФИЛИАЛА ФГБНУ ВСЕРОССИЙСКОГО НИИ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ «ЗАПСИБНИРО».....	3
А.Л. Абрамов, А.А. Ростовцев	3
ЗАРАЖЕННОСТЬ ВЕРХОВКИ (<i>Leucaspis delineatus</i> (Cyprinidae)) ЛИЧИНКАМИ (<i>Opisthorchis felinus</i> Rivolta, 1884) (СРЕДНЯЯ ОБЬ, ТОМСКАЯ ОБЛАСТЬ)	13
А.М. Бабкин, А.В. Симакова, И.Б. Бабкина	13
ЗООБЕНТОСНОЕ СООБЩЕСТВО НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	16
Т.А. Балацкая ^{1,2} , Ю.В. Шаруха ² , М.А. Дорогин ²	16
АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ МАЛЫХ РЕК ЮГО-ЗАПАДА НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ МЕТАЛЛАМИ НА ОСНОВЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БИОАККУМУЛЯТИВНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МАКРОЗООБЕНТОСА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РФА	20
Н.С. Батурина ¹ , Ф.А. Дарьин ²	20
МЕЖГОДОВАЯ ДИНАМИКА МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЧЕРНОМОРСКОЙ СУЛТАНКИ (<i>MULLUS BARBATUS PONTICUS</i> LINNAEUS, 1758), ВЫЛОВЛЕННОЙ В АКВАТОРИИ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ	25
И.К. Белоусова ¹ , А.К. Оборина ¹ , И.И. Чеснокова ² , З.Г. Каурова ¹	25
СОСТАВ И СТРУКТУРА МЕЙЗОЗООБЕНТОСА ОЗЕРА БОЛЬШОЕ ГОЛУБОЕ (СРЕДНЕЕ ПОВОЛЖЬЕ)	28
С.В. Бердник, Р.П. Токинова	28
ПОГЛОЩЕНИЕ И ВЫВЕДЕНИЕ ЧАСТИЦ МИКРОПЛАСТИКА С РАЗНОЙ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ СЕМЕЙСТВА LUMNAEIDAE ИЗ ОЗ. БАЙКАЛ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ВОДОЕМОВ	31
С.А. Бирицкая, Е.М. Долинская, М.А. Теплых, Л.Б. Бухаева, В.А. Пушница, Я.К. Ермолаева, А.И. Охолина, Лавникова А.В., Д.Ю. Карнаухов, Е.А. Зиллов	31
АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ SENTINEL-2 ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ОЗ. БАЙКАЛ.	37
Е.В. Болданова	37
ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫЕ КАЧЕСТВА СТЕРЛЯДИ (<i>ACIPENSER RUTHENUS</i> L.) И ПЕРСПЕКТИВЫ ВИДА В СОВРЕМЕННОМ РЫБОВОДСТВЕ	40
Э.В. Бубунец ¹ , А.В. Лабенец ²	40
ОСНОВНЫЕ ПРИРОДНЫЕ ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ СЕЗОННУЮ И МНОГОЛЕТНЮЮ ДИНАМИКУ ЗООПЛАНКТОНА КУЛУНДИНСКОГО ОЗЕРА	43
Л.В. Веснина, Д.М. Безматерных	43
ОСОБЕННОСТИ ПОКАТНОЙ МИГРАЦИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАННЕЙ МОЛОДИ ВЕСЕННЕ-НЕРЕСТУЮЩИХ РЫБ ВЕРХНЕЙ ОБИ	46
А. М.Визер, Л.С.Визер, М. А.Дорогин	46
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА РЕКА ИНЯ	54
Л.С. Визер ¹ , Ю.В. Шаруха ¹ , Л.А. Шиповалов ¹ , П.С. Балацкий ¹	54

РЕПРОДУКТИВНАЯ БИОЛОГИЯ АРКТИЧЕСКОГО КАЛЬМАРА <i>GONATUS FABRICII</i> (CERHALOPODA, GONATIDAE)	59
А.В. Голиков ¹ , М.Э. Блихер ² , Л.Л. Йоргенсен ³ , В. Валькуз ⁴ , Д.В. Захаров ^{5,6} , О.Л. Зимина ^{6,7} , Р.М. Сабиров ¹	59
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ КАЛЬМАРА <i>GONATUS FABRICII</i> (CERHALOPODA, GONATIDAE): ОЦЕНКА ПО СТАБИЛЬНЫМ ИЗОТОПАМ УГЛЕРОДА И АЗОТА ($\delta^{13}\text{C}$ И $\delta^{15}\text{N}$)	62
А.В. Голиков ¹ , Ф.Р. Цейя ² , Р.М. Сабиров ¹ , М.Э. Блихер ³ , Д.В. Захаров ^{4,5} , Дж.Ц. Ксавьер ^{2,6}	62
СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ В ВОДЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ	65
Е. А. Горбачева, Т. А. Зимовейскова	65
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВНУТРЕННИХ ОРГАНОВ СЕЛЬДИ-ЧЕРНОСПИНКИ (<i>ALOSA KESSLERI</i> KESSLERI, GRIMM 1887) ВО ВРЕМЯ НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ	68
М.П. Грушко, Н.Н. Федорова	68
СРАВНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗАРАЖЁННОСТИ ОКУНЯ (<i>PERCA FLUVIATILIS</i> (L.)) И ЩУКИ (<i>ESOX LUCIUS</i> (L.)) НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА, ТРЕМАТОДОЙ (<i>ICHTHYOCOTYLURUS VARIEGATUS</i> (CREPLIN, 1825))	71
А. А. Дайтхе ^{1,2} , А.В. Морозко ¹ , М.А. Дорогин ¹	71
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	75
Ю.С. Даценко, В.В. Пуклаков	75
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСВОЕНИЯ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ	80
М.А. Дорогин, А.Л. Абрамов, А.М. Визер, Д.Л. Сукнев, Т.А. Кабиев, И.В. Поздняк, Е.А. Интересова	80
К ИХТИОФАУНЕ РЕКРУФЦИОННЫХ ВОДОЕМОВ ГОРОДА МИНСКА	83
С.М. Дегтярик, О.Д. Апсолихова, В.А. Ласица, Г.В. Слободницкая, С.В. Полоз, А.В. Беспалый, Т.А. Говор, Е.В. Максимьюк, ...	83
ПРОМЫСЕЛ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГОРБУШИ НА ОСТРОВЕ ИТУРУП (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА) В 2021 ГОДУ	88
А.Н. Ельников ¹ , И.И. Гордеев ^{1,2}	88
РЕАКЦИЯ <i>NEOCARIDINA DENTICULATA SINENSIS</i> (CRUSTACEA, DECAPODA) НА СВЕТОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ	92
Я.К. Ермолаева, М.А. Теплых, Е.М. Долинская, С.А. Бирицкая, А.И. Охолина, Л.Б. Бухаева, В.А. Пушница, М.В. Овсянникова, Д.Ю. Карнаухов, Е.А. Зилов	92
ФОРМИРОВАНИЕ КАДАСТРА НЕРЕСТИЛИЩ СТЕРЛЯДИ <i>ACIPENSER RUTHENUS</i> В РЕКАХ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	96
В.Ф. Зайцев, П.С. Балацкий, А.М. Визер, М.А. Дорогин, Е.А. Интересова, Р.Б. Чернов, Л.А. Шиповалов	96
ТРЕХИГЛАЯ КОЛЮШКА <i>GASTEROSTEUS ACULEATUS</i> КАК СВЯЗУЮЩЕЕ ЗВЕНО МЕЖДУ СООБЩЕСТВАМИ ОТКРЫТОГО МОРЯ И ПРИБРЕЖЬЯ БЕЛОГО МОРЯ	99
М.В. Иванов, Н.Е. Зеленская, А.С. Демчук, Т.С. Иванова, Д.Л. Лайус	99

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ТРЕХИГЛОЙ КОЛЮШКИ (<i>GASTEROSTEUS ACULEATUS</i> L.) У БЕРЕГА И В ПЕЛАГИАЛИ БЕЛОГО МОРЯ	103
Т.С. Иванова ¹ , М.В. Иванов ¹ , А.С. Демчук ¹ , Н.В. Полякова ² , Д.Л. Лайус ¹	103
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ АЗОВО-ЧЕРНОМОРСКОГО БАССЕЙНА	107
М.А. Игнатенко	107
ДИНАМИКА ПРОМЫСЛА ПЛОТВЫ <i>RUTILUS RUTILUS</i> В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ОБИ (В ПРЕДЕЛАХ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)	111
Е.А. Интересова ^{1,2*} , А.А. Ростовцев ¹	111
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В АКВАКУЛЬТУРЕ ПОСРЕДСТВОМ ПРОГРАММЫ MAECOS	114
Т.А. Кабиев, Д.И. Наумкина, А.А. Ростовцев, А.Л. Абрамов, Д.Л. Сукнев, Л.А. Шиповалов, И.В. Поздняк, В.Н. Планкин, С.Е. Байльдинов	114
СОВРЕМЕННОЕ ГИДРОХИМИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРА БУРМАКОЛЬ	118
А.М. Касымханов, Б.С. Аубакиров, И.В. Притыкин, С.К. Кабдылманап	118
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СОРНЫХ РЫБ В ПРУДОВЫХ ХОЗЯЙСТВАХ АЛМАТИНСКОЙ ОБЛАСТИ	122
Г.Б. Кегенова	122
О ЗАМОРАХ ЕРША ОБЫКНОВЕННОГО <i>GYMNOCEPHALUS CERNUUS</i> (LINNAEUS, 1758) В ОЗЕРЕ БЕЛОЕ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ	126
А.Ф. Коновалов, Н.Н. Макаренкова, М.Я. Борисов, Н.Ю. Тропин, А.А. Игнашев, Е.В. Угрюмова	126
ВЛИЯНИЕ СОЛЯРА НА РЯСКУ МАЛУЮ <i>LÉMNA MÍNOR</i>	129
Л.Ю. Косолапенкова ¹ , Н.В. Бурдиян ² , Ю.В. Дорошенко ² , Н.С. Кузьмина ^{1,2}	129
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ РЫБНОГО ПРОМЫСЛА И РЕСУРСОВ РЫБ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА РЫБОЛОВСТВА	134
В.Г. Костоусов	134
ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ИХТИОФАУНЫ РЕКИ САРЫСУ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	141
В. Н. Крайнюк	141
РЕЗОРБИЦИЯ ЧЕШУИ ЧЕРНОМОРСКОЙ СКОРПЕНЫ ИЗ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ КРЫМА	145
Н.С. Кузьмина ^{1,2} , С.С. Огарь ² , А.В. Завьялов ¹ , Н.Г. Волков ¹	145
СОСТОЯНИЕ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ (<i>Carassius gibelio</i>) В ОЗЕРЕ ЖУКЕЙ	149
Ж. Куржыкаев	149
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАПАСОВ РЕЧНОГО РАКА МЕТОДОМ ПРЯМОГО УЧЕТА В НЕКОТОРЫХ ОЗЕРАХ АЛТАЙСКОГО КРАЯ	152
А. Ю. Лукерин, С. А. Осипов	152
МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПАРАЗИТИЧЕСКОЙ НЕМАТОДЫ <i>ESCHINURIA UNCINATA</i> У ДАФНИЙ	159
М.Ж. Мадумаров	159

ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТ ПО ИСКУССТВЕННОМУ ВОСПРОИЗВОДСТВУ РЫБ	163
А.К. Матковский.....	163
РОЛЬ УКЛЕЙКИ, КАК ОБЪЕКТА ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА, В ПОДДЕРЖАНИИ И РАСПРОСТРАНЕНИИ ОПИСТОРХИДОЗОВ В Р. ИНЯ В ПРЕДЕЛАХ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ.....	167
А.В. Морозко ^{1,2} , Т.А. Земскова ² , Н.А. Колесов ³	167
СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО МЫШЬЯКА В ЧЕРНОМ ПАЛТУСЕ <i>REINHARDTIUS</i> <i>HIPPOGLOSSOIDES</i> (PLEURONECTIDAE) РАЙОНА ШПИЦБЕРГЕНА.....	171
М.А. Новиков	171
ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ В ПЕЧЕНИ МОРСКОГО ЕРША (<i>SCORPAENA PORCUS</i> , LINNAEUS, 1758) В БУХТАХ СЕВАСТОПОЛЯ.....	175
А.К. Оборина ¹ , И.К. Белоусова ¹ , И.И. Чеснокова ² , З.Г. Каурова ¹	175
ИССЛЕДОВАНИЯ СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ	178
Ю.А. Пастухова	178
ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ВЫРАЩИВАНИЯ САЗАНА <i>CYPRINUS CARPIO</i> LINNAEUS ПРИ ОТСУТСТВИИ РЫБОВОДНО-МЕЛИОРАТИВНЫХ РАБОТ	182
И.В. Поздняк, Д.И. Наумкина, В.Ф. Зайцев, А.А. Ростовцев, Т.А. Кабиев, Д.Л. Сукнев, Л.А. Шиповалов, А.В. Морозко, А.С. Дельва	182
СОСТОЯНИЕ СПОРТИВНО-ЛЮБИТЕЛЬСКОГО РЫБОЛОВСТВА В ВОДОЕМАХ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН: ОЗЕРО ЖАЙСАН, ВОДОХРАНИЛИЩЕ БУКТЫРМА И ШУЛЬБИНСКОЕ ВОДОХРАНИЛИЩЕ.....	185
И.В. Притыкин, Б.С. Аубакиров, Е.В. Куликов, А.В. Шуткараев, А.М. Касымханов	185
ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ СЕРЕБРЯНОГО КАРАСЯ <i>CARASSIUS GIBELIO</i> (BLOCH, 1782) В БАССЕЙНЕ СРЕДНЕЙ ОБИ.....	190
С.Н. Решетникова ^{1*} , Е.А. Интересова ^{1,2}	190
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИХТИОФАУНЫ ГИЛЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	193
Г.А. Романенко ^{1,2} , И.Ю. Теряева ¹ , С.А. Осипов ¹ , Д.Г. Елизарьев ¹	193
ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ИХТИОФАУНЫ В ХАНТАЙСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ	199
В.И. Романов, О.Г. Карманова	199
СОСТОЯНИЕ ПАРАЗИТОФАУНЫ ЛЕЩА И ПЛОТВЫ НА ФОНЕ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ ВОДЫ В ВЕРХНЕЙ ОБИ В 2021 Г.....	203
Е.Э. Сотникова ¹ , А.В. Морозко ^{2,3} , А.А. Дайтхе ^{1,2}	203
МОЛЛЮСК <i>LITHOGLYPHUS NATICOIDES</i> (С. PFEIFFER, 1828) В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ХОПЕР (ПЕНЗЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ).....	208
Т.Г.Стойко ¹ , Е.В. Комарова ¹ , В.А. Сенкевич ¹ , И.В. Башинский ² , А.С. Кадомцева	208

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ СООБЩЕСТВА МЕЙО- И МАКРОБЕНТОСА ЛАГУННОЙ ЭКОСИСТЕМЫ КИСЛОЙ ГУБЫ (КАНДАЛАКШСКИЙ ЗАЛИВ, БЕЛОЕ МОРЕ).....	211
А.П. Столяров	211
ПОСТРОЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ, КАК МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ СРОКОВ РЕКОМЕНДУЕМОГО ВЫЛОВА ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ.....	216
Д.Л. Сукнев, Д.И. Наумкина, А.А. Ростовцев, А.Л. Абрамов.....	216
ПОТЕНЦИАЛЬНОЕ ВЛИЯНИЕ СВЕТООВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЕ НА CHIRONOMIDAE И AMPHIPODA В ЮЖНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА БАЙКАЛ	220
М.А. Теплых, Я.К. Ермолаева, Е.М. Долинская, С.А. Бирицкая, В.А. Пушница, А.И. Охолина, Л.Б. Бухаева, Д.И. Голубец, Д.Ю. Карнауков, Е.А. Зилов	220
ВИДОВОЕ БОГАТСТВО МАКРОЗООБЕНТОСА КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА	223
А.С. Терентьев	223
О ПАРАЗИТОФАУНЕ МОЛОДИ ЛЕЩА СЕВЕРНОГО И СРЕДНЕГО КАСПИЯ.....	226
Н.Ю. Терпугова ¹ , А.В. Конькова ² , А.Э. Лахтина ³	226
ВСТРЕЧАЕМОСТЬ ПАРАЗИТАРНОГО РАЧКА (<i>LEPEOPHTHEIRUS SALMONIS</i>) НА ТЕЛЕ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ ВО ВРЕМЯ АНАДРОМНОЙ МИГРАЦИИ У ПРИБРЕЖЬЯ О. ПАРАМУШИР В 2021 Г.	229
Т.Ю. Углова	229
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСВОЕНИЯ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ	232
А.В. Цапенков, А.Л. Абрамов, В.Ф. Зайцев, П.С. Балацкий, Е.А. Интересова	232
МИКРОВОДОРОСЛИ РОДА <i>COELASTRELLA</i> СНОДАТ КАК ПОТЕНЦИАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК АСТАКСАНТИНА И КАНТАКСАНТИНА ДЛЯ АКВАКУЛЬТУРЫ	235
Э.С. Челебиева, И.Н. Чубчикова, И.В. Дробецкая, Н.В. Данцюк, Г.С. Минюк	235
КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ТКАНЯХ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ МЕДИЦИНСКИХ ПИЯВОК	239
Л.В. Черная ¹ , Л.А. Ковальчук ¹ , Н.В. Микшевич ²	239
СОСТОЯНИЕ СТЕРЛЯДИ <i>ACIPENSER RUTHENUS</i> КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА	243
Ф.М. Шакирова ¹ , О.К. Анохина ¹ , А.А. Смирнов ^{2,3} , Г.Д. Валиева ¹	243
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ОСВОЕНИЯ РЫБНЫХ РЕСУРСОВ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	247
Л.А. Шиповалов, А.Л. Абрамов, А.А. Ростовцев, М.Ю. Колосов, Д.Л. Сукнев, Е.А. Интересова	247
ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ГИДРОБИОНТОВ ОЗЕРА ТЕКЕКОЛЬ.....	250
А.В. Шуткараев.....	250
ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ЦИСТОЗИРЫ НА РОСТОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЛУКА КУБАНСКОГО	254
Е.А. Таранова ¹ , Н.С. Кузьмина ^{1,2} , А.В. Короткова ²	254

Подписано в печать 01.12.2021 г. Формат 60×84 1/8.
Объем 13,4 уч.-изд.л., 33,4 усл. печ. л
Тираж 100 экз. Заказ №
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