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

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РАЗВИТИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ: ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ И ИХТИОПАТОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЕМОВ И ОБЪЕКТОВ РАЗВЕДЕНИЯ, ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ»

Материалы
(11-13 ноября 2020 г., г. НОВОСИБИРСК)

НОВОСИБИРСК 2020

УДК 556.1115:591+639.1
ББК 28.082

Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания: материалы международной конференции, г. Новосибирск, 11-13 ноября 2020 г. / под ред. Е. В. Пищенко, И. В. Морузи. – Новосибирск: НГАУ. – 2020. – 240 с.

ISBN 978-5-94477-289-3

В сборнике опубликованы материалы, представляющие результаты научных исследований доложенных на Международной конференции «Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания» (11-13 ноября 2020 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 and development of aquaculture: ecological and ichthyopathological state of reservoirs and breeding facilities, cultivation technologies" (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.

Оглавление

УДК 639.3.05:504.75

ПРИНЦИПЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА СТРАТЕГИИ БИОБЕЗОПАСНОСТИ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Д.В. Белозерова, О.И. Репина

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

г. Санкт-Петербург, Россия, mikrobiol-gosniorh@yandex.ru

Аннотация. Биобезопасность представляет собой комплексное и системное управление биологическими рисками в целях охраны здоровья животных, людей, растений, поддержания устойчивости и целостности экосистем. Международная практика применения биобезопасности в аквакультуре подтверждает ее результативность и экономическую целесообразность.

Ключевые слова: аквакультура, биобезопасность, биологический риск, опасный фактор, международная практика

PRINCIPLES AND BENEFITS OF A BIOSAFETY STRATEGY IN AQUACULTURE

D.V. Belozerova, O.I. Repina

Summary. Biosafety is a complex and systematic management of biological risks in order to protect the health of animals, people, plants, maintain the sustainability and integrity of ecosystems. The international practice of applying biosafety in aquaculture confirms its effectiveness and economic feasibility.

Key words: aquaculture, biosafety, biological risk, hazardous factor, international practice

Динамичный рост производства и расширение рынков сбыта продукции аквакультуры увеличивают биологические опасности и риски для выращиваемых объектов, потребителей и экосистем. Наиболее значимые из них обусловлены заразными заболеваниями культивируемых объектов, распространением лекарственной устойчивости возбудителей, остаточным содержанием ветеринарных препаратов, зоонозами, загрязнением окружающей среды.

Растущее количество, сложность и серьезность этих рисков привели к необходимости разработки концепции биобезопасности и все более широкому ее применению. Биобезопасность представляет собой комплексное и системное управление биологическими рисками в целях охраны здоровья животных, людей, растений, поддержания устойчивости и целостности экосистем [1]. Концепция биобезопасности направлена на выявление и оценку реально ожидаемых опасных факторов с целью их предупреждения, устранения или сдерживания до приемлемого уровня. Использование в рамках стратегии биобезопасности научно-обоснованных и технологически выверенных подходов позволяет заменить

реактивные действия, зачастую недостаточно эффективные и дорогостоящие, упорядоченной совокупностью своевременных целенаправленных мер, как правило, более результативных и менее затратных.

В международной практике применение стратегии биобезопасности в аквакультуре используется для управления рисками, ассоциированными со следующими проблемами:

- охрана здоровья выращиваемых объектов;
- безопасность пищевой товарной продукции;
- экологическое благополучие окружающей среды.

Принципы стратегии биобезопасности включены как в акты государственного отраслевого регулирования, так и в производственные планы предприятий аквакультурного сектора [2].

Основным аспектом биобезопасности в охране здоровья выращиваемых объектов является предотвращение и контроль возникновения и распространения карантинных и особо опасных заболеваний. Меры, направленные на решение указанной проблемы, включают мониторинг и зонирование или компартментализацию (формирование отделений) в комплексе с информированием о выявленных факторах риска. Наиболее опасные патогены и болезни включены в Кодекс здоровья водных животных [3]. Степень их значимости определена устойчивостью к действию лечебных препаратов; распространенностью у видов, являющихся предметом международной торговли; социально-экономическими последствиями. В настоящее время к контролируемым отнесены 10 болезней рыб, 7 болезней моллюсков, 9 болезней ракообразных, 3 болезни земноводных.

Мониторинг контролируемых заболеваний проводится в рамках национальных программ с государственным финансированием, исследования выполняют лаборатории, обладающие соответствующими компетенциями [4, 5]. Направления исследований включают идентификацию опасных возбудителей, определение ареалов их распространения, выявление новых штаммов, контроль резистентности патогенов к лекарственным препаратам, изучение восприимчивости диких популяций водных животных. Цель исследований – раннее выявление, учет и контроль опасных возбудителей. Результаты мониторинга обусловливают эпизоотический статус обследуемой территории (зоны, отделения): свободная от контролируемого патогена, инфицированная, буферная. Перемещение культивируемых объектов и посадочного материала допускается только между равноценными по статусу зонами (отделениями) или из зоны (отделения) с более высоким статусом. Данные, полученные в результате мониторинга и зонирования или компартментализации, являются предметом интерактивного обмена информацией между всеми заинтересованными сторонами, включая компетентные органы и бизнес-сообщество.

В рамках стратегии биобезопасности анализ рисков, имеющих значение для потребителей пищевой товарной продукции, осуществляется на основе эффективных систем управления производством, включающих надлежащую производственную практику (англ. *GMP, Good Manufacturing Practice)* и реализацию принципов ХАССП (англ. *HACCP, Hazard Analysis and Critical Control Points* – анализ рисков и критические контрольные точки). Указанные положения отражены в Кодексе Алиментариус (Codex Alimentarius – Пищевой кодекс) – своде пищевых стандартов, принятых Международной комиссией ФАО/ВОЗ [6].

GMP является общим руководством, обобщающим технологические принципы и принципы управления, реализация которых обеспечивает производство безопасного продукта стабильного качества. Требования

надлежащей практики совместимы с системой ХАССП и нацелены на создание оперативных условий для ее формирования. Система ХАССП предусматривает систематическую идентификацию, оценку и управление опасными факторами, существенно влияющими на безопасность пищевого продукта, на всех этапах его жизненного цикла. При этом особое внимание обращено на критические контрольные точки, являющиеся ключевыми элементами системы. Критическая контрольная точка – элемент (или этап) производственного процесса, на котором контроль необходим и существенен для предотвращения фактора, угрожающего безопасности пищевого продукта, его устранения или приемлемого уменьшения.

При производстве товарной аквакультуры особое внимание обращено на возможность распространения зоонозных агентов, наиболее опасными из которых являются патогенные сальмонеллы и листерии. Кроме того, необходим контроль применения ветеринарных средств – лекарственных и профилактических, для исключения риска использования потребителем продукции, содержащей остаточное количество препаратов, запрещенных к применению или превышающих допустимые концентрации.

В соответствии с концепцией биобезопасности аквакультурная деятельность должна подвергаться и анализу в целях оценки и смягчения возможных негативных последствий для природных экосистем. На всех этапах аквакультурного производства от выбора места расположения предприятия до получения конечной продукции необходимо выявление всех потенциально опасных факторов для окружающей среды. В соответствии с принципами биобезопасности меры, разработанные для обеспечения экологической устойчивости и целостности, должны нивелировать сопутствующие риски, включая воздействие на биоразнообразие, загрязнение водоемов и почв, распространение болезней среди диких популяций водных животных.

Список литературы

1. Доклад Департамента ФАО рыбного хозяйства и аквакультуры. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2010 / ФАО – Рим, 2010. – 225 с.
2. FAO Fisheries and Aquaculture Report No. 1287. Report of the Tenth Session of the Sub-Committee on Aquaculture. Trondheim, Norway, 23–27 August 2019. – Режим доступа: http://www.fao.org/3/ca7417t/ca7417t.pdf, свободный
3. Aquatic Animal Health Code. – Ed. 22th. – 2019. – Режим доступа: http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-code/access-online, свободный
4. Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals. – Ed. 9th. – 2019. – Режим доступа: http://www.oie.int/international-standard-setting/aquatic-manual/access-online, свободный
5. ISO/IEC 17025:2017. General requirements for the competence of testing and calibration laboratories. – Ed. 3nd. – 2017-11. – Режим доступа: https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-iec:17025:ed-3:v1:en, свободный
6. Кодекс Алиментариус. Нормы и правила по рыбе и рыбопродуктам / Пер. с англ. – М.: Издательство «Весь Мир» – 2007. – 156 с.

УДК 03.02

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ (РЫБОВОДСТВА) АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Л.В.Веснина

Институт водных и экологических проблем СО РАН; 656038, Барнаул, Россия, ул. Молодежная, 1; e-mail: artemia.vesnina@mail.ru

Аннотация. Приведены три этапа развития рыбоводство на территории Алтайского края, отражающие разные временные периоды. Приведены рыбы - акклиматизанты и комплекс рыбоводно - интродукционных мероприятий в естественных водных объектах и прудах. Рассмотрена перспектива применения сырьевой базы соленых артемиевых и солоноватых гаммарусовых озер как стартовые корма и биодобавки в аквакультуре и птицеводстве.

Ключевые слова. Рыбоводство, фауна, акклиматизанты, интродукция, добыча, диапаузирующие яйца, гаммарус.

HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF AQUACULTURE (FISH FARMING) IN THE ALTAI TERRITORY

L.V.Vesnina

Institute for Water and Environmental Problems; 656038 Barnaul, Russia, Molodezhnaya str., 1; e-mail: artemia.vesnina@mail.ru

Summary. Three stages of development of fish farming in the territory of the Altai territory are given, reflecting different time periods. Acclimatizing fish and a complex of fish breeding and introduction measures in natural water bodies and ponds are presented. The prospects of using the raw material base of salty Artemis and brackish gammarus lakes as starting feed and dietary supplements in aquaculture and poultry farming are considered.

Keywords:

Fish farming, fauna, acclimatizers, introduction, production, diapausing eggs, gammarus.

В последние годы развитие рыбоводства на внутренних водоемах страны и дальнейшее увеличение или даже сохранение существующего уровня добычи (вылова) водных биоресурсов не возможно без рыбоводства. Необходимость мер рыборазведения поняли еще в конце прошлого века. Положение на внутренних водоемах значительно ухудшилось (гибель Арала, бедственное положение Азовского моря и др.) и рыбоводство приобретает развитие в отрасли.

Под рыбоводством обычно понимается комплекс мероприятий, обеспечивающих сохранение, увеличение и качественное улучшение запасов водных биоресурсов в водных объектах. Следовательно, любые рыбоохранные мероприятия, в том числе соблюдение правил рыболовства в нашем Верхнеобском бассейне – это уже элемент рыбоводства. И конечно, к главным элементам рыбоводства относятся мероприятия, обеспечивающие увеличение рыбных запасов – мелиорация; организация выращивания посадочного материала, особенно ценных видов рыб, а так же товарного; улучшение кормовых условий и т.д.

В процессе своего развития рыбоводство получило два основных направления: рыбоводство в естественных водоемах и прудовое рыбоводство. Ускоренно развивалось и третье направление: индустриальное, осуществляемое в форме озерного товарного хозяйства и выращивания рыбы на теплых водах в различных емкостях. Все три направления рыбоводства в определенной степени развивались в Алтайском крае.

В более чем полувековой истории рыбоводных работ на водоемах Алтайского края целесообразно выделит три периода. Первый из них совпал с продвижением в Сибирь сазана и карпа. В 1932 году из Капитоновского рыбопитомника Оренбургской области в пруды Алейского района был перевезен карп, а в 1935 году в озера Бурлинского района – балхашский сазан. Начало интродукции сазана совпало с высоким уровнем воды в озерах, что способствовало распространению вида по всей системе озер и нарастанию его численности.

Однако, в результате разрушения водорегулирующих плотин по р.Бурла, водность системы снизилась, и сазан зимой 1952 года погиб. В озеро Большой Уткуль - балхашский сазан был перевезен в 1941 году, вид акклиматизировался, но вследствие отсутствия соответствующих мероприятий, численность его в настоящее время незначительна.

По настоящее время в прудах края обитают и потомки оренбургского (галицийского зеркального) карпа, которые стали исходным материалом для формирования алтайского стада [6]. Одновременно следует подчеркнуть, что попытка расселения карпа по естественным водным объектам в 30-е годы (оз. Бахматовское, р. Алей) не дали положительного результата. В первом периоде была проведена попытка интродукции кеты, в 1932-1933 гг. в озеро Светлое Советского района (бассейн р. Кокши). Было проинкубировано 3,6 млн. икры кеты и 2,3 млн. личинок было выпущено в р. Катунь. По мнению Б.Г.Иоганзену и А.Н.Петкевича [2] акклиматизация такой типичной проходной рыбы в системе Оби сдерживает постоянный зимний дефицит растворенного кислорода в среднем и нижнем течениях реки.

Таким образом, в первый период рыбоводно-интродукционных работ на водоемах Алтайского края (30 - 50-е годы) доказана возможность акклиматизации сазана и выращивание в культурных хозяйствах карпа. В целом работы носили поисковый характер, ограничиваясь незначительным числом видов и, не сопровождались необходимыми научными разработками и контролем. В данном периоде ставились задачи достижения полной акклиматизации, т.е. натурализации вида [3], что не могло быть достигнуто в озерах равнинной территории края вследствие неустойчивости их гидрологического и гидрохимического режимов. В этот период фауна рыб пополнилась только одним видом – сазаном (карпом).

Средний вылов рыбы в первом периоде составлял 15,8 тыс.ц. Характерен максимально зафиксированный улов в объеме 21,8 тыс.ц (1943 г.), что объясняется военной обстановкой тех лет при строгом контроле добычи рыбы. Указанный факт вылова не исключает некоторого перелова, так как объем вылова не прогнозировался. О факте перелова рыбы свидетельствуют колебания уловов, как правило, после максимального вылова наступал период с более низкими уловами: 1943 г. - 21,8 тыс. ц ; 1944 г. - 14,4; 1946 г. - 20,8; 1947 г. - 16,5 тыс. ц.

В конце периода, когда интенсивность промысла падает, уловы рыбы по краю составляют порядка 10 тыс.ц. Для уловов тех лет характерно наличие осетровых (в среднем за год – 31 ц) и лососевых (в среднем за год – 51 ц). В отдельные годы, опять-таки военные, добыча осетровых составляла 50-60 ц, в

основном стерлядь и лососевых – 70-100 ц, в основном нельмы. Крупный частик в уловах составлял около 10 % , в основном щука и язь.

Второй период рыбоводных работ на территории Алтайскаго края начался вселением убинского леща в Новосибирское водохранилище (1957 - 1961 гг.), в верховья Оби в районе г. Барнаула (1958 г.) и закончился его последней интродукцией в некоторые равнинные озера в 1970 г. Для периода характерно преобладание работ с целью достижения полной акклиматизации объекта вселения, они отличаются плановостью, возросшими масштабами количества перевезенной рыбы и числа зарыбленных озер.

В это время интродуцировалось 8 видов ценных рыб: радужная форель, рипус, пелядь, сиг - лудога, сазан, белый амур, обыкновенный толстолобик, судак. Кроме верховьев Оби и бассейна р. Кокши, были зарыблены равнинные озера: лещом - 11; пелядью - 10 ; рипусом - 2; лудогой - 3; фитофагами - 2 ; сазаном - 5. Постоянный хозяйственный эффект получен от полной акклиматизации леща, судака, радужной форели в верховьях Оби; временный эффект достигался от интродукции леща в озера Песчаное и Бакланье, рипуса и сазана – в озере Песчаное. Во втором периоде наметился переход от акклиматизации объекта к его выращиванию до товарной массы, и был достигнут хороший результат при выращивании товарных сеголетков и двухлетков пеляди. Главными работами по интродукции рыб было расселение леща и переход к товарному выращиванию сиговых рыб.

Интродукция леща в озера равнинной территории края проводилась в два этапа: одновременно верховья Оби были зарыблены два озера: Бакланье Завьяловского района и Большой Уткуль Троицкого района, а с 1962 года начались планомерные работы по его расселению. Важно отметить, что после 1967 года посадочный материал для перевозок леща заготавливался уже в Новосибирском водохранилище и в верховьях Оби (с. Шелаболиха, пос. Казенная Заимка). Всего перевезено 92,1 тыс. разновозрастного леща, в том числе 54,8 тыс. из верхней Оби.

В озерах края полной акклиматизации леща препятствовали зимние заморы, поэтому от 11 посадок он сохранился только в незаморных озерах Большой Уткуль и Петровское Троицкого рана, где промысловой численности вида так и не сформировалось, и устойчивый хозяйственный эффект был достигнут в озере Песчаное Бурлинского района.

Первым видом из семейства сиговых, завезенным в водоемы края, был уральский рипус. В 1963 году с Аракульского рыбозавода на озера Песчаное и Малое Топольное (р. Бурла) было доставлено и проинкубировано соответственно 5,4 и 2,2 млн. икринок. Как показали наблюдения, рипус в первые два года хорошо набирал массу и осенью 1965 г. достиг половой зрелости. Однако, акклиматизация вида, как это было в оз. Сартлан Новосибирской области не произошло: рипус частично был отловлен или погиб от замора зимой 1966 - 1967 гг. Интродукция пеляди была начата весной 1966 г. и продолжается в настоящее время. Первые попытки ее акклиматизации в озера Бакланье (р. Кулунда), Песчаное (р. Бурла), Большое Островное (р. Касмала) как и при интродукции рипуса, не дали положительного результата.

Во втором периоде уловы рыбы края составили в среднем за год 10,3 тыс. ц. Для второго периода характерен самый минимальный уровень вылова рыбы по сравнению с первым, что объясняется маловодностью двух лет подряд (1967 г. и 1968 г.) в пойме Оби и как следствие - зимние «заморные» явления в равнинных озерах. Улов рыбы в 1969 г. составил 4,6 тыс.ц. Из осетровых рыб в уловах еще наблюдалась стерлядь - 12,0 ц; из лососевых - 42 ц, но главным видом становится

хариус, добываемый в оз. Джулу - Коль Горного Алтая. С 1967 года уловы осетровых и лососевых рыб практически прекращены. Значение крупного частика в уловах сохранился на уровне 10 %, но основным видом становится лещ. Как было сказано выше, промысловое значение приобретают сиговые рыбы.

Итоги рыбоводно-интродукционных работ стали сказываться на уловах в середине 60-х годов: за 1966 - 1971 гг. добыча сиговых составила более 300 т; сазана – более 20 т; леща – более 100 т.

В уловах стал встречаться судак. В общем видовом составе улова выращиваемые виды составляли уже 9,3 %. Во втором периоде фауна рыб водоемов края пополнилась радужной форелью, лещом, судаком.

Третий период интродукционно - рыбоводных работ характеризуется переходом к организации товарного выращивания, и для обеспечения водоемов посадочным материалом начинают функционировать Бурлинский сазаний питомник Мамонтовский инкубационный цех сиговых, карповые рыбопитомники. Принимаются меры для создания маточных стад сиговых и карповых рыб. В этих целях проводится интродукция пеляди в озера Горного Алтая [5] и в озеро Белое Курьинского района. Из мероприятий, поставленной целью полной акклиматизации объекта, следует отметить вселение леща в Склюихинское и Гилевское водохранилища (бассейн р. Алей). В этом периоде продолжалась саморасселение леща и судака по верхним притокам Оби и радужной форели по бассейну р. Кокша. Кроме того, без достаточного научно-экономического обоснования форель пересаживают в озера Горного Алтая, в том числе и в бассейн озера Телецкое [13, 4]. В реке Оби отмечается устойчивый нерест сазана и карпа, так же в устьях рек Алея, Большой Калманки и Большой Ини; Селезневской протоки. Все чаще в уловах отмечаются оба вида толстолобиков и пеляди.

Заканчивается биотехническая отработка выращивания в прудах радужной форели [12], растительноядных рыб [14], буффало [15], байкальского омуля [9]. Разрабатываются обоснования и проводятся практические работы по вселению этих видов в естественные водоемы. Одновременно в результате отсутствия должного ветеринарного контроля, в водоемы края вместе с ценными видами попали верховка, уклейка и девятииглая колюшка. И возбудителей инвазионных заболеваний – ботриоцефалус.

Продолжались планомерные работы по интродукции сиговых рыб с целью их товарного выращивания. За 1971 – 1984 гг. в равнинные озера края было выпущено 430 млн. личинок сиговых рыб, из которых около 390 млн. составила пелядь. Кроме того, в разные годы завозились и другие виды сиговых рыб: европейская и сибирская ряпушка, муксун, байкальский омуль, севанские сиги,

Суммарный улов сиговых по официальной статистики в третьем периоде составил 612 т, в среднем за год вылавливали по 44 т. Промысловый возврат от 1 млн. неподрощенных личинок сиговых в среднем составил 1,5 т товарной рыбы, в некоторые годы показатель эффективности сиговодства достигал 5,2 т (1971 г.) и даже 5,7 т (1973 г.). И наоборот, в неблагоприятные годы с жарким летом и «заморной» зимой промысловый возврат снижался до 0,3 - 0,6 т.

Общая акватория зарыбляемых ежегодно озер сиговыми рыбами в крае колебалась в пределах 84 - 201 км^2, обычно составляя 110 - 140 км^2. Колебания факторов среды в водоемах, в которых получены положительные результаты на основе многолетних исследований и выявлены при глубине средней – 1,5 - 3,5 м, максимальной – 3,1 - 8,5 м; общей минерализации воды 540 – 5188 мг/л; биомассе зоопланктона – 1,24 – 20,78 г/м^3; зарастаемости водной растительностью – 5 – 25 %; морфоэдафическом индексе – 3,41 - 22,3. Промысловый возврат от личинок

максимален в ранее безрыбном озере Горько - Лебедянское (верхний участок р. Кулунда) или карасевом озере Бахматовское (р. Барнаулка), а минимален – в проточном окунево – плотвичном озере Малое Топольное (р. Бурла) [2].

В третьем периоде продолжает увеличиваться значение в уловах рыб - интродуцентов. В среднем за 1971 - 1984 гг. в уловах акклиматизанты составляли 15,3 %, а выращиваемые интродуценты – 6,6 %. В отдельные годы значение акклиматизантов в уловах увеличивалось до 25-25 % (1981 - 1982 гг.), а выращиваемых интродуцентов до 14,3 % (1980 г.). Общий вылов рыбы в крае составлял 9,6 тыс.ц. Однако, для последних лет характерен постоянный рост уловов: 1987 г. - 12,8; 1988 г. – 13,5; 1989 г. – 17,4 тыс.ц. В уловах совершенно не регистрируются осетровые и лососевые рыбы. Ежегодный улов сиговых - в пределах 400 - 450 ц. Среднегодовой улов крупного частика составлял 2,5 тыс. ц, то есть увеличился до 26 %. В его составе главный удельный вес занимали лещ, сазан, карп (рыбы акклиматизанты).

И все же для улова рыб - интродуцентов характерна нестабильность, обусловленная как нарушением технологии выращивания, так и колебаниями фактор среды их обитания. Например, в третьем периоде фактические годовые уловы леща в верховьях Оби изменялись в пределах 32 - 255 т; в Бурлинских озерах – 1,1 - 81,2 т уловы сиговых в равнинных озерах – 6,8 – 115,9 т, карпа и сазана – 1,0 - 29,3 т.

Число видов фауны рыб в результате интродукционных работ в третьем периоде увеличилось за счет реакклиматизации пеляди в верховьях Оби и ее акклиматизации в некоторых горных озерах. Близка полная акклиматизация большеротого буффало. Фауна рыб пополнилась так же тремя нежелательными видами: верховкой, уклейкой и девятииглой колюшкой. Положительный результат отмечен при интродукции для товарного выращивания сибирской ряпушки и байкальского омуля.

В третьем периоде была осуществлена стихийная интродукция уральского (узкопалого) рака в два водоема Алтайского края: Склюихинское водохранилище (1979 г.) и озуро Большой Уткуль (1978 г.) Обе посадки дали положительные результаты, численность раков позволила приступить к их лимитированному промыслу. Происходило дальнейшее его расселение в Гилевское водохранилище и некоторые озера (Горько-Перешеечное Егорьевского района, Мостовое, Бакланье Завьяловского района, Песчаное Бурлинского района), а так же пруды и некоторые реки (Алей, Кулунда, Бурла и др.). Однако, эти посадки находились вне контроля ветеринарных органов и без научного обоснования, что в последствии привело к их летальному исходу вследствие заражения чумкой и восстановлению их промысловой численности по настоящее время.

Многолетний опыт по интродукции ценных видов рыб в естественные водоемы края позволяет сделать некоторые практические выводы. Во-первых, водоемы Западной Сибири и особенно юга Алтайского края, отнесены к карпово - сиговой рыбоводной зоне [10], т.е. среди рыб -интродуцентов в ней должны преобладать теплолюбивые карповые рыбы. Пока же карп, сазан и растительноядные рыбы в комплексе выращиваемых рыб занимали второстепенное место. Во - вторых, необходимо учитывать было значимость и потенциал рыб аборигенной фауны, лучше приспособленных к неустойчивым факторам абиотической среды обитания наших водоемов. Это, прежде всего, относится к карасям и, особенно, к амурской морфе серебряного карася, которая положительно зарекомендовала при посадке или при зарыблении безрыбных многих водоемов как естественных, так и искусственных. Это относится и к щуке, ценному быстро

растущему хищнику, способному давать товарную массу на первом году жизни. И в-третьих, проблема маточных стад сиговых рыб, которая так и не решена и которая при снижении сырьевых ресурсов полупроходной пеляди на средне Оби, стала сдерживающим фактором при организации выращивания сиговых рыб.

За три периода рыбоводно-интродукционных работ в Алтайском крае в плановом порядке было вселено 19 видов рыб, с которыми дополнительно завезено еще 3 вида. Из них прижились и полностью акклиматизировались с хозяйственным эффектом только 5 видов: форель радужная, пелядь, лещ восточный, сазан и судак. На стадии окончания акклиматизации и активного внедрения в водоемы различного типа для товарного выращивания находятся два вида растительноядных рыб (толстолобик обыкновенный и белый амур), один вид семейства чукучановых – буффало большеротый.

Не дали положительного результата попытки акклиматизации кеты в первом периоде; рипуса - во втором; и стальноголового лосося – в третьем. Неудача интродукции последнего объекта объясняется, прежде всего, кратковременностью работ с видом и незначительными масштабами зарыбления. Доказана перспективность товарного выращивания байкальского омуля, ряпушки сибирской, муксуна и сига - лудоги. Широкое внедрение этих ценных объектов интродукции сдерживается отсутствием посадочного материала.

Для третьего периода характерно интенсивное развитие прудового рыбоводства. З.А.Иванова [7] предложила деление территории края на четыре прудовых рыбоводных районов. Классификация включает предгорья Алтая (как самую благоприятную для прудового рыбоводства зону с естественной рыбопродуктивностью 250 - 350 кг/га), Бийско -Чумышский, Приобский и Кулундинский районы. Наименьшая рыбопродуктивность характерна по этой классификации для Бийско -Чумышского района – 80 - 150 кг/га. При выполнении интенсификационных мероприятий средняя рыбопродуктивность нагульных прудов составляет 900 кг/га.

В Алтайском крае имелось пять специализированных рыбоводческих совхозов, входящих в состав Алтайрыбхоза: Зеркальный (Павловский район), Рыбный (Кытмановский район), Бирюкса (Алтайский район), Радужный (Советский район), Калманский (Калманский район). Кроме того, прудовым рыбоводством занимались совхозы «Овцевод» (Рубцовский район), «Раздольный» (Топчихинский район), «Власть Труда» (Зональный район) и многие другие хозяйства края. Общий прудовый фонд составлял более 2500 гектаров, но для рыборазведения регулярно использовали 1500 - 1800 гектаров. Общая площадь питомников для прудовых хозяйств – более 250 гектаров, и все же дефицит посадочного материала, особенно жизнестойкой молоди (годовика) карпа оставалось сдерживающим фактором дальнейшего увеличения производства рыбы в прудовых хозяйствах.

Традиционным методом интенсификации в прудовом рыбоводстве является многократное увеличение плотности посадки карпа, его полноценное кормление и удобрение прудов. Существующий прудовый фонд Алтайского края, позволял получать до 2 тыс. товарной рыбы. Сдерживание темпов увеличения производства происходит главным образом из-за недостатка полноценного рыбопосадочного материала. Этим же обусловлены значительные затраты годовиков на единицу продукции. При норме 300 - 350 шт. на 100 кг товарной рыбы, даже специализированные хозяйства использовали 700, а в отдельные годы до 1000 годовиков. В основе роста производства качественного посадочного материала лежало соблюдение технологической дисциплины при выращивании сеголетков,

облове выростных и зимовальных прудов, а так же оптимизации условий зимовки. Последнее в условиях зимовок достигалось переводом зимовальных прудов на артезианское водоснабжение.

Вторым методом интенсификации прудового рыбоводства в условиях края было внедрение заводского метода воспроизводства карпа. В системе Алтайрыбхоза имелся инкубационный цех мощностью 200 млн. личинок и ряд инкубационных установок мощностью до 25 - 30 млн., позволяющие частично обеспечить рыбоводные хозяйства края посадочным материалом (молодью). Выживаемость заложенной икры в инкубационные аппараты до личиночной стадии, переходящих на смешанное питание, колебалось от 48 до 55 %. Выход сеголетков от неподрощенных составил около 10 %. Решение проблемы повышения выхода молоди заключалось в соблюдении технологической дисциплины, включающей подращивание в мальковых прудах, а так же в бассейнах с использованием стартовых кормов (науплий жаброногого рачка артемии или декапсулированных ее цист).

Уровень добычи рыбы в озерах края с учетом и любительского лова достигал 1,9 - 2,2 тыс.т. Следовательно, резерв выращивания и добычи в озерах составлял 5 – 6 тыс.т. Однако, достижение этих показателей возможно только при организации на них товарных рыбных хозяйств. Схемой развития, размещения рыбного хозяйств в крае предусматривалось организацией восьми озерных рыбхозов общей акваторией 8,4 тыс. км2 (Уткульский, Мамонтовский, Завьяловский, Егорьевский, Волчихинский, Каменский, Чернокурьинский).

Новая технология озерного рыбоводства в крае стала внедряться с середины 70 - х годов. Однако до сих пор она сдерживается рядом нерешенных проблем и новыми подходами, предусмотренными современными законодательными и нормативно-правовыми документами. Первоочередными проблемами в области озерного рыбоводства Алтайского края оставались следующие, которые актуальны для развития современной аквакультуры Алтайского края:

- создание и охрана маточных стад сиговых рыб. Потребность в личинках сиговых только водоемов бывшего Алтайрыбхоза составляла ежегодно 150 - 170 млн., а с учетом прудового рыбоводства – 250 – 300 млн. Многолетний опыт на основе проведенных научных исследований подтверждал создание маточных стад сиговых рыб на водоемах предгорной зоны – Белое, Колыванское; на равнинной территории – Склюихинское водохранилище. Общая акватория их составляла 60 км2;

- организация выращивания молоди для использования посадочного материала в приоритете практики зарыбления водных объектов от неподрощенных личинок рыб. При промысловом возврате от неподрощенных личинок 3,8 % рыбная промышленность края ежегодно теряла десятки миллионов дефицитного посадочного материала. В озерных рыбхозах края проблема получения жизнестойкого посадочного материала была решении двумя путями: выращиванием поликультуры молоди в питомных озерах и двухкратным использованием прудов [1]. В перспективе предусматривалось ввод новых питомных озер площадью до 20 км2, что позволяло получать ежегодно до 20 млн. сеголетков. В течение 10 лет в прудах - спутниках Алтайрыбхоза подращивали 10 - 15 млн. личинок сиговых массой 1,0 - 1,5 г, а во второй период выращивали карповых рыб. В тоже время имеющие площади позволяли довести эти показатели до 50 - 70 млн.;

- необходимость решение проблемы зимовки молоди карповых рыб и зарыбления озер только годовиками;

- отработка технологии добычи выращенной молоди и товарной рыбы с использованием новых прогрессивных способов и орудий лова;

- проведение комплекса интенсификационных мероприятий, направленных на улучшение условий обитания рыб и повышение эффективности использования кормовой базы.

В последние годы большую народохозяйственную ценность приобрели в Алтайском крае, а в последствии в Российской Федерации соленые артемиевые озера, площадь которых в крае 1,2 тыс. км2. Артемия (на стадии цист) представляет многогранный интерес и в первую очередь в качестве стартового корма для подращиваемой молоди рыб. Первая их добыча (70 - е годы) составляла 25 - 30 т. Современная технология добычи диапаузирующего яйца позволяет осуществлять до 1000 т и выше. Не менее ценно использование запасов имаго рачка артемии в качестве белковых добавок в аквакультуре и птицеводстве. Большую часть фонда гипергалинных озер края рекомендуется эксплуатировать комплексно. Сырьевые запасы рачка артемии в озерах края ориентировочно оцениваются в 18 тыс. т .

В Алтайском крае большую сырьевую значимость представляют солоноватые озера с доминированием гаммаруса в объеме 0,2 т/га. Потенциальный запас рачка составляет 4 тыс.т площадью его обитания в 20 тыс.га.

Выводы:

1. Первый период рыбоводно – интродукционных работ на водоемах Алтайского края в 30 – 50-е годы показана возможность акклиматизации сазана и выращивание в прудах карпа. Основная задача состояла в натурализации вида и работы носили поисковый характер.

2. Второй период рыбоводных работ охватывает 60 - 70-е годы, с началом вселения убинского леща (1957 - 1961 гг.) в Новосибирское водохранилище верховья Оби и с дальнейшей интродукцией в некоторые равнинные озера (1970). В этот период были интродуцированы 8 видов ценных рыб: радужная форель, рипус, пелядь, сиг - лудога, сазан, белый амур, обыкновенный толстолобик, судак. Основными работами по интродукции рыб было расселение леща и переход к товарному выращиванию сиговых рыб.

3. Третий период рассматривает 70 - 90-е годы и характеризуется переходом к организации товарного выращивания и функционированием рыбопитовников для обеспечения посадочным материалом. Продолжалось саморасселение леща и судака по верхним притокам Оби и радужной форели по бассейну Кокши. Период отмечается завершением биотехнической отработки в прудах радужной форели, растительноядных рыб, буффало, байкальского омуля. Разрабатываются обоснования и проводится практическая работа по вселению этих видов в естественные водоемы, вместе с ними попали верховка, уклейка и девятииглая колюшка. Продолжались планомерные работы по и продолжались планомерные работы по интродукции сиговых рыб с целью товарного их выращивания. Суммарный улов сиговых в третьем периоде составил 612 т, со средней ежегодной их добычей в объеме 44 т. В третьем периоде получило интенсивное развитие прудового рыбоводство. Существующий прудовый фонд позволял получать до 2 тыс. т товарной рыбы.

4. Большую ценность имеют в Алтайском крае соленые артемиевые озера для добычи артемии (на стадии цист), которые нашли во всем мире применение в качестве стартовых кормов в аквакултуре, прицеводстве и других отраслях. Объем возможной добычи диапаузирующих яиц в соленых артемиевых озерах края может достигать свыше 1 тыс. т и гаммаруса в солоноватых озерах - свыше 2 тыс. т.

Список литературы
1. Веснина Л.В., Новоселова З.И. Зоопланктон в питомном озере Долгом и двухкратное использование прудов-спутников как один из путей интенсификации озерного рыбоводства в Алтайском крае // Пути повышения эффективности выращивания товарной рыбы в водоемах Сибири.- Новосибирск, 1984. - С. 35-38.
2. Веснина Л.В. Зоопланктон озер Кулундинской системы Алтайского края и его доступность для молоди пеляди: Автореф. дис… канд. биол. наук. - Иркутск, 1988. - 18 с.
3. Веснина Л. В., Журавлев В.Б., Новоселов В.А. и др. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. Новосибирск: Наука, 1999. 285 с.
4. Гундризер А.Н., Иоганзен Б.Г., Кафанова В.В., Кривощеков Г.М. Рыбы Телецкого озера. Новосибирск: Наука, 1981. 159 с.
5. Гундризер А.Н., Попков В.К., Попкова Л.А. 1982. Влияние интродуцированной пеляди на экосистемы горных озер // Рыбоводство в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск: Наука. С. 23-30.
6. Иванова З.А. Рыбы степной зоны Алтайского края. - Барнаул, 1962. - 152 с.
7. Иванова З.А. Карп в прудах Сибири.- М.: лег. и пищ. пром-сть, 1981. - 112 с.
8. Иоганзен Б. Г. Акклиматизация рыб в бассейне реки Оби // Зоол. журн. 1946. Т. 25, вып. 3. С. 263-267.
9. Морузи И.В. Биологические особенности и продукция сиговых в карповых прудах юга Западной Сибири. – Автореф. дис… канд. биол. наук. - Иркутск,1986.- 16 с.
10. Мухачев И.С. Озерное рыбоводство. – М.: Агропромиздат, 1989. – 162 с.
11. Петкевич А.Н., Иоганзен Б.Г. Перспективы рыбного хозяйства Верхней Оби в связи с гидростроительством // Изв. ВНИОРХ. – 1958. – Т.44.- С. 5-28.
12. Ростовцев А.А. Воспроизводство радужной форели при промышленной технологии: Автореф. дис… канд. с.-х. наук. - Новосибирск,1984.- 14с.
13. Собанский Г.Г. Первые итоги выпуска форели в оз. Ежелуколь // Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. – Барнаул. С. 171 - 205.
14. Филиппов К.К. Выращивание растительноядных рыб в прудах Атайского края. Новосибирск, 1980. – 10 с.
15. Филиппова А.В. Буффало как объект рыбоводства в условиях Алтайского края. Автореф. дис… канд. биол. наук. – М., 1985. -25 с.

УДК 639.31

РАЗВИТИЕ АКВАКУЛЬТУРЫ В ВОДОЕМАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

А. Ф. Коновалов, М. Я. Борисов, Н. В. Думнич

Вологодский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ВологодНИРО»), г. Вологда,
Alexander-Konovalov@yandex.ru

Аннотация. В работе представлены основные результаты многолетней научной и практической деятельности, направленной на развитие в Вологодской области наиболее перспективных для региона направлений аквакультуры. Раскрывается роль научных исследований в становлении нового для Вологодской области направления рыбоводства – товарного садкового форелеводства, а также в

развитии других форм пресноводной аквакультуры на естественных водных объектах области.

Ключевые слова: аквакультура, рыбоводно-биологические обоснования (РБО), товарное садковое форелеводство, Вологодская область.

MODERN DEVELOPMENT OF AQUACULTURE IN THE WATERBODIES OF THE VOLOGDA REGION

A. F. Konovalov, M. Ya. Borisov, N.V. Dumnich

Vologda branch of the FSBSI “VNIRO”, Vologda, Russia,
Alexander-Konovalov@yandex.ru

Summary. The main results of scientific and practical activities for the development of the most promising forms of aquaculture for the Vologda Region are discussed in the article. The results of scientific research for the creation of commercial cage trout farming as a new direction of aquaculture for the Vologda Oblast are described.

Keywords: aquaculture, fish culture and biological substantiation, commercial cage trout breeding, Vologda region.

Введение. Вологодская область вплоть до начала XXI в. относилась к регионам Северо-Запада России с наименее развитой аквакультурой [1 – 3]. Отчасти это было связано со спецификой природных условий региона, ограничивающих выбор доступных форм рыборазведения и объемов товарного выращивания рыбы. Однако с другой стороны, развитие в регионе рыбоводства вплоть до последнего времени лимитировалось отсутствием у потенциальных рыбоводов научно-обоснованных сведений о состоянии естественных водоемов, их потенциале для развития аквакультуры, информации о подходящих объектах и объемах выращивания.

В настоящей работе обобщены основных научные и практические результаты исследований Вологодского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ВологодНИРО»), направленных на развитие в Вологодской области наиболее перспективных, актуальных и востребованных для региона направлений аквакультуры, выполненных за последние годы.

Результаты и их обсуждение

Вплоть до начала 2010-х гг. основным рыбоводным хозяйством на территории Вологодской области являлось ООО «Рыботоварная фирма «Диана». До 2014 года данное хозяйство фактически являлось единственным рыбоводным предприятием области, обеспечивающим значимые объемы производства товарной рыбной продукции. Кроме ООО РТФ «Диана» в этот период в регионе в основном существовали лишь небольшие прудовые хозяйства с незначительными объемами выращивания рыбы.

Начиная с 2014 года под научным патронажем Вологодского филиала ФГБНУ «ВНИРО» в Вологодской области началось интенсивное развитие новых для региона направлений индустриальной аквакультуры. Основным результатом выполнения научных работ коллектива является подготовка научно обоснованных рыбоводно-биологических обоснований (РБО) функционирования рыбоводческих хозяйств региона.

За период с 2014 по 2019 годы научный коллектив подготовил рыбоводно-биологические обоснования для всех хозяйств аквакультуры, функционирующих в

настоящее время на естественных (природных) водных объектах на территории Вологодской области. За этот период коллективом разработано 15 РБО на организацию или модернизацию действующих в Вологодской области рыбоводных и рыбоводно-рекреационных хозяйств. В 2020 году подготавливаются еще четыре РБО для трех водных объектов области. В частности, выполнены обследования на 14 малых и средних озёрах области (на трех озерах и одной реке исследования ведутся в 2020 году), на двух реках (Суда и Нагажма) и трех искусственных водоемах (два пруда и обводненный карьер). При этом общая площадь водоемов (или участков водных объектов), которую предлагается вовлечь в рыбохозяйственное использование в целях аквакультуры по результатам исследований коллектива составляет около 11 тыс. га.

Рыбоводно-биологические обоснования подготавливались научным коллективом для водных объектов, расположенных на территории 10 муниципальных районов Вологодской области. В частности, в Белозерском районе обследовались озера Лозское и Азатское, Моткозеро, Кожино; в Вытегорском районе – озера Ковжское, Кужозеро (2020 г.) и разлив реки Нагажма Белоусовского вдх.; в Вожегодском районе – озера Пертозеро, Долгое и Святое (2020 г.); в Усть-Кубинском районе – озера Озерецкое, Большое Заозерское, Глухое; в Вологодском районе – озера Косковское и Дмитровское; в Кирилловском районе – обводненный карьер и озеро Узбинское; в Кадуйском и Череповецком районах – река Суда; в Сокольском районе – пруды-золоотвалы г. Сокол; в Устюженском районе – озеро Синичье.

На обследованных водных объектах области коллективом рекомендовано выращивание около 2,44 тыс. тонн в год радужной форели. Разработанные предельные объемы выращивания осетровых рыб составляют около 800 тонн в год. Также предложены подходы и региональные нормативы выращивания карпа, серебряного карася или гибрида карася и карпа (карасекарпа), белого амура.

В настоящее время на водных объектах Вологодской области рыбоводную деятельность осуществляют около шести юридических лиц и одно крестьянское фермерское хозяйство. Рыбоводные участки сформированы в Кадуйском, Белозерском, Вожегодском, Вашкинском, Вытегорском, Кирилловском, Чагодощенском и Шекснинском районах. В последние годы с использованием результатов подготовленных коллективом «ВологодНИРО» рыбоводно-биологических обоснований были созданы предприятия по выращиванию радужной форели на озерах Лозско-Азатское и Моткозеро (Белозерский район), Пертозеро (Вожегодский район), в устьевой части реки Нагажма. По данным Департамента сельского хозяйства и продовольственных ресурсов области общий объем выращивания радужной форели в 2018 г. увеличился в 3 раза в сравнении с показателями 2017 года, и достиг 45 тонн (в т.ч. 39 т в озере Лозско-Азатское и 6 т в озере Пертозеро). В 2019 году эти показатели увеличились в 3,7 раза, достигнув объема в 169,77 тонн радужной форели. В ближайшие годы садковое форелеводство планируется начать на акватории озера Ковжское и ряда малых озер области.

Помимо радужной форели в 2019 году по данным департамента было произведено (в том числе на естественных водных объектах) 397,5 тонн осетра, что в 9 раз больше по сравнению с показателями 2018 года. Кроме того было начато выращивание сиговых рыб (чир и муксун) в объеме 2,01 тонн. В целом по данным Департамента сельского хозяйства и продовольственных ресурсов области объем производства товарной рыбы в Вологодской области по итогам 2019 года составил 592,7 тонны, что в 4,4 раза больше по сравнению с 2018 годом. Департамент

отмечает, что за последние 6 лет в регионе наблюдается ускорение темпов развития рыбоводства, а объем производства товарной рыбы увеличился в 7 раз.

Заключение. В целом подготовка научным коллективом «ВологодНИРО» рыбоводно-биологических обоснований сыграла ключевую роль для «запуска» в Вологодской области в середине 2010-х годов новых направлений аквакультуры. Это было связано с тем, что РБО содержали в себе основные ориентиры для развития рыбоводных хозяйств и предоставляли ответы на сложные вопросы для начинающих рыбоводов. Особую роль подготовленные научным коллективом РБО сыграли в становлении в Вологодской области товарной садковой аквакультуры, и в первую очередь нового для региона направления – садковых форелевых хозяйств.

Научным коллективом «ВологодНИРО» с середины 2010-х годов были впервые для Вологодской области подготовлены комплексные биологические обоснования по созданию первых садковых форелеводческих хозяйств. По результатам этой работы для региона рекомендован новый объект выращивания – радужная форель, разработаны и внедрены в практику региональные нормативы ее выращивания. Под научным патронажем коллектива были созданы, успешно функционируют и развиваются первые в Вологодской области форелеводческие хозяйства

Список литературы

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

2. Коновалов А. Ф. Акклиматизация рыб в водоемах Вологодской области и ее результаты // Вопросы рыболовства.– 2014. – Том 15, № 2.– С. 250–269.

3. Коновалов А. Ф., Борисов М. Я. Направления работ по вселению и товарному выращиванию рыб в водоемах Вологодской области // Рыбоводство и рыбное хозяйство.– 2015. – № 5. – С. 14–18.

УДК 579.62:639.3.09

РЕЗУЛЬТАТЫ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЛОСОСЕВЫХ РЫБ НА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.В. Белозерова, Л.А. Вишнякова, А.С. Прищепа, Е.М. Соловьева

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

Аннотация. Основным негативным фактором, лимитирующим аквакультурную деятельность, являются заразные заболевания различной этиологии. К наиболее опасным бактериальным болезням лососевых рыб относятся аэромоноз и псевдомоноз. Регулярные микробиологические исследования являются эффективной мерой ранней диагностики бактериальных инфекций

Ключевые слова: лососевые рыбы, бактериальные болезни, аэромоноз, псевдомоноз, микроорганизмы, патогенные штаммы

RESULTS OF MICROBIOLOGICAL STUDY OF SALMON FISH AT FISH-BREEDING PLANTS OF LENINGRAD REGION

D.V. Belozerova, L.A. Vishniakova, A.S. Prishchepa, E.M. Soloveva

Summary. The main negative factor limiting aquaculture activities are contagious diseases of various etiologies. The most dangerous bacterial diseases of salmon fish include aeromonosis and pseudomonosis. Regular microbiological studies are an effective measure of early diagnosis of bacterial infections.

Key words: salmon fish, bacterial diseases, aeromonosis, pseudomonosis, microorganisms, pathogenic strains

Среди проблем, сдерживающих развитие искусственного воспроизводства водных биоресурсов, наиболее значимы болезни объектов выращивания. Заразные заболевания различной этиологии, включая бактериальные, негативно сказываются на темпах роста и репродуктивных свойствах культивируемых гидробионтов, могут вызвать их массовую гибель и нанести существенный экономический ущерб. Причины возникновения бактериальных болезней рыб в аквакультуре, как правило, носят комплексный характер, обусловленный как действием специфических агентов – возбудителей, так и неспецифических факторов среды обитания. На рыбоводных предприятиях в отличие от естественных водоемов на условиях выращивания могут сказываться высокая интенсификация производственных процессов и значительные колебания параметров окружающей среды, что не только ослабляет организм рыб, но и способствуют накоплению, сохранению и передаче опасных патогенов. [1, 3].

В соответствии с Ветеринарными правилами проведения регионализации территории Российской Федерации [2] аэромонозы лососевых и псевдомоноз отнесены к эпизоотически значимым бактериальным болезням рыб.

Исследования по выявлению указанных заболеваний и их возбудителей имеют особое значение для северо-западного региона, где представители семейства

лососевых, являясь ценными промысловыми видами, традиционно востребованы в качестве объектов воспроизводства.

В настоящее время на территории Ленинградской области расположены шесть организаций, занимающихся искусственным воспроизводством лососевых рыб: рыбоводные заводы – Волховский, Нарвский, Невский, Свирский, Лужский производственно-экспериментальный лососевый, а также Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства. Испытательная лаборатория микробиологического мониторинга и оценки безопасности Санкт-Петербургского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга) регулярно участвует в комплексном ихтиопатологическом обследовании данных организаций в части бактериальных болезней.

В работе представлены результаты микробиологических исследований, выполненных в период с апреля по июнь 2019 г. с целью выявления аэромоноза и псевдомоноза и их возбудителей. Отбор проб осуществляли в Федеральном селекционно-генетическом центре рыбоводства и на трех рыбоводных заводах – Невском, Волховском и Лужском. Общее количество лососевых рыб, подвергнутых бактериологическому анализу, составило 105 особей – атлантический лосось (*Salmo salar),* волховский сиг (*Coregonus lavaretus baeri),* кумжа (*Salmo trutta)*, радужная форель (*Oncorhynchus mykiss),* палия (*Salvelinus lepechini*).

При выполнении исследований применяли общепринятые методы диагностики бактериальных болезней рыб [4, 5]. Для выявления клинических признаков заболевания осуществляли внешний осмотр, внутренние органы при патологоанатомическом вскрытии оценивали по цвету, структуре ткани, наличию отеков, опухолей, кровоизлияний. Материал для первичных бактериологических посевов отбирали с соблюдением правил асептики из тканей и органов рыб – жабр, печени, почек, селезенки. Выделенные бактериальные культуры, подозреваемые в качестве этиологического агента, подвергали идентификационным тестам для определения соответствия их ферментативных и биохимических свойств дифференцирующим признакам предполагаемых возбудителей.

По результатам исследований при осмотре рыб в качестве отклонений от нормы чаще других отмечались: анемия жабр и незначительные повреждения плавников, а также при патологоанатомическом вскрытии – небольшие кровоизлияния на поверхности внутренних органов и бледная окраска печени.

Оценка бактериального роста на первичной питательной среде – триптон-соевый агар, выявила 91 характерную колонию, по культуральным признакам схожую с предполагаемым возбудителем *Aeromonas salmonicida.* Микроорганизмы обладали оксидазо- и каталазоположительными свойствами, показывали рост как неподвижные грамотрицательные бактерии. При посеве на мясо-пептонный агар при 37˚С основное количество культур не давало рост. Так же бактерии осуществляли ферментацию и окисление на среде Хью-Лейфсона, ферментировали маннит и мальтозу на среде Гисса, разжижение желатина происходило в виде кратера. Однако, у выделенных бактериальных культур отсутствовали гемолитические свойства, происходило активное расщепление лактозы и сахарозы, что исключало наличие *A. salmonicida* в выделенном комплексе аэромонад.

При выявлении предполагаемого патогенного вида *Ps. fluorescens* характерный рост в первичных посевах на мясо-пептонном агаре и на среде для детекции продукции псевдомонадами флюоресцеина (Pseudomonas Agar For Fluorescein) дали 117 бактериальных культур. Диагностическая дифференциация показала значительное количество признаков, свойственных возбудителю. Выросли оксидазоположительные, каталазоположительные и грамотрицательные палочки. У

бактерий наблюдалась щелочная реакция на среде Клиглера, а также проявление сахаролитических свойств на среде Хью-Лейфсона. Тем не менее, выделенные микроорганизмы имели активное протеолитическое действие в виде послойного разжижения желатина, выделяли сероводород, обладали активной ферментацией мальтозы на среде Гисса, что свидетельствовало об отсутствии *Ps. fluorescens*.

По итогам проведенных микробиологических исследований выделенные культуры относились к родам *Aeromonas* и *Pseudomonas*, но не идентифицировались как *A. salmonicida* и *Ps. fluorescens*. По результатам выполненных исследований ни одна из выделенных бактериальных культур, подозреваемых в качестве этиологического агента, не обладала совокупностью идентификационных признаков предполагаемого патогена, что свидетельствовало об отсутствии инфицирования рыб и характеризовало ихтиопатологическое благополучие обследованных предприятий и культивируемых объектов в части опасных заболеваний – аэромоноза и псевдомоноза.

Список литературы

1. Богданова Е.А. Болезни лососевых и сиговых рыб в аквакультуре / Под ред. О.А Витенко, Ю.А. Барулина. – СПб: ГосНИОРХ, 1994. – 184 с.
2. Ветеринарные правила проведения регионализации территории Российской Федерации: Приказ Минсельхоза России от 14.12.2015 № 635. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.pravo.gov.ru (официальный интернет-портал правовой информации)
3. Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., и др. / Под ред. Головиной Н.А., Бауера О.Н. Ихтиопатология: Учебник. – М.: Колос, 2010. – 512 с.
4. Мусселиус В.А., Ванятинский В.Ф., Вахман А.А. и др. / Под ред. Мусселиус В.А. Лабораторный практикум по болезням рыб: Учебное пособие. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 296 с.
5. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб: в 2-х ч. – М.: Отдел маркетинга АМБ-агро, 1999. – Ч. 1. – 310 с., Ч. 2. – 234 с.

УДК: 597.553.2:597-12

ИХТИОФОНОЗ У ПОЛОВОЗРЕЛОГО КИЖУЧА НА ЛОСОСЕВОМ РЫБОВОДНОМ ЗАВОДЕ (КАМЧАТКА)

Е.В. Бочкова, Т.В. Рязанова

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («КамчатНИРО»),

г. Петропавловск-Камчатский, Россия, bochkova.e.v@kamniro.ru

Аннотация. Впервые на Камчатке в органах и тканях половозрелого кижуча *Oncorhynchus kisutch*, используемого для заводского воспроизводства, обнаружены покоящиеся споры паразитического простейшего р. *Ichthyophonus*. Наиболее сильное заражение патогеном отмечали в гемопоэтическом отделе почек, где большая часть тканей хозяина была замещена разноразмерными спорами ихтиофонуса.

Ключевые слова: ихтиофоноз, покоящиеся споры, кижуч, лососевый рыбоводный завод, Камчатка

ICHTHYOPHONUS INFECTION IN MATURE COHO SALMON ON SALMON HATCHERY (KAMCHATKA)

E.V. Bochkova, T.V. Ryazanova

Kamchatka Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (“KamchatNIRO”),
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, bochkova.e.v@kamniro.ru

Summary. For the first time, resting spores of *Ichthyophonus* were found in the organs and tissues of the mature coho salmon *Oncorhynchus kisutch* caught for the salmon hatchery «Viluisky» in Kamchatka. The hematopoietic part of the kidneys was most severely affected by the pathogen: most of the host tissues were replaced by different-sized spores of *Ichthyophonus*.

Key words: Ichthyophonus infection, resting spore, coho salmon, salmon hatchery, Kamchatka

Ихтиофоноз является опасным заболеванием более 80 видов рыб, включая лососей [5]. Длительное время этот патоген относили к грибам. Относительно недавно, на основании молекулярного анализа ихтиофонус был отнесен к простейшим (род *Ichthyophonus*, класс *Ichthyosporea*, подтип Choanozoa) [3]. Ихтиофоноз широко распространен в различных регионах Мирового океана, включая Северную Пацифику. На Камчатке первый случай ихтиофоноза был зарегистрирован в 2004 г. у молоди кижуча на Вилюйском лососевом рыбоводном заводе (ВЛРЗ), расположенном на оз. Большой Вилюй [1].

На лососевых рыбоводных заводах Камчатки осуществляется ежегодный контроль состояния здоровья половозрелых особей, используемых для заводского воспроизводства. Для этой цели проводится комплексный анализ, включающий клинические, вирусологические, бактериологические, гистологические и паразитологические исследования рыб. В 2019 г. на ВЛРЗ у половозрелого кижуча (1,7% рыб) в почках обнаружили большое количество узелковых образований кремового цвета размером до 5 мм. На основании этого признака сделали предположение о наличии у кижуча опасного заболевания — ихтиофоноза.

От кижуча с визуальными признаками патологии отобрали образцы внутренних органов для гистологических исследований. Пробы фиксировали в жидкости Дэвидсона в течение 48 часов, затем переносили в 70% спирт. Дальнейшую обработку материала проводили по общепринятым гистологическим методикам [2]. Препараты окрашивали гематоксилин-эозином по Мейеру и по Романовскому-Гимзе. Кроме того, изготовили свежие водные препараты тканей почки, которые микроскопировали непосредственно после приготовления, а также через сутки культивирования во влажной камере. Материал анализировали с использованием светового микроскопа Olympus AL-2, снабженного цифровой фотографической камерой.

Гистологические исследования показали наличие в тканях и органах кижуча большого количества толстостенных и тонкостенных покоящихся спор характерного для ихтиофонуса строения. Размеры спор варьировали от 20 до 250 мкм. Толстостенные споры лежали раздельно, в то время как тонкостенные, как правило, были объединены в группы. Вокруг спор отмечали наличие воспалительной грануляционной ткани хозяина, которая формировала относительно тонкий слой клеток или крупные гранулематозные образования, иногда с некротическим центром. Споры паразита регистрировали в почках,

печени, селезенке, стенках желудочно-кишечного тракта, поджелудочной железе, сердце, скелетной мускулатуре и жировой ткани, жабрах (рис. 1).

По литературным данным [4], наиболее вероятный путь заражения рыбы спорами р. *Ichthyophonus* происходит через кишечник, что подтверждается экспериментальными данными. Попав в организм хозяина, инфекционные стадии ихтиофонуса пассивно распространяются по всем тканям через кровь или лимфатическую систему, поэтому хорошо снабжаемые кровью органы обычно становятся первой мишенью. В наших исследованиях, наиболее сильное заражение паразитом отмечали в гемопоэтическом отделе почек, где большая часть тканей хозяина была замещена разноразмерными спорами ихтиофонуса (рис. 1 Б).

Сферические клетки, часто называемые «покоящимися спорами» — наиболее часто наблюдаемая стадия развития в тканях хозяина [5]. Как правило, такие клетки или их группы окружены сформированной воспалительными клетками хозяина капсулой. При сильном заражении, клетки паразита и гранулематозная ткань может практически полностью замещать нормальную ткань хозяина. Однако такая гранулематозная реакция встречается и при других заболеваниях рыб. Наличие характерного прорастания покоящихся спор в свежем инфицированном материале тканей рыб является подтверждающим ихтиофоноз диагностическим признаком [5]. При микроскопическом исследовании свежих водных препаратов тканей почки кижуча мы также выявили покоящиеся споры паразита (рис. 2 А). Через сутки культивирования свежих препаратов во влажной камере кроме покоящихся спор отмечали процесс прорастания спор с формированием характерных разветвляющихся выростов или «гиф».

Таким образом, прорастание спор на водных препаратах почки подтверждает диагноз «ихтиофоноз» у кижуча с ВЛРЗ. Такие же прорастающие споры обнаружили при гистологическом анализе тканей печени (рис. 2 Б). По данным исследователей такое прорастание может быть обнаружено на гистологических препаратах, если фиксация тканей была произведена не сразу, а через 4-5 часов после гибели рыбы [5]. Тот факт, что мы производили фиксацию сразу после забоя рыбы, указывает, что прорастание спор ихтиофонуса может начинаться до гибели хозяина. Возможно, в данном случае это обусловлено также преднерестовыми изменениями в организме рыб. Как известно, большинство проходных видов лососей погибает после нереста.

Большинство случаев обнаружения ихтиофоноза происходит у рыб в морской воде (открытое море, лиманы и т.д.). В пользу морского происхождения может говорить и тот факт, что нет ни одного свидетельства естественной эпизоотии ихтиофоноза в пресноводной среде. Очень часто заражение ихтиофонозом в хозяйствах происходит при скармливании свежей морской или мигрирующей между пресной и морской водой рыбы. Так, в 2004 г. заражение ихтиофонозом выращиваемой на ВЛРЗ молоди кижуча, предположительно, произошло в результате скармливания ей фарша, приготовленного из сырой тихоокеанской сельди, выловленной в солоноватоводном оз. Большой Вилюй. Проведенные исследования сельди из этого озера показали наличие покоящихся спор ихтиофонуса в тканях 7% рыб [1]. Источник заражения патогеном тихоокеанской сельди в 2004 г., как и половозрелого кижуча в 2019 г. неизвестен, однако повторная регистрация опасного паразита у рыб в этом водоеме увеличивает опасность его проникновения на рыбоводный завод. Лечение ихтиофоноза не разработано, необходимо строгое соблюдение всех рекомендуемых при выращивании лососей ветеринарно-санитарных правил, включая контроль

состояния здоровья как выращиваемой молоди, так и половозрелых рыб, используемых в технологических процессах для заводского воспроизводства.

Список литературы

1. Гаврюсева Т.В. Первый случай ихтиофоноза у молоди кижуча Oncorhynchus kisutch (Walbaum) в условиях аквакультуры на Камчатке // Биология моря.– 2007.– т.33, № 1.– С. 49-53.
2. Bancroft D., Stevens A., Turner D. Theory and practice of histological techniques. Edinburgh; London: Churchill Livingstone, Inc., 1990.– 725 p.
3. Ragan M.A., Murphy C.A., Rand T.G. Are Ichthyosporea animals or fungi? Bayesian phylogenetic analysis of elongation factor 1 alpha of *Ichtyophonus irregularis* // Molecular Phylogenetics and Evolution.– 2003.– № 29.– P. 550-562.
4. McVicar A.H. *Ichthyophonus* infections of fish. In: Roberts, R.J. (ed.) Microbial Diseases of Fish. Academic Press, London, 1982.– P. 243-269.
5. McVicar A.H. Ichtyophonus. In Fish Diseases and Disorders. V.3: Viral, Bacterial and Fungal Infection, 2 nd Edition (eds. P.T.K. Woo, D.W. Bruno). CABI Publishing, 2011.– P. 721-747.

УДК 597.2/.5:373.291

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ РЫБ

С.О. Бубунец[1], М.М. Карташова[2]

[1]Государственный социально-гуманитарный университет, г. Коломна, Московская область, РФ, bubunets@bk.ru, [2]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, РФ

Аннотация. В статье рассмотрено влияние содержания тяжелых металлов в воде и донных отложениях на аборигенных и вселенных представителей ихтиофауны прудов парка «Дружба».

Ключевые слова: гидрохимические показатели, донные отложения, ткани и органы рыб, никель, медь, цинк, кадмий, свинец.

INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON ACCUMULATION IN ORGANS AND TISSUES OF FISH

S.O. Bubunets[1], M.M. Kartashova[2]

[1]State Social and Humanitarian University, Kolomna, Moscow Region, RF, bubunets@bk.ru, [2]Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazeva, Moscow, RF

Summary. The article deals with the influence of heavy metals in water and bottom sediments on the indigenous and introduced representatives of the ichthyofauna of the pond park "Druzhba".

Key words: hydrochemical indicators, bottom sediments, fish tissues and organs, nickel, copper, zinc, cadmium, lead.

Водные объекты – наиболее уязвимый элемент ландшафта городской среды. Поэтому в любой момент времени они отражают реальное состояние окружающей среды. Тяжелые металлы – одна из приоритетных групп загрязняющих веществ,

имеющих как локальное, региональное, так и глобальное распространение. Их поступление в водную среду связано с природными и антропогенными источниками.

Территория природного комплекса «Парк Дружбы», площадью более 111 га, имеет достаточно высокий уровень благоустройства и активно используется для прогулок и отдыха жителями и гостями округа. Месторасположение водоемов обусловливает высокие техногенные и рекреационные нагрузки на его прибрежную зону.

Материалом для изучения содержания ионов тяжелых металлов (Cu, Cd, Ni, Pb и Zn) послужили пробы воды, донных отложений, образцы тканей и органов (печень, костная и мышечная ткань) рыб. Схема отбора проб, детальный анализ кормовой базы прудов парка «Дружба» нами освещался ранее [1,2].

Результаты химического анализа проб воды водного объекта обобщены и представлены в таблице 1.

Анализ на соответствие гидрохимических показателей в прудах к общим требованиям выявил отклонение от нормативных значений [ОСТ 15.372-87, 1988; приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. №552].

В прудах парка «Дружба» установлено превышение ПДК [5] по содержанию средних значений в пробах по 4 показателям из 5, а именно:

- Ni (никель) – 0,0265 (норма ≤ 0,01 мг/л), превышение в 2,65 раза;
- Cu (медь) - 0,102 (норма ≤ 0,001 мг/л), превышение в 102 раза;
- Zn (цинк) - 0,5 (норма ≤ 0,01 мг/л), превышение в 50 раз;
- Pb (свинец) - 0,105 (норма ≤ 0,006 мг/л), превышение в 1,75 раза.

Таблица 1 Содержание тяжелых металлов в пробах воды

Показатели	Ni (мг/л)	Cu (мг/л)	Zn (мг/л)	Cd (мкг/л)	Pb (мг/л)
Дружба 1					
Lim	0,016-0,048	0,01-0,21	0,28-0,53	0,10-0,23	0,009-0,014
M±m	**0,033**± 0,007	**0,071**± 0,047	**0,45**± 0,06	0,15± 0,03	**0,011**± 0,001
Cv, %	40,2	133,5	26,5	39,5	19,7
Дружба 2					
Lim	0,016-0,024	0,035-0,230	0,47-0,62	0,10-0,17	0,010
M±m	**0,020**±0,004	**0,133**±0,098	**0,55**±0,08	0,14±0,04	0,010
Cv, %	28,3	104,1	19,5	36,7	--
ПДК	0,01	0,001	0,01	5,0	0,006

Повышенное содержание тяжелых металлов в воде – следствие близости расположения дорог с интенсивным автомобильным движением, которые являются источниками загрязнения, как прилегающей территории, так и воды в прудах. Загрязнения поступают с поверхностным стоком по уклону рельефа во время дождей и снеготаяния.

Основная часть связанного вещества из воды переходит в донные осадки, в результате чего они часто содержат очень высокие уровни загрязняющих веществ, в то время как их концентрация в воде может быть незначительной.

Полученные результаты химического анализа проб донных отложений обследуемых водоемов обобщены и представлены в таблице 2.

Таблица 2 Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях, мг/кг

Показатели	Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Дружба 1					
Lim	17,94-29,17	110,44-218,29	106,16-188,32	0,71-1,33	83,09-302,93
M±m	22,72± 3,35	**178,76**±34,30	**153,10**±24,43	**1,07**±0,19	**176,24**±65,64
Cv, %	25,51	33,24	27,64	30,14	64,51
Дружба 2					
Lim	16,01-21,06	110,44-207,56	106,16-164,83	0,71-1,33	83,09-302,93
M±m	18,34± 1,47	**143,36**±32,10	**138,16**±17,15	**0,98**±0,18	**164,90**+69,41
Cv, %	13,9	38,8	21,5	32,7	72,9
Кларки химических элементов					
мл/кг	58,0	47,0	83,0	0,13	16,0

Для оценки степени загрязнения донных отложений использованы средние кларковые значения содержания элементов в земной коре [4]. Анализ на соответствие тяжёлых металлов в донных отложениях прудов к выбранным требованиям выявил ряд отклонений.

В прудах парка «Дружба» установлено превышение средних величин в пробах по 4-м показателям из 5, а именно:

- Cu (медь) – 161,06 (норма ≤ 47,0 мг/кг), превышение в 3,4 раза;
- Zn (цинк) – 145,63 (норма ≤ 83,0 мг/кг), превышение в 1,75 раза;
- Cd (кадмий) – 1,025 (норма ≤ 0,13 мг/кг), превышение в 7,88 раза;
- Pb (свинец) – 170,57 (норма ≤ 16,0 мг/кг), превышение в 10,66 раза.

Схема аналитических исследований и описание пробоподготовки образцов ткани и органов рыб нами освещено раннее [3]. Спектральный анализ содержания тяжелых металлов в органах и тканях изучаемых видов рыб до начала интенсивного питания (после зимовки) позволил выявить превышение $ПДК_{СанПиН}$ [6], в печени и костной ткани по ряду показателей (табл. 3).

Анализируемые органы и ткани разных видов рыб аккумулируют различные металлы в разной степени. Распределение металлов в организме рыб характеризуется неравномерностью и зависит от свойств самого металла и функциональных особенностей органов.

В образцах костной ткани обоих видов рыб выявлено превышение средних значений по никелю в 1,42-2,6 раза, цинку в 1,55-1,92 раза, а для плотвы и по свинцу. В образцах печени обоих видов отмечено превышение содержания Cu в 1,66-2,33 раза, а для карпа и содержания Zn в 1,91 раза. Для свинца (Pb) и никеля (Ni) характерны более низкие значения, а для кадмия (Cd) отмечена самая низкая концентрация.

Полученные результаты показывают, что накопление металлов в мышечной ткани минимально, в печени максимальное накопление кадмия (Cd) и меди (Cu), в костной ткани цинка (Zn), свинца (Pb), и никеля (Ni). В изученных образцах содержание металлов отличается по видам рыб, так величина меди (Cu) и кадмия (Cd) выше у карпа, а свинца (Pb) и никеля (Ni) у плотвы.

Таблица 3 Содержание тяжёлых металлов в органах и тканях рыб, мг/кг сырой массы

Показатель		Ni	Cu	Zn	Cd	Pb
Костная ткань						
плотва	Lim	0,79-2,01	1,85-2,25	43,70-138,20	0,003-0,006	0,20-2,59
	M±m	**1,30**±0,36	2,06±0,12	**76,95**±30,66	0,004±0,001	**1,02**±0,79
	Cv, %	48,4	9,7	69,0	26,2	133,8
карп	Lim	0,67-0,76	1,40-3,62	37,78-102,58	0,003-0,006	0,14-0,29
	M±m	**0,71**±0,03	2,34±0,66	**61,97**±20,43	0,005±0,001	0,19±0,05
	Cv, %	6,3	49,2	57,1	24,8	44,7
Печень						
плотва	Lim	0,14-0,32	11,06-27,36	29,74-36,90	0,04-0,05	0,16-0,91
	M±m	0,22±0,05	**16,62**±5,37	32,72±2,15	0,05±0,002	0,43±0,24
	Cv, %	41,6	56,0	11,4	7,6	96,7
карп	Lim	0,08-0,12	22,69-23,85	39,05-142,14	0,05-0,14	0,11-0,15
	M±m	0,10±0,01	**23,30**±0,34	**76,54**±32,91	0,09±0,03	0,13±0,01
	Cv, %	20,6	2,5	74,5	59,0	16,2
Мышцы						
плотва	Lim	0,07-0,10	1,29-2,80	5,02-10,58	0,002-0,005	0,11-0,42
	M±m	0,09±0,01	1,81±0,49	6,89±1,84	0,003±0,001	0,22±0,10
	Cv, %	19,9	46,9	46,3	46,7	80,6
карп	Lim	0,07-0,11	2,05-2,55	7,83-8,45	0,003-0,007	0,09-0,15
	M±m	0,09±0,01	2,23±0,16	8,04±0,20	0,005±0,001	0,12±0,02
	Cv, %	23,9	12,6	4,3	41,1	21,6
ПДК*						
мг/кг		0,5	10,0	40,0	0,2	1,0

* Санитарные правила и нормы (СанПиН) 2.3.2.560-96. М., 1997.

Результаты исследования городских прудов парка «Дружба» свидетельствуют об их весьма напряжённом экологическом состоянии. Отмечается превышение норм в пробах воды и донных отложениях по меди, цинку и свинцу. Накопление тяжелых металлов в мышцах тканей минимально.

Полученные отличия можно связать с периодом жизни в водоёме и биологией питания рыб, плотва – абориген, карп – вселенец. На наш взгляд вода в прудах до начала активного питания оказывает большее влияние на накопление тяжёлых металлов, чем донные осадки.

Список литературы

1. Бубунец, С.О. Биологическая оценка малых водоёмов, расположенных в парковых зонах города Москвы / С.О. Бубунец, А.В. Жигин, Э.В. Бубунец // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство.- № 1 (март).- 2018. – С. 14-26.

2. Бубунец, С.О. Малые парковые водоёмы городской агломерации: характеристика среды обитания гидробионтов / С.О. Бубунец // Рыбоводство и рыбное хозяйство. - № 6 (149).- 2018. - С. 28-40.

3. Бубунец, С.О. Содержание тяжёлых металлов в ихтиофауне парковых прудов г. Москвы // С.О. Бубунец, Э.В. Бубунец, А.В. Жигин // Рыбное хозяйство. – 2019. – № 2. – С. 7-11.

4. Виноградов, А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных пород земной коры/ А.П. Виноградов // Геохимия. - 1962. - №7. - С. 555-571.
5. ОСТ 15.372-87 Охрана природы. Гидросфера. Вода для рыбоводных хозяйств, общие требования и нормы. - М.: ВНПО по рыбоводству, 1988. - 19 с
6. СанПиН 2.3.2.560-96, Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов М., 1997. - 126 с.

УДК 589.45

ЗАБОЛЕВАНИЯ РЫБ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ

Л.К. Говоркова[1], О.К. Анохина[2]

[1]ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань, Россия, govorkovagoncharenko@mail.ru

[2]ФГБНУ «ВНИРО» Татарский филиал, Казань, Россия, nanohin

Аннотация: Рыбное хозяйство является самым быстро растущим в мире сектором пищевой промышленности. В мировой практике в последний период ведущее значение приобретает метод аквакультуры. Эффективность работы в рыбоводных хозяйствах в значительной степени зависит от их эпизоотического состояния. Необходимо осуществлять регулярный контроль за возбудителями, которые вызывают заболевания не только у рыб, но и у человека.

Ключевые слова: рыбохозяйственные водоемы, аквакультура, паразиты рыб, болезни, эпизоотии.

DISEASES OF FISH IN FISHERY RESERVOIRS

L.K. Govorkova. O.K. Anohina

Summary: Fisheries is the fastest growing food processing sector in the world. In world practice, the aquaculture method has recently become of leading importance. The efficiency of work in fish farms largely depends on their epizootic state. It is necessary to carry out regular monitoring of pathogens that cause diseases not only in fish, but also in humans.

Keywords: fishery reservoirs, aquaculture, fish parasites, diseases, epizootics.

Рыбное хозяйство играет большую роль в продовольственном секторе России, составляя по удельному весу в общих объемах производимой товарной продукции около 11%, в основных фондах - 17%, в численности занятого персонала - 15%. В некоторых приморских субъектах Российской Федерации (Камчатская, Мурманская, Калининградская и Астраханская области, Приморский край) рыбная промышленность играет основополагающую роль в продовольственном комплексе [3]. Что же касается рыбоводных хозяйств Республики Татарстан в целом, то на сегодняшний день к столу татарстанцев они отправили 180 т карпов, толстолобиков и белых амуров. ООО «Рыбхоз «Арский» с начала текущего года реализовал 33 т товарной рыбы. В прошлом году к отправке карпов, толстолобиков и белых амуров хозяйство смогло приступить только в конце августа. До конца года рыбоводы «Арского» планируют реализовать около 300 т товарной рыбы.

Современные формы ведения прудового рыбоводства предусматривают уплотненные посадки рыб в пруды, что обуславливает тесный контакт выращиваемых рыб, а отсюда и благоприятные условия для распространения различных болезней. Наибольший удельный вес продолжают занимать

инвазионные заболевания, распространенность которых составляет 66% от общего числа неблагополучных хозяйств: из них ботриоцефалез - 42%, филометроидоз - 11%, воспаление плавательного пузыря - 11%. В рыбоводных хозяйствах зоны Северного Кавказа часто отмечаются вспышки паразитарных и инфекционных заболеваний, которые являются существенным фактором, снижающим продуктивность прудов рыбоводных хозяйств. Часто паразитарные заболевания у рыб, как и у других животных организмов, протекают в ассоциации, что осложняет течение заболеваний. В условиях Краснодарского края проведён анализ паразитофауны веслоноса (*Polyodon spathula*), акклиматизируемого объекта прудового рыбоводства, завезённого из США. Паразитофауна веслоноса в прудовых хозяйствах Краснодарского края представлена тремя видами паразитов: *Ichthyophtirius multifiliis, Dactylogyms wastator и Gyrodactylus cyprini*. Основным источником и резервуаром заражения веслоноса данными видами паразитов является рыба-краснопёрка, лещ, уклея. В прудовых хозяйствах Краснодарского края выявлено, что наиболее опасный паразит для веслоноса – круглоресничная инфузория *I. multifiliis*, вызывающая гибель до 10% молоди рыб [3] .

Со времени заполнения Куйбышевского водохранилища (1957 г.) прошло много лет. В результате зарегулирования стока реки Волга и образования Куйбышевского водохранилища, начались и продолжаются до сих пор исследования паразитофауны уже вновь созданного водоема. При исследовании различных видов рыб: стерлядь, щука, синец, красноперка, плотва, серушка, язь, жерех, линь, уклея, густера, лещ, белоглазка, чехонь, сазан, карась, сом, налим, судак, берш, окунь, ерш, было идентифицировано 170 видов паразитов [2]. Распределение паразитов у различных видов рыб по отдельным участкам водохранилища неравномерно. Многие паразиты встречаются единично, многие имеют такой цикл развития, при котором значительное время года рыбы остаются незараженными. Наряду с этим имеются паразиты, которые вызывают серьезные заболевания рыб и человека, и имеют важное эпидемиологическое значение. В Куйбышевском водохранилище в последние годы наиболее распространенными были заболевания дифиллоботриоз, описторхоз, лигулез [1]. В отношении этих видов гельминтов, вызывающих заболевание не только у рыб, но и у человека, необходимо осуществлять регулярный контроль.

Список литературы

1. Калайда М.Л., Говоркова Л.К. Оценка эпизоотического состояния водоемов как важная задача развития аквакультуры Республики Татарстан//Проблемы иммунологии, патологии и охраны рыб. М.:Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. 346 с.

2. Куйбышевское водохранилище. Л.: Наука, 1983. 214 с.

3. Френдриков П.В. Паразитарные болезни растительноядных и акклиматизируемых рыб в прудовых хозяйствах Краснодарского края (паразитофауна, эпизоотология, патогенез и профилактика)//Автореф. канд. дисс. Иваново, 2008. 167 с.

УДК 578.39

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОФЛОРЫ РЫБ И СРЕДЫ ИХ ОБИТАНИЯ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

Л.К. Говоркова

ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет», Казань, Россия, govorkovagoncharenko@mail.ru

Аннотация. Вода является естественной средой обитания разнообразных микроорганизмов, сосуществующих в виде сложных ассоциаций, характеристики которых могут изменяться в индустриальных условиях. Среди основных групп бактерий выделяются гетеротрофные, которые участвуют в самоочищении водных экосистем, потребляя органические вещества.

Ключевые слова: микробные сообщества, установки с замкнутым циклом водообеспечения, аквакультура, бактериальные заболевания, микробиоценоз.

RESEARCH OF FISH MICROFLORA AND THEIR HABITAT IN INDUSTRIAL CONDITIONS

L.K. Govorkova

Summary: Water is a natural habitat for a variety of microorganisms that coexist in complex associations, the characteristics of which can change under industrial conditions. Among the main groups of bacteria, heterotrophic bacteria are distinguished, which are involved in the self-purification of aquatic ecosystems, consuming organic matter.

Keywords: microbial communities, installations with a closed cycle of water supply, aquaculture, bacterial diseases, microbiocenosis.

Развитие индустриального рыбоводства с использованием установок с замкнутым циклом водообеспечения должно базироваться не только на знаниях биологии разводимого объекта, технологии его выращивания, основ очистки воды, сбалансированности и качества кормов, но и учитывать закономерности формирования микробных сообществ и их функционирование в замкнутых системах [1].

Микробная популяция замкнутых систем состоит из двух взаимосвязанных групп. Это микрофлора окружающей организм среды и аутофлора самого макроорганизма. Главная особенность микрофлоры замкнутой системы - изменение ее видового состава [2]. Это происходит из-за ограниченного числа индивидуумов, составляющих популяцию замкнутой системы. При сдвигах в микрофлоре создаются благоприятные условия для колонизации макроорганизма новыми видами, зачастую патогенными. В замкнутой системе в кишечнике содержащихся объектов повышается численность патогенных штаммов аутофлоры. Все эти причины определяют суммарное снижение видового состава микроорганизмов, окружающих разводимый объект в замкнутой системе. Численность может даже возрастать из-за нарушения санитарных мероприятий [3]. Нормальная микрофлора гидробионтов - саморегулирующаяся система. Однако даже облигатные представители микрофлоры могут играть отрицательную роль: демонстрировать конкуренцию за питательные вещества. Это и наблюдается на первоначальных этапах экспериментов в замкнутых системах, когда происходят адаптационные изменения. Это касается изменений аутофлоры кожных покровов и микрофлоры кишечника [4].

У здоровой живой или только что погибшей рыбы микрофлора обнаруживается на поверхности, жабрах и в содержимом желудочно - кишечного тракта. Количество бактерий на поверхности только что выловленной рыбы и жабрах колеблется в широких пределах (от 102 до 107 КОЕ/мг поверхности тела и жабр). Среди факторов, способствующих колонизации микроорганизмов в желудочно-кишечном тракте, выделяют температуру и соленость воды, питание и пищевые компоненты, строение кишечника и условия обитания в кишечнике, взаимоотношения в нем различных групп бактерий, использование антибиотиков. Исследования, проводимые в бассейнах установки замкнутого водообеспечения на кафедре «Водные биологические ресурсы и аквакультура» Казанского энергетического университета показали, что наблюдалась обсемененность рыб выделенным условно-патогенным микроорганизмом *Aeromonas hydrophila*. А также были обнаружены бактерии рода *Bacillus* - нормальная микрофлора гранулированных кормов. Присутствие на коже бактерий рода *Bacillus*, по-видимому, связано с длительным нахождением в воде выростных емкостей гранул корма. Состав микрофлоры кожи, жабр был сформирован в основном микроорганизмами, обитающими в воде, прежде всего ассоциациями бактерий родов *Aeromonas, Pseudomonas*.

Таким образом, для возникновения болезни у рыб необходимо взаимодействие трех факторов: восприимчивости хозяина, вирулентности возбудителя болезни и определенных условий окружающей среды [5]. К числу наиболее патогенных для рыб возбудителей относят представителей следующих родов: *Aeromonas, Pseudomonas*, которые и были обнаружены у рыб.

Список литературы

1. Пономарев С.В. Индустриальная аквакультур // Москва, 2006. - 312с.
2. Ивчатов А.Л. Химия воды и микробиология: Учебник // М.: НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 218 с.
3. Головина Н.А. Ихтиопатология / Учебник. Под ред. Головиной Н.А. -2-е издание, перераб. и дополн. М.: Колос, 2010. - 512 с.
4. Госманов Р.Г. Микробиология: Учебное пособие // СПб.: Лань, 2011. - 496 с.
5. Козлов В.И. Аквакультура // М.: КолосС, 2006.- 423с.

УДК 576.89

ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

И.И. Гордеев[1,2], В.Н. Леман[1]

[1]Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Москва, Россия; [2]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия, gordeev@vniro.ru

Аннотация. Суммарный выпуск молоди тихоокеанских лососей лососевыми рыбоводными заводами на Дальнем Востоке России в 2019 году составил 1,18 млрд особей. После попадания в морскую среду молодь в течение длительного времени остается у берега, где становится объектом заражения паразитами, в частности трематодой *Brachyphallus crenatus*. возникающие при этом риски должны быть тщательно исследованы в целях повышения эффективности усилий по искусственному разведению тихоокеанских лососей.

Ключевые слова: oncorhynchus, паразиты, лососевые, рыбоводные заводы, дальний восток

PARASITOLOGICAL RISKS IN ARTIFICIAL REPRODUCTION of PACIFIC SALMON

I. I. Gordeev [1,2], V. N. Le Mans 1

[1] All-Russian research Institute of fisheries and Oceanography, Moscow, Russia;
[2] Lomonosov Moscow state University, Moscow, Russia, gordeev@vniro.ru

Summary. The total output of young Pacific salmon by salmon hatcheries in the Russian far East in 2019 amounted to 1.18 billion individuals. After entering the marine environment, juveniles remain near the shore for a long time, where they become infected with parasites, in particular the trematode Brachyphallus crenatus. the risks involved should be carefully investigated in order to improve the effectiveness of artificial breeding efforts for Pacific salmon.

Keywords: Oncorhynchus, parasites, salmon hatcheries, far East

На Дальнем Востоке России успешно работает несколько десятков лососевых рыбоводных заводов, которые осуществляют искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей и выпуск их молоди в естественную среду обитания. Большая часть молоди выпускается на Курилах и на о. Сахалин, а суммарный выпуск в 2019 г. составил около 1,18 млрд особей (NPAFC, 2020). Из них 74% пришлось на кету *Oncorhynchus keta*, 24% на горбушу *O. gorbuscha*, а оставшиеся 2% на нерку *O. nerka*, кижуча *O. kisutch*, чавычу *O. tshawytscha* и симу *O. masou* (NPAFC, 2020). Наиболее критическим периодом жизненного цикла лососей является ранний морской период, когда молодь адаптируется к жизни в открытых водах и концентрируется в часто узкой полосе прибрежных мелководий на срок до двух месяцев. Поскольку адаптация к жизни в морских водах происходит постепенно, молодь вынуждена оставаться в прибрежных районах даже при неблагоприятных температурах воды и низкой доступности пищи. Эти факторы могут отрицательно повлиять на выживаемость (Klovach et al., 2020). Помимо очевидных причин, лимитирующих выживание молоди, таких как недостаток пиши, выедание хищниками и неблагоприятные океанические условия, выходящие за пределы толерантности этих видов, заражение паразитами и их патогенное воздействие также входит в число рисков, возникающих в начале морского периода жизни лососей (Поспехов, Хаменкова, 2016) и сопровождающих их в дальнейший период нагула (Gordeev, Sokolov, 2020). На острове Итуруп, где в настоящий момент функционируют 14 рыбоводных заводов (Klovach et al., 2020), в июне-августе 2013 г. было произведено изучение питания и зараженности молоди кеты и горбуши в заливе Простор (Чебанова и др., 2015). Уже в середине июня 2013 г. экстенсивность инвазии (по Bush et al., 1997) трематодами *Brachyphallus crenatus* (Rudolphi, 1802) достигала 25% у молоди кеты и 46% у молоди горбуши. Интенсивность при этом варьировала от 1 до 72. По мере откочевки в открытые воды залива Простор экстенсивность для обоих видов к концу июля стала абсолютной (100%), а интенсивность варьировала от 1 до 75 у горбуши и от 17 до 208 у кеты (Чебанова и др., 2015). *Brachyphallus crenatus* также отмечался у молоди кеты и горбуши на мелководьях Тауйской губы на севере Охотского моря, однако показатели зараженности были значительно ниже (Поспехов, 2013; Поспехов, Хаменкова, 2016). Помимо исследования самой молоди, было проведено исследование зараженности планктона залива Простор (Соколов и др., 2016). Среднестатистическая зараженность морского планктона личинками гельминтов в

условиях открытого океана обычно не превышает долей процента, однако в заливе Простор метацеркарии *B. crenatus* были обнаружены в 70% планктонных проб, в веслоногих рачках *Pseudocalanus newmani* и *Acartia longiremis*, которые являются объектами питания молоди лососей (Соколов и др., 2016).

Таким образом, выпускаемая при пастбищной аквакультуре молодь тихоокеанских лососей, может оказаться массово включенной в паразитические жизненные циклы, что не может не сказываться на её выживаемости, а возникающие при этом риски должны быть тщательно исследованы в целях повышения эффективности усилий по искусственному разведению тихоокеанских лососей.

Список литературы

1. Поспехов В.В. 2013. Гельминтофауна молоди лососей из прибрежья бухты Гертнера Тауйской губы (Охотское море) // Бюл. № 8 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 241–244.
2. Поспехов В.В., Хаменкова Е.В. 2016. Гельминты молоди тихоокеанских лососей (Oncorhynchus) материкового побережья северного охотоморья // Известия ТИНРО, 186: 145-156. DOI: 10.26428/1606-9919-2016-186-145-156.
3. Соколов С.Г., Френкель С.Э., Гордеев И.И. 2016. Метацеркарии *Brachyphallus crenatus* (Rudolphi, 1802) (Trematoda: *Hemiurida*e) в планктонных ракообразных залива Простор (о-в Итуруп, Россия) // Паразитология, 50 (2): 150-155.
4. Чебанова В. В., Френкель С. Э., Зеленихина Г. С. 2015. Питание и пищевые отношения молоди кеты *Oncorchynchus keta* и горбуши *O. gorbuscha* в прибрежье залива Простор (о-в Итуруп) // Вопросы ихтиологии, 55(5): 533-540. DOI: 10.7868/s0042875215050057.
5. Bush A.O., Lafferty K.D., Lotz J.M. et al. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. Journal of Parasitology 83: 575-583. DOI: 10.7939/R3J38KV04.
6. Gordeev I.I., Sokolov S.G. 2020. Macroparasites of epipelagic and eurybathic fishes in the north-western Pacific Ocean // Invertebrate Zoology, 17(2): 118-132. DOI 10.15298/invertzool.17.2.02.
7. Klovach N.V.., Leman V.N., Gordeev II. 2020. The Relative Importance of Enhancement to the Production of Salmon on Iturup Island (Kuril Islands, Russia) // Reviews in Aquaculture, DOI: 10.24189/ncr.2020.039.
8. NPAFC (2020) North Pacific Anadromous Fish Commission. Available from https://npafc.org/

УДК 597-169

МИКСОСПОРИДИЯ *HENNEGUYA ZSCHOKKEI* У КИЖУЧА ИЗ Р. ПЫМТА (КАМЧАТКА)

И.О. Кулемеева, Т.В. Рязанова, А.И. Чистякова.

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), e-mail: kulemeeva.i.o.@kamniro.ru

Аннотация. У половозрелого кижуча на р. Пымта (Камчатка) обнаружено заражение миксоспоридией *Henneguya zschokkei*. В 2019 г. доля зараженных рыб в уловах рыбопромышленного предприятия составляла 33,3 %.

Ключевые слова: кижуч, миксоспоридия, мускулатура, *Henneguya zschokkei*.

MIXOSPORIDIA *HENNEGUYA ZSCHOKKEI* IN KIZHUCH FROM R. PYMTA (KAMCHATKA)

I.O. Kulemeeva, T.V.Ryazanova, A.I. Chistyakova.

Summary: The infection with mixosporidia Henneguya zschokkei was found in a mature kizhuch from the river Pymta (Kamchatka). In 2019 the share of infection in the catch was 33.3%.

Keywords: kizhuch, mixosporidia, musculature, *Henneguya zschokkei*.

Кижуч (*Oncorhynchus kisutch* (Walbaum)) – является одним из самых важных объектов промысла и играет значительную роль в экономике Камчатки.

Выбраковка некондиционной продукции порой наносит ощутимый материальный ущерб деятельности рыбопромышленников. В последние годы участились случаи обращения рыбопромышленных предприятий, расположенных в Соболевском районе на р. Пымта, в Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО») по поводу качества продукции (кижуч). По словам сотрудников предприятия, в мускулатуре кижуча довольно часто встречаются белые овальные цисты. Причиной этого явления может быть заражение мускулатуры рыб паразитическими простейшими – микроспоридиями или миксоспоридиями.

Паразитологические исследования осуществляли по общепринятым методикам [1]. Для определения доли зараженных рыб в уловах рыбопромышленного предприятия Соболевского района на р. Пымта, провели исследование 30 экземпляров кижуча из общих уловов. У 10 экземпляров рыб в мускулатуре были обнаружены белые овальные цисты, что составляет 33,3 %. Максимальное количество цист в одной рыбе составило 26 штук. Для дальнейших исследований изготавливали водные препараты содержимого цист, которые фиксировали метанолом. Затем препараты окрашивали по Романовскому-Гимзе. Для гистологических исследований образцы мускулатуры фиксировали в жидкости Дэвидсона в течение 24– 48 часов, затем их переносили в 70% спирт. При дальнейшей обработке материала использовали общепринятые гистологические методики [5]. Препараты окрашивали гематоксилин-эозином по Мейеру. Материал анализировали с использованием светового микроскопа Olympus AL-2, снабженного цифровой фотографической камерой.

При исследовании окрашенных отпечатков и гистологических образцов мускулатуры рыб обнаружили споры миксоспоридий. Морфологические признаки спор характерны для микроспоридии *H. Zschokkei* [3]. Споры яйцевидной формы с двумя симметричными полярными капсулами были снабжены двумя хвостовыми придатками неравной длины. Длина спор составляла 10 – 14, ширина – 7…11, лина хвостовых отростков варьировала от 26 до 40 мкм, длина полярных капсул – 3, 7…6 мкм. Большая часть спор была заключена в окруженную плотной оболочкой цисту, но встречались также свободные споры между мускульными фибриллами (рис.1).

У рыб, зараженных *Henneguya zschokkei,* в мускулатуре образуется множество цист, что портит товарный вид пораженной рыбы и качество продукции из нее (вызывает размягчение мяса при любых способах переработки) [4]. Чаще всего цисты локализуются в мускулатуре рыб ближе к хвосту. В зараженной рыбе может находиться от 1 до 100 цист и более.

Заражение тихоокеанских лососей этим паразитом происходит в пресной воде, а массовое их развитие – в море. Кроме того, отмечено, что молодь кижуча, живущая на нерестилищах с быстрым течением, заражена *H. zschokkei* значительно

слабее, чем в местах с медленным течением, где остатки сненки со зрелыми спорами присутствуют более продолжительное время [4].

Список литературы

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. — Л.: Наука, 1985. — 121 с.
2. Карманова И.В. 1998. Паразиты тихоокеанских лососей в эпизоотической обстановке паразитозов в бассейне р. Паратунки (Камчатка): Автореф.дис….канд.биол.наук. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 142 с.
3. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Паразитические простейшие. Т.1 / Под ред. О.Н. Бауера. — Л.: Наука, 1984. — 431 с.
4. Рудакова С.Л., Гаврюсева Т.В., Асеева Н.Л., Устименко Е.А., ОвчаренкоЛ.В. К проблеме товарного качества продукции из горбуши Карагинской подзоны (Камчатка) в 2009 г. // Лососевый бюллетень №4, ТИНРО-центр, Владивосток. 2010. С. 252-256.
5. Bancroft D., Stevens A., Turner D.R. Theory and practice of histological techniques. Edinburgh, London, Melbourne, New York: Churchill Livingstone Inc. 1990. 725 p.

УДК 597.2/5 / 57.02 / 591.2

ТЕХНОГЕННОЕ ЗАСОЛЕНИЕ ВОДОЕМОВ И ПАРАЗИТОФАУНА РЫБ

П.Б. Михеев[1,2], О.И. Михеева[3], Т.А. Шеина[2], М.А Бакланов[2]

[1]Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»), Хабаровск; [2]ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет», Пермь; [3]Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПермНИРО»), Пермь, pmikheev@yandex.ru

Аннотация. Состав паразитофауны рыб зачастую применяется в целях биоиндикации тех или иных процессов, протекающих в естественных водоемах. В настоящей работе приводятся результаты паразитологического анализа ерша *Gymnocephalus cernua* (Linnaeus, 1758) из двух рек Пермского края, одна из которых подвержена техногенному воздействию разработок калийно-магниевых солей и характеризуется высокой минерализацией воды, а для другой характерна естественная минерализация. Сравнительный анализ состава паразитофауны ерша продемонстрировал различие рек по видовому составу, показателям зараженности и локализации паразитов, что демонстрирует возможность использования паразитологических маркеров для биоиндикации техногенного засоления рек.

Ключевые слова: паразиты рыб, техногенное загрязнение, минерализация воды, биоиндикация.

TECHNOGENIC SALINIZATION OF NATURAL WATREBODIES AND FISH PARASITOFAUNA

P. B. Mikheev [1,2], O. I. Mikheeva [3], T. A. Neck on [2], M. a Baklanov [2]

[1]Habarovsky branch of FGBNU " VNIRO "("Khabarovsk Niro"), Khabarovsk; [2] FGBOU VO "Perm state national research University", Perm; [3]Пермский branch of FSBI "VNIRO" ("Permira"), Perm, pmikheev@yandex.ru

Summary. The composition of fish parasitofauna is often used for bioindication of certain processes occurring in natural ecosystems. This paper presents the results of parasitological analysis of the ruffe *Gymnocephalus cernua* (Linnaeus, 1758) from two rivers of the Perm region, one of which is polluted by products of potassium-magnesium

salt mining and characterized by high water mineralization, and the other is characterized by natural mineralization (Gaiva River). A comparative analysis of the parasite composition of ruffe showed that rivers differ in parasite species composition, infestation indicators, and parasite localization, which demonstrates the possibility of using parasitological markers for bioindication of technogenic salinization of rivers.

Keywords: fish parasites, technogenic pollution, water salinity, bioindication.

Паразиты рыб в естественных водоемах служат индикатором различных процессов в водных экосистемах, поскольку они являются связующим элементом многих компонентов биоты. Целью настоящей работы явился анализ состава фауны паразитов взрослых особей ерша *Gymnocephalus cernua* (Linnaeus, 1758) р. Волим (Пермский край), подверженной техногенному воздействию разработок калийно-магниевых солей и характеризующейся высокой минерализацией воды, а также р. Гайвы с естественной минерализацией воды. Рабочей гипотезой исследования являлось отличие паразитофауны рыб реки, подверженной техногенному засолению, от таковой у особей, обитающих в условиях с нормальной минерализацией.

Материал и методы

Материалом для исследования послужили 52 половозрелых особей ерша, отловленных в нижнем течении р. Волим (26 экз.) и в устье р. Гайвы (26 экз.). Сборы проводили в августе 2020 г. мальковым неводком (р. Волим) и крючковыми снастями (р. Гайва). Рыбы были обработаны в соответствии с методическими рекомендациями И.Ф. Правдина (1966). Полный паразитологический анализ рыб проводили согласно принятым методикам [1]. Для характеристики заражённости рыб использовали следующие параметры: экстенсивность инвазии (ЭИ) – долю заражённых особей в выборке, %; индекс обилия (ИО) – среднее число паразитов на одну особь хозяина в выборке; интенсивность инвазии (ИИ) – минимальное и максимальное число паразитов в одной рыбе в выборке. Также на водоёмах брали пробы воды, химический состав которых определяли в лаборатории гидрохимического анализа геологического факультета ПГНИУ.

Результаты и обсуждение

Выборки ерша из исследованных рек были представлены половозрелыми и впервые созревающими особями средней длиной 68,9 мм (р. Волим) и 76,5 мм (р. Гайва) и средней массой 6,07 г (р. Волим) и 7,34 г (р. Гайва). Паразитофауна рыб, собранных в р. Волим и р. Гайве, была представлена 8 и 4 паразитическими организмами соответственно (табл.). У ерша р. Волим наиболее часто встречались цисты трематоды *Ichthyocotylurus platycephalus*, которая была обнаружена в мочеточниках (все особи), почках (20 особей), мочевом пузыре (2 особи) и кишечнике (3 особи). Цисты *I. platycephalus* также численно преобладали среди паразитов ерша р. Гайвы, но были отмечены только у 17 из всех исследованных особей и были локализованы исключительно в мочеточниках. Метацеркарии трематоды *Diplostomum spathaceum* были вторым по встречаемости паразитом и отмечены в хрусталике и стекловидном теле глаза 23 из 26 особей ерша из р. Волим и в хрусталике 13 рыб из р. Гайвы. Кроме того, в стекловидном теле и хрусталике глаза 7 особей ерша из р. Волим были отмечены метацеркарии трематоды *Tylodelphys clavata*, которые были выявлены в стекловидном теле только одной особи ерша из р. Гайвы. Прочие виды паразитов отмечались только у рыб р. Волим (*Bunodera luciopercae, Camallanus truncatus, Posthodiplostomum brevicaudatum, P. clavata, Triaenophorus nodulosus*), либо у рыб р. Гайвы (*Rhipidocotyle campanula*).

Результаты подтверждают нашу гипотезу. Большее разнообразие видового состава паразитов и большие величины зараженности ерша р. Волим могут

определяться засолением, повлиявшим на снижение иммунитета рыб и обилие ряда видоспецифичных промежуточных хозяев паразитов. Величина минерализации обследованного участка р. Волим в период работ составила 9460 мг/л, что существенно выше минерализации воды р. Гайвы (432 мг/л). В условиях негативного воздействия стресс-факторов, к которым относится техногенное засоление, для рыб зачастую характерна большая зараженность гельминтами из-за иммуносупрессии, проявляющейся в снижении резистентности организма к паразитарным, бактериальным и вирусным инвазиям [4; 8; 9]. С другой стороны, присутствие у ерша р. Волим таких паразитов как *B. luciopercae*, *C. truncatus*, *T. nodulosus*, в жизненном цикле которых необходимо присутствие копепод [7; 2; 6], может определяться доминирующей ролью крупных придонных циклопов *Megacyclops viridis*, *Eucyclops serrulatus*, *Macrocyclops albidus* в биомассе зоопланктона на фоне общего обеднения видового состава планктонных организмов р. Волим [3].

Таблица. Заражённость паразитами различных органов ерша *Gymnocephalus cernua* р. Волим и р. Гайвы

Паразит (локализация)	р. Волим			р. Гайва		
	ЭИ*	ИО	ИИ	ЭИ	ИО	ИИ
Ichthyocotylurus platycephalus	100%	20.1	2-44	65%	18,1	7-74
кишечник	12%	8.3	2-18			
мочевой пузырь	8%	6.0	1-11			
мочеточники	100%	12.9	2-26	65%	18,1	7-74
почки	77%	7.6	2-18			
Bunodera luciopercae	38%	1.7	1-3			
желудок	23%	1.3	1-2			
кишечник	15%	2.3	2-3			
Camallanus truncatus	15%	1.3	1-2			
желудок	12%	1.0	1-1			
кишечник	4%	2.0	2-2			
Triaenophorus nodulosus	4%	4.5	1-8			
желудок	35%	2.5	1-4			
кишечник	27%	4.0	4-4			
Diplostomum spathaceum	88%	2.6	1-6	50%	2,3	2-3
стекловидное тело глаза	12%	1.7	1-2			
хрусталик глаза	88%	2.3	1-6	50%	2,3	2-3
Posthodiplostomum clavata (стекловидное тело глаза)	35%	1.8	1-4			
P. brevicaudatum (стекловидное тело глаза)	8%	1.0	1-1			
Rhipidocotyle campanula (стекловидное тело глаза)				11%	1.0	1
Tylodelphys clavata	38%	1.9	1-2	4%	1,0	1
стекловидное тело глаза	38%	1.9	1-2	4%	1,0	1
хрусталик глаза	23%	2.0	2-2			

Примечание: ЭИ – экстенсивность инвазии; ИО – индекс обилия; ИИ – интенсивность инвазии.

Сравнительный анализ состава паразитофауны ерша позволил выявить различие рек по видовому составу, показателям зараженности и локализации паразитов рыб, что демонстрирует возможность использования паразитологических маркеров для биоиндикации техногенного засоления рек.

Финансирование. Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке Минобрнауки РФ проект № 2019-0858 "Биогеохимические и геохимические исследования ландшафтов в условиях разработки месторождений полезных ископаемых, поиск новых методов мониторинга и прогноза состояния окружающей среды".

Список литературы

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
2. Извекова Г.И. Физиологическая специфика взаимоотношений между *Triaenophorus nodulosus* (Cestoda) и его хозяевами – рыбами // Паразитология. 2001. Т. 35. Вып. 1. С. 60–68.
3. Крайнев Е. Ю. Распределение зоопланктона реки Яйвы и некоторых её притоков // Биологические ресурсы внутренних водоёмов и их рациональное использование. СПб: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2014. С. 459–469.
4. Куперман Б.И. Паразиты рыб как биоиндикаторы загрязнения водоемов // Паразитология. 1992. № 6. С. 479–482.
5. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М., 1966. 376 с.
6. Рубанова М.В., Мухортова О.В., Поддубная Н.Я. Динамика фауны гельминтов пищеварительного тракта *Perca fluviatilis* и ее взаимосвязь с зоопланктоном национального парка «Самарская лука» (Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2020. 5 (1). С. 64–86.
7. Тютин А.В. Пространственная структура имагинальной гемипопуляции *Bunodera luciopercae* (Trematoda: Bunoderidae) в Рыбинском водохранилище // Паразитология. 1997. Т. 31. № 2. С. 157–163.
8. Dunier M. Water pollution and immunosuppression of freshwater fish // Italian Journal of Zoology, 1996, 63:4, P. 303–309, DOI: 10.1080/11250009609356150
9. Marcogliese D.J., Parasites of the superorganism: are they indicators of ecosystem health? // Int. J. Parasitol. 2005. 35, P. 705–716.

УДК 597.2/5 / 57.02

ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ В БИОИНДИКАЦИИ ДИНАМИКИ СОСТАВА КОРМОВОЙ БАЗЫ И МИГРАЦИЙ РЫБ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ

П.Б. Михеев[1,2], О.И. Михеева[3], А.Г. Мельникова[3], Н.Н. Паньков[2], С.С. Ваганов[2], А.Ю. Пузик[2]

[1]Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»), Хабаровск; [2]Пермский государственный национальный исследовательский университет (ПГНИУ), Пермь; [3]Пермский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПермНИРО»), Пермь

pmikheev@yandex.ru

Аннотация. На примере результатов паразитологического анализа европейского хариуса из верхнего течения р. Вишеры (Пермский край) приводится применимость паразитологических маркеров для биоиндикации динамики состава кормовой базы и миграций рыб в естественных водоемах. Данные 2020 года отличались от результатов исследований 2013 года. В составе паразитофауны

хариуса были зарегистрированы две новые формы, а также отсутствие двух из четырех видов паразитов, отмеченных ранее, что может указывать на изменения состава кормовой базы рыб. Находка глохидиев двустворчатых моллюсков Unionidae, свидетельствует о протяженности миграций хариуса на расстояние свыше 200 км в пределах реки, поскольку взрослые униониды не встречаются в верхнем течении р. Вишеры и характерны только для нижнего и среднего течения реки. В свою очередь, пространственное распределение взрослых моллюсков объяснимо низкой минерализацией воды в верхнем течении реки, которая возрастает по направлению к устью.

Ключевые слова: паразиты рыб, хариус, миграции, динамика состава кормовой базы, минерализация воды.

PARASITOLOGICAL MARKERS IN BIOINDICATION OF THE DYNAMICS OF FISH PREYS COMPOSITION AND MIGRATIONS IN NATURAL WATERBODIES

P.B. Mikheev, O.I. Mikheeva, A.G. Melnikova, N.N. Pankov, S.S. Vaganov, A.Yu. Puzik

Summary. The applicability of parasitological markers for bioindication of the dynamics of the composition of fish food base and migrations in natural reservoirs is shown using the results of parasitological analysis of European grayling from the upper reaches of the Vishera river (Perm Krai). The 2020 data differed from the 2013 research results: two new forms were recorded in the grayling parasitofauna, as well as the absence of two of the four parasite species noted earlier, which may indicate changes in the composition of fish preys. The finding of glochidia of bivalve mollusks Unionidae indicates grayling migrations over 200 km within the river since adult unionids are not found in the upper reaches of the Vishera river and are typical only for the lower and middle reaches of the river. In turn, the spatial distribution of adult mollusks is explained by the low hardness of water in the upper reaches of the river, which increases towards its mouth.

Keywords: fish parasites, grayling, migrations, dynamics of benthic invertebrates composition, water mineralization.

Введение

Паразиты рыб в естественных водоемах служат индикатором различных процессов в водных экосистемах поскольку они являются связующим элементом многих компонентов биоты. Целью настоящей работы явился анализ состава фауны паразитов европейского хариуса *Thymallus thymallus* (Linnaeus, 1758) верхнего течения реки Вишеры (Пермский край). Работы проводились в пределах заповедника «Вишерский», то есть в естественных условиях обитания рыб с минимальным уровнем антропогенного воздействия.

Материал и методы

Материалами для исследования послужили 30 половозрелых особей хариуса европейского, отловленных в верхнем течении р. Вишеры в пределах заповедника «Вишерский». Рыбы отлавливались крючковыми снастями в начале августа 2020 года. Полный паразитологический анализ рыб на наличие паразитов проводили на месте согласно опубликованным методикам [2]. При определении паразитов использовали определители [4,5,6]. Также проводили сбор проб воды, химический состав которых был проведен в лаборатории гидрохимического анализа геологического факультета ПГНИУ.

Результаты и обсуждение

Паразитофауна тридцати особей европейского хариуса, собранных в 2020 г. на участке верхнего течения р. Вишеры и обследованных методом полного паразитологического анализа, была представлена 4 паразитическими организмами: копеподой *Salmincola thymalli* (Kessler, 1868), цистами трематоды *Ichthyocotylurus platycephalus* (Creplin, 1852), глохидиями Unionidae, метацеркариями трематоды *Diplostomum spathaceum* (Rudolrhi, 1819) Braun, 1893.

По сравнению с результатами наблюдений, проведенных в 2013 году [4], состав фауны паразитов хариуса, обследованных в 2020 году, изменился. Ранее были отмечены споровики Sporozoa на жабрах и круглые черви *Cystidicoloides tennuissima* (Zeder, 1800) в желудке, что не было характерно для особей, проанализированных в 2020 году. Наличие цист трематоды *I. platycephalus* может указывать на появление в последние годы в р. Вишере моллюска *Valvata piscinalis* (O.F. Müller, 1774), который является первым промежуточным хозяином паразита. В свою очередь отсутствие нематоды *Cystidicoloides tennuissima* может являться следствием исчезновения из рациона хариуса нимф и имаго поденок семейств Leptophlebiidae и Ephemeridae, являющихся промежуточными хозяевами паразита [1,7]. Отсутствие миксоспоридий на жабрах может указывать на снижение роли олигохет в питании обследованных особей [3].

Находка глохидиев Unionidae у 6 из 30 особей хариуса обследованных в 2020 представляет наибольший интерес, поскольку наличие глохидиев Unionidae может быть использовано как маркер протяжённости миграций хариуса. По данным гидробиологических исследований, проводившихся в 1999 году, распространение свободноживущих стадий этих моллюсков приурочено к нижнему и среднему течению р. Вишера. Такие представители Unionidae как *Colletopterum piscinale* (Nilsson, 1822) и *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758), глохидии которых вероятнее всего были обнаружены нами в 2020 году, не встречаются в р. Вишере выше устья р. Большой Щугор, что может быть связано с разницей в минерализации речных вод. В верхнем течении р. Вишеры вода слабоминерализованная. Величины концентрации $CaCO_3$ в период исследований составляли 8,9-11,1 мг/л, что ниже минимального уровня в 15 мг/л необходимого для постройки раковины [8]. Тогда как после впадения рек Большой Щугор и Большой Колчим, минерализация вод р. Вишеры значительно возрастает, что является возможным объяснением наличия взрослых унионид в пределах нижнего и среднего течения реки. Следовательно, для того чтобы глохидии прикрепились к жаберному аппарату обследованных особей хариуса, рыбы должны были совершить миграции протяжённостью свыше 200 км.

Для подтверждения возникающих гипотез планируется проведение более детальных исследований.

Благодарности

Авторы признательны администрации заповедника «Вишерский» за помощь в организации работ. Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке Минобрнауки РФ проект № 2019-0858 "Биогеохимические и геохимические исследования ландшафтов в условиях разработки месторождений полезных ископаемых, поиск новых методов мониторинга и прогноза состояния окружающей среды".

Список литературы

1. Барская Ю.Ю., Иешко Е.П., Лебедева Д.И. Паразиты лососевидных рыб Фенноскандии: Учебное пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2008. – 168 с.

2. Быховская-Павловская И. Е. Паразитологическое исследование рыб. 1969. Л., 109 с.
3. Дудин А. С. Современное состояние изученности жизненных циклов представителей типа Myxozoa. // Паразитология. 2010. 44 (3). - с. 262-272.
4. Михеева О.И., Михеев П.Б., Петренко Н.Г. Паразитофауна европейского хариуса, щуки и окуня р. Вишера // Экосистемы малых рек: биоразнообразие, экология, охрана. Материалы лекций II-й Всероссийской школы-конференции 18 – 22 ноября 2014 г. Том II. Борок. С. 287-289.
5. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Том 2. Паразитические многоклеточные (Первая часть). Л., 1985. 216 с.
6. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Том 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть). Л., 1987. 301 с.
7. Moravec F. On the life history of the nematode Cystidicoloides tenuissima in the river Bystrice, Czechoslovakia.— Folia parasitol., 1970, vol. 18, N 2, p. 107—114.
8. Smith, D. 2001. Pennak's Freshwater Invertebrates of the United States: Porifera to Crustacea, Fourth Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.

УДК 574.522

ИЗУЧЕНИЕ ИММУННОГО ОТВЕТА АМФИПОД НА СИМБИОТИЧЕСКИЕ ОРГАНИЗМЫ В ПЕРВИЧНОЙ КУЛЬТУРЕ ГЕМОЦИТОВ

А. А. Назарова, Е. П. Щапова, А. Н. Гурков, А. Д. Мутин, М. А. Тимофеев

НИИ биологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск, Россия, annazarova1995@gmail.com
НИИ биологии ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», г. Иркутск, Россия, annazarova1995@gmail.com

Аннотация. Данная работа направлена на изучение клеточного иммунного ответа эндемичных байкальских амфипод (Amphipoda, Crustacea) на акантеллы скребней и на симбиотических микроорганизмов выделенных из гемоцлимфы амфипод. Полученные нами результаты не позволяют говорить о способности бактериальных симбионтов амфипод Eulimnogammarus verrucosus скрываться от иммунного ответа хозяина, в то время как личинки скребней продемонстрировали явную адаптацию к обитанию именно во внутренних средах Gammarus lacustris, но не E. verrucosus.

Ключевые слова. Озеро Байкал, амфиподы, скребни, ракообразные.

STUDYING THE IMMUNE RESPONSE OF AMPHIPODES TO SYMBIOTIC ORGANISMS IN THE PRIMARY CULTURE OF HEMOCYTES

A.A. Nazarova, E.P. Shchapova, A.N. Gurkov, A.D. Mutin, M.A. Timofeev

Irkutsk State University, 664025, Lenin str. 3, Irkutsk, Russia, annazarova1995@gmail.com

Summary. This work is aimed at studying the cellular immune response of endemic Baikal amphipods (Amphipoda, Crustacea) to acanthellae and to symbiotic microorganisms isolated from the hemoclimph of amphipods. Our results do not allow to speak about the ability of bacterial symbionts of amphipods Eulimnogammarus verrucosus to hide from the host's immune response, while the acanthellas demonstrate a

clear adaptation to living in the internal environments of Gammarus lacustris, but not E. verrucosus.

Keywords. Lake Baikal, amphipods, Acanthocephala, Crustaceans.

Ракообразные (Crustacea) – это важный компонент кормовой базы рыб в естественных водоёмах, а некоторые из них являются объектами аквакультурного производства. У представителей данного таксона отмечено множество многоклеточных паразитов, таких как коловратки, нематоды, трематоды, скребни и др. Также, известно, что микроорганизмы могут населять внутреннюю среду ракообразных и присутствовать в гемолимфе даже здоровых особей [1]. Однако механизмы запуска иммунной реакции ракообразных на присутствие различных видов паразитов остаются малоизученными, что может ограничивать возможности по прогнозированию распространения тех или иных заболеваний.

Важным компонентом иммунной системы ракообразных являются клетки, циркулирующие в гемолимфе, – гемоциты. Первичные культуры данных клеток могут служить в качестве удобной модельной системы для изучения клеточного иммунного ответа членистоногих на различные паразитические организмы в динамике [2]. Ранее нами была адаптирована методика получения и поддержания первичных культур гемоцитов для амфипод (Amphipoda, Crustacea), являющихся одним их ключевых компонентов пищевых сетей озера Байкала [3].

Целью данной работы являлся поиск возможных приспособлений паразитов амфипод к сокрытию от иммунного ответа их видов-хозяев с помощью первичной культуры гемоцитов. Для этого среди симбиотических микроорганизмов нами были выбраны бактерии, населяющие гемолимфу эндемичного байкальского вида амфипод *Eulimnogammarus verrucosus* (Gerstfeld, 1858). Среди многоклеточных паразитов нами были использованы личинки скребней, выделенные из голарктического вида амфипод *Gammarus lacustris* (Sars, 1863).

Анализ разнообразия бактерий, встречающихся во внутренних средах *E. verrucosus*, проводили не только для гемолимфы, но и для покровов амфипод в целях учёта возможной контаминации при отборе гемолимфы. Для этого перед проколом центрального сосуда *E. verrucosus* простерилизованное спиртом место прокола промывали жидкой средой TSB (триптический соевый бульон). Смывы с поверхности хитина и гемолимфу наносили на чашки Петри, содержащую твердую среду TSB, и инкубировали в термостате 3 недели при температуре 28-30ºC. Идентификацию полученных колоний микроорганизмов проводили с помощью MALDI Biotyper 3.0 посредством прямого нанесения.

Акантеллы скребней вырезали из тела амфипод *G. lacustris* с помощью стерильного пинцета и ножниц под микроскопом, после чего сразу помещали в предварительно подготовленную первичную культуру гемоцитов амфипод *E. verrucosus* или *G. lacustris*.

Для оценки иммунной реакции амфипод, гемоциты отделяли от гуморальной фракции гемолимфы и содержали при оптимальных температурах изучаемых видов (6 °C для *E. verrucosus* и 15 °C для *G. lacustris*) в среде L-15 с добавлением L-глутамина и 15 % фетальной бычьей сыворотки [3]. Реакцию клеток на внесённых паразитов оценивали по количеству свободных гемоцитов с использованием инвертированного микроскопа Биолам П-1 (ЛОМО, Россия) с ячейкой контроля температуры. Сравнение числа свободных гемоцитов с их изначальным количеством позволяет количественно оценить наличие дегрануляции или агрегации этих иммунных клеток вокруг инородных тел. Параллельно с исследуемыми образцами были проанализированы отрицательные и

положительные контрольные группы образцов соответственно без добавления чужеродных объектов в среду и с добавлением микрошариков декстрана (Sephadex LH20; GE Healthcare, 17-0090-01, США).

В ходе анализа бактериального разнообразия было выделено 314 штаммов, из них 226 штаммов из гемолимфы и 88 штаммов с поверхности амфипод *E. verrucosus*. У восьми из 10 проанализированных особей количество штаммов, выращенных из гемолимфы, превышало количество штаммов с хитина амфипод. Кроме того, в случае четырех особей не было выделено штаммов с поверхности хитина, однако в гемолимфе соответствующих животных были обнаружены микроорганизмы. Данные различия подтверждают присутствие бактериальных клеток в гемолимфе амфипод у значительного числа особей *E. verrucosus*. Результаты идентификации микроорганизмов показали, что большая часть выделенных штаммов относятся к роду *Pseudomonas*. Для проверки иммунного ответа был выбран наиболее часто встречающийся штамм *Pseudomonas frederiksbergensis*.

В первичной культуре гемоцитов амфипод было показано статистически значимое повышение агрегации клеток в ответ на исследуемый штамм уже к 6 часам после начала инкубации. Аналогичную скорость реакции гемоцитов мы ранее наблюдали при внесении в первичную культуру клеток дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*. Таким образом, несмотря на использование наиболее распространённого вида *P. frederiksbergensis*, выделенного из гемолимфы *E. verrucosus*, мы наблюдали выраженный иммунный ответ, что не позволяет говорить о наличии адаптации данных микроорганизмов к скрытию от иммунной системы их вида-хозяина.

В присутствии акантелл гемоциты *G. lacustris* не демонстрировали отличия от контрольной группы по доле свободных клеток. Морфологических изменений, дегрануляции клеток и прилипания гемоцитов к покровам акантелл визуально также не наблюдали.

Напротив, в двух из трёх образцов первичной культуры гемоцитов *E. verrucosus* был выявлен высокий уровень лизиса клеток по сравнению с контрольными образцами. Кроме того, в третьем образце к 5 часам эксперимента наблюдали адгезию гемоцитов к покровам акантелл, хотя и не такую интенсивную как в случае с микрошариками декстрана.

Таким образом, полученные нами результаты не позволяют говорить о способности бактериальных симбионтов амфипод *E. verrucosus* скрываться от иммунного ответа хозяина, в то время как личинки скребней продемонстрировали явную адаптацию к обитанию именно во внутренних средах *G. lacustris*, но не *E. verrucosus*. Обнаруженная видоспецифичность говорит о возможных различиях в рецепторах гемоцитов, распознающих инородные тела, у амфипод семейства Gammaridae, а также может быть одним из факторов, определяющих способность различных видов скребней заражать тех или иных хозяев.

Работа поддержана грантами РНФ № 20-64-46003 и РФФИ № 19-34-90137.

Список литературы

1. Bojko J., Ovcharenko M. Pathogens and other symbionts of the Amphipoda: taxonomic diversity and pathological significance. – Diseases of aquatic organisms. – 2019. – V. 136. – № 1. – P. 3-36.

2. Mastore M. et al. Modulation of immune responses of *Rhynchophorus ferrugineus* (Insecta: Coleoptera) induced by the entomopathogenic nematode *Steinernema carpocapsae* (Nematoda: Rhabditida) / M. Mastore, V. Arizza, B. Manachini, M.F Brivio // Insect Science. – 2014. – V. 22. – P. 748-760.

3. Shchapova E. et al. Application of PEG-Covered Non-Biodegradable Polyelectrolyte Microcapsules in the Crustacean Circulatory System on the Example of the Amphipod *Eulimnogammarus verrucosus* / E. Shchapova, A. Nazarova, A. Gurkov, E. Borvinskaya, Y. Rzhechitskiy, I. Dmitriev, I. Meglinski, M. Timofeyev // Polymers. – 2019. – V. 11. – P. 1–17.

УДК 576.895.122.2

ПАРАЗИТОФАУНА ОСНОВНЫХ ПРОМЫЛОВЫХ КАРПОВЫХ РЫБ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

А.В. Морозко, М.А. Дорогин

Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Новосибирск, Россия

Аннотация. Изучен состав паразитофауны трех основных промысловых карповых видов рыб (лещ, язь, плотва) из Новосибирского водохранилища. Выявлено четыре вида трематод, в том числе, опасный для здоровья человека, Metorhis bilis. Проведён анализ возможных путей заражения исследованных рыб зарегистрированными паразитами.

Ключевые слова: паразитофауна, лещ, язь, плотва, трематоды, экстенсивность инвазии, индекс обилия, интенсивность инвазии.

PARASITE FAUNA OF THE MAIN CYPRINIDS FISH OF THE NOVOSIBIRSK RESERVUAR

A.M. Morozko, M.A. Dorogin

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

Summary. The composition of the parasite fauna of the three main cyprinid fish species (bream, ide, roach) from the Novosibirsk reservoir was studied. Four types of trematodes have been identified, including Metorhis bilis, dangerous to human health. The analysis of possible ways of infection of the studied fish with registered parasites is carried out.

Key words: parasitofauna, bream, ide, roach, trematoda, invasive extensity, abundance index, invasion intensity.

Существуют паразитарные заболевания рыб, которые являются опасными для человека, диффилоботриоз, описторхоз – типичные для речной рыбы глистные инвазии.

Новосибирское водохранилище – крупный искусственный водоём на р. Обь, расположенный на территориях Новосибирской области и Алтайского края. Водохранилище делится на три зоны – верхняя, средняя и нижняя. Верхняя зона имеет речной характер и представлена обширными мелководьями и сетью русловых проток. Большая часть средней зоны также имеет речной характер, но, в отличие от верхней зоны, не разветвлена. Нижняя зона водохранилища состоит из двух плесов (Ирменский и Приплотинный) и имеет четкий озёрный характер [1].

По мнению ряда исследователей [2] описторхоз у человека, в нашем регионе вызывается смешанной инвазией двух видов трематод *Opisthorchis felineus* и *Methorchis bilis.* Потенциальными переносчиками описторхоза в Обь-Иртышском

бассейне являются рыбы всех видов карповых. Однако степень их заражённости неодинакова.

Основным фактором, влияющим на заражённость карповых рыб описторхидами, является наличие или отсутствие в водоёме первых промежуточных хозяев данных паразитов – преднежаберных брюхоногих моллюсков сем. Bithyniidae.

Так, в Новосибирском водохранилище, в связи с неблагоприятными условиями для жизни данных моллюсков многие годы основные промысловые карповые виды (лещ, язь, плотва, сазан, карась) рыб либо были не заражении паразитами сем. Opisthorchidae, либо были заражены незначительно [3, 4].

Лещ, язь и плотва – массовые виды карповых рыб в Новосибирском водохранилище. Поэтому были проведены комплексные исследования, с целью уточнить современное состояние паразитофауны данных видов и определить, насколько они пригодны для питания.

Лещ *Abramis brama* L. – основной промысловый вид Новосибирского водохранилища. В систему Верхней Оби лещ был интродуцирован в 1957 – 1960 г.г. из озера Убинского (Новосибирская область) [5]. В настоящее время в Верхней Оби и Новосибирском водохранилище лещ является доминирующим видом и обеспечивает свыше 90% промысловых уловов. Встречается во всех зонах водохранилища, но для нагула и нереста предпочитает мелководные участки верхней и нижней зон [6].

Язь – *Leuciscus idus* (L.), относится к аборигенным промысловым видам Новосибирского водохранилища. Численность его на разных участках водохранилища неодинакова [1]. На наличие язя в той или иной зоне водохранилища влияют его трофические предпочтения. Язь питается макрозообентосом, численность которого обычно выше на пойменных участках верхней зоны водохранилища [7]. В водоемах Сибири кроме других групп беспозвоночных в пищевом рационе язя довольно широко используются пресноводные брюхоногие моллюски, в том семейства Bithyniidae [8].

Плотва *Rutilus lacustris* (Pallas). В первые годы существования Новосибирского водохранилища плотва относилась к наиболее массовым видам рыб р. Оби и ее уловы в приплотинной зоне достигали почти 57 % от общегодового вылова. Сейчас плотва – один из основных объектов любительского лова, но и в траловых уловах доля её довольно высока [1]. Наибольшие показатели численности плотвы в мелководных зонах водохранилища (на островных участках Ирменского плёса, с обширными прибрежными мелководьями и пойменных участках верхней зоны).

Материал и методики

Отбор рыбы проводили в ходе командировок на базе ООО «Новосибирский Рыбзавод» в районе р.п. Ордынское в период отрытой воды в 2020 г. Отлов рыбы проводился из траловых уловов. Флот Новосибирского Рыбзавода проводит траления на акватории всего водохранилища, это позволило оценить паразитофауну рыб из разных зон.

Камеральная обработка происходила на месте отбора проб, с использованием общепринятых методик [9]. Выявленные паразитические организмы фиксировались во временные препараты в спирте для дальнейшего определения их видовой принадлежности в лабораторных условиях. Определение паразитов до вида проводили с помощью определителя [10].

Оценивая заражённость рыб, мы использовали показатели экстенсивности инвазии (Э.И. – доля заражённых 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 исследования и обсуждение

Возраст исследованных рыб из Новосибирского водохранилища составил 2-4 года. В ходе исследований зарегистрировано четыре вида трематод Posthodiplostomum cuticola, Diplostomum spathaceum, l. (sensu lato), Tylodelphus clovata и, опасный для здоровья человека, Metorhis bilis [11]. Результаты представлены в таблице.

Таблица Паразитофауна рыб из Новосибирского водохранилища в 2020 г.

Вид рыбы	N	Вид паразита	Локализация	Э.И., %	И.О.	И.И. (среднее значение)
Лещ	15	*P. cuticola*	Кожные покровы, плавники, жаберные крышки	14,3	0,6	4,5
		D. spathaceum	Хрусталик глаза	78,6	14	17,8
		M. bilis	Мышцы	35,7	34,9	97,8
Язь	10	*D. spathaceum*	Хрусталик глаза	30	1,4	4,7
		M. bilis	Мышцы	80	151,2	189
Плотва	10	*D. spathaceum*	Хрусталик глаза	90	33,3	37
		T. clovata	Радужная оболочка глаза	40	3,2	8
		M. bilis	Мышцы	60	10,8	18

Все зарегистрированные трематоды – типичные паразиты для рыб-бентофагов. Но незначительные различия в паразитофауне говорят о разнице ареалов обитания внутри водоёма.

У плотвы зарегистрировано два вида паразитов (D. spathaceum, T. clovata) поражающих органы зрения. Зараженность D. spathaceum у плотвы выше, чем у леща и язя. Это объясняется тем, что в водоёмах плотва предпочитает места со слабым течением под защитой коряг, свисающих деревьев или водной растительности, где наиболее часто встречаются первые промежуточные хозяева данных паразитов (прудовики и катушки). Кроме того данные паразиты наиболее часто проявляют эффект накопления инвазии [12]. У леща зараженность ими тоже достаточно высока, но встречается только один вид данных трематод.

P. cuticola типичен для леща из Новосибирского водохранилища. Как показали проведённые ранее исследования, показатели зараженности леща этой трематодой стабильны из года в год за счет повторного заражения рыб в период нагула и нереста в мелководных зонах водохранилища [13].

У всех трех исследованных видов рыб зарегистрированы M. bilis, но наибольшие показатели зараженности наблюдаются у язя. Это можно объяснить его наибольшей численностью в верхней зоне водохранилища, где создаются благоприятные условия для развития именно для моллюсков сем. Bithyniidae.

Выводы

1. Все три исследованных вида карповых рыб в 2020 году заражены M. bilis и считаются ограниченногодными для потребителя. Реализация данной рыбы без предварительной тепловой обработки запрещена.

2. Заражение рыб трематодами происходит на мелководных участка в верхней и нижней зонах Новосибирского водохранилища.

3. Язь, преимущественно обитающий в верхней зоне водохранилища, наиболее заражен M. bilis, паразитами опасными для человека.

4. Лещ и плотва, обитающие на всей акватории водоёма заражены данным паразитом меньше. У них преобладают трематоды, относящиеся к глазным сосальщикам.

5. Видовой состав паразитов, поражающих органы глаз у плотвы представлен двумя видами паразитов D. spathaceum и T. clovata, тогда как у леща и язя встречаются только диплостомы.

6. У леща из Новосибирского водохранилища в 2020 году сохранилось стабильное фоновое заражение P. cuticola.

Список литературы

1. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна / Под ред. Д.С.Павлова, А.Д. Мочека – Москва: Т-тво научных изданий КМК, 2006. – 596 с.
2. Федоров К.П., Наумов В.А., Кузнецова В.Г. О некоторых актуальных вопросах проблемы описторхидозов человека и животных // Мед.паразитология и паразитарн. болезни. – 2002. – №3.
3. Соусь С. М., Ростовцев А. А., Колесов Н. А. Паразитарное загрязнение рыб верхней Оби в районе мегаполиса Новосибирск, городов-спутников и поселков // Вестник МГУ. – 2009. – №1.
4. Бонина О. М., Сербина Е. А. Выявление локальных очагов описторхидозов в пойме реки Обь и в Новосибирском водохранилище. Сообщение 1. Зараженность карповых рыб метацеркариями описторхид // Российский паразитологический журнал. – 2011. – №2.
5. Бабуева Р.В. Лещ Новосибирского водохранилища: Автореф. дис. … канд. биол. наук / Бабуева Раиса Васильевна. – Томск, 1971 - 22 с.
6. Дорогин М.А., Колесов Н.А., Визер А.М. Состояние нерестового стада леща речного участка Верхней Оби // Вопросы аквакультуры. Первая конференция молодых ученых NACEE, Тюмень: ФГУП Госрыбцентр – 2009 – с. 19 – 20.
7. Ефанова У.В., Морозко А.В. Влияние гидрологического режима на кормовые ресурсы Новосибирского водохранилища в условиях низкой водности // Актуальные проблемы биологии и методики её преподавания в школе и ВУЗе. – Омск. – 2014. – С. 43-47
8. Долгин В. Н. Пресноводные моллюски в питании рыб Сибири // Вестник ТГПУ. – 2009. – №6.
9. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб // Инструкция по изучению – Л.: Наука – 1985. – 121 с.
10. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР // Под ред. О.Н. Бауера. – Т. 3. Паразитические многоклеточные. (Вторая часть). – Л.: Наука. – 1987. – 583 с.
11. СанПиН 15-6/44, 1990. Санитарные правила по санитарно-гельминтологической экспертизе рыбы и условиям обеззараживания ее от личинок дифиллоботриид и описторхисов. СанПиН 3.2.569-96. Профилактика паразитарных болезней на территории Российской Федерации. Приложение 3. Профилактика гельминтозов, передающихся через рыбу, ракообразных, моллюсков, земноводных, пресмыкающихся и продукты их переработки.
12. Шигин А.А. Трематоды фауны СССР / И.В. Шигин. – Москва: Наука – 1986 – 254с.

13. Морозко А.В., Дайтхе А.А., Дорогин М.А., Изменение показателей заражённости леща Abramis brama L. в зависимости от концентрации особей в биотопе // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2020 – №1(168). – с. 48-51.

УДК 639.3.09

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРИ ИНФЕКЦИОННОМ ПРОЦЕССЕ У РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ В АКВАКУЛЬТУРЕ КАРЕЛИИ

А.Н. Паршуков[1], Л.А. Лысенко[1], И.В. Суховская[1], Н.П. Канцерова[1]

Институт биологии Карельский научный центр РАН, г. Петрозаводск, Россия, **aleksey.nik.parshukov@gmail.com**

Аннотация. Проведены исследования микробиоты желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) у радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*). Установлено, что к концу периода наблюдений группа молочнокислых бактерий (LAB) полностью вытесняется из ядра кишечной микрофлоры. Сделан вывод о том, что появление и нарастание встречаемости отдельных групп бактерий (например, Mycoplasmataceae) в составе кишечного тракта радужной форели связан с параллельно протекающим инфекционным процессом у рыб.

Ключевые слова: микробиота, высокопроизводительное секвенирование, радужная форель

MICROBIOLOGICAL INDICATORS FOR THE INFECTION PROCESS IN RAINBOW TROUT IN KARELIA AQUACULTURE

A.N. Parshukov, L.A. Lysenko, I.V. Sukhovskaya, N.P. Kantserova

Summary. Microbiota of gastrointestinal tract (GT) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) was studied. It was found that by the end of the observation period the group of lactic acid bacteria (LAB) was completely displaced from the core of intestinal microflora. It was concluded that the appearance and increase of occurrence of certain groups of bacteria (e.g., Mycoplasmataceae) in the intestinal tract of rainbow trout is associated with a parallel infectious process in fish.

Keywords: microbiota, high-throughput sequencing, Rainbow trout

Интенсивное развитие аквакультуры требует повышенного внимания к изучению инфекционных заболеваний и поиску универсальных маркеров для ранней диагностики болезней рыб (Xiong et al., 2019). За последние десятилетия микробиота рыб подверглась весьма основательному изучению, как со стороны её систематического состава, так и её реакции на состав искусственных кормов, физиологический и иммунный статус хозяина (Lyons et al., 2016; Huyben et al., 2018).

Цель: изучение таксономической структуры бактериального населения желудочно-кишечного тракта, как одного из потенциальных биомаркеров для индикации патологических процессов у радужной форели.

Исследования кишечной микрофлоры провели на примере 74 экз. садковой радужной форели. Для анализа микробного сообщества выделяли тотальную ДНК с помощью комплекта реагентов "АмплиПрайм ДНК-сорб-В". Амплификация вариабельных регионов V3-V4 гена 16S рРНК осуществлялась по протоколу, описанному в документе «16S Metagenomic Sequencing Library Preparation» (Part # 15044223 Rev. B; Illumina) (ЗАО «Евроген», г. Москва).

По результатам метагеномного секвенирования в кишечнике и желудке радужной форели идентифицировано 77395 операционных таксономических единиц (OTU), которые были отнесены к 21 известным отделам, представляющим собой отдельные филетические линии, и 6-ти «фантомным» группам (OD1, SR1, FBR, WPS-2, [Thermi] и TM7) бактерий. В составе микробиоты ЖКТ форели доминировали филумы Firmicutes, Bacteroidetes, Proteobacteria, Tenericutes и Fusobacteria. Исследованные особи радужной форели (с июля 2017 по сентябрь 2018 – условно больных) отличались от первичной выборки (июнь 2017 – условно здоровых) отсутствием группы молочнокислых бактерий. Кроме того, состав кишечной микрофлоры изменялся на всем протяжении периода исследований за счёт представителей семейства Mycoplasmataceae. Наибольший процент встречаемости (58,9%) зафиксирован 27 июня 2018.

По полученным данным о состоянии микробиоты ЖКТ (сокращению флоры рода Lactobacillus, нарастанию процента встречаемости микоплазм) изменения, индуцированные инфекцией, проявились со 2-3 точки сбора проб (к 12 и 28 августа 2018 года). Показатели, использованные в эксперименте, по нашему мнению, могут быть отнесены к биомаркерным для оценки развития инфекционного состояния (видовое разнообразие микробиоты ЖКТ, встречаемость уникальных таксонов, обилие микоплазменной флоры).

Работа выполнена при поддержке РНФ №17-74-20098.

Список литературы

1. Huyben, D., Sun, L., Moccia, R., Kiessling, A., Dicksved, J. and Lundh, T. (2018) Dietary live yeast and increased water temperature influence the gut microbiota of rainbow trout. J Appl Microbiol 124, 1377–1392

2. Lyons, P.P., Turnbull, J.F., Dawson, K.A. and Crumlish, M. (2016) Phylogenetic and functional characterization of the distal intestinal microbiome of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* from both farm and aquarium settings. J Appl Microbiol 122, 347–363

3. Xiong, Jin-Bo Nie, Li Chen Jiong. Current understanding on the roles of gut microbiota in fish disease and immunity. Zoological Research, 2019, 40(2): 70-76.

УДК 597.553.2:597-12

ПАТОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ КАМЧАТСКОГО ШТАММА *RENIBACTERIUM SALMONINARUM* НА КУЛЬТУРУ КЛЕТОК EPC

Е.А. Устименко, Е.В. Бочкова, Н.В. Сергеенко

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («КамчатНИРО»), г. Петропавловск-Камчатский, Россия, ustimenko.e.a@kamniro.ru

Аннотация. В сообщении представлены результаты экспериментального заражения культуры клеток EPC опасным бактериальным патогеном рыб – *Renibacterium salmoninarum.* Бактерии размножались в клетках и разрушали их.

Ключевые слова: клеточная культура, *Renibacterium salmoninarum,* инфекция

PATHOGENIC EFFECT OF KAMCHATKA BREVIBACTERIUM SALMONINARUM STRAIN ON EPC CELL CULTURE

E.A. Ustimenko, E.V. Bochkova, N.V. Sergeenko

Kamchatka Branch of All-Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography («KamchatNIRO»),
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

Summary. Results of experiment on the infection of a cell line EPC dangerous fish pathogen — bacteria *Renibacterium salmoninarum* — presented in this communication. It is showed, that *in vitro* bacteria good multiplay intracellularly and destruction of cells.

Key words: cell culture, *Renibacterium salmoninarum,* infection

Renibacterium salmoninarum — возбудитель бактериальной почечной болезни (БПБ) — системной, хронической инфекции лососевых рыб, которая приводит к серьезным экономическим потерям в аквакультуре лососей [3]. Впервые в России возбудитель БПБ был изолирован нами у половозрелого кижуча, отловленного в 2018 г. в оз. Большой Вилюй (Камчатка) и имевшего признаки заболевания [6]. *R. salmoninarum* является грамположительным, медленно растущим, привередливым к компонентам среды организмом, который трудно культивировать *in vitro*, и требуется длительная (до 12 недель) инкубация на цистеинсодержащих питательных средах. Поэтому изучение его ростовых и вирулентных признаков чрезвычайно затруднено.

В настоящей работе мы исследовали свойства выделенных ранее *R. salmoninarum* на перевиваемой линии клеток рыб EPC (эпидермальные новообразования больного оспой карпа). Клеточные культуры, инфицированные *R. salmoninarum*, можно поддерживать около 7 недель до начала их естественного старения, в течение которых возбудитель размножается внутриклеточно и создаются условия наиболее приближенные к тем, которые встречаются у рыб [5].

Изолированный ранее штамм *R. salmoninarum* хранили при -70 °С до использования. Перед началом эксперимента пробирку с микроорганизмами разморозили и сделали посев на чашки со средой SKDM [2] без антибиотиков. Выросшую на питательной среде 19-суточную бактериальную культуру разводили в стерильном фосфатном буфере (ФБ) до 2 ед. по стандарту МакФарланда (MCF), затем смешивали с культуральной средой в соотношении 1:9. Клеточную линию EPC культивировали по стандартным методикам [1]. Заражение клеток подготовленной бактериальной суспензией проводили в культуральных матрасах (25 см^2), которые инкубировали при 15° С в течение 50 дней. Контрольные и зараженные клетки ежедневно микроскопировали, отмечая появление изменений монослоя — цитопатического эффекта.

Матрасы с инфицированной и контрольной клеточной культурой исследовали на наличие *R. salmoninarum* на 13, 21, 31 и 48 день после инокуляции. По 1 мл культурального супернатанта и лизата клеток брали для количественного бактериологического анализа, делали серию десятикратных разведений и высевали по 20 мкл на чашки со средой SKDM без антибиотиков. Чашки инкубировали при 15 °С.

Данные, полученные в результате микроскопирования и подсчета бактериальных клеток в эксперименте, показали, что бактерии способны проникать и размножаться в клетках EPC. Первоначальный уровень внутриклеточной инфекции был относительно низким, после чего наблюдали постоянное увеличение

количества микроорганизмов в клетках EPC и культуральном супернатанте (табл. 1).

Таблица 1. Увеличение количества бактерий *R. salmoninarum* при экспериментальном заражении ими культуры клеток EPC

День эксперимента	Образец исследования	Количество бактерий
13	клетки	Роста нет
	супернатант	
21	клетки	$1{,}8\times10^{5}$
	супернатант	$0{,}8\times10^{4}$
31	клетки	$3{,}9\times10^{5}$
	супернатант	$1{,}5\times10^{6}$
48	клетки	$2{,}6\times10^{7}$
	супернатант	$4{,}1\times10^{7}$

Кроме того, в зараженных матрасах наблюдали хорошо выраженное цитопатическое действие бактерий на клетки, появившееся к концу четвертой недели и к завершению опыта вызвавшее разрушение монослоя до 75%. В контрольных матрасах такого разрушения клеток не отмечали (рис. 1).

В аналогичном эксперименте, проведенном Макинтош с соавторами [5], инфицированные *R. salmoninarum* монослои EPC не имели каких-либо заметных морфологических изменений по сравнению с контрольными культурами, за исключением увеличения клеточной вакуолизации. Не было признаков разрушения монослоя. В целом, клеточные культуры сохраняли здоровый внешний вид примерно до 6-7 недель после инокуляции *R. salmoninarum*, после чего началось старение, они стали внешне более зернистыми, снизилось их поверхностное прикрепление. Полученные в наших опытах данные, вероятно, могут свидетельствовать о большей вирулентности камчатского штамма *R. salmoninarum* и/или о различии изолятов на молекулярном уровне, что покажут дальнейшие исследования.

Таким образом, по результатам нашего эксперимента, бактерии *R. salmoninarum* не только остаются жизнеспособными в течение всего периода инкубации зараженной клеточной линии, но и проникают в клетки, вызывая их гибель. Хотя заражение клеточных линий *R. salmoninarum* не заменяет проведения биопробы, но, по нашему мнению, может иметь большое значение при подготовке к ней, позволяя без лишних манипуляций накопить чистую культуру микроорганизма. В опытах с последующим заражением молоди радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) возбудителем БПБ было доказано, что относительная вирулентность бактерий, культивируемых в клетках EPC, оказалась значительно выше по сравнению с выращенными на чашках с агаром [5]. Кроме этого, можно получить достаточно большое количество отработанной культуральной среды (так называемого, метаболайта), добавление которой в питательную среду, по литературным данным [4], стимулирует рост бактерий *R. salmoninarum*.

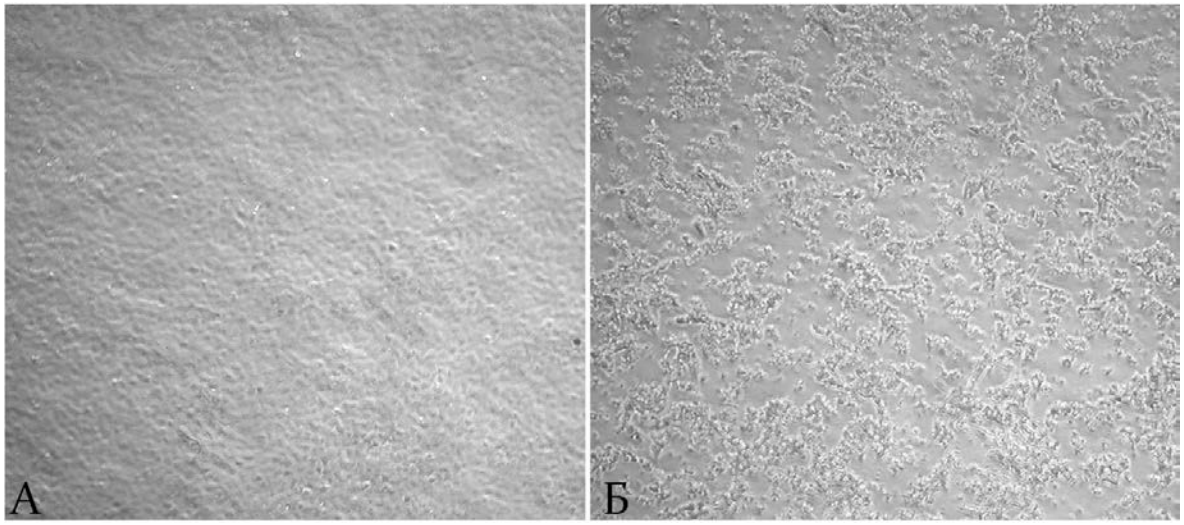


Рис.1. Монослой линии клеток EPC: контрольный (А) и инфицированный *Renibacterium salmoninarum* (Б); ×40.

Список литературы

1. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. – М.: Отдел маркетинга АМБагро. – 1998. – Ч. 1. – 310 с.
2. Austin B., Embley T.M., Goodfellow M. Selective isolation of *Renibacterium salmoninarum* // FEMS Microbiology Letters 1983. Vol. 17. P. 111-114.
3. Ellis R.W., Novotny A.J., Harrell L.W. Case report of kidney disease in a wild chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha* in the sea // J. Wildlife Dis. 1978. Vol. 14. P. 120-123.
4. Evelyn T.P.T., Bell G.R., Prosperi-Porta L., Ketcheson J.E. A simple technique for accelerating the growth of the kidney disease bacterium *Renibacterium salmoninarum* on a commonly used culture medium (KDM2) // Diseases of aquatic organisms. 1989. V. 7. P. 231-234.
5. Mclntosh D., Flano E., Grayson T. H., Gilpin M. L., Austin B., ViIlena A.J. Production of putative virulence factors by *Renibacterium salmoninarum* grown in cell culture // Microbiology. 1997. V. 143. P. 3349-3356.
6. Sergeenko N.V., Ustimenko E.A., Eliseikina M.G., Kuhlevskiy A.D., Bochkova E.V., Ryazanova T.V. First report of bacterial kidney disease in coho salmon *Oncorhynchus kisutch* in Russia // Diseases of aquatic organisms. 2020. V. 140. P. 31-36.

УДК: 574.2

СОПРЯЖЕННОСТЬ МИГРАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ КАРПОВЫХ (СЕМ. CYPRINIDAE) С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ЗАРАЖЕННОСТИ РЫБ МЕТАЦЕРКАРИЯМИ ТРЕМАТОД В РЕЧНОЙ И ОЗЕРНОЙ СИСТЕМАХ БАССЕЙНА ОЗЕРА ЧАНЫ

Е.Н. Ядренкина

Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия,
Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия
Yadrenkina@ngs.ru

Аннотация. Аналитический обзор многолетних данных по пространственной организации карповых в крупной озерно-речной системе Чаны (Западная Сибирь)

отражает значимую роль миграционного поведения рыб в циркуляции трематодозов. Озерные стада язя *Leuciscus idus* и плотвы *Rutilus rutilus* (сем. Cyprinidae), осуществляющие нерестовые миграции в речную систему, возвращаются на нагул в озеро до начала выхода церкарий описторхид из первых промежуточных хозяев – моллюсков сем. Bithyniidae. Тем самым снижается риск заражения мигрантов описторхидной инвазией, однако в мышцах карповых, постоянно обитающих в реке (пескарь *Gobio gobio* и верховка *Leucaspius delineatus*), личинки описторхид зарегистрированы. Рыбы с низкой миграционной активностью, а также обитатели эстуарной зоны водоема в местах распространения моллюсков сем. Planorbidae, характеризуются относительно высокой зараженностью метацеркариями *Posthodipostomum*.

Ключевые слова: рыбы, миграционная активность, зараженность, Trematoda, бассейн озера Чаны, Западная Сибирь

RELATIONSHIP OF MIGRATORY ACTIVITY OF FISH (FAM. CYPRINIDAE) WITH INFECTION BY TREMATODES IN RIVER AND LAKE SYSTEMS OF THE CHANY BASIN, WESTERN SIBERIA

E.N. Yadrenkina

Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS, Novosibirsk, Russia,
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia
Yadrenkina@ngs.ru

Summary. An analytical review of long-term data on the spatial organization of cyprinids in the large lake-river system Chany (Western Siberia) reflects the significant role of the migratory behavior of fish in the circulation of trematodes infections. Lacustrine flocks of ide *Leuciscus idus* and roach *Rutilus rutilus* (fam. Cyprinidae), after spawning migrations into the river system, return to the lake for feeding before Opisthorchiidae cercariae begine move from the body of first intermediate hosts (Gastropoda, fam. Bithyniidae). As a result, the risk of infection of migrants by the opisthorchids invasion is decreases, while in the muscles of the river inhabitants of cyprinids (gudgeon *Gobio gobio* and verkhovka *Leucaspius delineatus*), opisthorchid larvae were found. Non-migratory fish as inhabitants of the estuarine zone near the places of Planorbidae mollusks concentration are characterized by a relatively high infestation by *Posthodipostomum* metacercariae too.

Key words: fish, migratory activity, invasion, Trematoda, Chany basin, Western Siberia

Согласно результатам многолетнего изучения пространственной организации популяций карповых в условиях крупного заморного озера Чаны, высокая миграционная активность рыб озерного комплекса – язя *Leuciscus idus* и плотвы *Rutilus rutilus* – обуславливает эффективное освоение пространства водоема [1, 2].

Обширные заливы озера Малые Чаны и низовья реки Каргат притоков соединяются эстуарной зоной в виде системы заливов, которая в весенний период используются рыбами в качестве нерестилищ [6, 7]. На этой относительно небольшой площади в период размножения концентрируются многотонные стада, что определяет чрезвычайно высокую значимость «переходной зоны» для воспроизводства популяций массовых видов. Но поскольку кормовая база «переходной зоны» не может обеспечить пищевые потребности нерестовых стад, представители озерного комплекса сразу после икрометания перемещаются в озеро

[4]. В летний период стада язя и плотвы осуществляют нагул преимущественно в озерной акватории. В речном комплексе карповых преобладают по численности пескарь *Gobio gobio*, верховка *Leucaspius delineates* и елец *Leuciscus leuciscus* [5]. Обитатели реки в своем подавляющем большинстве являются реофилами с повышенным порогом чувствительности к дефициту растворенного в воде кислорода, и в течение всего года придерживаются речного русла, не выходя в озерную акваторию. В отличие от других видов рыб серебряный карась *Carassius auratus* распространен по всему бассейну.

К настоящему времени изучены внутрисезонные миграционные циклы рыб, включая зимние миграции [8]. На площадях эстуарной зоны перекрываются места размножения и нагула рыб как озерного, так и речного комплексов. Следовательно, она представляет собой транзитную область, через которую в разные сезоны года озерные рыбы перемещаются по вектору «оз. Большие Чаны → оз. Малые Чаны → реки Каргат и Чулым» и обратно, а речные – в направлении «река → эстуарий → река». Результаты многолетних исследований показали:

1. Внутригодовая динамика перемещений рыб по бассейну Чаны рыбами сопряжена с группой факторов, воздействие которых проявляется в качестве регуляторного механизма пространственного перераспределения озерного и речного комплексов рыб в периоды размножения, нагула и зимовки. В качестве факторов, дифференцирующих видовой состав рыб на разных участках водоема, выступают:

- в период размножения - различия гидрохимического и гидрологического режимов озерной и речной систем;
- в период нагула – различия в кормовых ресурсах озерных, эстуарных и речных биотопов;
- в период зимовки - формирование в озерах Большие Чаны, Малые и в эстуарной зоне дефицита растворенного в воде кислорода, блокирующих возможность перемещения рыб подо льдом.

2. Сезонные различия видового состава рыб на разных участках акватории бассейна связаны с активным перераспределением стад, позволяющим поддерживать относительно высокую численность популяций массовых видов, несмотря на жесткие условия внешней среды.

3. Высокая миграционная активность рыб озерного комплекса, гибкое реагирование стад на флуктуации внешней среды обеспечивают эффективное освоение пространства и высокие показатели рыбопродуктивности водоема.

Обращаясь к вопросу об уязвимости рыб к описторхидной инвазии, следует отметить, что в речной системе осуществляется реализация жизненного цикла трематод сем. Opisthorchiidae через моллюсков сем. Bithyniidae (первого промежуточного хозяина) и представителей речного комплекса карповых рыб (второго промежуточного хозяина). В мышцах верховки *Leucaspius delineatus* и пескаря *Gobio gobio,* - видов рыб, характеризующихся низкой миграционной активностью, зарегистрированы метацерарии описторхид [3], в то время как зараженность рыб озерного комплекса не выявлена. Существенные различия между уровнем зараженности рыб, обитающих в речной и озерной системах, проявляются и в отношении *Posthodipostomum cuticula*: массовое заражение отмечено в группах рыб, приуроченных к прибрежным биотопам речной системы и эстуариям озера Чаны, на участках с высокой плотностью моллюсков сем. Planorbidae [9].

Таким образом, высокая миграционная активность массовых видов карповых озерного комплекса, гибкое реагирование стад на флуктуации гидрохимических параметров среды обитания обеспечивают не только

эффективное освоение пространства, но и избегание церкариозных зон, формирующихся в речной системе в летние месяцы, что значимо снижает риск заражения мигрантов трематодами сем. Opisthorchiidae и Diplostomatidae.

Список литературы

1. Коноплев Е.И. К методике определения численности нерестового стада плотвы в оз. Чаны // Рыбное хозяйство водоемов южной зоны Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1969. – С. 58–67.
2. Крайнов В.М. К экологии нереста язя в озере Чаны // Продуктивность водоемов различных климатических зон РСФСР и перспективы их рыбохозяйственного использования. Красноярск, 1978. – Ч. 1. – С. 96.
3. Юрлова Н.И., Водяницкая С.Н., Ядренкина Е.Н. Обнаружение описторхид у рыб в бассейне озера Чаны // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. Томск, 1996. – С.110.
4. Ядренкина Е.Н. Распределение и внутрисезонные миграции рыб в ходе раннего онтогенеза по бассейну оз. Чаны (Западная Сибири) // *Сибирский биологический журнал*, 1992. – Вып. 2. – С. 55–63.
5. Ядренкина Е.Н. Видовая структура ихтиофауны речной и озерной систем бассейна озера Чаны на современном этапе // Задачи и проблемы развития рыбного хозяйства на внутренних водоемах Сибири. Томск, 1996. – С. 42–43.
6. Ядренкина Е.Н. О причинах пространственно-временной дифференциации нерестового стада язя *Leuciscus idus* в речной системе бассейна озера Чаны (Западная Сибирь) // *Вопросы ихтиологии*. 2000. – Т. 40. – № 4. – С. 486–491.
7. Ядренкина Е.Н., Интересова Е.А., Ядренкин А.В., Хакимов Р.М. К вопросу о пространственной дифференциации популяций карповых рыб озера Чаны (Западная Сибирь). Особенности изменчивости остеометрических признаков речной и озерной групп язя *Leuciscus idus* и плотвы *Rutilus rutulus* (сем. Cyprinidae) // *Сибирский экологический журнал*. 2005. – Т. 12. – № 2. – С. 293–304.
8. Ядренкина Е.Н. Миграционное поведение рыб в условиях заморного водоема (озеро Чаны, Западная Сибирь) // Матер. IV Всероссийской научн. конференции «Поведение рыб», Москва: Изд-во «Аквaрос», 2010. – С. 453–459.
9. Ядренкина Е. Н. Различия в зараженности молоди карповых (Cypriniformes) метацеркариями *Posthodipostomum cuticola* (Digenea, Diplostomidae) в речной и озерной системах бассейна озера Чаны (Западная Сибирь). *Паразитология.* 2014. – С. 234–244.

УДК 597.553.2

СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫЯВЛЕНИЯ ЛИЧИНОК *ANISAKIS* SP. В МУСКУЛАТУРЕ ЛОСОСЕЙ

Г.Д. Якушева, В.А. Гончарова, И.О. Кулемеева

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), e-mail: iakusheva.g.d@kamniro.ru

Аннотация: В работе приведен сравнительный анализ методов выявления личинок *Anisakis* sp. L3 в мускулатуре рыб: параллельных разрезов, искусственного переваривания и УФ-пресса.

Ключевые слова: паразитологические методы, лососи, личинки гельминтов рыб, нематоды.

COMPARISON OF METHODS FOR DETECTING *ANISAKIS* SP. IN THE MUSCULATURE OF SALMON

G. D. Yakushev, V. A. Goncharov, I. O. Kolemaev

Kamchatka branch of fgbnu " VNIRO "("KamchatNIRO"), e-mail: iakusheva.g.d@kamniro.ru

Summary: The paper provides a comparative analysis of the methods for detecting the larvae of *Anisakis* sp. L3 in fish: parallel cuts, artificial digestion and UV-press.

Keywords: parasitological methods, salmon, fish helminth larvae, nematodes.

В последнее время огромное внимание уделяется проблемам безопасности животного сырья [5]. Высокая заражённость рыб личинками *Anisakis* sp. влияет на качество и безопасность продукции, что приводит к экономическим потерям [3, 6].

При паразитологических исследованиях мышечных тканей для обнаружения личинок гельминтов в «КамчатНИРО» используется метод параллельных разрезов [4]. В настоящее время в России в разработке находятся ГОСТ ISO / DIS 23036-1 и ГОСТ ISO / DIS 23036-2, в которых для выявления личинок *Anisakis* sp. L3 в рыбе и рыбной продукции описаны методы искусственного переваривания и УФ-пресса. Для проверки сопоставимости результатов подсчета личинок разными методами провели ряд исследований одной рыбы.

Цель работы – сравнение результатов выявления личинок *Anisakis* sp. L3 в мускулатуре разными методами.

Материалом для паразитологических исследований послужили нерка (*Oncorhynchus nerka*) и кета (*Oncorhynchus keta*), отобранных на ЛРЗ Камчатки. В ходе работ исследовали мускулатуру с двух сторон от каждой особи. Мускулатуру с одной стороны исследовали методом параллельных разрезов, с другой стороны – методом искусственного переваривания (использовали по 50 г. образца). Те части мускулатуры нерки, которые исследовались методом искусственного переваривания по 50 г. (6 экземпляров (экз.)) предварительно были исследованы методом УФ-пресса. После этого данные образцы переваривали целиком. Всего было исследовано 30 экз. рыбы, а именно: 15 экз. кеты, 15 экз. нерки.

Обследование мускулатуры методом параллельных разрезов проводили по общепринятой методике [4].

При проведении исследований методом искусственного переваривания, мы отделяли мышечную ткань от кожи, костей и взвешивали, затем переваривали 50 г. навески. В процессе работ поддерживали максимальное соотношение мяса к перевариваемой жидкости (1:20) и температуру (37 °C ± 1 °C). Время, необходимое для переваривания, составляло от 15 минут до 45 минут. После этого перевариваемую жидкость фильтровали через сито и промывали водопроводной водой. Количество обнаруженных личинок в 50 г. экстрополировали на целый вес мускулатуры рыбы с одной стороны [2].

При исследовании мышечной ткани методом УФ-пресса образцы замораживали, затем, после дефростации, тонко разрезали мышечную ткань вдоль пласта и прессовали до толщины от 1 до 2 мм (не более 3 мм). Далее прессованные образцы исследовали на трансиллюминаторе UVT 1. Таким образом просматривали всю мускулатуру с одной половины рыбы. Личинки анизакидных нематод выглядели как яркие флуоресцентные пятна, поэтому их было легко зарегистрировать [1].

Данные, полученные в ходе исследований, были обработаны и оформлены в виде графиков в программе Microsoft Office Excel.

Метод искусственного переваривания основан на ферментативном разложении мышечных волокон в жидкости, состоящей из пепсина и соляной кислоты, с последующими этапами фильтрации и промывания.

Метод УФ-пресса основан на особенности замороженных личинок *Anisakidae*, которые проявляют флуоресценцию под ультрафиолетовым светом. Обнаружение нематод основано на скрининге под ультрафиолетовым светом сплющенного замороженного филе, или филе свежей или размороженной рыбы.

На основании полученных данных мы рассчитывали средние разности показателей количества найденных личинок в мышечной ткани тремя методами (табл.1).

В данных исследованиях за эталонный метод мы приняли метод параллельных разрезов, именно по этой причине с ним и сравнивали другие методы.

Таблица 1. Средняя разность показателей, полученных при исследовании мускулатуры рыб разными методами

Вид рыбы	Средняя разность показателей количества личинок, выявленных методом параллельных разрезов и:		
	методом искусственного переваривания 50 г и пересчитанных на целый вес пласта, шт.	методом искусственного переваривания целого пласта, шт	методом УФ-пресса, шт
Кета (*Oncorhynchus keta*)	33	-	-
Нерка (*Oncorhynchus nerka*)	31	57	9

В результате исследований мы выявили, что средняя разность показателей количества личинок, выявленных методом параллельных разрезов и методом искусственного переваривания в 50 г. и пересчитанных на весь вес мышечной ткани, у кеты составляет 33 экз., у нерки – 31 экз., что является большой погрешностью исследований. Помимо этого, сравнивали показатели количества выделенных личинок перевариванием мышечной скани с одной стороны целиком, УФ-прессом и методом параллельных разрезов. Разность показателей исследования УФ-прессом и методом параллельных разрезов составила 9 экз., что является относительно небольшой погрешностью. При сравнении данных, полученных методами переваривания мышечной ткани с одной стороны целиком, и параллельных разрезов разница составляла 57 экз.

На рис. 1 (А) видно, что у 80% рыб показатели количества личинок *Anisakis* sp., выявленных методом искусственного переваривания сильно превышают показатели эталонного метода. На рис. 1 (Б) мы видим, что у 33,3% рыб показатели количества личинок *Anisakis* sp. так же превышают показатели эталонного метода, что говорит о несопоставимости полученных данных.

Данные, полученные при проведении исследований методом искусственного переваривания и методом УФ-пресса отличаются от метода исследования параллельных разрезов на 25,4% и на 5,2% соответственно. Но для применения метода УФ-пресса нужно разрезать пласт на пластинки не толще 3 мм., поэтому

можно разрезать личинок на несколько частей и при их подсчете получить результат выше реального, так как вместо одной личинки можно учесть несколько.

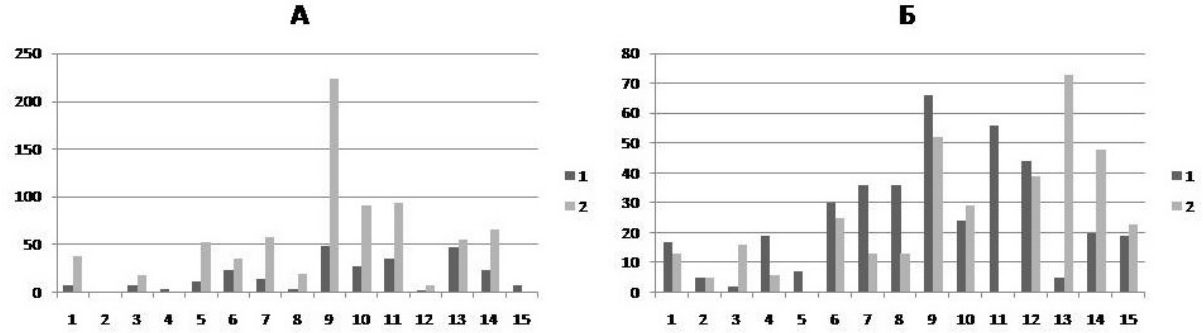


Рис 1. Сравнение количества личинок Anisakis sp. у нерки (*Oncorhynchus nerka*), обнаруженных методом параллельных разрезов и методом искусственного переваривания. 1 – Количество личинок, выявленных методом параллельных разрезов; 2 – количество личинок, выявленных методом искусственного переваривания и пересчитанных на целый вес мускулатуры рыбы с одной стороны (А). Сравнение количества личинок Anisakis sp. у кеты (*Oncorhynchus keta*) обнаруженных методом параллельных разрезов и методом искусственного переваривания. 1 – Количество личинок, выявленных методом параллельных разрезов; 2 – количество личинок, выявленных методом искусственного переваривания и пересчитанных (Б).

Согласно ГОСТ ISO / DIS 23036-1 и ГОСТ ISO / DIS 23036-2 выражение результатов должно предоставляться как «присутствуют» или «отсутствуют», а также количество личинок *Anisakidae* в «х» граммах образца на срез филе. Исходя из предварительных данных можно предположить, что при использовании метода искусственного переваривания и метода УФ-пресса для подсчета количества личинок в мышечных тканях рыб получается большая погрешность и результаты сильно отличаются от классического метода параллельных разрезов.

Список литературы.

1. ГОСТ ISO / DIS 23036-1 «Микробиология пищевой цепи. Методы обнаружения личинок Anisakidae L3 в рыбе и рыбных продуктах. Часть 1: метод УФ-пресса» – С. 7
2. ГОСТ ISO / DIS 23036-2 «Микробиология пищевой цепи. Методы обнаружения личинок Anisakidae L3 в рыбе и рыбных продуктах. Часть 2: метод искусственного переваривания» – С. 7
3. Дубинина М.Е. Ветеринарно-санитарная экспертиза различных видов рыб при анизакидозе. 2009. 25 с.
4. МУК 3.2.988-00 «Методы санитарно-эпидемиологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки» – с.10
5. Постановление Правительства РФ от 21 декабря 2000 г. «987 «О государственном надзоре в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов»
6. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования к безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов – С. 2-15.

УДК 639.3.09

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ ПО ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ РАСТВОРОВ ХЛОРИДА НАТРИЯ НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ БЕЛУГИ В ПРОЦЕССЕ ИНКУБАЦИИ

В.В. Баринова, Р.Р. Баталова, О.В. Золотовская
Волжско-каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань, Россия, kaspnirh@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты проведенных производственных испытаний по обработке инкубируемой икры белуги готовым раствором хлорида натрия и приготовленным раствором поваренной соли концентрацией 0,9%, с разной экспозицией, для подавления роста и развития сапролегниевых микромицетов. При проведении эксперимента, осуществляли оценку влияния апробируемых растворов на эмбриональное и постэмбриональное развитие белуги, учитывая количество зараженной икры, выживших эмбрионов, и выявленных у них аномалий. Описан ход эксперимента, в результате которого выявили, что наиболее эффективным раствором является готовый раствор хлорида натрия (0,9%) с периодом воздействия 2 минуты.

Ключевые слова: инкубируемая икра, сапролегниевые микромицеты, белуга, раствор, хлорид натрия, оплодотворение, развитие, аномалии.

THE RESULTS OF THE EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE EFFECT OF SODIUM CHLORIDE ON THE EMBRYONIC DEVELOPMENT OF THE BELUGA IN THE PROCESS OF INCUBATION.

V.V. Barinova, R.R. Batalova, O.V. Zolotovskaya

Summary. The article presents the results of production tests on the treatment of incubated Beluga caviar with a ready-made solution of sodium chloride and a prepared solution of table salt with a concentration of 0.9%, with different exposures, to suppress the growth and development of saprolegnium micromycetes. During the experiment, the influence of the tested solutions on the embryonic and postembryonic development of Beluga was evaluated, taking into account the number of infected eggs, surviving embryos, and abnormalities detected in them. The course of the experiment is described, as a result of which it was found that the most effective solution is a ready-made solution of sodium chloride (0.9%) with an exposure period of 2 minutes.

Keyword: incubated eggs, saprolegnium micromycetes, Beluga, solution, sodium chloride, fertilization, development, abnormalities, infection, hatching.

Одной из главных целей развития товарной аквакультуры является повышение рентабельности производства, что возможно при интенсификации рыбоводных процессов. В свою очередь, это приводит к повышению рисков возникновения заболеваний и, как следствие, снижение выхода продукции аквакультуры (икры, посадочного рыбоводного материала и т.д.). Основным заболеванием в рыбоводстве является сапролегниоз, вызываемый микромицетами

сем. Saprolegiaceae. Список лекарственных препаратов, разрешенных к применению в аквакультуре для борьбы с сапролгениозом во время инкубации икры осетровых ограничен, поэтому вопрос подбора эффективных, доступных, не токсичных и экологически чистых химических веществ для обработки икры с целью снижения заражения сапролегнией весьма актуален. Целью проводимых исследований является определение способности ингибирования роста и развития сапролегниевых микромицетов на инкубируемой икре белуги, растворов хлорида натрия с разными периодами воздействия, с учетом возможного негативного действия на эмбриональное развитие белуги.

Методы

Исследования проводили на базе научно-экспериментального комплекса аквакультуры «БИОС» Волжско-Каспийского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»). В ходе эксперимента икру обрабатывали растворами хлорида натрия с различной экспозицией. Испытывали 0,9%-е растворы хлорида натрия приготовленные из поваренной соли 2го помола и готовый физиологический раствор. Концентрация и экспозиции растворов были выбраны экспериментально, после проведения ряда лабораторных и производственных опытов в 2019 г [3]. Концентрации, используемых растворов и экспозиции приведены в таблице 1.

Таблица 1 Концентрации и экспозиции испытуемых растворов хлорида натрия для лечебно-профилактической обработки инкубируемой икры белуги

Испытуемые растворы	Экспозиция, мин
приготовленный раствор (0,9%)	2
приготовленный раствор (0,9%)	5
готовый раствор (0,9%)	2
готовый раствор (0,9%)	5
*Контрольная группа – опытная группа икры, которая не подвергалась обработке растворами	

Оплодотворенную и обесклеенную танином икру, инкубировали в аппаратах типа «Осетр» в условиях прямоточного водообеспечения. В течение инкубации проводили контроль гидрохимического режима в инкубационной системе [4].

Обработку икры проводили методом кратковременных лечебных ванн [2] в два этапа: первый - на стадии сближения нервных валиков (21-я стадия), второй - на стадии прямой удлинённой сердечной трубки (28-я стадия) до начала ее пульсации (29 стадия) [5]. Для оценки воздействия используемых веществ на развитие эмбрионов определяли количество оплодотворенной икры, количество выжвших эмбрионов [8], количество зараженной икры и количество аномально развивающихся эмбрионов [1]. Определения проводили с использованием микроскопа Биомед МС-1 Стерео. Количество вылупившихся пердличинок определяли весовым методом [8].

Результаты

Гидрохимические показатели воды в ходе инкубации (табл. 2) соответствовали нормативным значениям [6]. В ходе эксперимента отмечено максимальное количество зараженной икры в опытной группе с готовым раствором (5 минут), что может быть связано с увеличением количества мертвой икры, в связи с более длительным действием раствора. Уровень заражения в опытных группах с

экспозицией 2 минуты были ниже значений контрольной. Минимальный показаель отмечен при использовании готового раствора (рис. 1).

Таблица 2 Гидрохимические показатели воды в период проведения эксперимента

Дата	T ºC	pH	O_2 мг/л	O_2 %	NH_4^+	NO_2^-	NO_3^-
20.04.2020	17,6	8,1	9,5	97	0,05	0,023	1,2
22.04.2020	17,9	8,1	9,4	97	0,09	0,031	1,6
25.04.2020	17,7	8,0	9,5	93	0,07	0,031	1,3
26.04.2020	17,9	8,0	9,5	93	0,07	0,031	1,3

Снижение заражения в опытных группах может быть следствием увеличения плотности оболочек [7], вследствие воздействия на них хлорида натрия. Проникновение сапролегниевых микромицетов через уплотненные оболочки икры затруднительно.

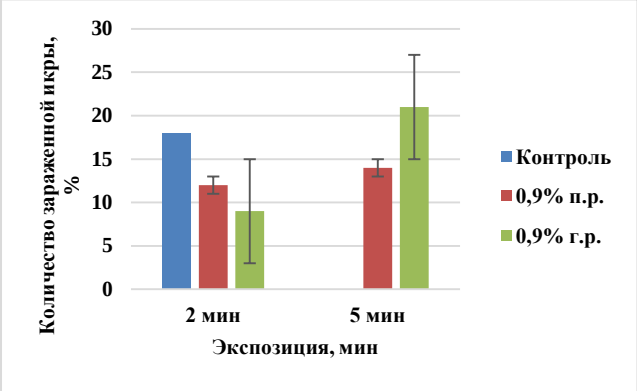


Рис. 1. Количество зараженной икры белуги сапролегниевыми микромицетами на 30 стадии развития в контрольной и опытных группах после воздействия растворами хлорида натрия

В результате проведенного эксперимента было выявлено, что готовый раствор с экспозицией 2 минуты оказал минимальное воздействие на выживаемость эмбрионов, относительно значений контрольной группы. При обработке икры приготовленным раствором из поваренной соли с тем же периодом воздействия, количество выживших эмбрионов снизилось, относительно контроля, но при увеличении экспозиции до 5 минут отмечено повышение выживаемости (рис. 2).

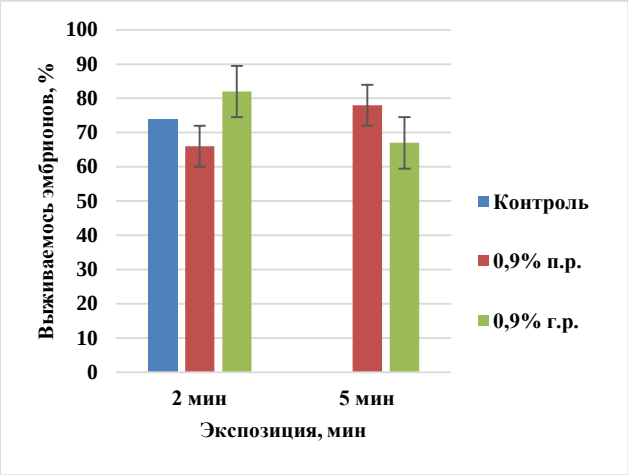


Рис.2. Выживаемость эмбрионов белуги на 30 стадии в контрольной и опытных группах после воздействия растворами хлорида натрия

После двух последовательных обработок инкубируемой икры в опытных группах, максимальное количество эмбрионов с аномалиями регистрировали при использовании готового раствора с экспозицией 5 минут, что можно объяснить наличием в составе соли примесей, которые могли негативно повлиять на эмбрион, вызвав появление различных уродств. При обработке икры тем же раствором с меньшей экспозицией (2 минуты), количество аномалий было значительно меньше, чем в контрольной группе, что можно объяснить кратковременным воздействием. В опытных группах с готовым раствором регистрировали минимальное количество уродств у эмбрионов, что может быть связано с отсутствием примесей в растворе (рис. 3).

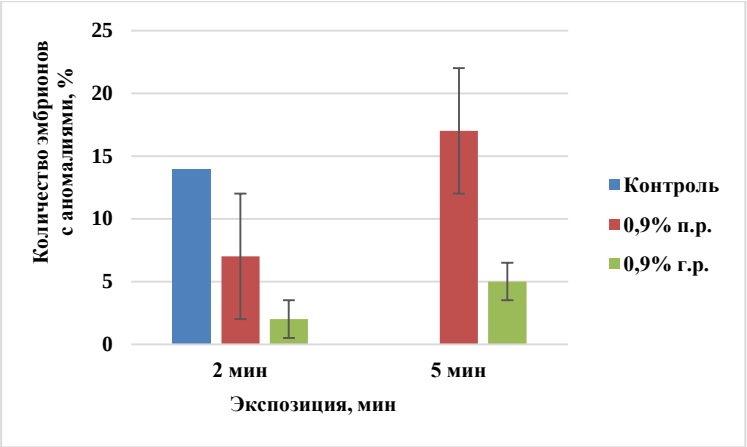


Рис. 3. Количество эмбрионов белуги на 30 стадии развития с выявленными аномалиями в контрольной и опытных группах после воздействия растворами хлорида натрия

Таким образом, в результате проведенных исследований, наиболее эффективным раствором, подавляющим рост и развитие сапролегниевых микромицетов и при этом, оказывающим минимальное воздействие на эмбриональное развитие белуги, является готовый раствор хлорида натрия с периодом обработки 2 минуты.

Список литературы

1. Акимова Н.В. Атлас нарушений в гаметогенезе и строении молоди осетровых / Н.В. Акимова, В.Б. Горюнова, Е.В. Микодина, М.П. Никольская, Г.И. Рубан, С.А. Соколова, В.Г. Шагаева, М.И. Шатуновский – М.: Изд-во ВНИРО, 2004. - 120 с.
2. Головина Н. А. Ихтиопатология / Н.А. Головина, Ю.А. Стрелков, В.Н. Воронин, П.П. Головин, Е.Б. Евдокимова, Л.Н. Юхименко - М.: Мир, 2003. - 448 с.
3. Изучение заболеваний, разработка современных методов и средств диагностики, профилактики, лечения и инструктивно и методической документации по охране здоровья объектов аквакультуры [Текст]: отчет о НИР (2 квартал), Том 2 / ФГБНУ «ВНИРО»; рук. И.В. Бурлаченко; отв. исполн.: В. В. Баринова [и др.]. – М, 2019. – 1709 с.
4. Инструкция по химическому анализу воды прудов: Утв. М-вом рыб. хоз-ва СССР 20.03.84, 2-е изд., доп. - М.: Изд-во ВНИИПРХ, 1985. - 46 с.
5. Ларцева Л.В. Сапролегниоз икры ценных видов рыб при искусственном разведении в дельте р. Волги: таксономия, экология, профилактика и терапия / Л.В. Ларцева, О.В. Обухова, Ю.В. Алтуфьев - Астрахань: Издатель Сорокин Роман Васильевич, 2017. - 98 с.
6. Отраслевой стандарт ОСТ 15372-87 Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы. От 1 апреля 1988. [утвержден Министерством рыбного

хозяйства СССР (Минрыбхоз СССР)] [Электронный ресурс] - URL: https://standartgost.ru/g/%D0%9E%D0%A1%D0%A2_15.372-87
7. Рыкова Т.И. / Т.И. Рыкова // Рыбоводство в естественных водоемах: сб. науч. Тр. ВНИРО. - М.: Изд-во ВНИРО. – 1970. - Т. 74. - С. 197-221.
8. Сборник инструкций и нормативно-методических указаний по промышленному разведению осетровых рыб в Каспийском и Азовском бассейнах. – М.: Изд-во ВНИРО, 1986. - 271 с.

УДК 639.3

ПРОЕКТ ПЕРСПЕКТИВНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА НА РЕКЕ КЕЛАСУР (АБХАЗИЯ)

Ю.В. Бадретдинова [1], Н.М. Мингазова [1], Н.Г. Назаров [1], В.М. Иванова [1], Р.С. Дбар [2], Д.Ю. Мингазова [1], Э.Г. Набеева [1], О.Н. Пустоварова [2], Л.Р. Павлова [1]

[1]Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия, nmingas@mail.ru; [2]Институт экологии АН Абхазии, г. Сухум, Республика Абхазия

Аннотация. Статья посвящена разработке проекта перспективного рыбного хозяйства по выращиванию форели в послевоенных условиях в республике Абхазия. В качестве водного объекта из 25 исследованных рек Абхазии выбрана река Келасур, наиболее соответствующая по качеству воды. Проект предлагается на основе использования установок замкнутого водоснабжения.

Ключевые слова: Река Келасур, Абхазия, форелевое хозяйство.

PROJECT FOR PERSPECTIVE FISHERIES ON THE KELASUR RIVER (ABKHAZIA)

YU.V. Badretdinova [1], N.M. Mingazova [1], N.G. Nazarov [1], V.M. Ivanova [1], R.S. Dbar [2], D.YU. Mingazova [1], E.G. Nabeeva [1], O.N. Pustovarova [2], L.R. Pavlova [1]

[1] Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia, nmingas@mail.ru; [2] Institute of ecology of the Academy of Sciences of Abkhazia, Sukhum, Republic of Abkhazia

Summary. The article is devoted to the development of a project for a promising fish farm for growing trout in post-war conditions in the Abkhazia Republic. The Kelasur River, which is the most appropriate in terms of water quality, was selected as a water body from the 25 studied rivers of Abkhazia. The project is proposed based on the use of closed water supply installations.

Key words: Kelasur River, Abkhazia, trout farm.

Военные события в Абхазии затронули природные объекты республики [5] и все стороны экономики страны, в том числе и рыбного хозяйства, которое после 1992-1993 гг. пришло в упадок. В связи с резким снижением численности населения произошло сокращение рыбного промысла на море, в упадок пришли прудовые хозяйства, выращивание аквакультур, снизилась эффективность работы форелевых хозяйств. Из действовавших ранее предприятий рыбохозяйственного

комплекса к настоящему времени остался только Чернореченский рыбхоз с разведением форели мощностью 30 т в год. Сдерживающим фактором развития аквакультуры Абхазии является отсутствие сети специализированных рыбопитомников. Сложный период восстановления экономики Абхазии в послевоенных условиях отразился на темпах реабилитационных работ, в том числе по восстановлению рыбного хозяйства.

Целью исследований, проведенных в 2018-2019 гг., является разработка проекта рыбного хозяйства на реке Келасур Абхазии.

Обоснование выбора реки Келасур

По результатам гидрологических, гидрохимических и гидробиологических исследований 25 основных рек Республики Абхазии [1,9 и др.], впадающих в Черное море (по данным за 2013-2017 гг.), в качестве источника водоснабжения проектируемого рыбного хозяйства, выбрана река Келасур, для которой характерны показатели качества воды, наиболее близкие к нормативам для разведения форели.

Река Келасур находится на административной границе Сухумского и Гульрипшского районов. Река Келасур - одна из крупных рек в республики Абхазии [8], берет начало у ледника, расположенного на южном склоне Чедымского хребта на высоте 2582 м, впадет в море в 0,4 км к юго-востоку от с. Келасури. Длина река - 42 км, площадь водосбора 220 км^2. Имеет небольшие притоки в горной части бассейна (96 км), снеговое и дождевое питание. Расход – 13,2 м^3/сек [6].

По исследованиям 2013-2014 гг., вода реки в устьевой части характеризовалась малой минерализацией, очень мягкой водой. Из катионов преобладал натрий, из анионов-гидрокарбонаты. Формула Курлова отражает ионный состав воды следующим образом: $M\,0{,}31\dfrac{HCO_3 84 SO_4 10 Cl 6}{NaK 52 Ca 45 Mg 3}$.

Оценка по эколого-санитарной классификации [2]. показала, что качество воды соответствовало разряду «вполне чистой», индекс загрязнения воды (ИЗВ) составил 0,3, что характеризует воду реки как «чистую» (2 класса).

Таблица 1. Сравнение химического состава воды р. Келасур с нормативами [3] по содержанию форели

Параметры	Содер-жание O_2, % / мг/л	pH	$N0_3^-$, мг/л	Общ. жёст-кость, мг-экв/л	БПК$_5$, мгO_2/л	PO_4^{3+} общ., мг/л
Нормативы	119/ 11,0	7,90	4,80	0,90	1,46	0,25
Р. Келасур	Келасур	119/ 11,0	7,90	4,80	0,90	1,46
Параметры	PO_4^{3+} общ., мг/л	NH_4^+, мг/л	Перм. окисля-емость, мгO_2/л	Железо общ. (Fe^{2+}+ Fe^{3+}), мг/л	Серово-дород, мг/л	Щелоч-ность, мг-экв/л
Нормативы	до 0,5	сотые доли	до 10	до 0,5	0	1,5-2
Р. Келасур	0,25	<0,05	1,72	<0,05	0,00	

По гидробиологическим показателям (зообентосу) в сравнении с другими исследованными реками р. Келасур характеризуется средними значениями по численности и биомассе зообентоса (табл. 2). В видовом составе выявлено 12 видов, доминируют личинки насекомых (поденок).

Таблица 2. Данные по зообентосу р. Келасур

Река	Численность экз./м^2	Биомасса г/м^2	Индекс Симпсона	Индекс Шеннона	Индекс Вудивисса
Келасур (2014)	54,3	0,7	0,45	1,16	6

В русле реки с помощью Google Maps выбрана территория под проект рыбного хозяйства в нижнем течении реки. Близкое расположение г. Сухум будет оказывать положительное влияние как с экономической стороны (основной поток туристов), так и с социальной (обеспечение рабочей силой).

Разработка проекта перспективного рыбного хозяйства на водном объекте.

В качестве товарной рыбы выбрана форель, так как является чрезвычайно ценным пищевым продуктом. Рыба пользуется большим спросом на рынке, несмотря на то, что ее рыночная стоимость довольно высока. Кроме того, форель можно выращивать в достаточно больших объемах на относительно небольшой площади. Проект рыбного хозяйства разработан на основе использования установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) с технологией повторного использования воды для целей производства [4,7 и др.]. Благодаря меньшему потреблению воды, удаление продуктов жизнедеятельности рыб становится более легким и дешевым, так как объем сбрасываемой воды намного меньше, чем при выращивании рыбы традиционными методами ведения рыбного хозяйства. Поэтому УЗВ считаются наиболее экологическим методом разведения рыбы.

Технологический расчет установки замкнутого водоснабжения.

Технологический расчет установки замкнутого водоснабжения дан на основе изученных технологий [4,7 и др.]. Производство состоит из 3 установок замкнутого водоснабжения для выращивания товарной рыбы разных возрастных групп и установки замкнутого водоснабжения для выращивания производителей и инкубации икры. Входные данные: Производительность: 30 т/год. Температура воды: 10°С. Максимальная плотность посадки: 250 кг/м^3. Масса посадочного материала: 1,5 г. Масса товарной рыбы: 1,0 кг. Количество растворенного кислорода на вытоке: 8 мг/л. Интенсивность водообмена: 2 раза в час. Расчеты по посадочному материалу приведены ниже.

Расчет необходимого количества посадочного материала:

$$n_{\text{п}} = 1{,}3 * 30000 = 39000 \text{ шт.}$$

Расчет необходимого количества рыбы для создания ремонтно- маточного стада

Расчет необходимого количества самок для маточного стада:

$$n_{\text{самок}} = \frac{2 * 39000}{0{,}4489 * 2000} = 87 \text{ шт.}$$

Расчет необходимого количества самцов для маточного стада:

$$n_{\text{самцов}} = \frac{87}{9} = 10 \text{ шт.}$$

Структурный состав резерва аналогичен структуре маточного стада (Цуладзе, 1990).

Расчет количества инкубационных лотков:

$$n = \frac{2000 * 87}{20000} = 9 \text{ шт.}$$

Расчет количества бассейнов приведен по рекомендациям [4,7 и др.] в таблицах 3-4. В ходе работы по проекту также проведены расчеты необходимого количества воды, необходимого количества корма, расчеты продуктов матаболизма, расчет необходимого количества загрузки биофильтра, объема емкости и определение ее размеров, расчет системы водоснабжения и водоотведения, расчет капитальных затрат. Сумма общих затрат составляет около 29,2 млн. руб. по среднестатистическим ценам на май 2018 г. Срок окупаемости составляет 1 год и 4 мес.

Таблица 3. Необходимое количество бассейнов для товарной рыбы

Масса рыбы, г	$\rho_{посадки}$, кг/м^3	$h_{воды}$, м	$V_{воды}$ в 1 бассейне, м^3	Размер бассейна, м	Количество бассейнов, шт.
>0,3 – 10	10 – 20	0,1 – 0,2	0,4	2,5*0,8*0,6	49
10 – 50	20 – 60	0,3	1,2	2*2*0,8	28
50 – 100	60 – 100	0,4 – 0,5	5,5	3,3*3,3*1	8
100 – 500	100	0,5 – 0,8	5,6	Ø3*1	36
> 500	100 – 250	До 1,5	15	Ø4*1,7	11

Таблица 4. Количество бассейнов для ремонтно-маточного стада

Возрастная группа	$\rho_{посадки}$	$h_{воды}$, м	$V_{воды}$ в 1 бассейне, м^3	Размер бассейна, м	Количество бассейнов, шт.
Икра	-	-	-	0,5*0,3	6
Мальки	10 кг/м3	0,2	0,4	2,5*0,8*0,6	8
Самки-производители	4 шт/м3	1,3	5,8	Ø2,4*1,5	5
Самцы-производители	4 шт/м3	0,95	0,75	Ø1*1,2	4

На основе исследований можно сделать следующие выводы:

1. Из действовавших до конфликта 1992-1993 гг. предприятий рыбохозяйственного комплекса к настоящему времени остался только Чернореченский рыбхоз с разведением форели мощностью 30 т в год. Сдерживающим фактором развития аквакультуры Абхазии является отсутствие сети специализированных рыбопитомников. Возможность выращивания молоди ценных видов рыб, помимо воспроизводства и снабжения рыбопосадочным материалом рыбоводных предприятий, позволила бы зарыблять прочие водоемы Абхазии (пруды, озера, водоемы комплексного назначения) и стимулировать этим развитие рыболовства.

2. По результатам оценки состояния 25 рек Абхазии в качестве источника водоснабжения проектируемого рыбного хозяйства, выбрана река Келасур с наиболее близкими показателями для разведения форели.

3. Разработан проект рыбохозяйственного комплекса с системой УЗВ с ежегодной мощностью 30 т/год и самоокупаемостью за 1 год 4 мес.

Список литературы

1. Бадретдинова Ю.Р., Назаров Н.Г., Замалетдинов Р.И., Мингазова Н.М., Дбар Р.С., Мингалиев Р.Р., Файзуллин Д.А. Материалы по распространению ихтиофауны

водных объектов Абхазии // Международный экономический форум «Экономика в меняющемся мире». – Казань: Изд-во Академии наук РТ, 2018. – С. 123-125.
2. Оксиюк О.П., Жукинский В.Н., Брагинский Л.П., Линник П. Н., Кузьменко М. И., Кленус В. Г. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29, вып. 4. – С. 62-76.
3. ОСТ 15.372-87 Основные санитарные требования. Вода для рыбоводных хозяйств. Общие требования и нормы.
4. Проскуренко И.В. Замкнутые рыбоводные установки. – М.: Изд-во ВНИРО, 2003. – 152 с.
5. Тания И.В. Пространственно-временной анализ нарушенности природных комплексов Республики Абхазия в результате военных действий и особенности их восстановления. – 2000.
6. Цомоя В.Ш. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л., 1974. –579 с.
7. Цуладзе В.Л. Бассейновый метод выращивания лососевых рыб: на примере радужной форели. – М.: Агропромиздат, 1990. – 156 с.
8. Экба Я.А., Дбар Р.С. Экологическая климатология и природные ландшафты Абхазии. Сухум, 2007. – 182 с.
9. Mingazova N., Mingazova D., Dbar R., Ivanova V., Shigapov I., Palagushkina O., Derevenskaya O., Nabeeva E., Kilmamatova E., Nazarov N., Pavlova L., Galiullina A., Mingaliev R., Mayatina J., Badretdinova J., Valiullina F. The typology and taxonomic diversity of the Abkhazia Republic lakes and rivers (Caucasus) // Proceedings of 17th World Lake Conference – Ibaraki, Japan, 2018. – p. 144- 146.

УДК 639.3.09

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ СИБИРСКОГО ПОДВИДА ПЛОТВЫ *RUTILUS RUTILUS LACUSTRIS* ИЗ РЕКИ ЧУЛЫМ В УСЛОВИЯХ ПИЩЕВОЙ КОНКУРЕНЦИИ С ИНВАЗИВНЫМ ВИДОМ

А. И. Вялкова

Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия,
anasfalkone@gmail.com

Аннотация. Биологические инвазии являются второй по значимости опасностью для биоразнообразия и аборигенных экосистем, после непосредственного уничтожения мест обитания. Из-за взаимного действия природных и антропогенных факторов, с 60-х годов XX века происходило расселение Уклейки (*Alburnus alburnus*) из Новосибирского водохранилища в ближайшие водоемы. Через некоторое время после расселения уклейки по нижнему бьефу р. Чулым началось ухудшение качества популяции Плотвы сибирской (*Rutilus rutilus lacustris*) в зоне теплового загрязнения. Анализ полученных данных показал, что популяции плотвы, обитающая в зоне, где присутствует феномен пищевой конкуренции и без него, имеют существенные различия по ряду морфологических и биохимических показателей, что может быть связано с наличием конкурентного инвазионного вида – уклейки, обитающей ниже плотины Назаровской ГРЭС. Было установлено, что в рационе популяции, где уклейка отсутствует, преобладают остатки насекомых, в то время как в рационе плотвы на

участке их совместного обитания преобладают растительные остатки, ввиду конкуренции ее с уклейкой за животные корма.

Ключевые слова: Морфологическая характеристика, Rutilus rutilus lacustris, Чулым, пищевая конкуренция, инвазивный вид.

MOPHOLOGICAL AND BIOLOGIKAL CHARACTERISTIC AS AN INDICATOR OF POPULATION OF THE SIBERIAN SUBSPECIES OF ROACH *RUTILUS RUTILUS LACUSTRIS* FROM THE CHULYM RIVER IN THE CONDITIONS OF FOOD COMPETITION WITH INVASIVE SPECIES

A. I. Vyalkova

Siberian federal university, Krasnoyarsk, Russia, anasfalkone@gmail.com

Summary. Biological invasions are the second most significant threat to biodiversity and native ecosystems, after direct destruction of habitats. Due to the mutual action of natural (climate change) and anthropogenic (the introduction of an alien species) factors, Bleak (*Alburnus alburnus*) was dispersed from the Novosibirsk reservoir to the nearest reservoirs. After sometime of the settlement of bleak along lower reaches of the Chulym river quality of the Siberian Roach (*Rutilus rutilus lacustris*) population in the zone of thermal pollution began to deteriorate. The analysis of the obtained data showed that the populations of roach living in the zone where the phenomenon of food competition is present and without it have significant differences in a number of morphological and biochemical indicators. Il could be due to the presence of a competitive invasive species – bleak, which lives below dam of the Nazarovskaya SDPS. It was found that insects dominated the diet of the roach population living above the SDPS, while in the diet of roach in the joint habitat with bleak, plant residues prevailed, due to competition with bleak for insects.

Key words: Morphological characteristic, Rutilus rutilus lacustris, river ecosystems, food competition, invasive species.

В результате деятельности человека многие водоемы претерпели модификации из естественного ихтиоценоза путем изменения ареалов многих видов – расселением их в новые места обитания. Биологические инвазии являются второй по значимости опасностью для биоразнообразия и аборигенных экосистем, после непосредственного уничтожения мест обитания. Основной опасностью чужеродных видов рыб является сокращение популяций аборигенных видов [1]. Исследования влияния инвазивных видов на местную фауну важно с фундаментальной точки зрения. Такие работы позволяют выявить некоторые аспекты межвидовых отношений между аборигенными видами и чужеродными. Из-за взаимного действия природных (изменение климата) и антропогенных (вселение чужеродного вида) факторов произошло расселение уклейки из Новосибирского водохранилища в ближайшие водоемы. Через некоторое время после расселения Уклейки (*Alburnus alburnus*) по нижнему бьефу р. Чулым началось ухудшение качества популяции плотвы сибирской (*Rutilus rutilus lacustris*) в зоне теплового загрязнения водами сбросного канала Назаровской ГРЭС [2].

Целью работы являлось исследование морфо-биологической характеристики Плотвы сибирской из р. Чулым в условиях пищевой конкуренции с чужеродным видом.

Материал отбирался из р. Чулым в районе г. Назарово выше плотины Назаровской ГРЭС и районе г. Ачинска. Все выловленные особи Плотвы сибирской в количестве 56 штук были подвергнуты биологическому анализу, у части рыб

изъяты кишечные тракты для анализа питания. Также был проведен анализ жирнокислотного состава мышечной ткани плотвы сибирской и уклейки методом газовой хроматографии и масс-спектрометрии, для установления характреа питания исследуемых видов и наличия пищевой конкуренции. Статистическая обработка проводилась в программах Microsoft Excel и Statistica 9.0, оценка достоверности различий определялась по критерию Манна-Уитни.

Анализ полученных данных показал, что морфологические показатели самцов и самок плотвы в пределах одной популяции достоверно не отличались. Назаровская и ачинская популяции имеют достоверные отличия по ряду морфологических показателей, что может быть связано с наличием конкурентного инвазивного вида – уклейки, обитающей ниже плотины Назаровской ГРЭС (табл.).

Таблица Морфологические признаки плотвы сибирской *Rutilus rutilus lacustris* среднего течения р. Чулым

Признак	Выборка		U	P
	1	2		
Длина рыбы без С, ad, мм	88,8±2,9	154,8±2,4	0,0	**0,0000**
В % длины тела				
Длина рыла, an	5,4±0,1	5,0±0,0	0,0	**0,0000**
Диаметр глаза, np	6,1±0,1	5,3±0,0	0,0	**0,0000**
Заглазничный отдел головы, po	8,8±0,1	9,9±0,1	33,0	**0,0000**
Длина головы, ao	19,6±0,1	19,0±0,1	76,0	**0,0000**
Высота головы у затылка, lm	14,9±0,1	14,3±0,1	109,0	**0,0000**
Ширина лба	7,3±0,1	6,8±0,0	40,0	**0,0000**
Наибольшая высота тела, gh	21,6±0,2	24,2±0,2	25,0	**0,0000**
Наименьшая высота тела, jk	7,6±0,1	8,0±0,1	166,0	**0,0011**
Антедорсальное расстояние, aq	43,7±0,2	43,3±0,2	204,0	**0,0092**
Постдорсальное расстояние, rd	28,3±0,2	31,6±0,2	2,0	**0,0000**
Длина хвостового стебля, fd	13,5±0.2	15,0±0,2	97,0	**0,0000**
Длина основания Д, qs	11,2±0,3	12,2±0,1	160,5	**0,0007**
Наибольшая высота Д, tu	18,3±0.3	18,4±0,1	233,0	**0,0362**
Длина основания А, yy1	10,6±0.2	9,2±0,1	55,5	**0,0000**
Наибольшая высота А, ej	12,5±0.2	12,3±0,1	351,5	0,9930
Длина Р, vx	14,4±0,2	15,7±0,1	118,0	**0,0000**
Длина В, zz1	13,8±0,2	15,1±0,1	90,0	**0,0000**
Расстояние между Р и В, vz	21,0 ±0,2	22,9±0,2	34,0	**0,0000**
Расстояние между В и А. zy	18,1±0,2	21,0±0,1	19,0	**0,0000**
В % длины головы				
Длина рыла, an	27,6±0,3	26,4±0,1	174,0	**0,0017**
Диаметр глаза, np	31,3±0,5	27,9±0.2	30,0	**0,0000**
Ширина лба	37,4±0,4	35,7±0,1	155,5	**0,0005**

Так, в рационе назаровской популяции обнаружено большое количество остатков насекомых, тогда как в рационе ачинской популяции плотвы преобладают растительные остатки, ввиду конкуренции ее с уклейкой за животные корма. Анализ биомаркерных жирных кислот мышечной ткани плотвы, обитающей в акватории р. Чулым не населенной уклейкой, указывает на бентосных характер

питания этого вида в реке. В зоне совместного обитания этих видов более экологически пластичная уклейка, вероятно, занимает часть кормовой базы плотвы. Вынужденная смена рациона на менее питательный корм может являться причиной снижения численности плотвы и ряда ее промысловых характеристик.

Список литературы

1. Алимов, А.Ф. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах / А. Ф. Алимов, Н.Г. Богутская, М. И. Орлова [и др.]. – М: Т-во науч. изд. КМК, 2004. – 436 с.
2. Перепелин, Ю. В. Характеристика промысла водных биоресурсов в Красноярском крае в начале 21 столетия / Ю. В. Перепелин, Г. И. Богданова, В. А. Заделёнов, В. В. Званцев // Ресурсы дичи и рыбы: использование и воспроизводство: материалы I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции 20 декабря 2019 г., 2020 – С. 114.

УДК 597.5

ОСОБЕННОСТИ МАЛЬКОВОГО ПЕРИОДА РАЗВИТИЯ ЖЕРЕХА *(ASPIUS ASPIUS (L.))* ИЗ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ

*М.П. Грушко[1], Н.Н. Федорова[1], Н.Ю. Терпугова*2

[1] ФГБУ ВО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, Россия, e-mail: mgrushko@mail.ru; [2]Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань, Россия

Аннотация. В результате гистологического исследования получено: все внутренние органы молоди жереха, выловленного в естественном водоеме (р. Бузан), были отечными; общими их нарушениями были микроциркуляторные расстройства и мелкие некротические участки. Причем наибольшие изменения были обнаружены в печени (жировая дистрофия). У молоди жереха обращает на себя внимание пролиферация многослойного плоского неороговевающего эпителия филаментов и особенно – дыхательного эпителия ламелл.

Ключевые слова: микроциркуляция, отеки ткани, кровоизлияния, некрозы, жировая дистрофия.

FEATURES OF THE JUVENILE PERIOD OF *ASPIUS ASPIUS (L.)* FROM NATURAL RESERVOIRS

M. P. Grushko[1], N. N. Fedorova[1], N. Yu. Terpugova[2]

[1] Astrakhan state technical University, Astrakhan, Russia, e-mail:mgrushko@mail.ru; [2]Volzhsko-Kaspiyskiy branch of VNIRO (KaspNIRKh), Astrakhan, Russia

Summary. Histological analysis of ASPIUS fry showed that their General disorders of organs were microcirculatory disorders and small necrotic areas. The greatest changes were found in the liver (fatty dystrophy). Attention is drawn to the proliferation of multi – layered flat non-keratinizing epithelium of filaments and especially to the respiratory epithelium of lamellae.

Key words: microcirculation, tissue edema, hemorrhage, necrosis, adipose dystrophy.

Жерех пресноводная или полупроходная рыба. Он обитает в бассейнах Балтийского, Северного, а также южных морей СНГ (Черного и Каспийского), а также в Среднем течении равнинных рек. Жерех литофил, хищник [2,4,5]. Работ, посвященных формированию молоди жереха, недостаточно [3] в связи с чем выбрана тема исследования.

Целью исследования являлся анализ особенностей формирования внутренних органов молоди жереха, выловленного в р. Бузан (дельта Волги).

Материал и методы. Объектом исследования служили мальки жереха (длина 29,0±9,0 мм, масса – 0,228 ± 0,065 г), выловленные летом 2020 года в реке Бузан (приток р. Волги). Были приготовлены сагиттальные серии срезов по общепринятым методикам [1]. Применялась окраска гематоксилин-эозином. При помощи окуляр микрометра и торсионных весов ВТ-500 измерили длину и массу каждой особи.

Гистологический анализ серий срезов мальков жереха проводился с помощью светового микроскопа «Микромед-2». Цифровой материал обработан статистически.

В результате получены следующие материалы.

Пищеварительная система. Губы молоди покрыты многослойными неороговевающим эпителием, имевшим 7 клеточных слоев. В ротовой полости эпителий также многослойный неороговевающий с большим количеством раздутых слизистых клеток. Глоточная полость, как и пищевод были выстланы тем же эпителием. Между пищеводом и желудком существовало значительное сужение. В слизистой оболочке желудка отмечались очень тонкие трубчатые железы. Вся слизистая оболочка была собрана в поперечные крупные складки, покрытые высоким цилиндрическим эпителием. В крупных поперечных складках среди клеток цилиндрического эпителия наблюдались полные слизи бокаловидные клетки. Из трех оболочек желудка наиболее мощной оказалась слизистая.

В средней кишке отмечались небольшие разной величины кишечные ворсинки вариабельной формы и высоты, довольно редко расположенные. В средней кишке имелись две крупные петли; в задней кишке кишечные ворсинки были ниже и реже расположены. Основой кишечной ворсинки являлась рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань, окутавшая кровеносный сосуд. Кишечную ворсинку покрывал однослойный, призматический, ккаемчатый эпителий, со значительным количеством бокаловидных клеток. В основании кишечных ворсинок находились скопления ретикулярной ткани. Средняя и задняя кишки были покрыты тремя оболочками: серозной, очень тонкой, тонкой – мышечной и самой обширной – слизистой. В ампулярной части задней кишки кишечные ворсинки отсутствовали, эта часть задней кишки покрыта многослойным плоским неороговевающим эпителием со значительным количеством слизистых клеток, собранных в поперечные складки.

Справа от желудка находилась массивная печень, без четко выраженной трабекулярной архитектоники. Имелись признаки жировой дистрофии; в гепатоцитах находились разной величины пустоты. Множество пустот в нескольких клетках образовали мелкие некрозы. Имелись нарушения микроциркуляции: внутрипеченочные капилляры были расширены, заполнены форменными элементами крови, в основном, эритроцитами. Среди печеночных клеток были отмечены гранулы гемосидерина и мелкие кровоизлияния.

Отмечен полиморфизм гепатоцитов и их ядер. Слева, сзади и книзу по стенкам желудка и задней кишки опускалась поджелудочная железа, ткань которой была отечной, причем в железе шли активные процессы выработки ферментов.

Между петлями кишечника располагалась небольшая селезенка, состоявшая, в основном, из красной пульпы.

Дыхательная система. У молоди жереха полностью сформированы жабры, состоящие из филаментов и ламелл, в которых происходило обогащение крови кислородом. Вокруг хряща жаберных дуг проходили кровеносные сосуды, заполненные форменными элементами, эти сосуды напоминали лакуны. Жаберные дуги и филаменты были выстланы многослойными (5-8 слоев) плоским неороговевающим эпителием. Основу жаберных дуг составляли довольно широкие пластинки из гиалинового хряща, в котором происходили интенсивные процессы хондрогенеза. Вокруг хрящевых образований и сосудов дуг находилась рыхлая волокнистая неоформленная соединительная ткань. От каждой стороны жаберной дуги отходили по 4-5 довольно длинных филамента. На каждом филаменте с обеих сторон располагались по 15-20 ламелл.

В середине филамента находилась тонкая гиалиновая пластинка, которую сопровождал кровеносный сосуд. Отмечены изменения диаметров этих сосудов вплоть до образования сосудистых лакун. Вокруг них находилось незначительное количество рыхлой волокнистой соединительной ткани. Филаменты с поверхности были выстланы рядами (3-4) многослойного неороговевающего эпителия, располагавшегося в металамеллярных пространствах. На отдельных филаментах, особенно в их верхних частях, этот эпителий образовывал сплошные эпителиальные пластинки (с атрофией ламелл), что, естественно, мешало нормальному газообмену. Ламеллы – это небольшие пальцеобразные выросты в основе которых находится капилляр; поверхность ламелл обычно покрывал респираторный, кубический эпителий. На верхушках некоторых ламелл имелись его булавовидные разрастания, которые можно расценивать, как компенсаторные реакции на разрастания многослойного неороговевающего эпителия филаментов.

Выделительная система. Парный мезонефрос опускался вдоль кишечника от уровня нижнего края печени до ампулярной части задней кишки. Его сопровождал довольно широкий Вольфов проток, выстланный кубическим эпителием. В мезонефросе мальков жереха имелось незначительное количество межканальцевой ткани (ретикулярная и рыхлая неоформленная соединительная ткань), в которой отмечен отек и очень мелкие кровоизлияния. Наблюдались и микроциркуляторные расстройства: внутрипочечные сосуды были расширены, плотно заполнены форменными элементами. Величина почечных телец была вариабельной; мочевые пространства составляли, в основном, одну треть объема почечного тельца, они по форме были округлыми, реже- полулунными. Петли капилляров были плотно прижаты друг к другу, то есть наблюдались их гиперцеллюлярность. Кубический эпителий извитых почечных канальцев отечен, в связи с этим полости канальцев были сужены. Цитоплазма эпителия клеток канальцев была мутной; ядра клеток не определялись; в некоторых канальцах наблюдался некроз эпителиальных клеток.

Таким образом, у мальков жереха выловленных в естественных водоемах, достаточно дифференцированы все жизненно важные внутренние органы. В результате исследования выявлены патологические изменения: отеки ткани внутренних органов, микроциркуляторные расстройства. Самые значительные нарушения выявлены в печени мальков жереха.

Список литература

1. Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Основы гистологии с гистологической техникой. Учебник. — М.: Медицина, 1982. — 304 с.

2. Иванов В.П., Ершова Т.С. Ихтиология: лабораторный практикум.– Астрахань: Изд-во АГТУ, 2014. – 312 с.

3. Коблицкая А. Ф. Влияние длительного зарегулирования стока реки и колебаний уровня Каспийского моря на естественное размножение промысловых рыб в устьевой области Волги // Экология молоди и проблемы воспроизводства каспийских рыб. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – С. 126–139.
4. Коблицкая А. Ф. Рост и развитие молоди в дельте Волги в условиях антропогенного пресса // Экология молоди и проблемы воспроизводства каспийских рыб. – М.: Изд-во ВНИРО, 2001. – С. 139–145.
5. Макеева А. П., Павлов Д. С., Павлов Д. А. Атлас молоди пресноводных рыб России. – М: Товарищество научных изданий КМК, 2011. – 383 с.

УДК 574.5

К ВОПРОСУ О СОДЕРЖАНИИ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ *NEOCARIDINA DENTICULATA SINENSIS* (CRUSTACEA, DECAPODA)

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

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

Аннотация. *Neocaridina denticulata sinensis*, также известная как Красная вишня – популярная в аквариумной индустрии креветка. Она является удобным организмом для исследований, благодаря своей устойчивости к различным условиям окружающей среды и плодовитости. Целью нашей работы было определить оптимальные условия содержания данного вида креветок. В результате трехмесячного культивирования было получено потомство, а также выявлены отрицательно влияющие факторы среды.

Ключевые слова: Аквариумная культура, *Neocaridina denticulata sinensis*, креветка Красная вишня.

TO THE QUESTION ABOUT THE MAINTENANCE OF *NEOCARIDINA DENTICULATA SINENSIS* (CRUSTACEA, DECAPODA) IN ARTIFICIAL CONDITIONS

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

Summary. *Neocaridina denticulata sinensis* or also known as red cherry shrimp (RCS) is popular in aquarium industry. It is a practical organism for research, because it resistant to different environmental conditions and is prolific. The purpose of the our work was define optimal conditions of the maintenance of this species of shrimp. As a result of three month cultivation offspring were obtained and negatively affecting environmental factors were identified.

Keywords: aquarium culture, *Neocaridina denticulata sinensis*, red cherry shrimp.

Neocaridina denticulata sinensis — Cherry shrimp, Red Cherry Shrimp (в сокращении R.C.S) или креветка Красная вишня относится к подтипу Crustacea, классу Malacostraca, отряду Decapoda, семейству Atyidae, роду *Neocaridina*. В настоящий момент креветка Красная вишня – это яркий представитель аквариумного мира беспозвоночных, который является одним из наиболее

популярных и распространенных видов во всем мире. Распространенность данного вида прежде всего связана с его выносливостью и плодовитостью, а также с простыми условиями содержания [1, 3].

Креветка Красная вишня – селективно выведенный вид креветок. Дикая креветка *N. denticulata* имеет невзрачный серый, серо-зелёный цвет [4] и распространена в основном в Азии (Корее, Тайване, Японии, Южном Китае), а также интродуцирована в другие страны. Встречается в не слишком быстрых реках с порогами и водопадами, ручьях и стоячих водоемах как с гравийным грунтом и без растительности, так и в торфяных густозаросших прудах [1, 3].

N. denticulata sinensis небольшого размера: 2 - 3 см [1]. Спинка креветки равномерно окрашена в красный цвет, а бока и лапки усыпаны мелким белым крапом, на голове светлые усики. Насыщенность цвета меняется ввиду многих факторов - от качества пищи до уровня стресса [2]. У самок (при достижении размера около 1 см) имеется «седло» - небольшое пятно на верхней части панциря, в котором развивается икра в яичниках. Срок вынашивания икринок около 15 дней [1, 3]. Новорождённая молодь креветки имеет размер 1 мм и является уменьшенной копией взрослой креветки [1].

Простые условия содержания и быстрое размножение *N. denticulata sinensis* позволяют использовать данный вид креветок для различных исследований как в аквариумной индустрии, так и в гидробиологии. Поэтому нашей целью в данной работе было выявление оптимальных условий для культивирования *N. denticulata sinensis*, чтобы использовать данный вид креветок в дальнейших исследованиях.

Материалы

Для культивирования *N. denticulata sinensis* мы взяли аквариум из стекла без крышки, с длиной 40 см, шириной 20 см. Дно аквариума засыпали светлым мелким речным гравием, толщина слоя которого составила 2 см. После залили аквариум отстоянной водой до высоты 17-18 см, т.е. объём воды в аквариуме поддерживался в пределах 14 л. В аквариуме установили внутренний фильтр AQUAEL FAN FILTER MIKRO plus для аквариума до 30 л с производительностью 250 л/ч и потребляемой мощностью 4 Вт. Для подачи воздуха в аквариум установили компрессор Tetra APS 50 для аквариумов 10-60 л. Также установили электронный термометр для наблюдения и фиксирования температуры воды в аквариуме. Освещался аквариум каждый день либо непрямым солнечным светом от окна, либо искусственным светом от ламп в лаборатории в дневное время суток.

Креветки были куплены и запущены в аквариум 5 июля 2020 года в числе 20 особей, среди которых были самцы и самки 1,5 – 2 см в длину. Кормили креветок с 5 июля по 31 июля по 5 мг корма 6 раз в неделю по разу в день, т.е. один день в неделе был без кормления. С 1 августа кормили 3 раза в неделю. В качестве корма использовали биологически сбалансированный корм в виде микрохлопьев TetraMin Baby, в состав которого входят рыба и побочные рыбные продукты, зерновые культуры, дрожжи, экстракты растительного белка, моллюски и раки, масла и жиры, сахар (олигофруктоза 1%), минеральные вещества, водоросли.

В период с 5 по 31 июля чистили фильтр один раз в три дня, после чистки доливали воду до исходной высоты в аквариуме. С 1 августа и по октябрь доливали воду и чистили фильтр раз в шесть дней.

Результаты и обсуждение

Температура в аквариуме на протяжении всего периода наблюдений держалась в диапазоне 22º-25ºС. При этом, в течение периода с 5 июля по 31 июля погибло 14 из 20 особей. В результате чего, нами было принято решение понизить количество кормлений с 6 до 3 раз в неделю, а далее и до 1 раза в неделю. Это

привело к тому, что на протяжении периода с 1 по 25 августа погибло всего 3 особи. По всей видимости, креветкам более чем достаточно пиши образующейся непосредственно в аквариуме, а избыточное кормление ухудшает качество воды и повышает концентрацию вредных для жизнедеятельности данного вида веществ.

В начале августа среди креветок была обнаружена самка с «седлом». 14 августа у самки были видны яйца, которые она сбросила 10 сентября. 3 октября в аквариуме были обнаружены 4 молодые особи, примерно 4 мм в длину каждая.

Кроме креветок в аквариуме наблюдались брюхоногие моллюски неопределенного вида, попавшие в него одновременно с креветками. Диаметр их раковин был около 3 мм. Численность моллюсков на протяжении всего этого периода возрастала.

Заключение

В ходе наблюдений мы подбирали оптимальные условия для разведения *N. denticulata sinensis*. В начале работы погибло большинство особей. Оставшиеся взрослые особи и полученное растущее потомство позволяет нам предположить, что были созданы оптимальные условия в аквариуме для культивирования данного вида креветок.

Финансирование. The study was supported by the Project of Russian Ministry of Science and Education N FZZE-2020-0026.

Список литературы

1. 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, Vol. 8, P. 108-115. DOI: 10.3923/ajava.2013.108.115
2. Chromatosomes in Three Phenotypes of *Neocaridina Denticulata* Kemp, 1918: Morphological and Chromatic Differences Measured Non-Invasively / Eric E. Flores and Yew-Hu Chien / *Journal of Crustacean Biology*, 2011, Vol. 31, Issue 4, P. 590–597. DOI: 10.1651/11-3457.1
3. The lifecycle of *Neocaridina denticulata* and *N. palmata* in aquariums / Hanan Hassan Alsheikh Mahmoud, Moh. Husein Sastranegara, Endang Srimurni Kusmintarsih / BIODIVERSITAS, 2020, Vol. 21, N. 6, P. 2396-2402. DOI: 10.13057/biodiv/d210609
4. Transcriptome analysis of *Neocaridina denticulate sinensis* under copper exposure / Kefan Xing, Yujie Liua, Congcong Yana, Yongzhao Zhoua, Yuying Suna, Naike Sua, Fusheng Yangb, Song Xiea, Jiquan Zhang / Gene, 2020, Vol. 764, P. 145098. DOI: 10.1016/j.gene.2020.145098

УДК 597.553.2-113.42.084.1

ВЛИЯНИЕ ДОБАВОК ПИЩЕВОЙ СОЛИ В РЕЧНУЮ ВОДУ НА ТЕМП РОСТА МОЛОДИ МУКСУНА *COREGONUS MUKSUN* (SALMONIFORMES, COREGONIDAE) В УСЛОВИЯХ РЫБЗАВОДА

Е.В. Ефремова [1], *Д.Ю. Эльтеков* [1], *А.С. Маврин* [2], *В.И. Мартемьянов* 2

[1] ООО «Научно-производственное объединение «Собский рыбоводный завод», пос. Харп, Приуральский район, Ямало-Ненецкий автономный округ, Россия, e-mail: katerinaef@yandex.ru; [2] Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук, пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл., Россия, e-mail: mavr@ibiw.ru

Аннотация. В экспериментальных условиях с использованием заводских технологий кормления, поддержания температурного и газового режимов, контроля pH и химического состава воды определен диапазон солености воды, оказывающий эффект на приросты массы тела личинок и мальков муксуна. Эксперименты проводили в апреле – мае 2018 г после перехода личинок на экзогенное питание. Изучали влияние добавок в речную воду пищевой соли двух производителей – соли поваренной пищевой молотой (ООО «Руссоль» г. Соль-Илецк) и соли морской пищевой (древнего пермского моря) (ООО «Лекарь» г. Ижевск), отличающихся содержанием калия. Установлено, что для увеличения приростов массы тела молоди муксуна в условиях Собского рыбоводного завода необходимо поддерживать общую соленость, достигаемую за счет добавления соли «морской» пищевой к речной воде, в диапазоне от 0,92 до 1,18 г/л.

Ключевые слова: полупроходные рыбы, муксун, *Coregonus muksun*, молодь, личинки, мальки, темп роста, соленость, общая минерализация

SALT INFLUENCE ON THE GROWTH RATE OF LARVAE MUKSUN *COREGONUS MUKSUN* (SALMONIFORMES, COREGONIDAE) UNDER THE CONDITIONS OF FISH FACTORY WITH RIVER WATER

E.V. Efremova 1, D.YU. El'tekov 1, A.S. Mavrin 2, V.I. Martem'yanov 2

Summary. Under experimental conditions, using factory feeding technologies, maintaining temperature and gas control, controlling the pH and chemical composition of water, the salinity range was determined, which has an effect on the body weight gain of muksun larvae and fry. The experiments were carried out in April - May 2018 after the larvae switched to exogenous feeding. We studied the effect of food salt additives from two manufacturers in river water - salt (OOO «Russol», Sol-Iletsk) and sea salt (ancient Perm Sea) (OOO «Lekar», Izhevsk), which differ in potassium content. It was found that in order to increase the body weight gain of larvae muksun under the conditions of the Sobskii fish farm, it is necessary to maintain the total salinity achieved by adding salt "sea" to river water in the range from 0,92 to 1,18 g/l.

Keywords: semi-anadromous fish, muksun, *Coregonus muksun*, juveniles, larvae, fry, growth rate, salinity, total mineralization

Муксун *Coregonus muksun* относится к ценным промысловым видам семейства сиговых рыб. Численность этого вида повсеместно сокращается [1, 2]. В целях сохранения и восстановления природных запасов сиговых видов рыб в ЯНАО перед аквакультурой поставлены задачи по их искусственному воспроизводству [6]. Одной из важных задач является совершенствование технологии выращивания в УЗВ для получения жизнестойкой молоди. Замкнутый цикл водоснабжения позволяет корректировать параметры водной среды в процессе выращивания молоди рыб с целью уменьшения их смертности, изменения скорости роста и увеличения жизнестойкости. В природе молодь полупроходного муксуна нагуливается в дельте р. Оби и в осолоненных водах южной и средней частей Обской губы [4]. Соленость воды является адаптивным и необходимым условием выживания муксуна в природных условиях. Известен положительный эффект солености на рост молоди рыб [3, 9, 11].

Целью данного исследования было определить диапазон солености воды, при котором увеличивается выживаемость и темп роста личинок и мальков муксуна в условиях рыбоводного завода.

Для решения этой цели были взяты пищевые соли двух производителей: - соль поваренная пищевая молотая (ООО «Руссоль» г. Соль-Илецк) – опыт «П»; - соль морская пищевая (древнего пермского моря) (ООО «Лекарь» г. Ижевск), отличающихся содержанием калия – опыт «М».

Эксперименты по влиянию добавок соли в речную воду проводили в том же цеху ООО «НПО СРЗ», где подращивали личинок муксуна по заводской технологии. Таким образом, освещенность и температура в экспериментальных емкостях соответствовала производственной. Изучали влияние добавок соли к воде из выростных бассейнов до концентрации 1, 2, 3 г/л. Соленость воды в каждой емкости до необходимого уровня повышали плавно с шагом ~ 0,5 г/л сутки. Контролем служили емкости с речной водой из выростных бассейнов (К). Схема эксперимента – К, М1, М2, М3, П1, П2, П3. Цифры после букв (1, 2, 3) – общая соленость г/л. Экспериментальными емкостями служили 7 пластиковых 15 литровых ведер. Объем воды в каждой емкости составлял 10 л. Для насыщения воды кислородом вода непрерывно барботировалась. Личинок для эксперимента брали сразу после перехода на экзогенное питание. После контрольного взвешивания в каждую емкость сажали по 15 шт. личинок муксуна средней массой 7,7±0,3 мг. Ранее [8] было показано отрицательное влияние солености на эффективность всасывания желтка у личинок Нильской тиляпии до 5 дня после вылупления. Кроме того, было показано, что личинки, через 8 дней после вылупления, могли поддерживать постоянную осмоляльность всего тела при повышении солености [9]. Поэтому до 8 суток от начала эксперимента, в период адаптации личинок к корму, заменяли погибших на здоровых рыб. Далее в ходе эксперимента, после 8 суток, отмечали гибель рыб. Кормили личинок науплиями *Artemia salina* in libitum три раза в день: 9 ч; 15 ч; 21 ч. Сначала 0,25 мл, затем постепенно повышали до 0,5 мл (0,5 мл = 450 мг сырой массы концентрата артемии). Перед кормлением производили отбор осевшего на дно корма сифоном. Отобранный объем воды компенсировали, путем добавления воды того же объема и солености в каждую емкость. Смена воды до 16 суток составляла 0,07-0,09 л/сут., а затем до конца эксперимента 0,11-0,12 л/сут. на одну рыбу. Продолжительность эксперимента составила 30 суток. Контролировали 16 параметров: температуру, кислород, pH, водообмен, соленость общую (минерализацию общую), NH_4^+, NO_2^{2-}, NO_3^{2-}, SO_4^{2-}, PO_4^{3-}, Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}, CO_2, освещенность. В конце эксперимента определяли массу каждой рыбы, рассчитывали средние в каждом опыте и определяли значимость различий между опытами и контролем по U-критерию Манна-Уитни [10]. Для расчетов использовали программы Microsoft Excel и Statistica 6.0.

Установлено влияние добавок пищевой соли двух производителей на выживаемость и рост молоди муксуна. В результате мониторинга 16 параметров водной среды были выявлены значимые различия по содержанию аниона SO_4^{2-}. Концентрация этого иона увеличивалась при повышении солености 1, 2, 3 г/л и составляла в обоих вариантах 13, 17, 23 мг/л SO_4^{2-} соответственно. В контроле – 9 мг/л. Общая соленость в контроле в период эксперимента составляла в среднем 0,11 мг/л.

В ходе эксперимента происходила гибель в опытных емкостях. Вероятно, она была обусловлена неспособностью этих рыб адаптироваться к повышению солености выше 1 г/л, отклонениями в развитии и селективным действием солености в процессе морфогенеза молоди муксуна. При метаморфическом переходе от личинки к малькам происходят физиологические изменения, приводящие к соленосной устойчивости. Они являются одной из главных основ

онтогенетических миграций или перемещений между местообитаниями с различными режимами засоления [12]. Предполагают, что существует четко определенная временная стадия появления адаптивных механизмов, которые наделяют молодь способностью справляться с изменяющимися условиями окружающей среды в течение раннего развития [7]. Гибель не наблюдалась в контроле и опыте М1 (табл. 1), где содержание калия было в 7,8 раза больше, чем в опыте П1.

Таблица 1. Процент гибели рыб в опытах

Опыт	К	П1	П2	П3	М1	М2	М3
Посажено, шт.	15	15	15	15	15	15	15
Погибло, шт.	-	1	3	2	-	3	2
Погибло, %	0	6,7	20	13,3	0	20	13,3

Как известно калий необходим для работы белок-синтезирующей системы [5]. Дефицит этого иона в воде может влиять на работу ионных каналов, физиологическое состояние рыб и замедлять темп роста. В опыте М1 установлен наибольший прирост массы у молоди муксуна (рис.1). Аналогичный эффект на сухой вес личинок был установлен при повышении солености воды на нильской тиляпии [8]. Статистически значимые различия между опытами представлены в таблице 2.

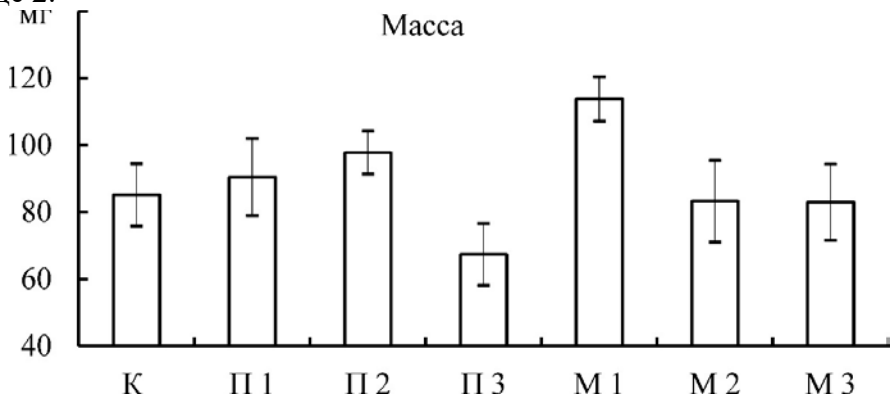


Рис. 1. Средние значения массы молоди муксуна в конце эксперимента

По оси ординат – масса рыб, мг; по оси абсцисс – К – контроль, П – опыт с Соль-Илецкой пищевой солью, М – опыт с Ижевской пищевой солью. На гистограммах показана ошибка средней.

Таблица 2. Значимость различий между опытами и контролем

	М1	М2	М3
К	*	-	-
М2	*	-	-
М3	*	-	-
П1	-	-	-
П2	-	-	*
П3	*	-	-

Примечание: * - значимые различия $p \leq 0,05$.

Таким образом, проведенные исследования показали, что положительно действующие концентрации пищевой соли в собской речной воде находятся в

диапазоне от 0,92 до 1,18 г/л для ижевской соли. Для определения оптимального диапазона солености воды, в котором выживаемость и темп роста молоди муксуна будут максимальными, необходимо проведение дополнительных исследований с шагом испытуемых концентраций 0,2 г/л.

Список литературы

1. Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т.1. / Под ред. Ю.С. Решетникова. – М.: Наука, 2002. – 379 с.
2. Богданов В.Д. Современное состояние и проблемы восстановления ресурсов сиговых рыб нижней Оби // Экология Сибири и Урала. 2015, № 1. – С. 22–26.
3. Металлов Г.Ф., Левина О.А. Оценка эффективности выращивания стербела в солевой среде в индустриальных условиях. // Материалы Международной научной конференции, приуроченной к 5-летию открытия базовой кафедры ЮНЦ РАН "Технические средства аквакультуры в ДГТУ". – Ростов-на-Дону. 2014. 17-18 февр. – С. 60-63.
4. Попов П.А. Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов. – Новосибирск: НГУ, 2007. – 526 с.
5. Спирин А.С., Гаврилова Л.П. Рибосома. – М.: Наука, 1971. – 254 с.
6. Стратегии социально-экономического развития ЯНАО до 2030 года. 2018. – 121 с.
7. Fridman S, Bron J.E., Rana K.J. Ontogenetic changes in location and morphology of chloride cells during early life stages of the Nile tilapia Oreochromis niloticus adapted to fresh and brackish water. // Journal of Fish Biology. 2011. V. 79. p. 597–614. doi:10.1111/j.1095-8649.2011.03043.x
8. Fridman S., Bron J., Krishen R. Influence of salinity on embryogenesis, survival, growth and oxygen consumption in embryos and yolk-sac larvae of the Nile tilapia. // Aquaculture. 2012a. 334–337. p. 182–190. doi:10.1016/j.aquaculture.2011.12.034
9. Fridman S, Bron J.E., Rana K.J. Ontogenic changes in the osmoregulatory capacity of the Nile tilapia Oreochromis niloticus and implications for aquaculture. // Aquaculture. 2012b. 356–357. p. 243–249. doi:10.1016/j.aquaculture.2012.05.010
10. Mann H. B., Whitney D. R. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. // Annals of Mathematical Statistics. 1947. No 18. p. 50–60.
11. Pedersen P.B.M., Hansen K., Houng D.T.T., Bayley M., Wang T. Effects of salinity on osmoregulation, growth and survival in Asian swamp eel (Monopterus albus) (Zuiew 1793). // Aquacult. Res. 2014. V. 45. No 3. p. 427–438.
12. Stamatis Varsamos, Catherine Nebel, Guy Charmantier. Ontogeny of osmoregulation in postembryonic fish: A review. // Comparative Biochemistry and Physiology. Part A. 2005. V. 141. No 4. p. 401–429. doi:10.1016/j.cbpb.2005.01.013

УДК 636.987

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕРНЫХ ЛЯГУШЕК ПРИ СОДЕРЖАНИИ В ЛЕТНЕМ ВОЛЬЕРЕ

Р.В. Желанкин

ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста, ОП Всероссийский институт ирригационного рыбоводства

Аннотация. Озерные лягушки в течение лета и начала осени содержались в электрифицированном летнем вольере, в котором было обеспечено освещение,

нагрев воды и места для отдыха лягушек. Наблюдалось повышение привесов лягушек в среднем на 6,57 г и прироста на 2,77 см при кормлении естественными кормами и подкормке туркменскими тараканами, но осенью за месяц лягушки потеряли в весе. К окончанию сезона передержки все особи характеризовались как здоровые, что и показали гематологические данные (гемоглобин, скорость оседания эритроцитов, количество эритроцитов, $\times 10^{12}$ клеток/л). Наблюдалось быстрое приучение лягушек к кормлению на плавающей кормушке, что удобно при оснащении лягушачьей фермы техническими устройствами.

Ключевые слова: лягушка озерная, лягушачья ферма, гематология амфибий

PHYSIOLOGICAL STATE OF LAKE FROGS WHEN KEPT IN A SUMMER ENCLOSURE

R.V. Zhelankin

All-Russian Institute of Livestock by L.K. Ernst, All-Russian Institute of Irrigation Fish Farming

Summary. During the summer and early autumn, lake frogs were kept in a summer enclosure, provided with electricity, which included lighting, heating of water and places for frogs to rest. There was an increase in the weight gain of frogs by an average of 6,57 g and an increase of 2,77 cm when feeding with natural food and Turkmen cockroaches, but in the fall within a month the frogs lost weight. By the end of the overexposure season, all individuals were characterized as healthy, as shown by hematological data (hemoglobin, erythrocyte sedimentation rate, erythrocyte count, $\times 10^{12}$ cells / l). The frogs were quickly accustomed to feeding on a floating feeder, which is convenient when equipping a frog farm with technical devices.

Key words: lake frog, frog farm, amphibian hematology

В настоящее время на продовольственном рынке стран мира растет интерес к деликатесным продуктам животноводства. Одним из таких продуктов (блюд) являются задние конечности лягушек (лягушачьи лапки), получаемые от двух основных видов: лягушка озерная *(Pelophylax ridibundus)* и лягушка-бык *(Lithobates catesbeianus)*. Озерная лягушка выращивается на фермах во многих странах Европы, и ее мясо используется для деликатесных блюд в ресторанах французской кухни по всей Европе.

Озерная, прудовая и съедобная лягушки относятся к группе зелёных лягушек *(Pelophylax esculentus* complex). Взрослые лягушки достигают длины до 17 см и массы до 250 г. Половой зрелости, и соответственно товарного размера и веса озерные лягушки в дельте Волги достигают в 2,5 – 3 года, но в условиях средней полосы России этот показатель сильно варьирует [5]. Метаболизм лягушек зависит от температуры окружающей среды, а также их активность меняется в течение суток и в зависимости от длины светового дня. В природе при температуре выше 13°С днем лягушки, как правило, активны, а ночью активность наблюдается при температуре выше 20°С, но только при наличии освещения. Природные условия накладывают ограничения на возможности увеличения зоотехнических характеристик земноводных, а искусственные водоемы, вольеры и другие резервуары способны оградить их от большинства естественных врагов и болезней [1]. В рацион лягушек входят прежде всего насекомые [2], поэтому в нашем опыте подкармливали лягушек туркменским тараканом *(Shelfordella tartara)*.

Гематологические показатели у лягушек в норме, по литературным данным, составляют: количество гемоглобина: 55-58 г/л, скорость оседания эритроцитов (СОЭ): 8,25 -10,74 мм/ч, количество эритроцитов: 0,286 – 0,317 $\times 10^{12}$ клеток/л [4].

Целью работы является изучение размерно-весовых характеристик, параметров крови и поведения озерных лягушек при содержании и кормлении в условиях модели лягушачьей фермы.

Материалы и методы. В опыте использовали 10 половозрелых озерных лягушек*:* 7 содержались в полуоткрытом вольере, 3 – были пойманы в природе (контроль). Изучали прирост, привесы, физиолого-гематологические показатели, а также пищевое поведение.

В качестве модели лягушачьей фермы в Московской области был построен летний вольер, полностью обнесенный сеткой с диаметром ячеи 10 мм и с металлической крышей. Лягушек держали в вольере в течение 4 месяцев (начало июня – начало октября). Часть крыши вольера, обнесенная сеткой, открывалась, что позволяло использовать естественное освещение и тепло на протяжении всего светового дня. Размеры вольера составляли 240х180 см, высота 80 см, с двух сторон находились дверцы для манипуляций. Внутри вольера была закопана чугунная ванна, наполненная водой. Вечером для освещения, прогрева животных и одновременно привлечения дополнительных кормовых объектов – насекомых использовали лампу накаливания на водонепроницаемом штативе, а для подогрева воды до температуры, сравнимой с температурой воздуха (13 - 21° С) использовали аквариумный водонагреватель. Лампа включалась с помощью электронного таймера и работала 1 час утром и 1 час вечером. Для наблюдения за лягушками использовали веб-камеру Defender C-090.

Лягушки по большей части кормились естественным кормом: комарами, мухами, жуками и др., проникающими в вольер, но также их подкармливали туркменскими тараканами, поступающими из специального приспособления-контейнера, обсыпанными глюконатом кальция. Была сконструирована плавучая кормушка, которая использовалась как кормоместо в составе приспособления для выдачи туркменских тараканов.

Лягушек взвешивали на кухонных электронных весах (SF-400) и измеряли деревянной линейкой общую длину (с вытянутыми ногами) и длину тела (от носа до копчика). Пищевое поведение лягушек фиксировали на веб-камеру, отмечая их активность при выдаче живой добычи на плавучую кормушку (кормоместо). Кровь отбирали из подколенной вены – нижнего участка бедренной вены *(vena femoralis)* [3], инъецируя гепаринизированным инсулиновым шприцом район внутренней поверхности коленного сустава. Измерялись: скорость оседания эритроцитов (СОЭ), количество гемоглобина в г/л, количество эритроцитов и лейкоцитов с пересчетом на 1 л крови.

Результаты. Было показано, что часть лягушек залезала на плавающее кормоместо, если привлекалась движущимися насекомыми. По нашим наблюдениям, днем в конце августа – сентябре при температуре 19 - 21°С на кормоместе собирались 1 – 4 лягушек, в 21 – 22 ч при свете электрической лампы и температуре 13 - 15°С лягушки неохотно выбирались на кормоместо, в основном 1 особь. В некоторых случаях они подплывали к кормоместу и хватали добычу, подходящую к его краю.

Все лягушки характеризовались как здоровые. Масса тела лягушек в начале опыта варьировала от 29 до 122 г, а размер с вытянутыми задними конечностями – от 13 до 18,5 см. Средний привес «вольерных» лягушек за лето составил 6,57 г, а прирост – 2,77 см, но в октябре у лягушек наблюдалось снижение массы тела на

2,71 г (табл. 1.). Т.к. у контрольных особей не получилось произвести необходимые исследования, показатели крови сравнивались с таковыми из литературных данных [4] (табл. 2).

Таблица 1. Размер и вес тела лягушек с указанием прироста и привеса

7 июня		6 сентября		8 октября	
Размер, см	Вес, г	Размер, см	Вес, г	Размер, см	Вес, г
15 13 18,5 15 14,5 16,6 15	44 29 122 49 36 78 39	18 15,5 23 18,5 16,7 17,8 16,5	52 38 132 55 39 83 44	18 15,5 23 18,5 16,7 17,8 16,5	49 34 126 53 38 82 42
Привес, г / прирост, см	-	19,4/7= 2,77	46/7= 6,57	0	19/7= - 2,71

Таблица 2. Гематологические показатели лягушек

Параметр	«Вольерные» лягушки	Норма у лягушки
Гемоглобин, г/л	57,33±7,93	65-85
СОЭ, мм/ч	8±1	8 – 10,8
Кол-во эритроцитов, $\times 10^{12}$ клеток/л	0,259±0,031	0,3 -0,4

Выводы

1. Была показана эффективность содержания озерных лягушек в сеточном вольере с водоемом при наличии электрических приборов и дополнительного кормления.
2. В течение лета был зафиксирован небольшой прирост и привес массы тела лягушек, тогда как осенью масса снизилась.
3. Гематологические показатели находились в пределах физиологической нормы, что указывало на благополучное состояние здоровья лягушек.

Список литературы

1. Желанкин Р.В. Биологические, ветеринарные и зоотехнические особенности содержания озерной лягушки *(Pelophylax ridibundus)* в условиях фермы // В сборнике: Новейшие генетические технологии для аквакультуры. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Электронное издание. 2020. – С. 163-171.

2. Кузовенко А.Е., Файзулин А.И. Трофические связи зеленых лягушек (Rana esculenta complex) урбанизированных территорий Самарской области // Вопросы герпетологии – материалы V съезда Герпетологического общества им. А.М. Никольского. – Минск: Право и экономика, 2012. – С. 130 – 134

3. Ноздрачёв А.Д., Поляков Е.Л. Анатомия лягушки: практ. пособие для биол., медиц. и с.-х. спец. вузов. - М.: Высшая школа, 1994. – 320 с.: ил.

4. Присный А.А., Кулько С.В., Пигалева Т.А. Влияние постоянного магнитного поля на показатели системы крови и созревание сперматозоидов Rana ridibunda Pall. // Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки. –2011. –№ 3 (98). – Выпуск 14. – С. 141 – 144.

5. Хай В. Д. Мукатова М. Д., Сколков С. А. О возможности использования озерной лягушки (*Rana ridibunda*) в качестве пищевого сырья // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство, 2013. – № 1. – С. 190-193.

УДК 597.5

ВЫРАЩИВАНИЕ ПЕЛЯДИ *COREGONUS PELED* В ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ОЗЕРАХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Ф. Зайцев [1], А.В. Цапенков [2], Ю.Ф. Гунин [3]

[1] Новосибирский филиал «Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии» («ЗапСибНИРО»), г. Новосибирск, 630091
[2] ООО «Крутинское рыбное хозяйство»
sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ выращивания пеляди в разнотипных озерах. Впервые проведены работы по выращиванию товарных сеголеток пеляди в высокоминерализованных озерах Омской области. Представлены результаты выращивания сеголеток пеляди в озерах с высокой минерализацией воды. Результаты опытных работ показали, что выращивание товарных сеголеток пеляди в озерах с высокой минерализацией воды - от 10 до 20 г/л возможно.
Ключевые слова: пелядь, сеголетки, личинки, озера, высокая минерализация воды.

THE CULTIVATION OF PELED *COREGONUS PELED* IN HIGHLY MINERALIZED LAKES OF THE OMSK REGION

V.F. Zaitsev [1]., A.V. Tsapenkov,[2], Yu. F. Gunin [3]

Summary. The analysis of peled cultivation in different types of lakes is carried out. For the first time, work was carried out on growing commercial peled fingerlings in highly mineralized lakes of the Omsk region. The results of growing Peled fingerlings in lakes with high mineralization of water. The results of experimental work showed that the cultivation of commercial peled fingerlings in lakes with high water salinity - from 10 to 20 g/l is possible.
Keywords: peled, fingerlings, lichinki, lakes, high mineralization of water.

Пелядь *Coregonus peled* населяет многие водоемы Обь-Иртышского бассейна, образуя различные экологические формы – речные, озерно-речные и озерные. В р. Обь пелядь - типичная полупроходная рыба. Нерест, развитие икры и начальные стадии развития молоди обской пеляди проходят в низко минерализованных водоемах – Оби и ее уральских притоках. Нагул молоди и половозрелых особей проходит в пойменных водоемах (сорах) и дельте Оби, на зимовку она мигрирует в Обскую губу, где речные воды смешиваются с морскими водами. В осолоненную зону Обской губы пелядь обычно не выходит [9].

Благодаря высокой экологической пластичности, быстрому росту и высокому гастрономическому качеству пищевой продукции, пелядь широко используется в озерной пастбищной аквакультуре. При этом, пелядь выращивается в разнотипных озерах, отличающихся составом ихтиофауны, кормовой базой, морфометрией водоемов и минеральным режимом. От особенностей биотических и

абиотических факторов экосистем малых, средних и больших озер Западной Сибири зависят условия нагула и эффективность пастбищной аквакультуры.

Практика показала, что в плотвично - окуневые озера эффективнее всего вселять сеголетков и годовиков пеляди. В карасевые озера на однолетний нагул обычно вселяются личики пеляди [1, 6].

Известно, что пелядь – типичный планктофаг, хотя при дефиците зоопланктонных организмов может питаться насекомыми, бентосными организмами, детритом, водной растительностью [9]. Для выращивания пеляди обычно используются озера с биомассой зоопланктона 1,5-7 г/м^3 и выше [3].

Анализ морфометрических параметров озер, где выращивалась пелядь, показал, что экономически целесообразно выращивать товарную пелядь в озерах с глубинами от 2,5 м и площадью от 100 га [6]. Озера со средней глубиной 1,8-2,5 м пригодны для однолетнего выращивания, озера с глубинами более 4 м обычно используются для многолетнего выращивания [6]. Выращивание товарных сеголеток пеляди в мелководных озерах юга Западной Сибири является определенным риском для рыбоводов из-за летнего прогрева воды в озерах, когда температура воздуха и, в результате, воды выше на 10 ^{0}С и более от средних климатических показателей. Хотя в годы с холодным летом, пелядь может успешно выращиваться в озерах с глубиной 1,5 м и менее. Например, в холодное лето 2011 г. в оз. Ачикуль (Омская область) площадью 780 га и средними глубинами 1,5 м вселили 1,5 млн личинок пеляди. Вылов сеголеток пеляди средней массой 100-120 г составил около 20 т или 25,6 кг/га. В 2012 г., когда вода в летний период прогревалась до 25-30 ^{0}С, в озере отловили всего 2 т сеголеток средней массой 20-50 г [2]. Попытки выращивания пеляди в годы с жарким летом в других мелководных озерах юга Западной Сибири обычно заканчивались гибелью вселяемой пеляди или выловом рыбы с низкой некондиционной навеской 15-25 г.

На выбор водоема для выращивания пеляди оказывает определенное влияние и такой лимитирующий фактор, как высокая минерализация воды. Практика показала, что в Тюменской области пелядь успешно выращивается в водоемах с минерализацией воды от 200 мг/л до 4000 мг/л [6]. В Новосибирской области успешно выращивается товарная пелядь в разнотипных по сумме солей озерах [6]. При этом, исследования показали, что в среднеминерализованном оз. Сартлан (3,5-4,2 г/л) и в высокоминерализованном оз. Чаны (7,46 г/л) Новосибирской области гонады вселяемой пеляди на стадии подрощенной молоди (малька и сеголетка) развиваются нормально до IV стадии зрелости и такие самки (около 91% в оз. Сартлан и 62% в оз. Чаны) могут быть использованы для получения рыбоводной икры [4, 5]. Для озерных рыбхозов Алтайского края допустимый порог минерализации составил не более 10 г/л [7]. В Челябинской области личинок пеляди в мае вселяли в озера (Третье, Синеглазово и Горькое) с минерализацией от 7,8 до 10,7 г/л. Вода в озерах была жесткая или очень жесткая хлоридно-натриево-магниевая. Сеголетки к осени успешно набирали массу 90-120 г [8]. Автор обратил внимание, что пелядь старших возрастов выдерживает минерализацию до 20 г/л.

В Омской области в ООО «Крутинское рыбное хозяйство» рыбоводы рискнули вселить личинок пеляди в озера с более высокой минерализацией воды. Гидрохимический анализ воды, проведенный 28.07.2017 г., показал, что в оз. Камышловское общая минерализация воды составляла 12,78 г/л, хлориды - 4,25 г/л, в оз. Ибитинское общая минерализация составляла 19,76 г/л, хлориды - 5 г/л. В мае 2018 г. в емкости с водой из этих озер были посажены личинки пеляди. В течение нескольких дней их гибели не наблюдалось. После чего решили вселить личинок

пеляди непосредственно в озера. Площадь оз. Камышловское составляет 1060 га, средние глубины - 2-2,5 м. Площадь оз. Ибитинское составляет 340 га, средние глубины - 2-2,5 м. Результаты выращивания пеляди в этих озерах показаны в таблице 1.

Эксперимент, проведенный омскими рыбоводами в промышленных масштабах по выращиванию пеляди в озерах с высокой минерализацией воды, оказался успешным. Результаты опытных работ показали, что выращивание товарных сеголеток пеляди в озерах с высокой минерализацией воды - от 10 до 20 г/л возможно и является перспективным направлением. Расширились границы допустимого освоения озер, считавшихся непригодными для выращивания рыбы.

Таблица 1 Результаты выращивания сеголеток пеляди в озерах Омской области с высокой минерализацией воды

Год	Посажено личинок, млн экз.	Средняя масса сеголеток, г	Выловлено товарной рыбы, т	Промысловый возврат, %	Рыбопродуктивность, кг/га
Оз. Камышловское					
2018	3,0	130	60	15,0	56,6
2019	3,2	140	80	17,9	75,5
Оз. Ибитинское					
2018	1,0	120	16	13,3	47,0
2019	1,1	130	3	2,1	8,8
Примечание: в 2019 г. в оз. Ибитинское были вселены личинки гибрида - пелядь х муксун					

Список литературы

1. Егоров Е.В. Морфология пеляди в разнотипных водоемах Новосибирской области / Е.В. Егоров, А.А. Ростовцев, Р.М. Цой // Биология, биотехника разведения и промышленное выращивание сиговых рыб. – Тюмень, 2001. – С. 47-49.

2. Зайцев В.Ф., Егоров Е.В., Ростовцев А.А Определение рыбохозяйственной специализации рыбопромысловых участков на внутренних водоемах Западной Сибири / Проблемы и перспективы развития рыбоводства на Урале. Материалы научно-практ. конф. Касли (пос. Аракуль). 2013. - С. 132-137.

3. Князев И.В., Ниязов И.С., Ширшов В.Я., Князева И.С., Якушина Т.Е. Технологические особенности выращивания сиговых рыб в озерах Западной Сибири в современных условиях / Рыбное хозяйство и аквакультура, № 6, 2012. С. 75-83.

4. Кондратьев А.К. Особенности гаметогенеза, полового цикла и оценка репродуктивной способности пеляди, выращиваемой в больших озерах с соленой водой / Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991 – С. 115-123.

5. Кондратьев А.К., Крайнов В.М., Рудов В.А. Предварительные гистологические данные о созревании пеляди в озерах Сартлан и Чаны с повышенной минерализацией воды / Тезисы докладов третьего Всесоюзного совещания по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. Тюмень. 1985 – С. 83-85.

6. Мухачев И.С., Слинкин И.П., Попов Н.Я., Размашкин Д.А., Бабушкин А.А. Системы ведения товарного рыбоводства в агропромышленном комплексе Тюменской области. Тюмень. ОАО «Тюменский дом печати». 2005 – 240 с.
7. Новоселова З.И. Пути интенсификации выращивания посадочного материала ценных видов рыб для озерных рыбхозов Алтайского края. Озерное рыбоводство Западной Сибири. Сборник научных трудов ГосНИОРХ. Ленинград. 1985. В. 233. С. 34-40.
8. Перминов Л.Г. Выращивание пеляди в высокоминерализованных озерах / Рыб. хоз-во. 1970. № 8. - С. 12-13.
9. Решетников Ю.С., Мухачев И.С., Болотова Н.Л. и др. Пелядь Coregonus peled (Gmelin,1788): Систематика, морфология, экология, продуктивность. – М.: Наука, 1989. – 303 с.

УДК 597.5

ВЛИЯНИЕ РЫБОВОДНЫХ РАБОТ НА СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ САЗАНА CYPRINUS CARPIO В ОЗ. ЧАНЫ

Е. В. Егоров, А. Л. Абрамов, С.Е. Байльдинов, Т.А. Кабиев, А.А. Ростовцев, Д.Л. Сукнев

Новосибирский филиал «Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии» («ЗапСибНИРО»), г. Новосибирск, 630091

Аннотация. Проведен анализ соотношения популяции сазана от естественного нереста и от зарыбления оз. Чаны за 2 года. Представлены результаты ихтиологических съемок за 2018-2019 гг. Проведен расчет численности сазана от естественного нереста и от зарыбления рыбоводной молодью. В соответствии с методикой был определен промысловый запас рыбоводного сазана. В 2018 г. он составил 4282,5 т, в т.ч. сформированный за счет выпуска рыбоводной молоди – 1604,1 т (или 37,5 % от общего промзапаса). Общий вылов сазана в 2018 г. в оз. Чаны – 999,4 т. Принимая во внимание, что доля рыбоводного сазана в этот год составила 37,5 %, промысловый возврат рыбоводного сазана – 374,8 т. В 2019 г. общий промысловый запас сазана – 4717,8 т, в т. ч. рыбоводной продукции – 1577,6 т (33,4 %).

Ключевые слова: озеро Чаны, сазан, промысловый запас, промысловый возврат, молодь.

INFLUENCE OF FISH FARMING ON THE STATE OF THE CARP CYPRINUS CARPIO POPULATION IN LAKE CHANY

E.V. Egorov, A.L. Abramov, S.E. Bayldïnov, T.A. Kabiev, A.A. Rostovtsev, D.L. Suknev

All-Russian research Institute of fisheries and Oceanography Novosibirsk branch of FGBNU "VNIRO"("ZapSibniro"), Novosibirsk, Russia.

Summary. The analysis of the ratio of the carp population from natural spawning and stocking of lake Chany for 2 years. The results of ichthyological surveys for 2018-2019 are presented. The calculation of the number of carp from natural spawning and from stocking is carried out. In accordance with the methodology, the commercial stock

of fish-breeding carp in 2018 was determined to be 4282.5 t, incl. formed by the release of fish fry - 1604.1 t (or 37.5%). The total catch of carp in 2018 in Lake Chany - 999.4 t. Taking into account that the share of fish carp in this year was 37.5%, we get a commercial return of fish carp - 374.8 t. In 2019, the total commercial stock of carp is 4717.8 t, in including fish products - 1577.6 t (33.4%).

Keywords: Lake Chany, carp, commercial stock, commercial return, juveniles.

Озеро Чаны - бессточный водоем, питающийся за счет атмосферных осадков, выпадающих на территории бассейна, стока впадающих в него рек Чулым и Каргат и грунтовых вод. Озеро состоит из пяти, соединенных между собой плесов, неравнозначных по площади, глубинам, кормовой базе, минерализации воды, и запасам рыб [4].

Среднемноголетний улов за последние 10 лет в оз. Чаны составляет 3303,9 т. Видовой состав уловов представлен карасем, окунем, язем, плотвой, сазаном, судаком, лещом и щукой [3, 10].

Сазан в оз. Чаны является акклиматизантом. В промысле присутствует с 1978 г. Максимальные уловы в эти года наблюдались в 1994-1996 гг. (1994 г. – 268,6 т; 1995 г.– 275,7 т; 1996 – 217,8 т). Опыт интродукции сазана в оз. Чаны показал, что в силу стенобионтности этого вида, сохранение промыслового запаса на достаточном уровне при условии интенсивного промысла возможно только за счет зарыбления жизнестойкой молодью. [1, 5, 6]

Определение объемов производства рыбоводного сазана в оз. Чаны производилось на основании данных по промысловому запасу, объемах зарыбления водоема и эффективности естественного воспроизводства этого вида.

Для оценки запасов рыб и определения численности молоди на оз. Чаны в настоящее время применяется метод прямого учета численности. Прямой учет выполняется с использованием близнецового трала с горизонтальным раскрытием – 8 м [7, 9].

Рассчитанная численность в соответствии с данными биологического анализа и массовых промеров разбивается на возрастные группы. Исходные данные для распределения учтенной численности рыб по возрастным группам взяты из размерно-возрастных характеристик промыслового стада. Для определения промыслового запаса в весовом выражении средняя масса каждой возрастной группы рыб умножается на ее численность. Годовой промысловый запас сазана получается путем суммирования промзапаса по возрастным группам.

Оценка промыслового запаса сазана в оз. Чаны, полученного за счет зарыбления водоема производилась по следующей схеме:

Доля промыслового запаса сазана, полученного за счет зарыбления, по каждой возрастной группе определялась путем расчета соотношения особей от естественного нереста и от зарыбления.

Промысловый запас сазана, полученный за счет зарыбления водоема, определялся путем сложения промзапаса по возрастным группам.

По данным ихтиологических съёмок основа уловов сазана в 2018-2019 г.г. была представлена 3-6 – летками [2]. Расчетная численность промыслового стада сазана, и соответствующий промысловый запас сазана в 2018 г. по результатам прямого количественного учёта составил 3,68 млн экз. или 4282,5 т, в 2019 г. - 3,87 млн экз. или 4717,8 т.

Численность молоди сазана от естественного нереста определена по результатам учетных мальковых съемок, ежегодно проводимых на плесах оз. Чаны в августе-сентябре (непосредственно перед выпуском в водоем рыбопосадочного

материала). Массовые скопления молоди сазана наблюдались только на Чиняихинском плесе и в оз. М. Чаны.

В соответствии с нормативами [8], выживаемость годовиков от сеголетков в приспособленных водоемах составляет 60 %, двухлетков от годовиков – 60 %, двухгодовиков – 90 %. В соответствии с этими показателями, произведен расчет количества сеголетков, соответствующего указанному объему выпуска старшевозрастных групп. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1. Расчетная численность сеголетков сазана от естественного нереста и рыбоводных сеголетков (2009-2017 г.г.)

Сеголетки от естественного нереста			Рыбопосадочный материал	
Год рождения	Количество, тыс. экз.	Средняя масса, г	Сеголетки, млн экз.	Средняя масса, г
2009	1,445	13,4	2,501	19,8
2010	1,895	17,1	2,603	20,6
2011	1,88	12,6	1,962	25,0
2012	1,571	15,6	1,059	25,0
2013	1,002	16,1	-	-
2014	1,54	18,6	0,938	25,0
2015	1,806	17,4	-	-
2016	2,389	19,2	3,4	25,0
2017	4,205	19,8	2,13	25,0

Учитывая сопоставимые показатели средней массы сеголетков от естественного нереста и рыбопосадочного материала, а также тот факт, что выращивание сеголетков в прудах рыбопитомника осуществляется на естественных кормах (искусственные корма не вносятся или используются крайне ограничено), сравнительную выживаемость этих групп молоди принимаем равной 1 : 1. Это позволяет рассчитать соотношение рыбы от естественного нереста и от зарыбления в каждой возрастной группе промыслового стада. Результаты расчетов представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2. Промысловый запас рыбоводного сазана в оз. Чаны в 2018 г.

Показатели	Возраст								Всего
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	
Промзапас, т	355,0	487,7	394,7	581,8	874,4	719	458,4	411,5	4282,5
% рыбоводной продукции	58,7	0	37,9	0	40,3	51,1	57,9	63,4	
Рыбоводная продукция, т	208,4	0,0	149,6	0,0	352,4	367,4	265,4	260,9	1604,1

Таблица 3. Промысловый запас рыбоводного сазана в оз. Чаны в 2019 г.

Показатели	Возраст								Всего
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+	
Промзапас, т	442,7	533,2	563,7	624,3	803,7	545,5	560,4	644,3	4717,8
% рыбоводной продукции	33,6	58,7	0	37,9	0	40,3	51,1	57,9	
Рыбоводная продукция, т	148,7	313,0	0,0	236,6	0,0	219,8	286,4	373,0	1577,6

Общий промысловый запас сазана в 2018 г. в оз. Чаны составил 4282,5 т, в т.ч. промысловый запас, сформированный за счет выпуска рыбоводной молоди – 1604,1 т (или 37,5 % от общего вылова). Общий вылов сазана в 2018 г. в оз. Чаны – 999,4 т. Принимая во внимание, что доля рыбоводного сазана в этот год составила 37,5 %, получаем промысловый возврат рыбоводного сазана – 374,8 т.

В 2019 г. общий промысловый запас сазана – 4717,8 т, в т. ч. рыбоводной продукции – 1577,6 т (33,4 %). Общий вылов сазана в 2019 г. в оз. Чаны – 650 т. Учитывая то, что доля рыбоводного сазана в этот год составила 33,4 %, получаем промысловый возврат рыбоводного сазана – 243,7 т.

Популяция сазана в оз. Чаны формируется в основном за счет естественного нереста, но стоит отметить, что за последние 2 года доля рыбоводного сазана в среднем составила 35,4 %. Это позволяет сделать вывод, что без проведения рыбоводных работ промысловое стадо сазана может значительно уменьшиться. В связи с этим, для поддержания промысла сазана на высоком уровне необходимо ежегодно проводить мероприятия по зарыблению оз. Чаны жизнестойкой молодью сазана.

Список литературы

1. Мухачев И. С. Озерное рыбоводство. – М.: Агропромиздат, 1989. – 161 с.
2. Никольский Г. В. Частная ихтиология. – М.: Высшая школа, 1971. – 472 с.
3. Попов П. А. Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов. – Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т, 2007. – 526 с.
4. Районы и города Новосибирской области. – Новосибирск: Новосибирское книжное изд-во, 1996. – 520 с.
5. Ростовцев А. А. Выращивание товарной рыбы в Западной Сибири. – Новосибирск. СО ВАСХНИЛ. – 1986. – 56 с.
6. Ростовцев А. А., Егоров Е. В., Зайцев В. Ф. Методические рекомендации по зарыблению озер, выращиванию и вылову товарной рыбы в озерах. – Новосибирск, 2011. – 64 с.
7. Редаков Д. В., Протасов В. Р. Скорости движения и некоторые особенности зрения рыб. – М.: Наука, 1964. – 42 с.
8. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. Т. 1. – М.: Агропромиздат, 1986. – 264 с.
9. Сечин Ю. Т., Карагойшиев К. Методы определения коэффициента уловистости донного трала. – Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – Вып. 198. – С. 162-188.
10. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна / Под ред. Д.С. Павлова, А.Д. Мочек. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 596 с.

УДК 639.3

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОБИОЦЕНОЗА БИОФИЛЬТРА МАЛОЙ УСТАНОВКИ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

М.Л. Калайда, В.В. Бабикова, М.Ф. Хамитова

Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура». Казанский государственный энергетический университет.г. Казань, 420066,Республика Татарстан. Россия.Тел:+7 (843) 519-43-53 E-mail: kalayda4@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены структура и соотношение групп в перифитоне биофильтра малой рыбоводной установки с замкнутым циклом водоснабжения и

установки на осетровом рыбоводном заводе. Показано преобладание инфузорий и олигохет по численности и организмов β-α-мезосапробной зоны в биофильтре.

Ключевые слова: аквакультура, биофильтр, гидробиоценоз, инфузории, эффективность очистки.

PARTICULAR FEATURES OF BIOFILTER HYDROBIOCENOSIS FOR A SMALL RECIRCULATING AQUACULTURE SYSTEMS

M.L. Kalaida, V.V. Babikova, M.F Khamitova

"Aquatic Bioresources and Aquaculture" department. Kazan State Power Engineering University, Krasnoselskaya 51. Kazan, 420066. Russia, Republic of Tatarstan.
Tel.:+7 (843) 519-43-53 kalayda4@mail.ru

Summary. The structure and ratio of groups in the periphyton of a biofilter of a small fish-breeding recirculating aquaculture system and an system at a sturgeon fish-breeding facility are considered. The predominance of ciliates and oligochaetes in abundance and organisms of the β-α-mesosaprobic zone in the biofilter are shown.

Key words: aquaculture, biofilter, hydrobiocenosis, ciliates, purification efficiency.

Одним из главных способов повышения эффективности товарного выращивания рыбы и выращивания молоди ценных видов является использование высоких плотностей посадки в установках с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ). Одновременно, это и самый экологически чистый способ увеличения продуктивности водной экосистемы [2, 3].

В связи с этим целью данной работы было исследование гидробиоценозов биофильтров малой УЗВ на базе кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «КГЭУ» и биофильтра осетрового рыбоводного завода (рис.1). Обработку гидробиологического материала, собранного с экспериментальных пластин, размещенных в биофильтрах, проводили общепринятыми методами [1, 4, 5, 6] в лаборатории кафедры. Пробы перифитона отбирались еженедельно.

А)

Б)

Рис. 1. Биологические фильтры установок с замкнутым циклом водоснабжения: А) осетрового рыбоводного комплекса, Б) на кафедре «Водные

биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Для исследования биоценоза использовали пластины для обрастаний [4]. Гидробионты определялись живыми по таблицам и рисункам, приведенным в Атласе фауны аэротенков [4].

Проведенное исследование выявило в перифитоне биофильтра осетрового рыбоводного завода 32 вида и формы организмов (рис.2).

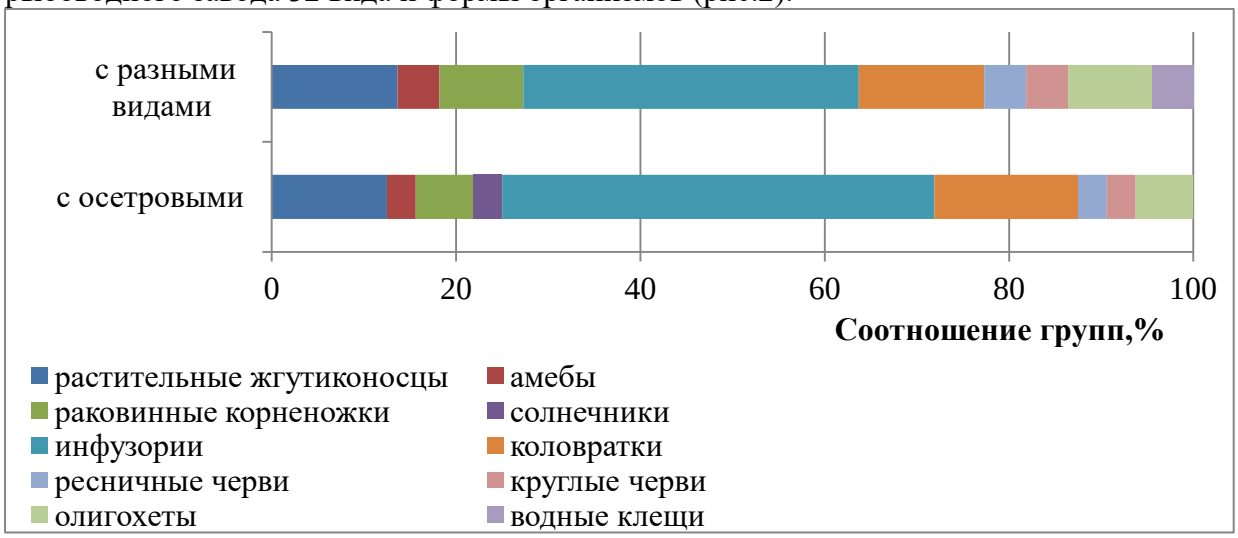
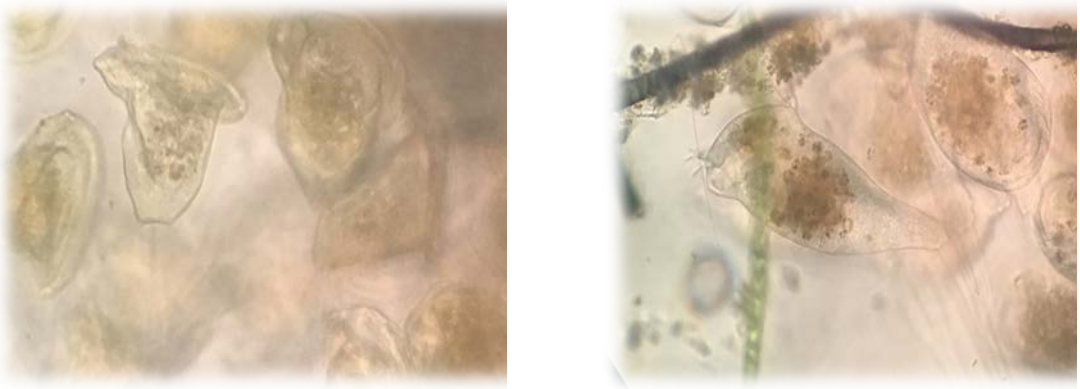


Рис. 2. Соотношение (%) групп гидробионтов в составе перифитона с экспериментальных пластин в биофильтрах УЗВ осетрового рыбоводного завода и УЗВ кафедры с разными видами в бассейнах

Их частота встречаемости составила: растительные жгутиконосцы -100%; амебы -25%; раковинные корненожки - 25%; солнечники -50%; инфузории - 100%, коловратки – 100 %; олигохеты -100%; круглые -75% и ресничные черви -50 %). Среди инфузорий наиболее обильны были ресничные инфузории (рис.3) - перитрихи (100 % частота встречаемости).



Vorticella picta (Ehrenberg, 1831)

Рис.3. Представители *Peritrichia* в биоценозе биофильтра рыбоводной установки

В перифитоне биофильтра УЗВ кафедры, в которой содержались карпы кои, клариевые сомы, караси, красноклешневые раки, были встречены 22 вида и формы организмов (рис.2), относящиеся к следующим систематическим группам: растительные жгутиконосцы (75 % частота встречаемости); амебы (25%); раковинные корненожки (75 %); инфузории (100 %); коловратки (75 %); олигохеты (100 %); круглые -50%, ресничные черви -75% и водные клещи – 25%.

Индексы видового сходства в изученных биоценозах биофильтров составили: индекс Серенсена - 0,74, индекс Жаккара – 0,58, индекс Маунтфорда – 0,121.

По численности в составе перифитона (рис.2, 3) преобладали инфузории с вкладом в общую численность – 33% (рис.4). Олигохеты – *Aelosoma hemprichi* и *Chaetogaster diaphanus* обусловили 28 % общей численности организмов перифитона.

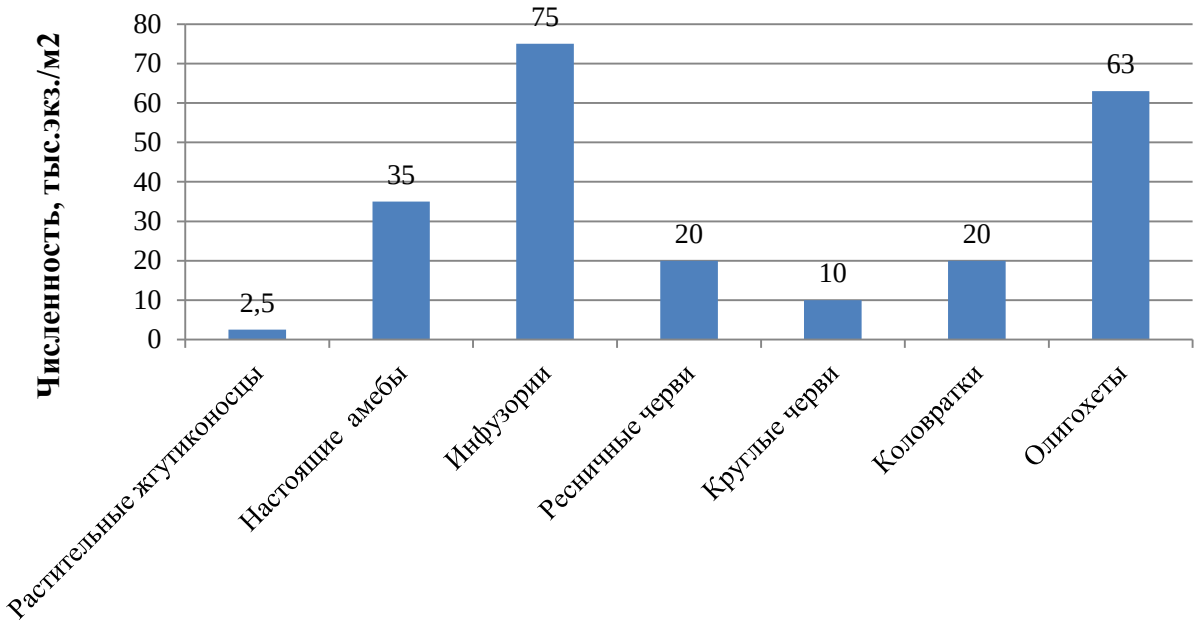
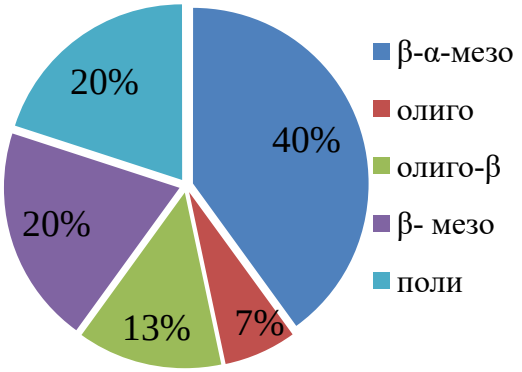


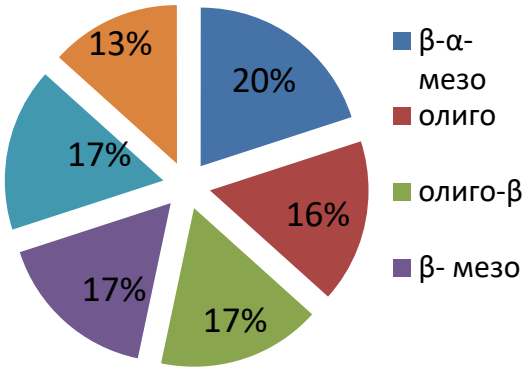
Рис. 4. Численность организмов перифитона биофильтра УЗВ на базе кафедры водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Анализ видового состав перифитона биофильтров выявил большое разнообразие инфузорий в биофильтре осетрового завода, что свидетельствует о низкой нагрузке на биофильтр и высоком качестве очистки воды.

Для оценки качества вод по составу биоценоза биофильтров проведен гидробиологический анализ индикаторных значений организмов [5]. По количеству видов-индикаторов в биофильтре УЗВ кафедры с разными видами гидробионтов в бассейнах преобладали организмы, характерные для β-α-мезосапробной зоны, такие как, *Hemiophrys pleurosigma* (Stokes, 1884), *Epistylis urceolata* (Stiller, 1933), *Euplotes affinis* (Dujardin, 1841), *Aeolosoma hemprichi* (Ehrenberg 1828). В биофильтре осетрового завода также преобладали организмы, характерные для β-α-мезосапробной зоны, такие как *Actinophrys sol* (Ehrenberg, 1830), *Hemiophrys pleurosigma* (Stokes, 1884), *Epistylis urceolata* (Stiller, 1933), *Euplotes affinis* (Dujardin, 1841), *Tokophrya mollis* (Bütschli, 1889), *Aeolosoma hemprichi* (Ehrenberg 1828) (рис.5).



УЗВ на кафедре водных биоресурссов и аквакультуры ФГБОУ ВО «КГЭУ»



УЗВ осетрового рыбоводного завода «ООО Биосфера-Фиш»

Рис. 5. Соотношение видов с разной индикаторной значимостью в структуре перифитона биофильтров

В биофильтрах установок с замкнутым циклом водообеспечения преобладали организмы, характерные для β-α-мезосапробной зоны.

Таким образом, биоценозы биофильтров установок с замкнутым циклом водообеспечения характеризуются сложным составом, отражающим, в том числе, специфику видового разнообразия объектов выращивания в установках.

Список литературы

1. Забелина М.М., Киселев И.А. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып.2. М.: Советская наука, 1951. – 619 с.

2. Калайда М.Л., Хазипов Н.Н. , Сафиуллин Р.Р., Калайда А.А. Актуальные стратегии в развитии аквакультуры в Республике Татарстан // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы Всерос.науч.-практ.конф.,приуроченной к 20-летию открытия в Кубанском гос.ун-те направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура»/ отв.ред Г.А. Москул. Краснодар: Кубанский гос.ун-т, 2018.458 с.-с. 442-448.

3. Калайда М. Л., Хамитова М. Ф., Калайда А. А. Пастбищная и индустриальная аквакультура как актуальные элементы использования объектов гидро- и теплоэнергетики.- Международный водно-энергетический форум -2018: сборник материалов докладов/ в 2 т. Т.1.-Казань: Казан.гос.энерг.унт, 2018.- 373 с.- С.102-108.

4. Кутикова Л.А. Фауна аэротенков (Атлас). – Л.: Наука, 1984. – С. 264

5. Липеровская Е.С. Гидробиологические индикаторы состояния активного ила и их роль в биологической очистке сточных вод // Итоги науки и техники ВИНИТИ. М., 1976. Т. 4. С. 169–217.

6. Мажейкайте С.И.. Ресничные инфузории // Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Под ред. Л.А. Кутиковой, Я.И. Старобогатова. – Л., Гидрометеоиздат, 1977. – С. 46–98.

УДК 639.3

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КЛАРИЕВОГО СОМА *CLARIAS GARIEPINUS* ПРИ ЗАДАЧАХ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА

М.Л.Калайда, Е.С. Пиганов, А.А. Калайда

Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура». Казанский государственный энергетический университет.г. Казань, 420066,Республика Татарстан. Россия.Тел:+7 (843) 519-43-53 E-mail: kalayda4@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены биологические особенности производителей клариевого сома *Clarias gariepinus,* выращенных в условиях установки замкнутого цикла водообеспечения, приведены характеристики половых продуктов. Показаны перспективы включения объекта в перечень для товарного фермерского рыбоводства в условиях Среднего Поволжья.

Ключевые слова: аквакультура, клариевый сом *Clarias gariepinus*, производители, биологические характеристики, половые продукты, эффективность воспроизводства.

BIOLOGICAL FEATURES OF CLARIAS GARIEPINUS CATFISH IN THE TASKS OF ARTIFICIAL REPRODUCTION

M.L. Kalaida, E.S. Piganov, A.A. Kalaida

"Aquatic Bioresources and Aquaculture" department. Kazan State Power Engineering University, Krasnoselskaya 51. Kazan, 420066. Russia, Republic of Tatarstan.
Tel.:+7 (843) 519-43-53 kalayda4@mail.ru

Summary. The biological characteristics of the breeders of the Clarias gariepinus catfish grown under the conditions of a closed cycle of water supply are considered, the characteristics of the reproductive products are given. The prospects of including the object in the list for commercial fish farming in the conditions of the Middle Volga region are shown.

Keywords: aquaculture, Clarias gariepinus castfish, breeding stock, biological characteristics, reproductive products, reproductive efficiency.

В Российской Федерации в последний период действуют около 4 тысяч рыбоводных хозяйств [3]. С 2000 г. производство товарной рыбы возросло с 77 тыс. т до 173,6 тыс.т в 2016 году [3]. В регионе Среднего Поволжья развитие фермерских рыбоводных хозяйств является перспективным и соответствует основным тенденциям в развитии региональной аквакультуры [4]. Повысить эффективность рыбоводства можно путем введения в культуру выращивания новых объектов с быстрым темпом роста.

Особенно выгодным объектом товарного выращивания сом является из-за наличия у него специального наджаберного органа для дыхания атмосферным кислородом, что позволяет существенно упростить его содержание при увеличенной плотности посадки [1,2,5]. Второй важной его особенностью при внедрении в массовое товарное производство является его теплолюбивость,

которая в условиях Среднего Поволжья не позволяет его выращивать в условиях естественных водоемов, но делает его одним из наиболее перспективных объектов выращивания на теплых водах в установках с замкнутым циклом водоснабжения.

Сом обладает большой терпимостью к повышенному содержанию в воде соединений азота: летальная концентрация аммиака для *C. gariepinus* составляет 6,5мг/л, в то время как для молоди форели – 0,2 мг/л, для взрослой радужной форели – 0,6 мг/л; для ручьевой форели 0,8; для речного окуня – 0,6; для голавля – 1,0; для карпов и линей – около – 2,0 мг/л [7].

Сомы обладают вкусным, насыщенным, плотным мясом, беловатого цвета, которое можно сравнить с угрём или семгой. Низкое содержание жира – около 5 %, высокое содержание белка – около 16 %, позволяют отнести данную рыбу к диетическим продуктам и использовать в детском меню [6], поэтому он так популярен в странах Европы и теперь активно внедряется в аквакультуру России.

Для широкого включения этого перспективного объекта аквакультуры в товарное фермерское производство необходимо налаженное производство молоди. В связи с этим целью данной работы является исследование биологических характеристик производителей клариевых сомов в связи с их воспроизводством . Опыт воспроизводства клариевых сомов изучался также в рамках стажировки магистранта кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «КГЭУ» в Университете г. Росток (Германия) в период с 1.10.19 по 31.11.19 по гранту Правительства Республики Татарстан «Алгарыш» и Меморандума о совместной деятельности в области аквакультуры с Ростокским Университетом.

Преднерестовое содержание производителей клариевого сома проходило на кафедре «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «КГЭУ» в экспериментальных установках замкнутого водоснабжения. Сомы содержались в бассейнах объемом 0,4 $м^3$ при плотности посадки до 30 $кг/м^3$ и температуре воды 26-27°С. В экспериментах по воспроизводству клариевых сомов были использованы 13 самок и 18 самцов. Для сравнения биотехнологий использовался опыт сотрудников немецкой компании PAL (Асбтхаген, Германия) в рамках международного сотрудничества.

Проведенные эксперименты выявили возможность преднерестового содержания клариевых сомов в условиях малой УЗВ, применимость технологических приемов воспроизводства клариевого сома заводским методом. Результаты выявили возможность использования для инъецирования суспензии сурфагона, применяемого в нашей стране для инъецирования осетровых рыб. В Германии для инъецирования клариев использовались препараты, применяемые для лососевых рыб.

Если при получении половых продуктов имеется возможность получения икры у самок методом сцеживания и сохранения им жизни, то необходимость забоя самцов для получения половых продуктов снижает эффективность формирования маточного поголовья. В экспериментах использовали оплодотворение икры сухим методом. Применение танина для обесклеивания оплодотворенной икры обеспечило удобство ее инкубации в инкубационном аппарате Вейса.

Стимуляция производителей проводилась суспензией сурфагона - 3мг/кг массы тела сома. В сурфагон добавлялась добавка растительного происхождения - раунатин с седативным или успокаивающим действием. После инъецирования отбирались половые продукты (рис.1).

Рис.1 Половые продукты клариевых сомов

Масса самок, отдавших икру, варьировала от 560 до 4000 г. Следует отметить, что в Германии масса используемых для получения икры самок варьировала от 5,6 до 9,8 кг. В наших экспериментах среднее количество икры в грамме составило 540 шт., средняя масса одной икринки – 1,85 мг. Средняя рабочая плодовитость самок клариевого сома составила 72,8 тыс. шт. Оплодотворяемость икры - 70 до 90%. Икринки во время инкубации и личинки сразу после выклева представлены на рис.2.

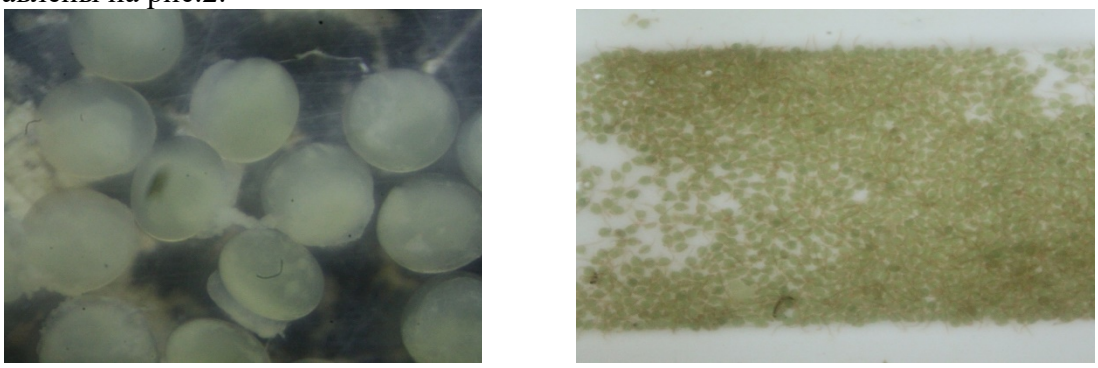


Рис.2 Икринки клариев во время инкубации и личинки после выклева

Количество икры, отобранной у самок в зависимости от их массы тела, представлено на рис.3.

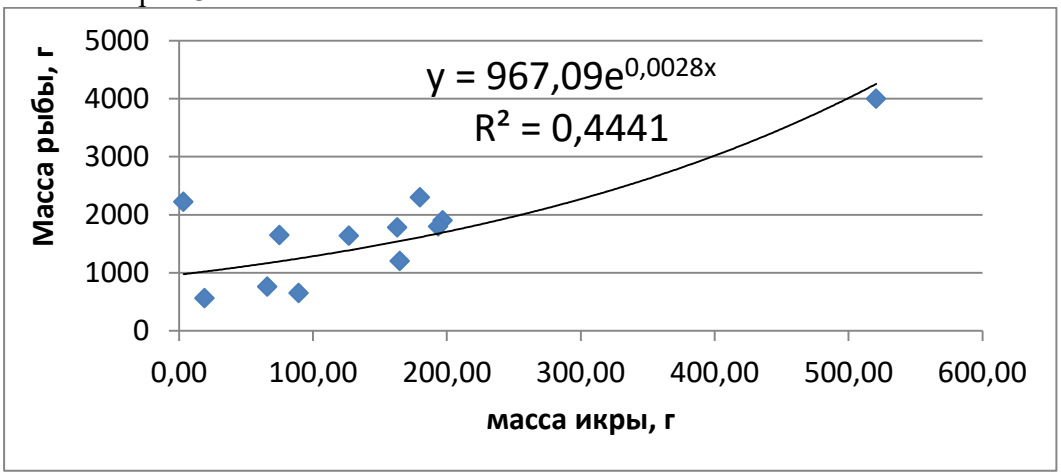


Рис.3 Количество икры у самок клариева в зависимости от массы тела

Масса самцов, участвующих в размножении, варьировала от 522 до 1560 г. Средняя масса семенников составила 9,37 г и варьировала от 0,82 до 2,09% от массы тела. Масса пустых семенников у разных самцов отличается в процентном отношении к массе тела значительно меньше, чем полных. Масса полных семенников зависит от массы рыбы. Уравнение связи массы полного семенника от массы самца клариевого сома

$y=0,061x^2 + 1,3113x +0,8833$.

Самцы, использовавшиеся для воспроизводства в Германии, имели массу тела 3,5-4 кг, а количество полученной семенной жидкости варьировало около 15-

20 мл. Использование взрослых производителей крупного размера является крайне предпочтительным для местной организации: половые продукты, получаемые от взрослых крупноразмерных производителей, значительно лучшего качества, больше в процентном отношении к массе тела и легче в работе.

Проведенный эксперимент показал возможность и эффективность использования суспензии сурфагона для инъецирования самцов однократной дозой препарата. Проведенная оценка качества молок показала, что молоки всех самцов имели хорошую подвижность спермиев.

При проведении инкубации в аппаратах Вейса при температуре воды 27°С выклев начинался через 20 часов после оплодотворения икры.

Можно отметить, что в немецкой компании PAL (Асбтхаген, Германия) не используются приемы обесклеивания икры и она содержится при температуре 27-28 С в аквариумах, где обеспечивается аэрация и водооборот. Через сутки после оплодотворения зародыши в икринке начинают активное вращение и еще через 4-6 часов происходит их выклев.

Список литературы

1. Власов В.А. Выращивание африканского сома в индустриальных условиях // В.А. Власов, М. Фатталахи, А.О. Касумян // Современное состояние и перспективы развития аквакультуры в России. – М.: МСХ РФ. – 2007. – С. 41-50.
2. Власов В.А. Результаты выращивания африканского сома при различных условиях кормления и содержания // Известия ТСХА. – М., 2009. Вып. 3. – С. 136-146.
3. Справочная информация о развитии и поддержке аквакультуры (рыбоводства) в Российской Федерации.- М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017.- 64 с.
4. Калайда М.Л. Современное состояние и задачи развития аквакультуры в Республике Татарстан. Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы национальной научно-практической конференции, Саратов, 4-5 октября 2016 г.– Саратов: изд. «Научная книга». **2016**. – С.38-45.
5. Никифоров А.И. Особенности морфологического строения африканского сома *Clarias gariepinus* // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: Сборник научных трудов ГНУ ВНИИР и РГАУ-МСХ им. К.А.Тимирязева по итогам Международной научно-практической конференции. М. 2005. – С. 215–219.
6. Подушка С.Б. Клариевый сом и его использование в рыбоводстве // Состояние и перспективы развития фермерского рыбоводства аридной зоны. Ростов н /Д., 2006. С. 71–74.
7. Томеди Э.М. Клариевый сом – перспективный объект аквакультуры II // Э.М. Томеди, А.М. Тихомиров // Рыбоводство и рыболовство. – М – 2000. – Вып. 4, – С.14.

УДК 639.3.05

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКВАПОНИКИ В ЭКСПЛУАТАЦИИ МАЛОЙ РЫБОВОДНОЙ УСТАНОВКИ С ЗАМКНУТЫМ ЦИКЛОМ ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ

М.Л.Калайда, С.Д.Борисова

Казанский государственный энергетический университет, г.Казань, РФ,
Svetlana-zag@bk.ru

Аннотация. Аквапоника - высокотехнологичный способ ведения сельского хозяйства, сочетающий аквакультуру и гидропонику. Проведены аквапонические эксперименты выращивания салата в биофильтре рыбоводной установки кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» ФГБОУ ВО «КГЭУ». Построены кривые роста салата, определены условия его эффективного выращивания в аквапонике.

Ключевые слова: аквапоника, рыбоводная установка, выращивание салата.

USE OF AQUAPONICS IN OPERATION OF A SMALL FISHING PLANT WITH A CLOSED CYCLE OF WATER SUPPLY

M.L. Kalaida, S.D.Borisova

Summary. Aquaponics is a high-tech farming method that combines aquaculture and hydroponics. Aquaponic experiments of growing lettuce in the biofilter of a fish-breeding plant of the Department of "Aquatic Bioresources and Aquaculture" of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "KSPEU" were carried out. The curves of growth of lettuce were constructed, the conditions for its effective cultivation in aquaponics were determined.

Keywords: aquaponics, fish hatchery, lettuce growing

Аквапоника – это новая высоко – технологичная сельскохозяйственная технология, которая сочетает в себе как выращивание растительной продукции, так и производство рыбной продукции [2]. Основной целью метода является органическое производство мясной и растительной продукции для пищи людей. В основе производства – использование естественных продуктов жизнедеятельности рыб в качестве питательной среды для растений в промышленном производстве. В ходе процесса выращивания растения потребляют необходимые им продукты выделений живых организмов – химические вещества (азотистые, калийные, фосфорные соединения, углекислый газ и др.), растворённые в воде, и – при этом, естественным путём очищают и обогащают её кислородом. Аммиак является основным продуктом микробиологического разложения отходов жизнедеятельности рыб, которые они выделяют в воду. При наличии растворённого в воде кислорода аэробные бактерии окисляют аммиак и его газообразные производные амины с образованием нитритов и нитратов. Это снижает токсичность воды для рыб и позволяет растениям удалить образующиеся соединения нитратов, используя их для собственного питания.

В аквапонических системах можно выращивать большинство ценных зеленолистных растительных культур [1]. В качестве экспериментального растения для выращивания в аквапонической системе был выбран салат. Салат – растение влаголюбивое, гидропоника наилучший способ его выращивания [4].

Для экспериментального выращивания листового салата в малой рыбоводной установке с замкнутым циклом водообеспечения (УЗВ) на кафедре «Водные биоресурсы и аквакультура» Казанского государственного энергетического университета были использованы два сорта салата - «Махагон» и «Лолло».

Листовой салат сорта «Махагон» – высокоурожайный раннеспелый сорт для закрытого и открытого грунта, пригоден для круглогодичного возделывания. Листья крупные, сильно гофрированные по краю, бордово-малиновые, сочные, хрустящие, очень декоративные. Листовой салат сорта «Лолло»– (итальян. *LolloRossaLettuce*) – зеленое однолетнее огородное растение, произрастающее круглый год - разновидность салата латук.

Аквапонические эксперименты по выращиванию салата проводились сериями в биофильтре малой УЗВ, где выращивается клариевый сом. Растения круглосуточно находились под фитолампой. Контрольные замеры и осмотр проводился каждые 5 дней. Измерялись такие показатели как масса растений, длина листьев, длина корней, анализировалось разветвление корня и считалось количество листьев. В качестве субстрата у части растений использовалась речная мелкая галька, заложенная в пластиковую емкость, другая часть растений сажалась на мелокоячеистую сетку, при этом во всех случаях корни находились в воде, а листья над водой (рис.1).

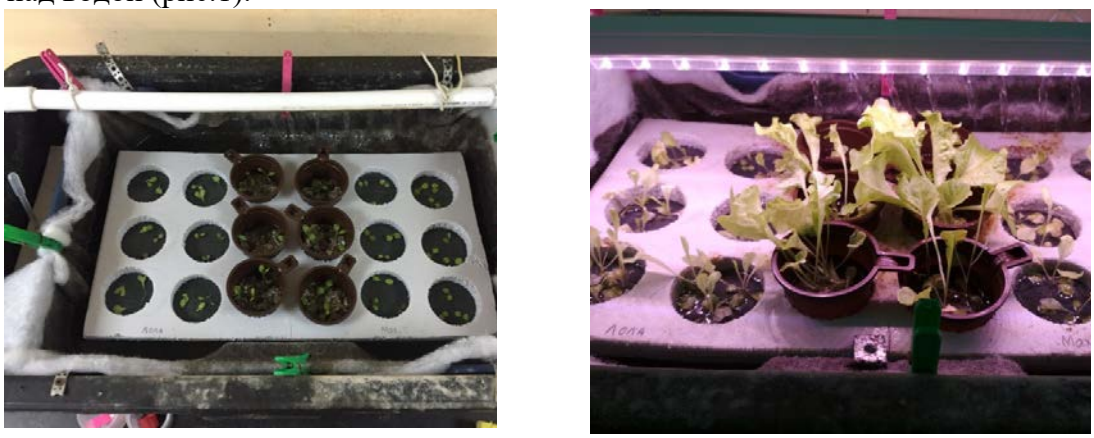


Рис.1 Рост салата в аквапонической установке

Рост листовой пластины в пластиковых емкостях описывался полиномиальной кривой: $y = 6x^2 - 5{,}4x + 9{,}6$, при этом величина достоверности аппроксимации $R^2 = 0{,}994$. Рост листовой пластины на сетчатом полотне описывался также полиномиальной кривой: $y = 3{,}571x^2 - 9{,}228x + 17{,}6$, при этом величина достоверности аппроксимации $R^2 = 0{,}994$ (рис.2). При постоянной температуре 20 – 22°С, круглосуточном освещении и постоянном токе воды оба вида салата «Лолла» и «Махагон» росли одинаково. Более активный рост отмечался у экземпляров салата посаженного в пластиковые емкости с галькой, чем у экземпляров, посаженных на сетчатое полотно, корневая система к концу эксперимента стала более разветвленной, окраска листьев – ярко зеленая.

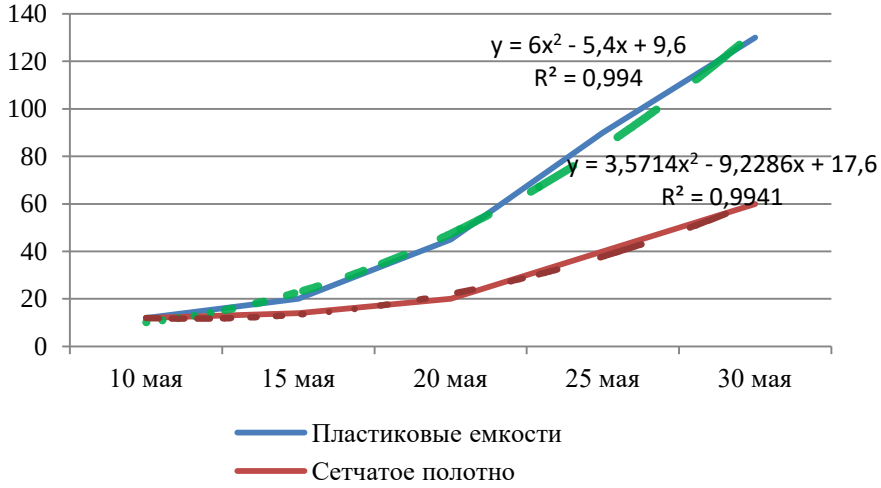


Рис. 2 Графики роста (в мм) листовой пластины салата

Средняя масса одного куста салата сорта «Махагон» через месяц выращивания в аквапонической системе составила 150г, сорта «Лолла» - 130г. По литературным данным максимальные приросты салата сорта «Махагон» составляют 6-7 г в сутки, салата сорта «Лолла» - 5 в сутки [3].

Экспериментальное аквапоническое выращивание салата в малой рыбоводной установке с замкнутым циклом водообеспечения показало эффективность процесса на базе рыбоводной установки с клариевыми сомами. Среднесуточный прирост массы салата сорта «Махагон» составил 5,2±0,08г, салата сорта «Лолла» - 4,2±0,09г. При организации аквапоники предпочтение должно отдаваться пластиковым емкостям с галькой 3-5 мм по сравнению с сетчатыми емкостями.

Список литературы

1. Гридина Т. С. Совместное выращивание тиляпии и шпината с применением бактериальной культуры в аквапонике/ Т. С. Гридина, П. П. Гераскин // Рыбоводство и рыбное хозяйство.– 2020. – №3. – С.32-39.
2. Иванова М.А. «Аквапоника ПромБио»: здоровая рыба, «зеленая» энергетика и стартовые корма на основе гаприна / М.А. Иванова, В.А. Нестеров // Рыбоводство и рыбное хозяйство.– 2019. – №1. – С.52-61.
3. Колпаков Н.А., Кузнецова Т.А. Влияние способов выращивания на биохимический состав салата /Н.А.Колпаков, Т.А. Кузнецова //Вестник АГАУ. – 2009. - №5 (55). - С.11-14.
4. Kalayda M. L., Borisova S. D. Prospects for the development of biogas technologies at reservoirs of energy facilities / Kalayda M. L., Borisova S. D. 2019 IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 288 012046, International Scientific and Practical Conference: Water Power Energy Forum 2018

УДК 574.522- 577.112.3

ЗНАЧЕНИЕ ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ РАЗВЕДЕНИИ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ НА ПРИМЕРЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЯ АМФИБИЙ – ОЗЁРНОЙ ЛЯГУШКИ

Л.А. Ковальчук[1], Л.В. Черная[1], Н.В. Микшевич[2], Е.Ю. Вахрушева[3]

[1] ФГБУН Институт Экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия. E-mail: kovalchuk@ipae.uran.ru [2]Уральский государственный педагогический университет, г.Екатеринбург, Россия. E-mail: mikshevich@gmail.com; [3]Бирский филиал ФГБОУ ВО Башкирский государственный университет, г. Бирск, Россия. E-mail: kovalchuk@ipae.uran.ru

Аннотация. Аминокислотный фонд озёрных лягушек среднеуральской популяции представлен 25 аминокислотами (АК) и их дериватами. У озёрных лягушек отмечен сбалансированный полный спектр функционально значимых незаменимых аминокислот: аргинин, гистидин, лизин, триптофан, метионин, треонин, валин, лейцин, изолейцин, фенилаланин. Полученные данные могут быть представлены в виде рекомендаций по использованию озёрной лягушки в качестве природного альтернативного источника питания для искусственного разведения промысловых видов водных животных (в секторе аквакультуры).

Ключевые слова: аквакультура, озёрная лягушка, аминокислоты

THE VALUE OF ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL RESEARCH FOR BREEDING OF OBJECTS OF AQUACULTURE ON THE EXAMPLE OF REPRESENTATIVE AMPHIBIANS –LAKE FROG

L.A. Kovalchuk[1], L.V. Chernaya[1], N.V. Mikshevich[2], E.J. Vakhrusheva[1, 2]

[1]Institute of Ecology of plants and animals, Ural branch RAS, Ekaterinburg, Russia. E-mail: kovalchuk@ipae.uran.ru [2]Birsk branch of Bashkir State University, Birsk, Russia.

Summary. The amino acid pool of lake frogs of the middle Ural population is represented by 25 amino acids (AA) and their derivatives. Lake frogs have a full range of functionally significant 10 essential amino acids: arginine, histidine, lysine, tryptophan, methionine, threonine, valine, leucine, isoleucine, and phenylalanine. The data obtained can be presented in the form of recommendations on the use of the lake frog as a natural alternative food source for artificial breeding of commercial aquatic animals species (in the aquaculture sector).

Keywords: aquaculture, lake frog, free amino acids.

Со второй половины двадцатого века резко возрос дефицит пресноводных экосистем, являющихся средой обитания эндемичной и чувствительной биоты и обеспечивающих жизненно важные ресурсы человека. Исследователи сообщают о большом количестве быстро сокращающихся видов земноводных по причине роста масштабов не только антропогенного воздействия на пресноводные экосистемы, но и влияния на них климатических флуктуаций [9, 10]. В последние годы значительно увеличилась эффективность освоения водных ресурсов Уральского региона, где также проводятся исследовательские работы по искусственному разведению лягушек [1,2,5]. Продолжительность жизни озерной лягушки до 12 лет**, высокая скорость роста и численности, крупные размеры делают озерную лягушку настоящим промысловым видом.** Озёрная лягушка — основной объект отлова в сфере образования, медицины, биологических наук, фармацевтической и пищевой промышленности. Исследователи считают озерную лягушку наиболее перспективным объектом аквакультуры и для промышленного разведения при рыборазводных предприятиях. Популяция озерной лягушки на рыбоводных прудах идет на пользу и самому рыбоводству, так как лягушачьи головастики весной и летом составляют значительную часть рациона многих видов рыбы. При этом земноводные не причиняют никакого вреда самому рыбному хозяйству, так как малек рыбы не входит в их пищевой рацион. Для обеспечения оперативной оценки экологической безопасности и создания достаточных условий для устойчивого развития гидробионтов требуются непрерывные и надежные технологии диагностики физиологического состояния животных и среды их обитания, для чего возможно использование эколого-физиологических биомаркеров предоставляющих в этом плане исчерпывающую информацию. Имеющиеся в литературе сведения и данные наших исследований позволяют выдвинуть концепцию биомаркёров на базе функциональных аминокислот, как потенциальных источников энергии, участвующих в биосинтезе белка гидробионтов [3, 4, 6, 8]. Успех разведения амфибий и рыб в аквакультуре определяется содержанием незаменимых аминокислот (НАК), отражающих пищевую ценность водных животных в разные периоды жизненного цикла [7].

Материал и методы

В качестве тест-объекта для проведения мониторинговых исследований нами были использованы взрослые особи *P. ridibundus* из Верхне-Тагильского водохранилища, расположенного в восточной части Среднего Урала (Свердловская область, 57.22217 N, 59.575559 E). Отлов животных проводили в период размножения (конец апреля, первая декада мая) и летом в последнюю декаду августа. Животных отбирали без признаков заболеваний. Содержание свободных аминокислот (АК) в плазме крови определяли методом ионообменной

хроматографии на анализаторе ААА-339М (Microtechna, Чехия). Результаты обработаны с использованием пакета лицензионных прикладных программ “Statistica v. 7.0”.

Результаты и обсуждение

Качественный состав аминокислотного спектра плазмы крови амфибий представлен 25 АК и их дериватами. В весенний период в плазме крови общее содержание АК самцов (2417,2 ± 83,5 мкмоль/л) и самок (1756,9 ± 61,0 мкмоль/л) достоверно выше, в сравнении с суммарным фондом свободных аминокислот в летний период у самцов (1547,3 ± 48,6 мкмоль/л) и у самок (1455,2 ± 48,4 мкмоль/л), что может быть связано с сезонной стимуляцией интенсивности метаболизма, направленного на процессы роста, развития и репродуктивные функции. Доминирующими компонентами аминокислотного пула крови лягушек являются четыре АК: заменимые – глицин, аланин и незаменимые – лейцин, лизин, суммарное процентное содержание которых весной у самцов и самок 40%, а летом у самцов 51% и у самок 53%. Высокое содержание аланина и глицина идет как на поддержание азотистого баланса, так и постоянного уровня глюкозы, что обеспечивает организм лягушек необходимым количеством энергии, требуемой в процессах размножения и жизнеобеспечения. Заслуживает внимания то обстоятельство, что у озёрных лягушек полный спектр функционально значимых незаменимых аминокислот (НАК): треонин, валин, лизин, лейцин, изолейцин, метионин, фенилаланин, аргинин, триптофан, гистидин (табл.). Сравнительный анализ показал, что у исследованных лягушек в летний период значимо повышается процентное содержание НАК (52,0% - 52,8%) в сравнении весенним периодом 42,2% - 48,7%) (p = 0,0001).

Следует отметить, что аминокислотный спектр озёрной лягушки в различные сезонные периоды важен для определения их пищевой ценности на разных этапах онтогенеза. Полученные данные представляют практический интерес как рекомендации по использованию *P. ridibundus* в качестве природного альтернативного источника питания для искусственного разведения промысловых видов водных животных (в секторе аквакультуры).

Таблица Сезонная динамика (весна-лето) незаменимых аминокислот (% от суммарного фонда АК) в плазме крови самцов и самок озёрной лягушки

АК, %	Весна (n = 12)		Лето (n = 12)	
	1. Самцы	*2*. Самки	*3*. Самцы	*4*. Самки
Threonine	6,34±0,29	6,12±0,48	4,53±0,21*	6,21±0,38#
Valine	3,88±0,35	4,02±0,31	5,32±0,29*	5,26±0,29*
Leucine	7,44±0,23	7,18±0,29	14,34±0,78*	13,48±0,36*
Isoleucine	2,79±0,22	2,88±0,13	4,00±0,21*	3,91±0,10*
Methionine	0,96±0,05	0,90±0,12	1,19±0,18	1,02±0,09
Phenylalanine	5,03±0,47	5,67±0,50	3,18±0,19	2,94±0,12
Tryptophan	2,14±0,41	0,92±0,10#	следы	следы
Lysine	8,57±0,46	7,57±0,66	12,65±0,41*	14,76±0,37*#
Histidine	5,58±0,22	4,55±0,28#	5,16±0,24	3,18±0,22*#
Arginine	6,00±0,39	2,45±0,35#	2,51±0,12*	1,26±0,10*#
Фонд НАК, %	48,73±0,75	42,26±0,85#	52,88±0,89*	52,02±0,38*

Примечание: * – статистически значимые сезонные различия между группами: *1* и *3*, *2* и *4* (p < 0,05); # – статистически значимые половые различия между группами: *1* и *2*, *3* и *4* (p < 0,05). $\overline{X}_{boot} \pm SE_{boot}$

Список литературы

1. Боркин Л. Я., Флякс Н. Л. О промышленном разведении амфибий // Первое Всесоюзное совещание по проблемам зоокультуры : тез. докл. М., 1986 –Ч. 2. – С. 121–123.
2. Ван Хай Динь, Мукатова М. Д., Сколков С. А. О возможности использования озерной лягушки (*Rana ridibunda*) в качестве пищевого сырья // Вестник АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. – 2013. – № 1. – С. 190–193.
3. Давидович В.В., Пивненко Т.Н. Аминокислоты двустворчатых моллюсков: биологическая роль и применение в качестве БАД // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. – 2001. – Т. 129. – С.146–153.
4. Евдокимов В.В., Матросова И.В. Сезонные изменения аминокислотного состава в гонадах корбикулы японской // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2014. – № 1.– С. 48–51.
5. Иванова Н.Л. Биологические основы биотехнологии разведения интродуцированного в водоёмы Урала вида земноводных // Аграрный Вестник Урала. 2018. – № 7(49). – С. 65-67.
6. Ковальчук Л.А., Черная Л.В., Нохрина Е.С. Элементный и аминокислотный состав тканей медицинской пиявки (Hirudo medicinalis L.) при хроническом голодании // Вопросы биологической медицинской и фармацевтической химии. – 2011. – № 6. – С.61–64.
7. Parvathi K., Karthegaa J. Influences of isolated probiotics on amino acid profile of fresh water fish CYPRINUS CARPIO // Intern. Journal of Recent Scienific Research. – 2017. – Vol. 8. – Issue 11. P. – 12417 – 12419.
8. Song Zhidong, Wang Jiying, Qiao Hongjin, Li Peiyu, Zhang Limin, Xia Bin. Ontogenetic changes in digestive enzyme activities and the amino acid of starry flounder Platichthys stellatus // Chinese Journal of Oceanology and Limnology. – 2016. – V. 34. – № 5. – P. 1013–1024.
9. Strayer D, Dudgeon D. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges // Science. – 2010. – Vol. 29(1). – P. 344-358.
10. Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A., Young, B.E., Rodrigues, A.S.L., Fischman, D.L., Waller, R.W. Status and trend of amphibian decline and extinction worldwide // Science. – 2004. – V. 306. – P. 1783-1786.

УДК 639.3.043.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕПАРАТА «АРФИТ» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ МОЛОДИ БЕЛОНОГОЙ КРЕВЕТКИ PENAEUS VANNAMEI НА ЧАСТНОЙ РЫБОВОДНОЙ ФЕРМЕ КНР

М.А. Корентович[1], В.А. Багаев[2], К.А. Жердев[2]

[1]Государственный Аграрный университет Северного Зауралья, г. Тюмень, Российская Федерация, marinachep@yandex.ru, korentovichma@gausz.ru
[2]ООО «Шримп», г. Барнаул, РФ, OOOShrimp@gmail.com

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментальных работ по бассейновому выращиванию личинок и молоди креветки *Penaeus vannamei* на частной рыбоводной ферме КНР с использованием нового препарата-премикса «Арфит» для насыщения метанауплиусов артемии и обогащения стартовых искусственных кормов. Определены дозировки препарата для насыщения кормов, минимальное время биоинкапсуляции артемии. Проанализированы данные

линейно-весового роста и выживаемости креветок при применении обогащённых кормов; оценены суточные нормы расхода кормов.

Ключевые слова: науплиусы артемии, обогащенные корма, препарат «Арфит», жирные кислоты, выживаемость, молодь, креветки, выращивание, УЗВ.

THE RESULTS OF USE TREATMENT "ARFIT" IN CULTIVATION OF FRY WHITE SHRIMP PENAEUS VANNAMEI IN PRIVATE CHINESE FISH FARM

M.A. Korentovich, V.A. Bagaev, K.A. Jerdev

Summery. The results of experimental works at private fish farm in China on larvae and juvenile shrimps *Penaeus vannamei* reared in tanks with use of new treatment-premix "Arfit" for saturation *Artemia* metanauplii and enrichment start artificial feed are presented in the article. The doses of treatment, minimal time for Artemia enrichment were determined. The data on linear-weight growth and survival of shrimps after using enriched feed mixtures were analyzed; the daily feed consumption rates were estimated.

Key words: *Artemia* nauplii, enriched feed, “Arfit” treatment, fatty acids, survival rate, juveniles, shrimps, rearing, RAS.

В настоящее время одним из наиболее популярных и перспективных объектов мировой аквакультуры является белоногая креветка *Penaeus vannamei*. По данным FAO (2017 г.), объём производства вида составил 3,879 млн. тонн или более 50 % от общего количества выращенных в искусственных условиях десятиногих ракообразных [2].

Несмотря на все успехи в области промышленного производства креветок, имеются серьезные проблемы при их выращивании, особенно на ранних стадиях онтогенеза. В связи с этим, крайне неэффективным представляется традиционное введение в рацион постличинок сухого искусственного корма сразу после рассасывания желточного мешка, что приводит к очень низкой выживаемости креветок (не более 10-20 %), подверженности молоди бактериальным и вирусным заболеваниям.

Решение проблемы низкой выживаемости личинок креветок заключается в применении высокоэффективного инновационного лечебно-профилактического препарата-премикса «Арфит» (автор-разработчик ООО «Шримп») путем использования технологии биоинкапсуляции живого корма и (или) обогащения стартовых сухих искусственных кормов, придавая им лечебно-профилактические свойства.

Цель проведенных экспериментальных работ – *у*становить влияние препарата «Арфит» на иммуномодуляцию, выживаемость и темпы роста молоди морской креветки (*Penaeus vannamei*) при индустриальном выращивании с использованием УЗВ.

Материал и методы исследований

Экспериментальные работы проведены на частной рыбоводной ферме провинции Гуандун (КНР) в мае-августе 2019 г. Начальный возраст креветок – 15 суток, общее количество – 57,2 тыс. экз. Кормление личинок в контрольных бассейнах (4 шт.) осуществляли с помощью стартового искусственного корма для креветок ALPHA FEED (производство КНР). В контроле применяли схему, используемую на данном рыбоводном хозяйстве: количество кормлений – 4 раза в сутки; суточная норма в первые сутки – 150 % от веса тела креветки; на вторые сутки и каждые последующие 10-е сутки норму увеличивали на 5-10 %.

Режим кормления креветок с применением препарата «Арфит» в опытных бассейнах (4 шт.) был следующий. Первые сутки: кормление обогащенной артемией (ОА) - 4 раза, обогащённый искусственный корм (ОИК) - 1 раз, суточная норма – 100 % от веса креветок; 2-е сутки: ОА - 3 раза, ОИК - 2 раза, суточная норма – 50 %; 3-и сутки: ОА – 2 раза, ОИК - 3 раза, суточная норма – 40 %; 4-е сутки и далее в течение двух недель: один раз – ОА, 4 раза - ОИК. Суточную норму внесения корма постепенно снижали с 30 до 6 % от веса тела особей. Контрольные промеры креветок проводили каждые 7-10 суток. Удельную скорость роста по массе (CW) и длине (CL) рассчитывали по формуле Шмальгаузена-Броди. Скорость весового роста вычисляли через коэффициент массонакопления. Суточный рацион (С2) определяли через кормовой коэффициент или удельную скорость роста. По данным суточного рациона рассчитывали суточную норму (С). С помощью прибора Water Quality Meter AZ 86031 проводили ежедневный мониторинг за состоянием параметров технологической воды (температурно-кислородный режим - 26-27 ºС и 6,0-6,2 мг/дм^3 соответственно; показатели pH-среды; контроль за соленостью воды).

Для кормления личинок креветок в качестве живого корма использовали жаброногого рачка артемию (*Artemia parthenogenetica* Barigozzi, I974; Bowen, Sterling 1978). Цисты инкубировали в оригинальной установке по стандартной методике. За основу метода обогащения науплиусов взята разработка Артемиевого Реферативного центра (Бельгия) [1], усовершенствованная при работе с артемией сибирских популяций. Для обогащения использовали препарат «Арфит» из расчёта 0,4-0,5 г/дм^3, льняное масло и пробиотик «Наринэ-Форте». Подбор масел растительного происхождения осуществляли по высокому содержанию в них ВНЖК и по выживаемости рачков в растворе после обогащения. Определение минимального времени заполнения пищевой трубки артемии проводили у 28-ми часовых рачков, используя фитокомплекс, входящий в состав препарата «Арфит» и имеющий вид порошка буро-коричневого цвета (размеры частиц - 1-40 мкм). Растворенный в воде фитокомплекс (концентрация 5,087 млн/мл^3) добавляли в чашки Петри с науплиусами от одной (0,00968 млн/мл^3) до 65 капель (1,239 млн/мл^3). Концентрацию микрочастиц определяли при помощи камеры Горяева.

Артезианскую технологическую воду (глубина скважины - 30 м), используемую для выращивания креветок, в течение нескольких суток отстаивали, добавляли морскую соль (15‰), гуминовую кислоту, кальций (ракушечник, остатки кораллов), магний и калий.

Результаты исследований

Особенности препарата «Арфит». В отличие от обогатителя «Selco» (изготовитель INVE, Бельгия) [3], «Арфит» включает не только комплекс ВНЖК, но и содержит биологически активные вещества, которые проявляют антибактериальные, антивирусные, противоопухолевые, антипаразитарные и иммуномодулирующие свойства. Препарат обладает высокой биодоступностью за счёт микронизации, безопасен, не токсичен и не вызывает привыкания. Благодаря антиоксиданту в своём составе, имеет пролонгированный срок хранения - до 4-х лет. В его составе идентифицировано более 70-ти химических элементов; содержатся незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты (Омега-3 и Омега-6), витамины A, E, F, каротиноиды, сквален, производные холестерола. Оздоровительный эффект препарата «Арфит» достигается, во-вторых, посредством действия входящих в его состав БАВ животного происхождения (из цист рачка артемии), представленных витаминно-липидным комплексом-экстрактом с

антиоксидантом «Салар». Кроме того, в состав «Арфита» входят растения-эндемики Алтая и Западной Сибири (фитосбор).

Обогащение науплиусов артемии. Опыты по определению минимального времени содержания науплиусов в обогащающем растворе до полного наполнения пищевой трубки рачков показали (рисунок 1), что у 30-50 % особей уже через 30 минут от начала биоинкапсуляции происходит наполнение кишечника, если количество пищевых организмов находится в пределах от 0,0788 до 1,2619 млн/мл. Максимальное количество метанауплиусов с наполненным кишечником (до 68 %) отмечено после вторичного внесения фитосбора за 1-2 часа до снятия обогащенных рачков.

Рисунок 1 - Различная степень наполняемости пищевой трубки артемии фитокомплексом: А - 100 %; Б - 50 %; В – 0 %

Наибольший линейный рост обогащенных метанауплисов отмечен при использовании «Арфита» с льняным маслом и «Наринэ Форте»: длина рачков при этом составила 0,81±0,24 мм или в 1,4 раза выше, чем в контроле (необогащённые науплиусы – 0,58±0,03 мм).

Подращивание личинок креветок. Результаты подращивания личинок и молоди креветок до возраста 70-ти суток в опытных бассейнах показали ускоренный темп линейно-весового роста рачков (в 2-4 раза выше контроля), удельной скорости весового роста, абсолютных и относительных показателей суточных приростов, высокую выживаемость ракообразных (до 97 %) в опытных бассейнах по сравнению с контрольными (в 18,8 – 53,0 раза ниже) при использовании живых и искусственных кормов, обогащенных препаратом «Арфит».

Наилучшие результаты удалось достичь в экспериментальных бассейнах небольшим объемом (2 $м^3$), где весовой рост личинок превышал в 15,9 раз контроль (на 46-е сутки подращивания масса креветок в опыте составила 1368 мг, в контроле – 86 мг), а выживаемость рачков была близка к 100 % (элиминация в контроле достигла 90,1 %).

Сравнительный анализ темпов весового роста креветок в период раннего онтогенеза с помощью величины достоверности аппроксимации показал, что во всех вариантах опыта и контроля существовала очень сильная, близкая к функциональной, положительная связь между массой личинок и их возрастом - коэффициент корреляции *r* находился в пределах от 0,9849 до 0,9994.

При использовании кормов, обогащенных пробиотиком «Арфит», во всех вариантах опытов получены максимальные ежесуточные относительные приросты (22,9 % от массы тела креветок), высокие показатели удельной скорости роста (до 0,26) при низких кормовых затратах (минимальные значения КОК в опыте - 0,6 ед., в контроле – 4,2 ед.) и суточных рационов (до 5-6 % от веса тела рачка).

Итак, на основании проведённых исследований были предложены временные рекомендации по использованию препарата «Арфит» совместно с питательным комплексом (льняное масло, ацидофильное молоко «Наринэ-Форте») для обогащения стартовых живых (метанауплиусы артемии) и искусственных кормов (производство КНР) с целью получения жизнестойкой молоди креветки *Penaeus vannamei* в возрасте 70-ти суток, ихтиомассой 2,0 кг/м^2 при высокой выживаемости особей (до 97 %) и низких значениях КОК (до 0,6 ед.).

Список литературы

1. Lavens P., Sorgeloos P. Manual on the production and use of live food for Aquaculture // FAO, № 361.– Rome.– 1996. – 295 p.
2. https://www.agroinvestor.ru/companies/article/32201
3. https://www.inve.com

УДК 631.17: 564.38

МОЛЛЮСКИ АХАТИНЫ (*ACHATINA FULICA*) И ВОЗМОЖНОСТИ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОВОДНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ

Ю.Б. Львов, А.В. Лабенец

Аннотация. Обособленное структурное подразделение Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. им. Воровского, Мос. обл., Россия, Yurilv@yandex.ru

Аннотация. Рассматриваются хозяйственно-полезные качества наземных легочных улиток-ахатин *Achatina fulica* и возможности их применения в интегрированных системах аквакультуры и, в частности, аквапонных установках. Указывается на их перспективы, как потребителей растительных отходов и высшей водной растительности, способных конвертировать последние в коммерчески ликвидную продукцию

Ключевые слова: аквакультура, интегрированные системы, аквапоника, моллюски *Achatina fulica,* применение

MOLLUSCS ACHATINA (ACHATINA FULICA) AND THE POSSIBILITY OF THEIR USE IN INTEGRATED SYSTEMS FOR WARM WATER AQUACULTURE

B. Y. Lvov, A. V. Labunets

Summary. Economically useful features of terrestrial pulmonary kalutara snails *Achatina fulica* and the possibilities to use them in integrated aquacultural systems (Exceptionally in aquaponics) are considered. Their perspectives, as the consumers of vegetable waste and the highest aquatic vegetation, which can convert that into commercially profitable production are noticed.

Key words: aquaculture, integrative systems, aquaponics, *Achatina fulica* mollusks, usage

В процессе функционирования интегрированных систем аквакультуры, и, в первую очередь, аквапонных установок [5, 6], формируется весьма специфичная среда, характерными условиями которой являются повышенные температура и влажность воздуха. Наряду с образованием растительной биомассы, определенная

часть которой не представляет хозяйственно-экономической ценности, это создает благоприятные предпосылки для организации культивирования некоторых дополнительных объектов.

Представители семейства *Achatinidae* - легочные улитки, эволюционно преадаптированные к обитанию на суше и населяющие тропические области Африканского континента. Являясь одними из самых крупных наземных моллюсков, к тому же относительно неприхотливыми к условиям культивирования, они давно привлекли внимание натуралистов-любителей, в том числе, и отечественных [2]. Впоследствии предпринимались и практические попытки реализации их промышленного культивирования, в частности, и в Западной Сибири [4].

В настоящее время, в качестве бизнеса, выращивание африканских улиток имеет три основных направления:

– В качестве домашних экзотических животных, не требующих сложного ухода, не вызывающих аллергию и не создающих бытового дискомфорта;

– Косметологическое и медицинское направление: ахатины являются поставщиками сырья для косметических и медицинских препаратов, таких, как омолаживающие кремы, сыворотки, лосьоны, восстанавливающие и подтягивающие комплексы, препараты для лечения бронхов, препараты от ожирения и сахарного диабета, а также для поддержания мужского здоровья;

– Кулинарное направление, активно развивающееся в последнее время: мясо моллюска пользуется большой популярностью у людей с проблемами костно-хрящевой системы, желудочно-кишечного тракта, туберкулеза. В нем содержится много витаминов и аминокислот, что делает его не только вкусным, но и полезным деликатесом. Кроме мяса, на рынок можно поставлять также икру улитки, представляющую собой дорогой деликатес с нежным грибным вкусом и ароматом. [1]. Здесь можно отметить, что не находящие иного применения яйца моллюсков охотно потребляются в пищу домашней птицей, в частности, курами (Д.А. Майоров, личное сообщение).

Экономическая состоятельность узкоспециализированного производства с учетом современных социально-экономических реалий представляется сомнительной, однако в составе интегрированных систем культивирования использование этого объекта может, по нашему мнению, представлять реальный практический интерес. Здесь благоприятные условия среды в сочетании с наличием кормовых ресурсов являются способствующими обстоятельствами.

Наряду с собственно аквапонными установками, существуют и рециркуляционные системы, в состав которых входят растительные блоки очистки [3]. Неизбежно образующиеся здесь излишки растительной биомассы также потенциально могут рассматриваться как кормовой ресурс для моллюсков. Этот вопрос требует, естественно, детального рассмотрения, однако предварительные опыты показали, что ахатины охотно потребляют некоторые виды водных макрофитов (рис.1). И, наконец, открытые водоемы, включая и рыбоводные пруды, которые также могут служить источником не потребляемой рыбами растительности, вопрос о применимости которой в нашем случае пока остается открытым.

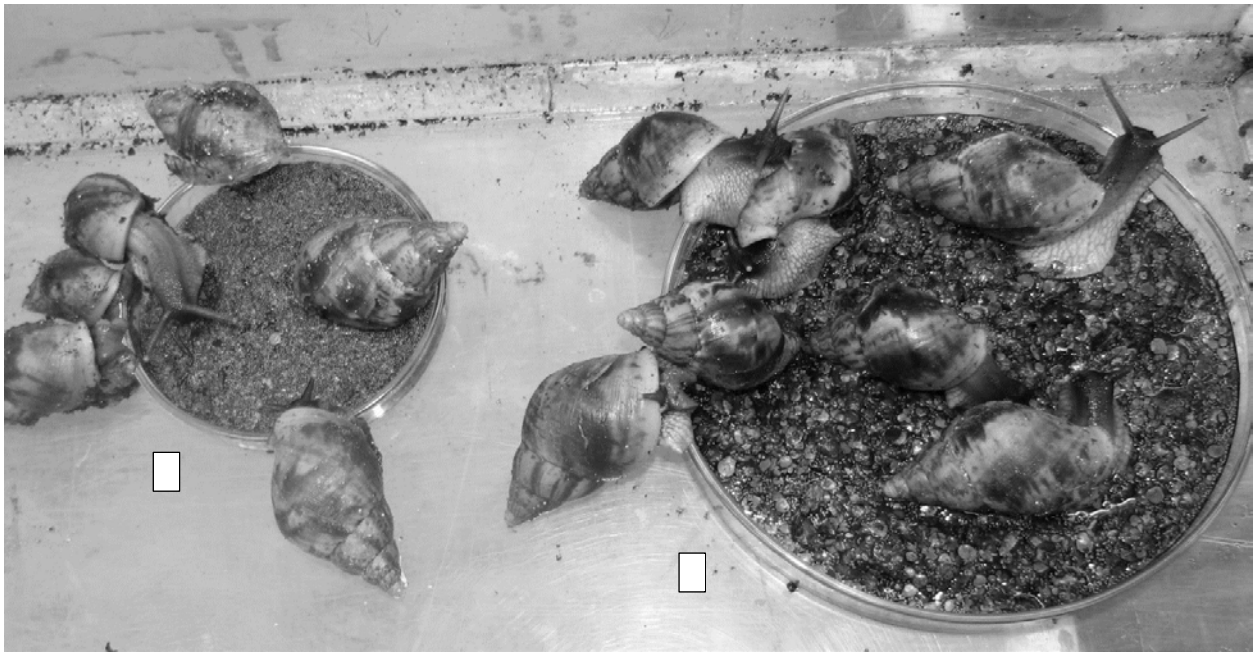


Рис. 1 Моллюски в культивационной ёмкости, потребляющие вольфию *Wolffia arrhiza* (а) и многокоренник *Spirodela polyrhiza* (б).

Накопленный к настоящему времени опыт позволяет прийти к некоторым другим практическим выводам. В частности, обращает на себя внимание значительная размерная дифференциация моллюсков. Как видно из таблицы и рисунка 2, их индивидуальная масса характеризуется значительной вариабельностью (Cv = 45%), а распределение животных по этому показателю весьма экстенсивно и полимодально.

Таблица Статистическая характеристика индивидуальной живой массы моллюсков интродуцированной совокупности

Показатели	Значения
M ± m, г	5,98 ± 0,35
Lim: min. – max. , г	1,0 – 13,0
Среднеквадратичное отклонение	2,72
Коэффициент вариации, %	45,0
As	6,19
Ex	44,02

Рис. 2 – Распределение моллюсков интродуцированной генерации по массе

Наиболее вероятной причиной такого явления, по-видимому, является несинхронность развития отложенных в разное время яиц. При организации промышленного культивирования это обстоятельство может потребовать проведения сортировок, периодичность которых предстоит установить опытном путем.

В настоящее время формирование технологии промышленного культивирования ахатин находится на начальном этапе. В процессе ее разработки наряду с решением ряда технических проблем, мы сосредоточились на анализе пищевых предпочтений моллюсков, акцентируя внимание преимущественно на некоторых водных макрофитах, как широко распространенных в рыбохозяйственных водоемах, так и специально культивируемых в искусственных водных системах.

Список литературы

1. Виды улиток ахатин: ретикулята, фулика, иммакулята, тигр // Клуб любителей африканских улиток URL: https://ahatiny.ru/vidy-ulitok-ahatin-retikulyata-fulika-immakulyata-tigr/ Алина Говорит (дата обращения: 20.09.2020).
2. Гендин В. Гулливеры в семье лилипутов // Рыбоводство и рыболовство. – 1983. - №8. – С.32.
3. Жигин А.В. Замкнутые системы в аквакультуре. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. – 665 с.
4. Красноперов А.Г. Перспективы промышленного разведения некоторых сухопутных моллюсков в условиях Западной Сибири //Материалы международной конференции "Зоокультура и биологические ресурсы"(Москва, 4-6 февраля 2004 г.) - М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. - С.64-66.
5. Лабенец А.В., Львов Ю.Б. Пилотная аквапонная установка "ЛЛ-1500"//"Рациональное использование пресноводных экосистем - перспективное направление реализации национального проекта "Развитие АПК". Материалы и доклады международной научно-практической конференции (Москва, 17-19 декабря 2007 г.) - М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2007. - С. 173-176.
6. Лабенец А.В., Львов Ю.Б. Компактная аквапонная установка для исследовательских работ и полупромышленного культивирования // Современное состояние и перспективы развития аквакультуры в России. - М.: МСХ РФ, 2008. - С. 108-119.

УДК 639.3

ТОВАРНОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*ONCORHYNCHUS MYKISS*) В САДКАХ НА УСТЬ-КАМЕНОГОРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

[1]И.С.Медведев,[2] Л.Б.Кушникова

[1] Семипалатинский государственный университет им. Шакарима, г.Усть-Каменогорск, Казахстан, E-mail:imedvedevkz@gmail
[2]Алтайский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства» г. Усть-Каменогорск,Казахстан, E-mail: lbk249157@mail.ru

Аннотация**.** В статье представлены результаты выращивания товарной продукции радужной форели в садках на Усть-Каменогорском водохранилище, Восточно-Казахстанской области. Установлено, что в условиях холодноводного и глубоководного Усть-Каменогорского водохранилища наблюдаются хорошие темпы роста радужной форели и она рекомендована садковым хозяйствам области для товарного выращивания.

Ключевые слова: радужная форель, товарная рыба, садковое выращивание.

COMMERCIAL GROWING OF RAINBOW (*Oncorhynchus mykiss) IN GARDENS AT UST-KAMENOGORSK RESERVOIR*

1I.S Medvedev, 2 L.B.Kushnikova

Semipalatinsk State University named after Shakarim Ust-Kamenogorsk Kazakhstan E-mail:imedvedevkz@gmail
Altai Branch of Fisheries Research and Production Center LLP, Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan, lbk249157@mail.ru

Summary. The article presents the results of growing commercial products of rainbow trout in cages of the Ust-Kamenogorsk reservoir, East Kazakhstan region. It has been established that in the conditions of the cold-water and deep-water Ust-Kamenogorsk reservoir, good growth rates of rainbow trout are observed it is recommended to the cage farms of the region for commercial cultivation.

Key words: rainbow marketable fish cage culture.

Природно-климатические условия Восточного Казахстана позволяют проводить работы по товарному рыбоводству как тепловодных, так и холодноводных объектов аквакультуры. Выбор объектов выращивания зависит от климатической зоны и гидрологического режима водоема, которые лимитируют культивацию гидробионтов. Одним из самых популярных объектов индустриального холодноводного рыбоводства в странах Европы, Азии и Америки является радужная форель [1]. Радужная форель очень пластичный вид и успешно адаптируется в новых условиях. В Восточно-Казахстанской области уникальным водоемом для выращивания радужной форели является Усть-Каменогорское водохранилище, для которого характерен значительный водообмен, глубоководность, холодноводность, высокое содержание кислорода в воде и отсутствие токсичных веществ. Такие условия благоприятны для садкового выращивания холодноводных, ценных видов рыб, включая радужную форель [2].

Выращивание радужной форели на этом водоеме начали в 2017 году в садковых хозяйствах ТОО «ШыгысУниверсал» и ТОО «ГрандФиш». Анализ

выращивания товарной рыбы на базе ТОО «ГрандФиш» показал, что в короткие сроки можно получить товарную рыбу и обеспечить потребности рынка в экологически чистой, качественной и особенно ценной рыбной продукции.

Целью нашего исследования было определение особенностей выращивания товарной продукции радужной форели в садках на Усть-Каменогорском водохранилище.

Материал и методики. Исследования по выращиванию радужной форели проводили в 2019 - 2020 г. на базе садкового хозяйства ТОО «ГрандФиш» в Ермаковском заливе, Усть-Каменогорского водохранилища. Для выращивания товарной рыбы брали сеголеток массой 11 г и выращивали в течение одного вегетационного периода с июня по сентябрь.

Для контроля условий выращивания определяли гидрологические показатели - уровень и скорость течения воды, а также температуру, pH, содержание кислорода и ряд гидрохимических показателей. Отбор проб воды осуществляли в различных районах водоёма, в том числе в зоне установки садковой линии и непосредственно в садках.

При выращивании товарной форели применяли гранулированные корма «AllerAqua». Высококачественные компоненты и отменная удобоваримость обеспечивают, в хороших условиях разведения, низкий кормовой коэффициент. [3] Кормление проводилось 2 раза в день, вручную, веерным методом, то есть распределение корма производилось по всей поверхности садка, гранулированным комбикормом и по мере роста рыбы увеличивали размеры гранул. Наряду с гранулированными кормами использовали свежий фарш из сорных сортов рыбы.

Контроль результатов роста (бонитировка) проводили ежемесячно, контрольные обловы проводили с целью определения темпа роста и корректировки суточного рациона, а также для снижения внутривидовой конкуренции Среднюю массу определяли взвешиванием двух-трех проб рыбы. В каждой пробе количество взвешиваемой рыбы было не менее 20 шт.

Результаты и обсуждения.

Ермаковский залив находится в Зыряновском районе Восточно-Казахстанской области (координаты залива 49^0 49 '46" с.ш. и 82^0 53' 34" в.д.). Залив занимает межгорную долину каньонного типа протяженностью примерно 850 м, площадью 8,22 га.

Гидрологический и гидрохимический режим водоема является оптимальным для выращивания лососевых рыб [2].

Процесс выращивания форели в условиях третьей рыбоводной зоны можно условно разделить на два периода – летний и осенний, различающиеся длительностью светового дня, температурой воды и следовательно, пищевой активностью рыб [4]. Экспериментальным путем доказано, что летом наиболее оптимальным режимом кормления является расчетный рацион, в первой декаде августа целесообразно повышать суточную норму корма до 25% [5].

При выращивании товарной продукции форели в условиях Усть-Каменогорского водохранилища была зарегистрирована положительная динамика прироста массы рыбы. Наиболее интенсивно нарастание ее наблюдалось во втором периоде – осеннем (рисунках 1,2).

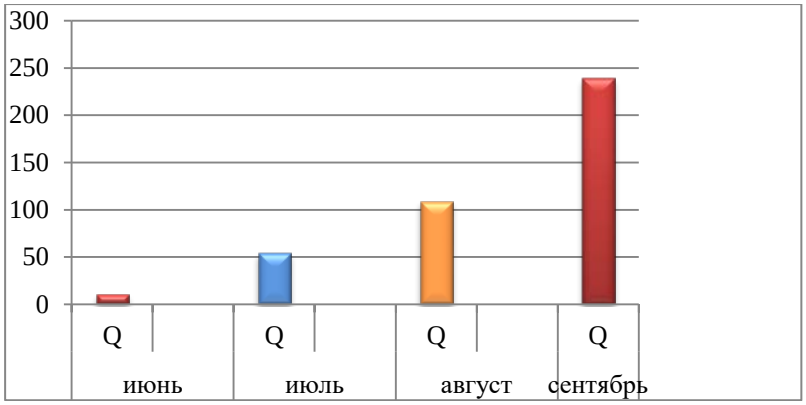


Рис. 1. Динамика прироста по массе тела молоди форели (г) в садках

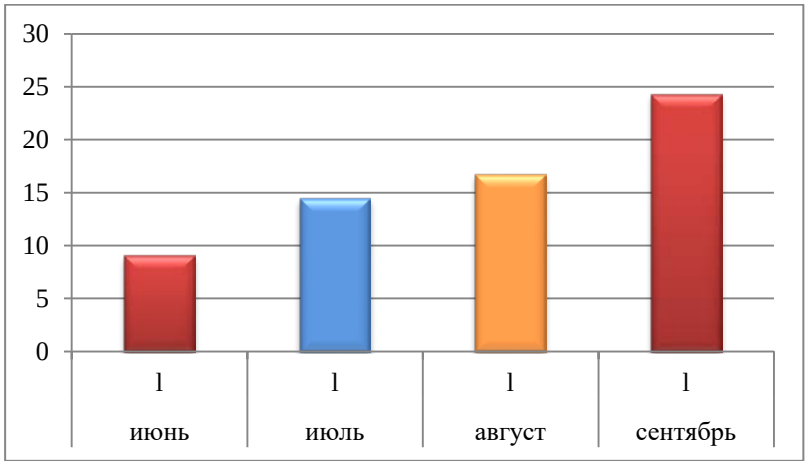


Рис. 2. Динамика прироста по длине тела молоди форели (см) в садках

За весь период выращивания абсолютный прирост массы составил 239,3 г, относительный прирост 72,4%, рыбопродуктивность 49,8 кг/м^3 .

За период выращивания товарной рыбы радужной форели с июня по сентябрь отход составил 5,2%, что не превышает нормативных значений [6].Максимальная гибель рыбы была зарегистрирована первые три дня после транспортировки и составила 2,9% от общей массы. Среди погибших особей преобладали мелко размерные.

Таблица 1 Результаты выращивания товарной продукции радужной форели в садках

Показатели	Садок 1
Продолжительность выращивания, сутки	120
Плотность посадки, шт./ м^3	200
Начальная масса, г (x±m)	10,7±1,28
Конечная масса, г (x±m)	239,3±21,11
Абсолютный прирост, г	228,55
Среднесуточный прирост, мг	1,9
Относительный прирост, %	72,4
Кормовой коэффициент, ед.	1,6
Рыбопродуктивность, кг/м^3	49,8

Заключение

За 120 дней (июнь-сентябрь) выращивания радужной форели (от сеголетки 11 г) она достигла товарной массы в 250 гр. Оптимальные температурные условия, высокий уровень содержания кислорода в воде и правильно подобранный вид корма и режим кормления позволили достичь положительных результатов в выращивании товарной продукции радужной форели в садках.

Таким образом, заливы Усть-Каменогорского водохранилища могут быть рекомендованы фермерам для садкового выращивания товарной продукции радужной форели.

Список литературы

1. http://www.activestudy.info/osobennosti-sadkovogo-sigovodstva/
2. Кушникова Л.Б., Ануарбеков С.М. Лимитирующие факторы при садковом выращивании рыбы в горных водоемах Восточного Казахстана. Вестик Новосибирского государственного аграрного университета. 2018. – №1(46). – С.127-135
3. ALLER AQUA кормовая программа.
4. Ануарбеков С.М.,Кабланов К.Б. Результаты выращивания форели в садковых условиях // Постиндустриальный мир: Зеленый рост и зеленая экономика: сборник материалов Республиканской научно-практическойконференции. – Усть-Каменогорск: Шығыс Полиграф, 2016. – С.11-16
5. Кушникова Л.Б, Кабланов К.Б. Влияние комбикормов разного состава на ростовые процессы радужной форели в летнее время в условиях Таинтинского одохранилища//Записки Усть-Каменогорского филиала Казахского географического общества. – Вып.10. - С.90-94
6. Титарев Е.Ф. Форелеводство. – М.:Пищевая промышленность, 1980. – 34 с

УДК 597.554.3-12:577.125:612.11

УРОВЕНЬ БАКТЕРИОСТАТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ СЫВОРОТКИ КРОВИ У КРАСНУХОУСТОЙЧИВОЙ ПОРОДЫ КАРПА В РАЗНЫЕ ПЕРИОДЫ ГОДОВОГО ЦИКЛА

Д.В. Микряков[1], Г.И. Пронина[2], Т.А. Суворова[1], А.С. Соколова[1], В.Р. Микряков[1], А.Б. Петрушин[3]

[1]ФГБУН Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, 152742, Борок, Ярославская область, Россия; [2]Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева; [3]Всероссийский научно-исследовательский институт интегрированного рыбоводства – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»; e-mail: daniil@ibiw.ru

Аннотация: Проведено сравнительное изучение уровня антимикробных свойств сыворотки крови у ангелинской краснухоустойчивой породы, чешуйчатой и зеркальной групп карпа в преднерестовый и конце нагульного периодов. Исследование показало межпородные и межсезонные различия. Сделан вывод, что более высокий уровень бактериостатической активности сыворотки крови у краснухоустойчивой породы, по сравнению с другими группами карпа,

обеспечивает низкий процент иммунодефицитных особей и устойчивость к возбудителям инфекционных заболеваний.

Ключевые слова: карп Cyprinus carpio, селекционные группы, антимикробные свойствасыворотки крови, периоды годового цикла

LEVEL OF BACTERIOSTATIC ACTIVITY OF BLOOD SERUM IN RED-RESISTANT BREED CARP IN DIFFERENT PERIODS OF THE ANNUAL CYCLE

D.V. Mikryakov[1], G.I. Pronina[2], T.A. Suvorova[1], A.S. Sokolova[1], V.R. Mikryakov[1], A.B. Petrushin[3]

Summary.A comparative study of the level of antimicrobial properties of blood serum in the Angelin rubella-resistant breed, scaly and mirror groups of carp in the pre-spawning and late feeding periods was carried out. The study showed differences between breeds and seasons. It was concluded that the higher level of bacteriostatic activity of blood serum in the rubella-resistant breed, in comparison with other groups of carp, provides a low percentage of immunodeficient individuals and resistance to pathogens of infectious diseases.

Key words: carp Cyprinus carpio, breeding groups, antimicrobial properties of blood serum, periods of the annual cycle

Годовой цикл рыб состоит из ряда периодов: преднерестового, нереста, посленерестового, нагульного, зимовальной миграции, зимовки, нерестовой миграции, преднерестового нагула [6]. Ранее на примере плотвы *Rutilus rutilus*, леща *Abramis brama*, речного окуня *Perca fluviatilis* и синца *Abramis ballerus* было показано, что устойчивость рыб к бактериальной инфекции в разные периоды года отличается. В нерестовый и посленерестовый периоды (май, июнь) отмечена минимальная устойчивость к возбудителям аэромоноза рыб, а максимальная – в конце нагула [5, 9].

При выращивании в рыбоводных хозяйствах у карпов Cyprinus carpio в течение годового цикла также изменяется уровень иммунореактивности [4]. Снижение неспецифического иммунитета способствует созданию условий для вспышки эпизоотий инфекционных болезней, особенно в весенний период. Рыбы испытывают стресс в результате отлова, транспортировки и изменения условий содержания в процессе их пересадки из зимовалов в нагульные пруды. Воздействие стресс-факторов приводит к снижению выживаемости, иммунореактивности и неспецифической защиты к возбудителям различных инфекционных и инвазионных заболеваний [10, 12, 13].

Одним из наиболее распространенных заболеваний, наносящих большой экономический ущерб, в РФ считается краснуха. Это полиэтиологическое заболевание рыб в основном семейства карповые, возбудители: вирус весенней виремии, аэромонады, псевдомонады [1]. Для решения задачи по снижению значительного ущерба рыбоводству в России, с помощью селекции на иммунную устойчивость, выведена ангелинская порода карпа, обладающая устойчивостью к возбудителям краснухи [2]. Исследование показателей неспецифического иммунитета у краснухоустойчивых карпов позволит понять механизмы, обеспечивающие невосприимчивость рыб к инфекционным заболеваниям. Цель работы –исследование бактерицидной активности сыворотки крови краснухоустойчивой породы карпа.

Исследовали карпов в возрасте 2+-3+ в мае и сентябре 2018 г. во время пересадки рыб из зимовалов в нагульные пруды и наоборот. Материал отбирали у особей ангелинской чешуйчатой краснухоустойчивой породы, содержащихся на экспериментальной прудовой базе «Сунога» ИБВВ им. И.Д. Папанина РАН Ярославской обл. Для сравнения использовали восприимчивых к возбудителям краснухи чешуйчатых и зеркальных карпов из рыбоводного хозяйства «Киря» Чувашской республики. У рыб проводили отбор крови из хвостовой вены для исследования бактериостатической активности сыворотки крови (БАСК) и доли иммунодефицитных (ИМД) особей.

БАСК оценивали нефелометрическим методом в модификации Микрякова [5]. В зависимости от уровня БАСК выявляли долю ИМД особей, сыворотка крови которых не угнетала развитие тест-микробов. Статистическую обработку результатов исследования проводили по стандартным алгоритмам, реализованным в пакете программ Statistica V6.0, с использованием t-теста. Различия считали значимыми при $p \leq 0.05$.

Сравнение уровня между различными селекционными группами показало, что весенние показатели БАСК у особей краснухоустойчивой породы (23,22±6,54) были выше в 3,3 раза, чем у чешуйчатых (7,10±6,34) и в 4,5 раза у зеркальных (5,16±2,18) карпов (таблица). С низким уровнем БАСК связан высокий процент ИМД особей среди чешуйчатых и зеркальных карпов. У ангелинской породы процент таких особей был низкий даже в весенний период, что указывает на более высокий уровень функционального состояния неспецифического гуморального иммунитета.

Таблица. Показатели неспецифического иммунитета карпов.

Показатели	ангелинская порода (а)	чешуйчатые карпы (б)	Зеркальные карпы (в)
Количество рыб	5 6	10 8	10 8
Масса тела, г	284,40±12,37 863,00±34,41	241,77±22,41 2022,37±69,70	270,20±22,94 2033,75±71,05
Длина тела, см	22,74±0,19 32,35±0,51	22,09±0,75 42,66±0,54	23,04±0,61 40,41±0,40
Бактериостатическая активность сыворотки крови, %	23,22±6,54 53,93±5,26*	7,10±6,34[a] 58,77±15,01*	5,16±2,18[a] 45,40±14,40*
Иммунодефицитные особи, %	20 0	70 25	60 25

Примечание. Над чертой – весенние показатели, под чертой – осенние показатели, * – значимые различия между весенними и осенними показателями, а – значимые различия между ангелинской породой и другими группами (чешуйчатые и зеркальные) карпов, при $p \leq 0.05$.

Известно, что БАСК – интегральный показатель функционального состояния врожденных факторов гуморального иммунитета: систем комплемента, лизоцима, иммуноглобулинов, противомикробных пептидов, лектинов, преципитинов, ß-лизина, пропердина, дефензина и др. [3, 7, 8, 11, 12]. Величина БАСК была в разы выше у карпов, отловленных осенью по сравнению с весной, при этом у краснухоустойчивых межсезонные различия были не такие значительные, как у чешуйчатых и зеркальных. Как было указано выше, такие различия связаны с уровнем функционального состояния иммунной системы организма рыб в различные периоды годового цикла. Аналогичное изменение уровня БАСК зафиксировано у разных по экологии видов рыб: налима Lota lota, синца Abramis ballerus, плотвы Rutilus rutilus, леща Abramis brama [5].

Таким образом, наиболее значимые отличия зафиксированы в уровне БАСК и количестве ИМД особей в весенний период. Высокий уровень функционального состояния неспецифического гуморального иммунитета, в частности бактериостатических свойств сыворотки крови, вероятно, обеспечивает невосприимчивость карпов ангелинской породы к возбудителям краснухи. Полученные данные могут быть использованы в качестве маркеров при проведении селекционно-племенной работы по повышению устойчивости рыб к инфекционным заболеваниям.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-016-0019618) и частично в рамках государственного задания (тема № АААА-А18-118012690123-4).

Список литературы

1. Головина Н.А., Стрелков Ю.А., Воронин В.Н., Головин П.П., Евдокимова Е.Б., Юхименко Л.Н. Ихтиопатология. Под ред. Н.А. Головиной, О.Н. Бауера. – М.: Мир, 2003. – 448 с.
2. Илясов Ю.И. Селекция рыб на повышение устойчивости к заболеваниям // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. – М.: Изд-во ВНИРО, 2002. – Вып. 78. – С. 125–134.
3. Койхо Р., Саншайн Д., Бенджамини Э. Иммунология: учебное пособие. –М.: Академия, 2008. – 368 с.
4. Лысанов А.В., Микряков В.Р. Особенности сезонной динамики общего белка и бактериоагглютининов у карпа (Cyprinus carpio L.) в условиях тепловодного хозяйства // Биология внутренних вод: Информационный бюллетень. 1990. № 86. С 49–51.
5. Микряков В.Р. Закономерности функционирования иммунной системы пресноводных рыб: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. М.: ИЭМиЭЖ АН СССР, 1984. 37 с.
6. Никольский Г.В. Экология рыб. М. Высшая школа, 1974. 367 с.
7. Ройт А., Бростофф Дж., Мейл Д. Иммунология. М.: Мир, 2000. 592 с.
8. Campoverde C., Milne D.J., Estévez A., Duncan N., Secombes C.J. Andree K.B. Ontogeny and modulation after PAMPs stimulation of β-defensin, hepcidin, and piscidin antimicrobial peptides in meagre (Argyrosomus regius) // Fish & Shellfish Immunology. 2017. V. 69. P. 200-210.
9. Schaperclaus W. Fischkrankheiten. Berlin: Academic-Verlag, 1979. V. 1. 510 p.
10. Uren Webster T.M., Rodriguez-Barreto D., Martin S.A.M., van Oosterhout C., Orozco-terWengel P., Cable J, Hamilton A., Garcia de Leaniz C., Consuegra S. Contrasting effects of acute and chronic stress on the transcriptome, epigenome, and immune response of Atlantic salmon // Epigenetics. 2018 V. 13. №. 12. P. 1191-1207.

11. Van der Marel M.C. Carp mucus and its role in mucosal defense: PhD Thesis, Wageningen University. The Netherlands. 2012. 189 p.
12. Van Muiswinkel W., Vervoorn-Van Der Wal B. The immune system of fish // Fish Diseases and Disorders. 2006. V. 1. P. 678–701.
13. Wendelaar Bonga, Sjoerd E. The stress response in fish // Physiol. Rev. 1997. Vol. 77. № 3. P. 591–625.

УДК 639.3 / 54.07

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОТОЛИТОВ ДЛЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ МОЛОДИ КЕТЫ ИСКУССТВЕННОГО И ЕСТЕСТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

П.Б. Михеев[1,2], Е.В. Подорожнюк[1], Т.А. Шеина[2], А.Ю. Пузик[2]

[1]Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ХабаровскНИРО»), Хабаровск, Россия; [2] ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» (ПГНИУ), Пермь, Россия, pmikheev@yandex.ru

Аннотация. Приводятся результаты микрохимического анализа отолитов молоди кеты осенней естественного происхождения и собранной на трех лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ) Приамурья. Молодь, собранная на рыбоводных заводах, характеризовалась значимо большими величинами соотношения $^{88}Sr/^{43}Ca$, что демонстрирует возможность использования этого химического маркера для идентификации особей искусственного происхождения в смешанной выборке.

Ключевые слова: микрохимия отолитов, кета, Амур, ЛРЗ, естественный нерест, дифференциация.

APPLICATION OF MICROCHEMICAL ANALYSIS OF OTOLITHS FOR IDENTIFICATION OF THE ORIGIN OF CHUM SALMON FRY

P.B. Mikheev, E.V. Podorozhnik, T.A. Sheina, A.Yu. Puzik

Summary. The results of microchemical analysis of otoliths of fall chum salmon fry with natural origin and from three salmon hatcheries in the Amur River basin are presented. Juveniles collected at hatcheries were characterized by significantly large values of the $^{88}Sr/^{43}Ca$ ratio, which demonstrates the possibility of using this chemical marker to identify individuals of artificial origin in a mixed sample.

Keywords: microchemistry of otoliths, chum salmon, Amur River, hatcheries, natural spawning, differentiation.

Введение

Оценка эффективности искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* на лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ) является важным направлением рыбохозяйственных исследований. Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой и функцией лазерной абляции – это современный метод, продемонстрировавший свою эффективность в изучении лососевых, в частности, при идентификации происхождения производителей кеты *O. keta* [1,2,4]. Целью нашей работы являлась апробация метода для выделения химических маркеров специфичных для молоди кеты заводского происхождения, что является необходимым условием для уточнения величин возврата производителей на рыбоводные заводы.

Материалы и методы.

Материалами для настоящей работы послужили выборки молоди осенней кеты естественного и искусственного происхождения, собранные в бассейне р. Амур. Сбор молоди естественного происхождения проводился в период ее покатной миграции на реках Гур и Анюй в течение мая-июня 2019 года. При этом выборка молоди на р. Гур была собрана разово в мае 2019 года. Тогда как, для выявления темпоральной динамики анализируемого химического маркера, молодь р. Анюй была собрана в начале (1 мая), середине (18 мая) и конце ската (17 июня). Сбор молоди искусственного происхождения проводился на Биджанском, Гурском и Анюйском ЛРЗ в апреле 2019 года перед ее выпуском. Для анализа было исследовано следующее количество экземпляров молоди кеты осенней: Биджанский ЛРЗ – 30 экз., Гурский ЛРЗ – 30 экз., р. Гур – 28 экз., Анюйский ЛРЗ – 30 экз., р. Анюй – 29 экз. (1 мая), 18 экз. (18 мая) и 18 экз. (17 июня).

Пробы молоди фиксировались в спирте, экстракцию их отолитов проводили под бинокуляром МБС-12. Каждому отолиту присваивался индивидуальный код. Отолиты были отшлифованы до идентифицируемого ядра (зоны примордиумов), отполированы и перенесены на аналитическую матрицу для проведения микрохимического анализа.

Микрохимический анализ проводили на базе лаборатории наноминералогии Геологического факультета ПГНИУ с использованием установки лазерной абляции LSX-213 G2 и квадрупольного масс спектрометра с индуктивно связанной плазмой Bruker Aurora M90 - Quadrupole ICP-MS.

Анализировались концентрации изотопов стронция ^{88}Sr и кальция ^{43}Ca после калибровки масс-спектрометра с использованием стандартов FEBS-1 и NIST 612 [3]. Измерения содержания анализируемых изотопов в отолитах молоди, проводили на краевой зоне отолита на расстоянии от 152 до 229 мкм (в среднем 188,4±1,95 мкм) от зоны примордиумов. Абсолютные значения концентрации изотопа ^{88}Sr были стандартизированы относительно концентрации изотопа ^{43}Ca и представлены как соотношение молярных масс [4]. Статистическое сравнение проводилось с использованием однофакторного дисперсионного анализа и теста Тьюки с уровнем значимости p=0,05.

Результаты и обсуждение

Проанализированные материалы молоди осенней кеты искусственного происхождения характеризовалась значимо ($p<0.001$) большими значениями соотношения $^{88}Sr/^{43}Ca$ (рис. 1), что было выявлено во всех парах сравнения «заводских» особей с молодью естественного происхождения и демонстрирует возможность использования этого химического маркера для идентификации особей искусственного происхождения в смешанной выборке.

Между выборками молоди р. Анюй собранными в начале, середине и конце ската отсутствовали значимые различия, что может указывать на временную стабильность анализируемого химического маркера в конкретном случае.

Финансирование. Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке Минобрнауки РФ, проект № 2019-0858 "Биогеохимические и геохимические исследования ландшафтов в условиях разработки месторождений полезных ископаемых, поиск новых методов мониторинга и прогноза состояния окружающей среды".

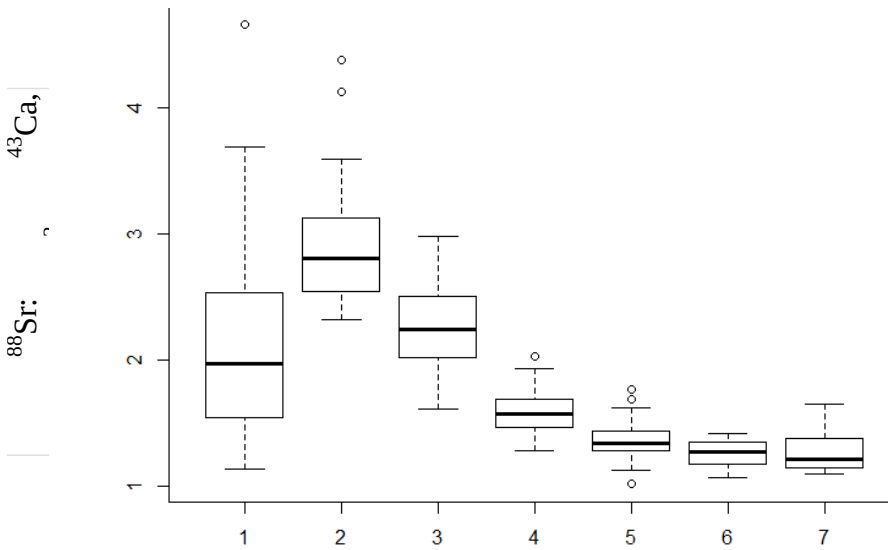


Рис. 1. Величина изотопного соотношения ^{88}Sr:^{43}Ca краевой зоны отолитов молоди кеты осенней Биджанского ЛРЗ (1), Гурского ЛРЗ (2), Анюйского ЛРЗ (3), р. Гур (4), р. Анюй в начале (5), середине (6) и конце ската (7). Данные представлены в виде *box plot* диаграммы.

Список литературы

1. Arai, T., Hirata, T., & Takagi, Y. (2007). Application of laser ablation ICPMS to trace the environmental history of chum salmon *Oncorhynchus keta*. Marine Environmental Research, 63, 55–66.
2. Sohn, D., Kang, S. & Kim, S. (2005) Stock Identification of Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) Using Trace Elements in Otoliths. J Oceanogr 61, 305–312. https://doi.org/10.1007/s10872-005-0041-3
3. Sturgeon RE, Willie SN, Yang L, Greenberg R, Spatz RO, Chen Z, Scriver C, Clancy V, Lam JW, Thorrold S. (2005). Certification of a fish otolith reference material in support of quality assurance for trace element analysis. Journal of Analytical Atomic Spectrometry 20:1067-1071. DOI 10.1039/b503655k.
4. Zimmerman C., Swanson H., Volk E., Kent A. (2013) Species and Life History Affect the Utility of Otolith Chemical Composition for Determining Natal Stream of Origin for Pacific Salmon, Transactions of the American Fisheries Society, 142:5, 1370-1380, DOI: 10.1080/00028487.2013.811102

УДК 597(28):623.954

К ВОПРОСУ О ТОКСИЧНОСТИ ГЕРБИЦИДА «РАУНДАП» ДЛЯ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ

Н.Н. Романова[1,2], П.П. Головин[1,2], Н.А. Головина[1,2], Н.М. Аршаница[3]

[1]Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства («ВНИИПРХ»), Дмитровский г.о., п. Рыбное, Московская область, Россия, e-mail: vniiprh@vniiprh; lab.ihtiopat@mail.ru; [2]Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»), Дмитровский г.о., п. Рыбное, Московская область, Россия, e-mail: kafvba@mail.ru; [3]Санкт-Петербургский филиал ФГБНУ «ВНИРО» Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного рыбного хозяйства им. Л.С. Берга («ГосНИОРХ»), г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: niorh@niorh.ru

Аннотация. Представлены патоморфологические и гематологические показатели радужной форели, выращиваемой в садках, расположенных в гравийно-песчаных карьерах, при подозрении на токсикоз, вызванный гербицидом «Раундап», попавшим в воду при обработке придорожных территорий и коллекторно-дренажных канав автомагистралей. Выявлено снижение количества эритроцитов при увеличении активности эритропоэза (доли базофильных и полихроматофильных эритроцитов). Лейкоцитарная картина характеризовалось лейкопенией. В лейкоформуле выявлены сдвиги в сторону увеличения фагоцитарных клеток (нейтрофилов и моноцитов) при снижении доли лимфоцитов. На концентрацию общего белка в сыворотке крови и уровень гемоглобина значительного влияния не отмечено.

Ключевые слова: гербицид «Раундап», патоморфологические и гематологические показатели, радужная форель.

TOWARDS TOXICITY OF HERBICIDE “RAUNDAP” FOR RAINBOW TROUT

N.N. Romanova[1,2], P.P. Golovin[1,2], N.A. Golovina[1,2], N.M.Arshanitsa[3]

Summary. Pathomorphological and hematological indices of rainbow trout reared in cages placed in gravel-sandy quarries have been given at suspicion of a toxicosis caused by the herbicide “Raundap” came into the water after treatment of roadside territories and collector drain gutters of highways. Decrease of erythrocytes number has been revealed at increase of erythropoiesis activities (fraction of basophilic and polychromatophilic erythrocytes). The leukocytic picture was characterized by leukopenia. In the leukoformula, displacements aside increase of phagocytal cells (neutrophils and monocytes) have been revealed at decrease of lymphocytes number fraction. There was insignificant influence on concentration of crude protein in blood serum and hemoglobin level.

Key words: herbicide “Raundap”, pathomorphological and hematological in dices, raibow trout.

В последние десятилетия карьеры, которые остались после забора песка и гравия стали широко использовать для выращивания рыб. Они имеют достаточно большую глубину и, при заполнении грунтовыми водами, могут быть эффективно использованы для садкового рыбоводства. Однако, часто на близлежащей к ним территории расположены земли сельскохозяйственного назначения, которые подвергаются влиянию гербицидов в частности раундапа, который применяется при выращивании сельскохозяйственных культур. Кроме того, он широко используется для уничтожения сорной растительности на пустующих полях, коллекторно-дренажных канавах, оросительных системах, а в последние годы против борщевика вдоль автодорог. Накоплено значительное количество данных о его токсичности для гидробионтов, исследовано негативное влияние на организменном, тканевом и клеточном уровнях [3; 4; 6; 7]. Токсический эффект раундапа некоторые исследователи в большей степени связывают с действием вспомогательного вещества (полиоксиэтиленамина) в этом препарате, чем активного компонента (глифосата) [9]. В реестре токсических веществ ПДК раундапа для рыб составляет 0,001 мг/л.

Целью работы являлось – оценить физиологическое состояние радужной форели при подозрении на хронический токсикоз, вызванный гербицидом

«Раундап» в одном из садковых рыбоводных хозяйств, выращивающих форель в песчано-гравийных карьерах.

Садковое хозяйство расположено вблизи автомагистрали, где в конце лета проводили борьбу с борщевиком на придорожной территории, используя гербицид «Раундап», что привело к загрязнению воды в карьере, и спровоцировало ухудшение здоровья рыб и повышенную гибель. Проблемы у рыбы были обнаружены спустя месяц осенью после периода дождей, что привело к смыву препарата в два карьера, где располагались рыбоводные садки. Наибольшему воздействию гербицида подвергся карьер №4 («новый»), расположенный на более близком расстоянии от автодороги, чем карьер №1 («старый»), в который ливневые стоки коллекторно-дренажных канав поступали меньше.

Гематологический анализ проводили согласно «Методических указаний по проведению гематологического обследования рыб» [8].

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программы Excel с определением достоверностей между группами (при уровне достоверности 95%).

При оценке патоморфологических изменений у ослабленных рыб выявлено ослизнение жабр с процессом коагуляции, слабая дискомплексация, очаг регенерации, анемичность, отечность, слабые проявления поверхностного некроза. Внешней осмотр внутренних органов показал нарушение гемодинамики, проявляющейся в выраженной инъекции сосудов и в отдельных кровоизлияниях. Печень у рыб увеличена, плотная, переполнена кровью, неравномерно окрашена в темно-красные оттенки с желтушностью. Желчный пузырь заполнен содержимым, несколько утолщен. Отмечена желтушность внутренних органов, и прежде всего полостного жира. Желудочно-кишечный тракт содержал слизистые скопления желтовато-кровянистого оттенка, слизистая кишечника отечна, местами гиперемирована с отдельными кровоизлияниями. Почки увеличены и кровенаполнены, мочеточечники воспалены. Головной мозг без визуальных изменений. Отмеченные изменения носят патологический характер и связаны с нарушениями в качестве воды, в частности присутствием токсических веществ, что четко прослеживается в состоянии путей их поступления в организм рыб, детоксикации и выведения.

При гематологическом анализе у рыб из карьера №1 концентрация общего белка в сыворотке крови составила 61 $г \cdot л^{-1}$, уровень гемоглобина - 98,6 $г \cdot л^{-1}$, что в целом соответствовало физиологической норме для этого вида и возраста рыб. Количество эритроцитов было снижено на 32 % и находилось на уровне 0,834 $Т \cdot л^{-1}$ при этом содержание гемоглобина в эритроците было достаточно высокое. У рыб отмечена высокая активность эритропоэза, количество молодых (базофильных и полихроматофильных) эритроцитов более, чем в 3 раза выше физиологической нормы для двухлеток форели (табл.)

Лейкоцитарная картина характеризовалась лейкопенией, общее количества лейкоцитов находилось на уровне 14,8 $Г \cdot л^{-1}$, что в 2,6 раз было ниже относительно физиологической нормы и при этом отмечен значительный разброс значений этого показателя от 3,4 до 37,0 $Г \cdot л^{-1}$(табл.). Выделялись особи с низкими значениями этого показателя (ниже среднегруппового) и рыбы со среднегрупповым или выше значениями. Выявлены сдвиги в сторону увеличения доли фагоцитарных клеток - нейтрофилов и моноцитов относительно физиологической нормы, что характерно при защитной реакции (рис.).

Таблица Гематологические показатели радужной форели при подозрении на хронический токсикоз, вызванный гербицидом «Раундап»

Показатели	Карьер №1	Карьер №4	Норма* (садки) двухлетки
Общий белок в сыворотке крови, г·л$^{-1}$	61,0±27,6	52,6±13,1	58,0
Гемоглобин, г·л$^{-1}$	98,6±22,1	79,5±16,6	87,0±0,8
Эритроциты, Т·л$^{-1}$	0,834±0,143	0,708±0,21	1,23±0,04
Содержание гемоглобина в эритроците, пг	112,2±18,6	110,5±28,2	70,7
Эритропоэз (всего молодых эритроцитов), %	10,2±3,51	9,1±4,1	3,0 ±0,1
Лейкоциты, Г·л$^{-1}$	14,8 3,4-37,0**	9,98 3,7-20,2**	39,0±1,4

Примечание: * - за норму приняты показатели крови, характеризующие нормальное физиологическое состояние рыбы (Головина, 1996); ** - указан диапазон значений показателя.

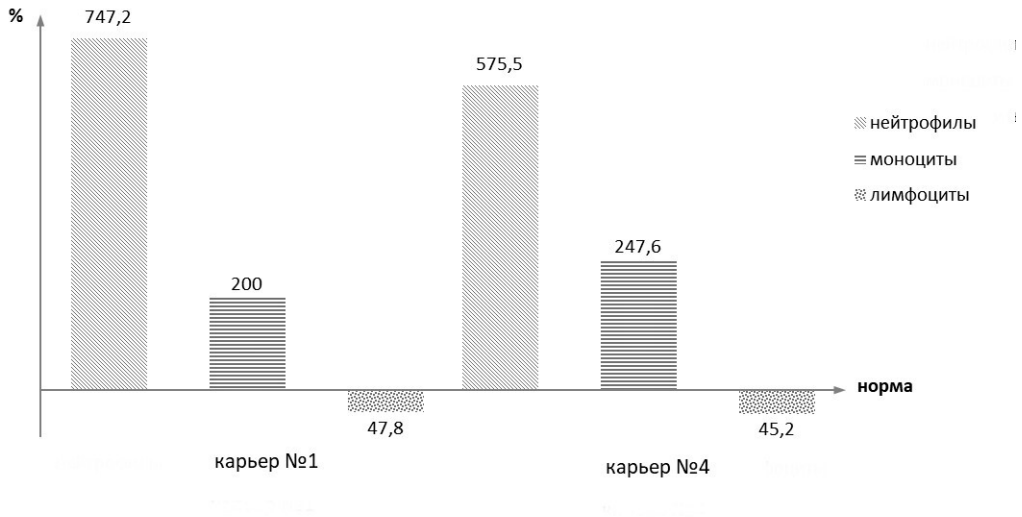


Рис. Лейкоцитарный профиль крови радужной форели при подозрении на токсикоз гербицидом «Раундап» относительно физиологической нормы.

В карьере №4, где выявлены ослабленные и погибающие особи, показатели крови были ниже физиологической нормы, чем у рыб из карьера №1. Концентрация общего белка в сыворотке крови составила 52,6 г·л$^{-1}$, уровень гемоглобина - 79,5 г·л$^{-1}$, количество эритроцитов - 753,5 Т·л$^{-1}$, при этом отмечали высокую оснащенность эритроцитов гемоглобином и повышенную почти в 3 раза активность эритропоэза (табл.).

Лейкоцитарная картина характеризовалась ещё более значительной лейкопенией. Общее количество лейкоцитов составило 9,98 Г·л$^{-1}$, что практически в 4 раза ниже нормы и на 39% ниже этого показателя у рыб из карьера №1 (табл.). В лейкоформуле выявлены сдвиги в сторону увеличения фагоцитарных клеток (нейтрофилов и моноцитов) при снижении доли лимфоцитов относительно

физиологической нормы. По сравнению с рыбами из карьера №1 отмечено меньшее увеличение доли нейтрофилов (рис.).

В лейкоцитарной картине выявлен значительный индивидуальный разброс показателей, что вероятно связано с различными адаптационными возможностями и соответственно разной ответной реакцией отдельных особей на воздействия внешних факторов. В частности у большей части рыб отмечали лейкопению и сдвиги в лейкоцитарной формуле в сторону увеличения фагоцитарных клеток (моноцитов и нейтрофилов) и снижения лимфоцитов. У некоторых рыб в крови присутствовали единичные макрофаги, что свидетельствует о низком уровне неспецифической резистентности.

При микроскопии мазков крови у всех рыб выявлены патологические изменения клеток крови. Наиболее значимо они проявились в эритроцитах в виде анизо- и пойкилоцитоза, вакуолизации цитоплазмы, смещении ядра к оболочке клетки, образовании шистоцитов. У нейтрофилов отмечена гиперсегментация ядер.

Такая картина крови характерна для кумулятивного токсикоза, возникающего при длительном воздействии токсического фактора (накопительный эффект). Известно, что при отравлении гербицидами формирование ответной реакции у рыб неоднозначно [2; 6]. Вероятно, это связано с видовой реакцией организма на гербициды. Из пресноводных рыб радужная форель является высокочувствительным к токсикантам объектом.

Полученные результаты важны для оценки физиологического состояния рыб в условиях гербицидной нагрузки, они расширяют представление о токсичности раундапа и свидетельствуют о высокой опасности его поступления в рыбохозяйственные водоемы для гидробионтов.

Список литературы

1. Аминов А.И., Голованова И.Л., Филиппов А.А. Влияние гербицида Раундап на активность гликозидаз в организме беспозвоночных животных и молоди рыб // Биология внутренних вод. – 2013. – № 4. –С. 82-88.
2. Аршаница Н.М., Перевозников М.А. Токсикозы рыб с основами патологии // Санкт-Петербург: ООО «ИРТ», 2006. – 179 с.
3. Голованова И.Л., Аминов А.И. Влияние гербицида Раундап на активность гликозидаз в кишечнике рыб разных экологических групп // Труды ИБВВ РАН, вып. 77(80), 2017. – С. 9-18.
4. Голованова И.Л., Папченкова Г.А. Влияние гербицида Раундап на активность карбогидраз рачкового зоопланктона и молоди плотвы // Токсикол. вестн. – 2009. – № 4. – С. 32-35.
5. Головина Н.А. Морфофункциональная характеристика крови рыб – объектов аквакультуры: дис. док. биол. наук// Н.А Головина. – М., 1996. – 228 с.
6. Жиденко А.А. Гематологические показатели двухлеток карпа в условиях гербицидной нагрузки // Вісник Дніпропертровського університету. Біологія, екологія. 2007. – 15(1). – С. 38-44.
7. Жиденко А.А., Бибчук Е.В., Барбухо Е.В. Влияние глифосфата на энергетический обмен в органах карпа // Укр. біохим. журн. – 2013. – 85. – № 3. – С. 22-30.
8. Методические указания по проведению гематологического обследования рыб, утвержденные Департаментом ветеринарии от 2 февраля 1999 г. № 13-4-2/1487 // Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. Ч. 2. Москва. Отдел маркетинга АМБ-агро, 1999. С.69-97.

9. Lushchak O.V., Kubrak O.I., Storey J.M. et al. Low toxic herbicide Roundup induces mild oxidative stress in gold fish tissues // Chemosphere. – 2009. – V. 52. – № 7. – P. 932-937.

УДК 57.084

ВЛИЯНИЕ БИКАРБОНАТА НАТРИЯ НА ВЫКЛЕВ И ВЫЖИВАЕМОСТЬ НАУПЛИУСОВ РАЧКА ARTEMIA.

Н. С. Романова, Л. В. Веснина

Институт водных и экологических проблем СО РАН
656038 Барнаул, Россия, ул. Молодежная, 1
e-mail: na-st@bk.ru

Аннотация. Изучена целесообразность внесения в инкубационную среду для цист артемии бикарбоната натрия. Исследования показали, что увеличение pH солевого раствораNaCl с использованием $NaHCO_3$, не оказывает стимулирующего влияния на выклев рачков из популяций озер Кулундинское и Большое Яровое. Инкубационная среда, состоящая из хлорида и бикарбоната натрия, оказывает негативное влияние на жизнеспособность науплиусов.

Ключевые слова: артемия, выклев, pH, бикарбонат натрия.

EFFECT OF SODIUM BICARBONATE ON HATCHING AND SURVIVAL OF ARTEMIA NAUPLIUS

N. S. Romanova, L. V. Vesnina

Institute for Water and Environmental Problems
656038 Barnaul, Russia, Molodezhnaya str., 1
e-mail: na-st@bk.ru

Summary. The feasibility of adding sodium bicarbonate to the incubation medium for Artemia cysts was studied. Studies have shown that an increase in the pH of the NaCl salt solution using $NaHCO_3$ does not have a stimulating effect on the hatching of crustaceans from the populations of lakes Kulundinskoe and Bolshoe Yarovoe. The incubation medium consisting of sodium chloride and bicarbonate has a negative impact on the viability of nauplius.

Keywords: Artemia, hatching, pH, sodium bicarbonate.

Введение

Цисты рачка Artemia широко используемый продукт для получения стартового живого корма при разведении рыб, ракообразных и моллюсков [3]. Высокая практическая значимость продукта служит стимулом для научных исследований, направленных на поиск оптимальных условий для успешной инкубации цист. Основная цель этих исследований - получение максимального количества корма для выращивания различных объектов аквакультуры. Один из важных факторов, влияющих на процесс выклева науплиусов артемии - концентрация ионов водорода в инкубационной среде (pH)[3]. По литературным данным, наибольший выход науплиусов достигается в среде с pH в пределах 8-8,5. При более низких значениях pH, рекомендуется добавлять в инкубационную среду 1-2 г бикарбоната натрия ($NaHCO_3$). В то же время, известно, что ионы карбоната могут оказывать негативное действие на рачков артемии обитающей в хлоридных и сульфатных водоемах [1,2].

Цель нашей работы - исследовать влияние бикарбоната натрия на выклев и жизнеспособность науплиусов двух популяций артемии, обитающих в крупных промысловых озерах Западной Сибири.

Материал и методы исследования

Материалом для исследований послужили сухие цисты артемии из двух хлоридных водоемов: оз. Кулундинское (2016 г.) и Большое Яровое (2018 г.).

В качестве контроля использовали раствор хлорида натрия (пищевая соль) в концентрации 20 и 30 г/л. Инкубационные растворы для эксперимента готовили в нескольких вариантах: 19 и 29 г NaCl и 1г $NaHCO_3$; 18 и 28 г NaCl и 2г $NaHCO_3$. pH контрольных и экспериментальных растворов определяли прибором фирмы KellogPH-0099(I). Условия инкубации соответствовали общепринятым рекомендациям [3]. Для выведения цист из диапаузы использовали перекись водорода. Процент выклева (количество науплиусов, которое может быть получено из 100 полныхцист) подсчитывали после 24 часов инкубации.

Для определения выживаемости, науплиусов (instarI) помещали в свежеприготовленный раствор NaCl с концентрацией 35 г/л (30 науплиусов на60 мл раствора). Через 24 часа подсчитывали количество живых особей.

Результаты и обсуждение

Величина pH контрольных растворов поваренной соли составляла 7,3. После добавления 1 и 2 г бикарбоната натрия, pH растворов составляла 7,8 и 8,0, соответственно.Выклев и выживаемость науплиусов в разных средах представлена в таблице.

Таблица Выклев и выживаемость науплиусов артемии в различных вариантах инкубационных сред

Место обитания популяции	Кон-ция NaCl г/л	Кон-ция $NaHCO_3$ г/л	Выклев (%)				Выживаемость (%)			
			M	m	min	max	M	m	min	max
Оз.Кулун динское	20	0	91,4	1,5	88,7-	94,0	100	-	-	
	30	0	91,7	1,4	89,2	93,9	100	-	-	
	19	1	91,5	1,4	89,0	93,9	**90**	1,9	86,7	93,3
	29	1	89,1	1,3	86,5	90,9	96,7	1,9	93,3	100
	18	2	91,2	0,7	89,9	92,4	**86,7**	1,9	83,3	90,0
	28	2	91,0	1,3	88,6	92,9	*85,6*	4,4	76,7	90,0
Оз.Большое Яровое	20	0	89,7	1,5	86,7	91,5	97,8	1,1	96,7	100
	30	0	91,3	0,7	90,0	92,0	-	-	-	
	19	1	87,4	1,1	85,4	89,3	95,6	1,1	93,3	96,7
	29	1	88,1	1,5	85,9	91,0	-	-	-	
	18	2	89,4	0,1	89,1	89,8	**85,5**	2,2	83,3	90,0
	28	2	87,5	1,4	85,5	90,3	-	-	-	

Примечания: M – среднеарифметическое значение; m – ошибка среднего; min и max – минимальное и максимальное значения.Значения имеющие достоверные отличия от контроля при $p \leq 0,01$отмеченыжирным шрифтом; при $p \leq 0,05$ - курсивом.

Исследования последних лет показывают, что требования к pH среды у континентальных популяций артемии могут быть различными [4,5]и, возможно, связаны с кислотностью маточного водоема. В континентальных гипергалинных

водоемах pH может меняться от 6,5 до 9,5 [6].Данные полученные Suietal. [5] показали, что увеличение pH инкубационной среды от 7 до 8 для цист из трех различных популяций Artemia, не всегда приводит кувеличению выклева. В наших исследованиях также было обнаружено,что внесение в среду выведения бикарбонатанатрия и повышение pH инкубационной среды от 7,3 до 7,8 и 8 не оказывает стимулирующего влияния на выклев науплиусов оз. Кулундинское. Для цист из оз. Большое Яровое было отмечено небольшое снижение выклева в средах с $NaHCO_3$. Полученные данные также показали, что после выведения в среде с бикарбонатом натрия снижается жизнеспособность науплиусо. Смертность рачков в течение суток достигала 14,5%. Вероятной причиной гибели науплиусов может быть присутствие в среде карбонат-ионов.Анионы и катионы, не свойственные для маточных водоемов,очень часто оказывают неблагоприятное воздействие на рачков[2]. Диапазон анионной толерантности артемиив лабораторных условиях может значительно превышать диапазон, встречающийся в маточном водоеме и некоторые популяции хорошо переносят высокие концентрации карбонатов, несмотря на то, что в природной среде может быть низкое содержание карбонат-ионов.Тем не менее, негативное влияние карбонатных вод установлено для рачков артемии из популяций сульфатного озера Чаплин (Канада) и хлоридного Большого соленого озера (США) [1]. Устойчивость популяций артемии к различным анионамв большой степени зависит от концентрации сопутствующих катионов. Среды с высокой концентрацией карбонатов и низким содержанием магния и кальция снижают жизнеспособность науплиусов из местообитаний с высоким содержанием хлоридов, но не препятствуют развитию рачков из озер с низким содержанием хлоридов[1].Возможно, для успешной инкубации цист исследованных популяций необходим более сложный состав среды.

Выводы:

1. Использование $NaHCO_3$ для увеличения pH инкубационной среды, состоящей из хлорида натрия, не оказывает стимулирующего влияния на выклев цист из озер Кулундинское и Большое Яровое.

2. Бикарбонат натрия может снижать жизнеспособность науплиусов артемии из хлоридных водоемов.

3. Для успешной инкубации и культивирования артемииследует учитывать солевой состав маточного водоема используемой популяции.

Список литературы

1. Bowen, S. T., Fogarino E. A., Hitchner K. N., Dana G. L., Chow V. H. S., Buoncristiani M. R., Carl J. R. Ecological isolation in Artemia: population differences in tolerance of anion concentrations // J. Crustacean Biol.,1985. - V.5 (1). - P. 106–129.

2. Bowen S. T., Buoncristiani M. R., Carl J. R. Artemia habitats: Ion concentrations tolerated by one superspecies // Hydrobiologia, 1988. - V. 158. - P. 201-214.

3. Manual on the production and use of live food for aquaculture / Levens P. and Sorgeloos P. Laboratory of Aquaculture and Artemia Reference Center, University of Ghent, Belgium, 1996. - 295 p.

4. Nargesi E. A., Falahatkar B., Abdollahpour H. The interaction of light intensity and pH on the hatching performance of Artemiafranciscana in laboratory condition (in Persian) // Journal of Aquatic Ecology, 2017. - V.6(4). - P.124-129.

5. Sui L., Deng Y., Wang J., Sorgeloos P., Van Stappen G. Impact of brine acidification on hatchability, survival and reproduction of Artemiaparthenogenetica and Artemiafranciscana in salt ponds, Bohai Bay, China Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 2014. - V. 32 (1). -P. 81-87.

6. Torrentera L., Dodson S.I. Ecology of the brine shrimp Artemia in the Yucatan, Mexico, Salterns //Journal of Plankton Research, 2004. - V.26, № 6. -P. 617-624.

УДК 639.3

ВИТАЗАР – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ КОРМ ДЛЯ БЕЛОГО АМУРА

А.А. Ростовцев[1], Е.А. Интересова [1,2]

[1]Новосибирский филиал «Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии» («ЗапСибНИРО»), г. Новосибирск, Россия; [2]Томский государственный университет, г. Томск, Россия *interesovaea@yandex.ru*

Аннотация. Представлены данные об опыте по кормлению молоди белого амура *(Ctenopharyngodon idella)* Витазаром (жмыхом, образующимся при производстве масла из зародышей пшеницы методом холодного прессования) в условиях установки замкнутого водоснабжения (УЗВ). Показано, что рыбы экспериментальной группы, получавшие в качестве корма Витазар, имели более высокий темп роста, чем особи контрольной группы, получавшие карповый корм. Средняя навеска рыб в экспериментальной группе через 40 дней кормления превышала контрольную в 1,7 раза.

Ключевые слова. Витазар, белый амур, корма, индустриальное рыбоводство, УЗВ, Западная Сибирь

VITAZAR (WHEAT GERM OIL) – ADVANCED FOOD FOR THE GRASS CARP *Ctenopharyngodon idella*

A.A. Rostovtsev, E.A. Interesova

Summary. The data about the experience in the application of wheat germ oil meal for feeding the Grass carp *Ctenopharyngodon idella* in the Recirculation systems are presented. It is shown that the fish of the experimental group, which received wheat germ oil meal as feed, had a higher rate of growth than the individuals of the control group, who received carp food. The average weight of fish after 40 days in the experimental group was 268 ± 7.5 g, and in the control group - 154 ± 3.6 g.

Keywords: Wheat germ oil meal, Grass carp, *Ctenopharyngodon idella*, Western Siberia, fish farm, fish industry, feeding

Белый амур *(Ctenopharyngodon idella)* – распространенный объект аквакультуры во многих странах мира [14]. В последние десятилетия данный вид все более широко используют для товарного выращивания и как биологического мелиоратора в Западной Сибири [6, 7, 9, 10, 12, 13]. Однако, учитывая климатические особенности региона, продолжительность сезона возможного выращивания белого амура в естественных водоемах региона не велика. В этих условиях очевидна необходимость получения рыбопосадочного материала белого амура как можно более крупного размера для повышения результативности его товарного выращивания и использования в качестве биологического мелиоратора. Это может быть обеспечено подращиванием молоди первого года жизни в зимний период при оптимальной для данного вида температуре в условиях УЗВ. Однако при этом остро встает проблема обеспечения рыб кормами. Целью данной работы являлась оценка эффективности кормления молоди белого амура, при ее выращивании в условиях УЗВ, жмыхом из зародышей пшеницы (Витазар).

Витазар – жмых, образующийся при производстве масла из зародышей пшеницы методом холодного прессования [1, 2]. Данный продукт содержит до 37 % белка, около 40 % углеводов и до 8 % жиров. По составу и пищевой ценности белки жмыха пшеничного зародыша сравнимы с белками животного происхождения (содержит лизина до 6,6 %, метионина до 2,0 % и цистина до 1,4 % от общего азота), а жиры богаты витаминами: 45 мг/г витамина Е; 0,37 мг/г витамина А; 8 мг/г витамина В1; 0,6 мг/г витамина В2; 94 мг/г никотиновой кислоты; 0,71 мг/г витамина Д; 1 мг/г фолиевой кислоты и др. [1]. Высокая пищевая ценность Витазара обусловила его успешное использование не только в рамках программ здорового питания человека [3], но и применение при кормлении сельскохозяйственных животных [4, 5, 8, 11].

Экспериментальная часть настоящей работы проведена в марте − мае 2018 года на производстве НПО «Томск-Экология». Молодь белого амура была разделена на две группы, по 313 экз. Начальная навеска особей составляла 114 ± 1,6 г. Каждая группа была помещена в отдельный бассейн, емкостью 4,0 м³. Водоподготовку осуществляли в системе биофильтра, с оксигенацией, обработкой ультрафиолетом и подогревом. Температура воды во время эксперимента составляла 22,3 ± 0,6ºС. Опытная группа в качестве корма получала только Витазар, контрольная – корм для карпа с навеской более 50 г. Суточная масса корма была одинаковой для опытной и контрольной группы и определялась по поедаемости карпового корма в контрольной группе.

В результате работы выявлено, что белый амур, получавший в качестве корма Витазар, имел существенно больший темп роста: статистически значимые различия средней навески рыб опытной и контрольной группы были отмечены уже через 20 суток эксперимента (рис.).

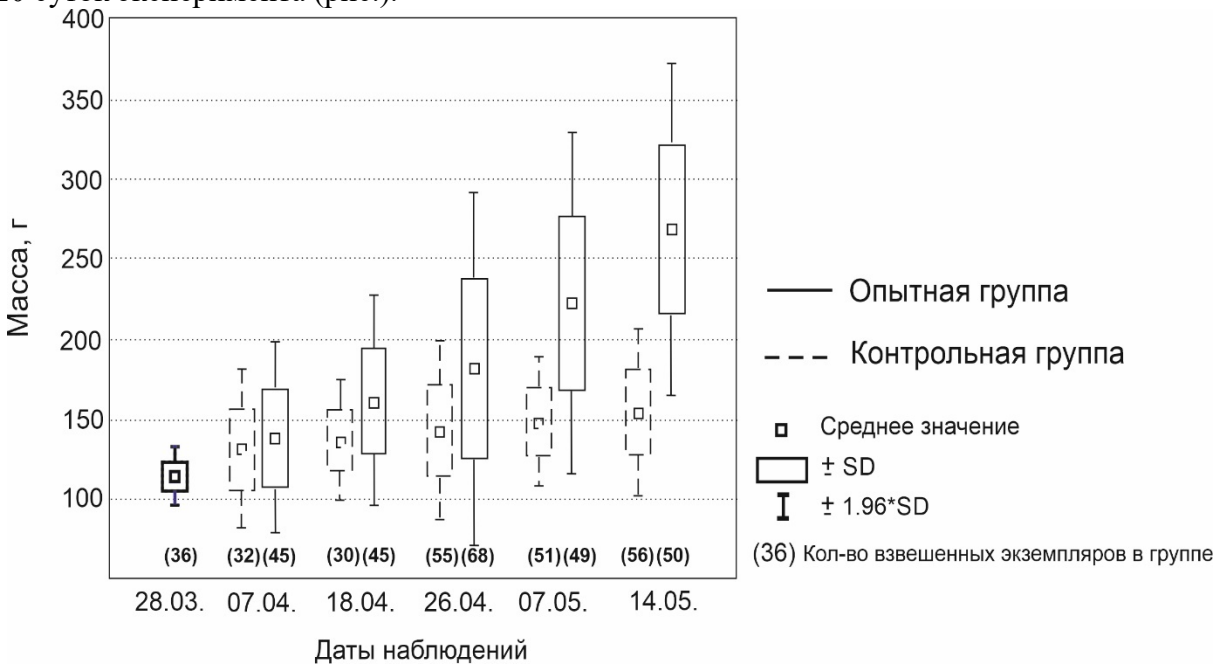


Рисунок. Результаты контрольных взвешиваний молоди белого амура

Через 40 суток эксперимента, при окончании работ, средняя навеска в опытной группе составляла 268 ± 7,5 г, а в контрольной − 154 ± 3,6 г, т.е. темп роста экспериментальной группы был выше в 1,7 раза. Таким образом, Витазар может служить кормом для получения годовиков белого амура крупной навеской в условиях УЗВ.

Список литературы

1. Вишняков А.Б., Власов В.Н. Комплексная переработка зародышей пшеницы // Пищевая промышленность, 1996. № 8. С. 50-52.
2. Вишняков А.Б., Власов В.Н., Грибовский С.А., Федосеев В.Н., Интересова Е.А. Способ извлечения масла и получения белкового продукта из низкомасличного растительного сырья, преимущественно из зародышей пшеницы // Патент на изобретение RUS 2163922 28.07.1999
3. Глаголева Л.Э., Ряскина Л.О., Родионов А.А., Пастухова Н.А. Перспективы инновационных продуктов здорового питания на основе БАД «Витазар» // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 1(67). С. 122-127.
4. Ибишов Д.Ф., Рубинский И.А. Витазар в бройлерном птицеводстве // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2017. № 3. С. 132-135.
5. Ибишов Д.Ф., Штебе В.В., Расторгуева С.Л., Поносов С.В., Рубинский И.А. Изучение влияния кормовой добавки Витазар на молочную продуктивность крупного рогатого скота // Научно-практический журнал Пермский аграрный вестник. 2016. № 4(16). С. 104-107.
6. Интересова Е.А. Чужеродные виды рыб в бассейне Оби // Российский журнал биологических инвазий. 2016. Т. 9. №1. С. 83-100.
7. Интересова Е.А., Ростовцев А.А., Егоров Е.В., Зайцев В.Ф., Визер А.М. Промысловое значение чужеродных видов рыб в водоемах юга Западной Сибири // Вестник рыбохозяйственной науки. 2017. Т. 4. №2(14). С. 36-44.
8. Коновалова С.И., Яковлева Е.Г., Горшков Г.И. Испытание пищевой добавки Витазар на цыплятах // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 5. С. 64-65.
9. Литвиненко А.И. Оптимизация рыбохозяйтвенного использования биопродукционного потенциала водоемов Западной Сибири: Автореф. дис. … докт. биол. наук. Новосибирск., 2007. 42 с.
10. Литвиненко А.И. Растительноядные рыбы в Тюменской области / А.И. Литвиненко // Рыбоводство и рыболовство. 1995. № 3. С. 26-27.
11. Лицманенко Р.М., Яковлева Е.Г. Щербинин Р.В. Влияние Витазара на интенсивность роста телят // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. 2017. № 2. С. 100-104.
12. Ростовцев А.А., Егоров Е.В., Зайцев В.Ф., Интересова Е.А. Методические рекомендации по выращиванию товарной рыбы в водоемах Томской области. Томск, 2015. 58 с.
13. Ростовцев А.А., Егоров Е.В., Зайцев В.Ф. К вопросу развития аквакультуры на юге Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2015. №6. С. 89-96.
14. Froese R., Pauly D. (eds.). FishBase. World Wide Web electronic publication (www.fishbase.org. Version 02/2018).

УДК 639.3.09

ПРОФИЛАКТИКА И КОНТРОЛЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВИРУСНЫХ БОЛЕЗНЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АКВАКУЛЬТУРЫ

С.Л. Рудакова

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
E-mail: rudakova@kamniro.ru

Аннотации. Представлены предложения по модификации методов профилактики и контроля вирусных болезней рыб в аквакультуре России.

Ключевые слова: вирусные болезни рыб, аквакультура, профилактика

PREVENTION AND CONTROL OF VIRAL DISEASES IN AQUACULTURE

S. L. Rudakova

Kamchatka branch of VNIRO; E-mail: rudakova@kamniro.ru

Summary. Proposals for the modification of the prevention and control of fish viral diseases in Russian aquaculture are presented.

Key words: fish viral diseases, aquaculture, prevention.

Мы обобщили собственный опыт профилактики и контроля IHN на лососевых рыбоводных заводах [5], литературные данные [6; 4; 2] и требования международного эпизоотического бюро и выделили основные принципы для борьбы с вирусными болезнями рыб [1; 3].

Для успешного выращивания рыб в условиях аквакультуры необходимо строго соблюдать три составляющие профилактики и контроля вирусных болезней — *вода, свободная от вируса, соответствующая дезинфекция и компартментализация, т.е. раздельное выращивание и изоляция отдельных партий икры и рыбы*. Эти три составляющие, ни при каких условиях не должны игнорироваться, что позволит сократить риск заноса и распространения по предприятию вирусных инфекций.

1. Источник водоснабжения. Самый первый этап профилактики и контроля – это использование воды, свободной от вирусов, на всех этапах выращивания рыб, особенно на этапе оплодотворения и инкубации.

Чтобы сократить угрозу попадания вируса с водой на предприятие нельзя использовать для оплодотворения икры воду из рек, озер и других водоемов, где происходит нерест диких рыб, потенциальных вирусоносителей. Нельзя допускать попадание в водоисточник загрязненных органикой вод и пропускать диких рыб в места водозабора и выше по течению. В озерах, фьордах и др. водоемах необходимо огораживать выростные садки и не допускать подхода к ним вплотную диких рыб. В рыбоводных цехах на ЛРЗ, ОРЗ, УЗВ и инкубационных цехах следует установить ультрафиолетовые или озоновые установки для обеззараживания воды, поступающей из водоисточника. Эта дополнительная мера дезинфекции воды, может гарантировать безопасность водоисточника в случае кратковременного захода туда рыб-вирусоносителей, либо попадания незначительного количества вируса, занесенного животными и/или птицами.

2. Дезинфекция. Виды дезинфицирующих средств, используемых в аквакультуре, и их подбор хорошо освещены в литературе [1].

Перечислим угрозы попадания вирусов на предприятия при отсутствии необходимых мер дезинфекции: с завозным посадочным материалом; с водой из

источника водоснабжения; из уже зараженных рыбоводных емкостей; с аборигенной ихтиофауной, птицами и другими животными; на ногах и одежде сотрудников, работавших в естественном водоеме. Чтобы сократить описанные риски заноса вирусов необходимо строго выполнять все принципы дезинфекции, в том числе обязательно использовать ванны для дезинфекции обуви и рук и дезинфицировать весь инвентарь между различными манипуляциями в разных рыбоводных емкостях. Для более эффективной дезинфекции от вирусов, находящихся на поверхности икры, следует использовать йодсодержащие препараты (йодинол, йодофор и др.) [1]. Дезинфекцию проводить сразу же после оплодотворения и промывки икры от остатков молок и другой органики водой, свободной от вирусов. В икру добавляют рабочий раствор дезинфектанта в соотношении 1:4. Проводить обработку каждой партии икры не менее 10 минут, лососевых - 30-60 минут в контейнерах для набухания икры. Наиболее эффективна дезинфекция небольших объемов икры. Конечная концентрация активного йода в рабочем растворе дезинфектанта должна быть 100 мг/л.

Необходимо проводить промывание икры на стадии глазка рабочим раствором йод содержащего дезинфектанта (для рыб с длительным сроком инкубации икры), после сортировки и перед повторным помещением в инкубаторы, что поможет сократить или уничтожить вирусные частицы, которые могут выходить из погибшей икры при нахождении вируса внутри икринки или попадании из водоисточника.

3. Компартментализация. Необходимо разделить всю икру, планируемую к закладке, на минимально возможное количество партий и далее, на протяжении всего производственного цикла, придерживаться принципов компартментализации. Например: партия №1 получена от производителей, отобранных для воспроизводства в один день/временной интервал, икра размещена в отдельный инкубатор с индивидуальной подачей воды. И далее эта икра будет размещена в отдельные рыбоводные емкости на выклев, для подращивания и выращивания в зависимости от технологии конкретного предприятия. Нельзя смешивать разные парии в одной рыбоводной емкости. При каждом отборе икры зараженность производителей вирусом и/или вирулентность вируса у разных производителей могут отличаться. Таким образом, рыба группируется в соответствии с общим риском заражения вирусом: чем больше компартментов (партий раздельных), тем меньше риск потерять всю рыбу при вспышке заболевания.

Если существует подозрение на вирусную инфекцию, должны быть отобраны пробы и немедленно доставлены в ближайшую ветеринарную или ихтиопатологическую лабораторию, в которых могут провести вирусологические исследования. После подтверждения диагноза вся рыба в зараженных емкостях должна быть незамедлительно уничтожена. Эта вынужденная мера поможет локализовать дальнейшее распространение болезни на здоровые рыбоводные емкости или попадание вируса в естественный водоем.

Внедрение на предприятии принципа компартментализации позволит избежать распространения вирусной инфекции на все рыбоводные емкости и сократить потери, когда другие два критерия (использование воды свободной от вируса и дезинфекция) оказались не достаточны и вирус выявили в одном или нескольких инкубаторах или бассейнах/садках.

К настоящему времени методов лечения вирусных болезней рыб не разработано, коммерческих вакцин не существует. Обезопасить свое предприятие от вирусных болезней можно только грамотно применяя весь комплекс мер профилактики и контроля.

Список литературы

1. Aquatic Animal code. Accessible via: https://www.oie.int/index.php?id=171&L=0&htmfile=chapitre_disinfection_eggs.htm. 03.06.2020.

2. Bootland L.M., Leong J.C. 1999 Infectious hematopoietic necrosis virus. In: Woo PTK & Bruno DW (eds.). Fish diseases and disorders. Vol. 3: Viral, bacterial and fungal infections. CAB International. P. 57-112

3. Manual of diagnostic tests for aquatic animals. The World Organisation for Animal Health (OIE). - Eighth ed. - OIE, Paris, 2019. - 483 p.

4. McDaniel T.R. 1994. Alaska sockeye salmon culture manual / T. R. McDaniel, K. M. Pratt, T. R. Meyers, T. D. Ellison, J. E. Follett, J. A. Burke // Special fisheries report number Alaska Department of Fish and Game. Div. Commer. Fish., Manag. Develop. Alaska. 40 p.

5. Рудакова С.Л. 2009. Профилактика и контроль инфекционного некроза гемопоэтической ткани (IHN) на лососевых рыбоводных заводах // Журнал Ветеринарная практика. – № 1(44). – С. 30–37.

6. Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. – М.: Отдел маркетинга АМБагро, 1998. – Ч. 1. – 310 с.

УДК 639.3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ НАГРУЗКИ НА ВОДОЁМ ПРИ ИНТЕГРАЦИИ РЫБА, СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЖИВОТНЫЕ И ПТИЦА

Г.Е. Серветник

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

Аннотация. Обобщены результаты исследований, получены новые знания по гидрохимическому режиму пруда, используемого в интегрированных технологиях. Указывается, что в местах, куда поступают стоки с площадок скученного содержания животных, наблюдается повышение содержания органических веществ, понижение содержания растворенного в воде кислорода, повышение окисляемости, нитритов и нитратов.

Для определения более точной допустимой нагрузки на водоём (определение объемов выращивания рыбы, сельскохозяйственных животных и птицы) требуется изучение экономической составляющей дополнительно получаемой продукции, так как может оказаться, что затраты на электроэнергию, средства дезинфекции ложа пруда не покрываются дополнительным приростом продукции и являются убыточными.

Ключевые слова: интегрированные технологии, выращивание рыбы, сельскохозяйственные животные, водоплавающая птица, гидрохимический режим водоёма, нагрузка органических веществ на водоём

DETERMINATION OF THE PERMISSIBLE LOAD ON THE RESERVOIR WHEN INTEGRATING FISH, FARM ANIMALS AND POULTRY

G.E.Servetnik

All-Russian research Institute of integrated fish farming-branch OF the Federal research center of animal husbandry –VIZ named after academician L. K. Ernst"; POS.Vorovsky, Moscow region, Russia; e-mail: fish-vniir@mail.ru

Summary. The results of research are summarized, and new knowledge on the hydrochemical regime of the pond used in integrated technologies is obtained. It is indicated that in places where sewage flows from crowded animal housing sites, there is an increase in the content of organic substances, a decrease in the content of oxygen dissolved in water, an increase in oxidability, nitrites and nitrates.

To determine a more accurate permissible load on the reservoir (determining the volume of growing fish, farm animals and poultry), it is necessary to study the economic component of the additional products received, since it may turn out that the costs of electricity and disinfection of the pond bed are not covered by the additional increase in production and are unprofitable.

Keywords: integrated technologies, fish farming, farm animals, waterfowl, hydrochemical regime of the reservoir, load of organic substances on the reservoir.

В настоящее время показано, что эффективность рыбохозяйственного использования малых водоёмов, прудов комплексного назначения значительно повышается при интеграции рыбоводства с другими отраслями сельского хозяйства, что увеличивает выход суммарной продукции и оказывается экономически выгодным [1; 2; 3; 4; 5; 6].

При экологическом анализе процесса интеграции мы рассматриваем агроэкосистему и ее биоценоз, занимающий определенный биотоп, как взаимоувязанный комплекс с учетом влияния на него абиотических и биотических факторов. Рациональное управление этими экологическими звеньями, с учетом особенностей конкретной интеграции, позволяет разрабатывать интегрированную ресурсосберегающую технологию эффективного выращивания рыбы и других сельскохозяйственных объектов.

Рабочей гипотезой данного направления является то, что при анализе процесса интеграции мы рассматриваем агроэкосистему и ее биоценоз, занимающий определенный биотоп, как взаимоувязанный комплекс с учетом влияния на него абиотических и биотических факторов, причем при возрастающей нагрузке автохтонного органического вещества в самом водоёме, количество аллохтонного органического вещества должно быть соответственно меньше.

Начиная с 2000 года на опытной базе института на пруду №1 проводились эксперименты по выращиванию рыбы в различных вариантах возрастной и видовой поликультуры и отработка элементов интегрированных технологий. В процессе проведения экспериментов по сочетанию технологий было увеличено количество элементов интеграции, выращивание с водоплавающей птицей, опробовано выращивание на прилегающей к водоему площади кур, овец, нутрий, бычков. Таким образом, комплексно использовали водные и земельные ресурсы. На экспериментальной базе на пруду площадью 4 га и его площади водосбора, на которой выгуливаются и выпасаются сельскохозяйственные животные и птица будут проанализированы результаты многолетних наблюдений с целью определения допустимой нагрузки органического вещества на водоём. Часть

территории пруда и прилегающей к ней земельный участок были огорожены. На дамбе построены помещения для содержания опытных животных.

Важным условием при интегрированных технологиях является правильное соотношение между количеством поступающих органических веществ и рыбой, их должно быть столько, чтобы обеспечить самоочистку водоёма и создать оптимальные условия для гидробионтов и рыбы. Известно, что напряжённый гидрохимический режим в водоёме связан с чрезмерным поступлением органических веществ, содержащих большое количество биогенов, которые приводят к дефициту растворённого кислорода в водоеме, вызывают «цветение» водоёма, способствующее образованию токсических веществ.

Результаты гидрохимических исследований показали, что в начале эксперимента (апрель) показатели перманганатной окисляемости были в точке кормления 19,2 мгО/л, в вольере 22,4 мгО/л, в контроле - 19,2 мгО/л, что превышали нормативные значения (15,0 мгО/л).

Содержание аммонийного азота было выше 1,0 мг/л, а содержание растворённого кислорода в данных точках было от 8,6 мг/л до 9,1 мг/л.

В связи с повышением температуры воды в мае до 23-25оС наблюдали снижение растворённого кислорода в конце мая в пруду №1 в точке кормления от 8,8 мг/л до 3,4 мг/л, в вольере от 9,6 до 4,4 мг/л, в контроле от 9,1 до 3,5 мг/л. Показатели перманганатной окисляемости во всех точках были от 20 до 21 мг О/л.

В связи с поступлением в водоём продуктов жизнедеятельности птицы и животных, использования корма для рыб, органическая нагрузка на водоём увеличивалась.

В летний период показатели перманганатной окисляемости изменялись в точке кормления от 24 до 36 мг О/л, в вольере - от 25,6 до 34 мг О/л, в контроле – от 25,0 до 36 мг О/л. По мере увеличения органической нагрузки на водоём все больше растворенного кислорода расходовалось на их окисление, что приводило к ухудшению газового режима в водоёме.

Напряженный газовый режим наблюдался в середине июля, середине августа, когда содержание растворённого кислорода снижалось до 2,5-3,5 мг/л.

В летний период содержание аммонийного азота изменялось в точке кормления от 0,8 до 1,2 мг/л, в вольере от 0,7 до 1,4 мг/л, в контроле от 1,0 до 1,7 мг/л. Содержание нитритов и нитратов во всех точках в прудах №1 находились в пределах нормы. Содержание фосфатов изменялось в точке кормления от 0,15 до 0,5 мгР/л, в вольере от 0,13 до 0,35 мгР/л, в контроле от 0,18 до 0,28 мгР/л. Содержание фосфатов в точке кормления находилось на верхнем предельном значении и было больше, чем в остальных точках.

В осенний период показатели перманганатной окисляемости в пруду №1 были высокие: в точке кормления 32,0-32,8 мгО/л, в вольере 32,6-29,6 мгО/л, в контроле 36-28 мгО/л, что указывает на загрязнение водоёма органическими веществами, связанные с поступлением животноводческих стоков, остатков корма и отмиранием водной растительности. Показатели перманганатной окисляемости во всех точках резко не отличались, максимальные показатели её отмечены в середине июля и в сентябре.

Проведение профилактических мероприятий (внесение негашеной извести весной, летом, осенью, а также во время напряженного гидрохимического и газового режимов, подача чистой воды и др.) позволило избежать заморов рыбы.

Таким образом, в начале эксперимента вода в опытном пруду по показателям перманганатной окисляемости превышали нормативные значения,

которые были в пределах 19,2-22,4 мгО/л, содержание растворённого кислорода было от 8,6 до 9,1 мг/л.

В мае, в связи с повышением температуры воды до 23-25оС и расходом растворённого кислорода на окисление органических веществ наблюдалось снижение растворенного кислорода в конце мая во всех точках до 3,8-3,4 мг/л. В летний период в связи с поступлением в водоём продуктов жизнедеятельности птицы и животных показатели перманганатной окисляемости изменялись в точке кормления от 24 до 36 мгО/л, в вольере – от 25,6 до 34 мгО/л, в контроле от 25, до 36 мгО/л.

Напряженный газовый режим наблюдался в середине июля, середине августа, когда содержание растворённого кислорода снижалось до 2,5-3,5 мг/л.

Таким образом, как свидетельствуют приведенные материалы, существующая модель интегрированного выращивания рыбы и сельскохозяйственных животных является предельной по объемам выращиваемой рыбы, животных и птицы. Для определения более точной допустимой нагрузки на водоем (определение объемов выращивания рыбы, сельскохозяйственных животных и птицы) требуется изучение экономической составляющей дополнительно получаемой продукции, так как может оказаться, что затраты на электроэнергию, средства дезинфекции ложа пруда не покрываются дополнительным приростом продукции и являются убыточными.

Список литературы

1. Наумова А.М., Серветник Г.Е., Домбровская Л.В. и др. Система мероприятий, обеспечивающих экологическую безопасность выращивания рыбы в условиях интеграции технологий // Методические рекомендации. – М.: Россельхозакадемия, 2010. – 39 с.
2. Наумова А.М., Серветник Г.Е., Наумова А.Ю., Логинов Л.С. Методическое пособие по оценке состояния здоровья рыб в условиях интегрированных технологий для повышения экологической безопасности и уменьшения потерь рыбной продукции. – М.: РГАУ-МСХА, 2015. – 24 с.
3. Павлов М.Е., Наумова А.М., Архипов В.А. Технология совместного выращивания рыбы и уток, содержащихся акваториальным способом // Методические рекомендации. –М.: ВАСХНИЛ, 1988. -23 с.
4. Серветник Г.Е. Пути освоения сельскохозяйственных водоемов. – М.: Россельхозакадемия, 2004. – 130 с.
5. Серветник Г.Е., Наумова А.М., Козлов В.И. и др. Технология интегрированного производства рыбы и гусей на рыбоводном водоеме. – М.: Россельхозакадемия, 1999. – 28 с.
6. Серветник Г.Е., Наумова А.М., Савушкина С.И. и др. Наставления по кормлению рыбы комбикормами с разным содержанием белка в условиях интегрированных технологий. – М.: Россельхозакадемия, 2009. – 30 с.

УДК 597.5

ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО СИБИРСКОГО ХАРИУСА *THYMALLUS ARCTICUS* В БАССЕЙНЕ РЕКИ ТОМЬ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.А. Шиповалов, С.Е. Байльдинов, Е.В. Егоров, А.А. Ростовцев, Д.Л. Сукнев

Новосибирский филиал «Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии» («ЗапСибНИРО»), г. Новосибирск, E-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. Впервые была успешно отработана технология выращивания молоди сибирского хариуса во временном рыбоводном комплексе (ВРК) в бассейне реки Томь. Работы проводили на реке Томь в районе города Кемерово. В состав ВРК входило оборудование, которое позволило совершить весь комплекс рыбоводных процессов. Проведенные рыбоводные работы позволяют при малых финансовых затратах получать жизнестойкую молодь сибирского хариуса *Thymallus arcticus* (Pallas, 1776).

Ключевые слова: р. Томь, сибирский хариус, искусственное воспроизводство, молодь рыб, производители.

ARTIFICIAL REPRODUCTION OF SIBERIAN GRAYLING THYMALLUS ARCTICUS IN THE TOM RIVER BASIN OF THE KEMEROVO REGION

L. A. Shipovalov, S. E. Baildinov, E. V. Egorov, A. A. Rostovtsev, D. L. Suknev

All-Russian research Institute of fisheries and Oceanography Novosibirsk branch of FGBNU "VNIRO"("ZapSibniro"), Novosibirsk, Russia.

Summary. For the first time, the technology of growing Siberian grayling juveniles in a temporary fish breeding complex (hereinafter referred to as VRK) in the Tom river basin was successfully developed. The work was carried out on the Tom river near the city of Kemerovo. The VRK included equipment that made it possible to perform the entire complex of fish-breeding processes. The conducted fish-breeding works make it possible to obtain resilient **young Siberian grayling Thymallus arcticus (Pallas, 1776) at low financial costs.**

Keywords: Tom River, Siberian grayling, artificial reproduction, young fish, producers.

Река Томь является одним из крупных правобережных притоков р. Обь. Начинается она на Западном склоне Абаканского хребта Кузнецкого Ала–Тау и впадает в р. Обь на 984 километре от места слияния Бии и Катуни. Общая длина р. Томь 827 км, площадь водосбора 62000 км^2.

Сибирский хариус повсеместно распространен в бассейне р. Томь Кемеровской области, отсутствует лишь в пойменных водоемах и сильно загрязненных водотоках. Сибирский хариус относится к видам со средней продолжительностью жизненного цикла, ограниченного обычно 10-12 годами [4].

В настоящее время сибирский хариус в р. Томь является одним из наиболее ценных видов рыб, пользующийся большим спросом среди рыбаков любителей.[1]

Промысловой статистикой сибирский хариус в р. Томь и ее притоках Кемеровской области впервые был отмечен в 2008 г. В настоящее время на реках

Кемеровской области ведется только спортивно-любительское рыболовство. По данным официальной статистики, объем вылова сибирского хариуса за последние 10 лет колебался от 6,3 т до 17 т. Средний вылов за 10 лет составил 11,2 т.

Искусственное воспроизводство лососевых является одним из путей восстановления и поддержания на должном уровне численности популяций ценных и исчезающих видов рыб. В связи с этим, в период с 1 мая по 25 июля 2016 г. сотрудниками Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» на р. Томь в районе г. Кемерово был проведен комплекс работ по сбору половых продуктов, инкубации икры, получению личинки и подращиванию молоди сибирского хариуса в условиях временного рыбоводного комплекса.

Данный комплекс включает в себя оборудование, которое позволило провести все этапы рыбоводного цикла (сбор половых продуктов у производителей и инкубацию икры, получение личинки, выдерживание и подращивание молоди). Водоснабжение комплекса происходило из скважины при помощи электронасоса в накопительный бак, далее вода самотеком подавалась в комплекс. Перед подачей в систему комплекса вода проходила ряд технологических процессов по очистке и обеззараживанию.

Для выдерживания производителей, инкубации икры и подращивания молоди рыб на ВРК использовалось следующее оборудование: бассейны типа ИЦА–2 в количестве 10 шт. (объем бассейна составляет 4 $м^3$); аппараты Шустера в количестве 45 шт. [2, 5].

Производители хариуса отлавливались в притоках реки Томь вблизи нерестилищ. Всего было отловлено 495 особей хариуса.

Общее количество используемых половозрелых производителей хариуса, от которых получены половые продукты, составило 300 особей, из них 141 самка и 159 самцов. Средняя масса производителей у самок составила 251,6 г, у самцов 221,9 г. Рабочая плодовитость в среднем составила 2542 шт.

Для ускорения процесса созревания производителей хариуса инъецировали гипофизом сазана из расчета 5 мг сухого гипофиза на один килограмм массы тела. Каждой особи делалось по две инъекции с промежутком в 24 часа. Начало созревания производителей наблюдалось на третьи сутки после первой инъекции.

Половые продукты от производителей отбирались прижизненным способом, для сохранения жизнеспособности производителей применялась анестезия, в качестве анестетика использовалась суспензия гвоздичного масла в концентрации 0,05 мл/л [5]. Потеря чувствительности производителей происходила в среднем на четвертой минуте, после этого проводились все необходимые манипуляции.

Производителей использовали в соотношении 1:2 (одна самка и два самца). Основываясь на биологии продолжительного созревания самцов и порционном выделении спермы, их использовали многократно.

После процедуры отбора половых продуктов производителей выдерживали в бассейнах с чистой проточной водой и далее возвращали в естественную среду обитания. Отход производителей на этапе транспортировки с мест ловли до ВРК составил 7%, на этапе выдерживания - отход составил 13%, за период отбора половых продуктов отход составил 25%. Получение икры, инкубацию и подращивание молоди осуществляли по стандартным методикам при разведении лососевых рыб [2].

Икра хариуса инкубировалась в аппаратах Шустера из расчета 7,0-8,0 тыс. шт. икринок на одну рамку. Температура воды во время получения икры колебалась в пределах 5–9,5°С. Содержание растворенного кислорода в воде составляло от 7,5 до 10,5 мг/л. Инкубационный период составил 22–23 дня. Для

профилактики **сапролегниоза (Saprolegniosis)** икру на стадии начала пигментации глаз обрабатывали метиленовым синим в соотношении 1:200 000 с экспозицией 15 минут. Всего было заложено 358,4 тыс. шт. икры. Личинки хариуса подращивались в бассейнах. Период подращивания молоди составил в среднем 47 дней. Колебания температуры воды за период подращивания составляли 7,4 – 11,4°С, концентрация растворенного кислорода от 7 до 10,8 мг/л. На всех этапах подращивания молоди использовали стартовый корм ИНИЦИО – 0,4, и живых науплий артемий. Кормление личинок осуществляли не менее 12 раз в светлое время суток из расчета 4% корма от массы. Массу личинок определяли взвешиванием на торсионных весах каждые 5 дней (рисунок 1). Активно питаться личинки хариуса начинали на 3–4 сутки. При достижении молоди хариуса средней навески 0,5 г был произведен выпуск всей молоди в бассейн реки Томь на безветренных участках с отсутствием хищников.

Таблица 1 Основные биотехнические показатели, полученные при разведении сибирского хариуса в бассейне р. Томь в 2016 г.

Параметры	Показатели
Средняя масса производителей, г -самки -самцы	 251,6 221,9
Средняя рабочая плодовитость, тыс.шт.	2,542
Отход производителей за транспортировку, %	10
Отход производителей на этапе выдерживания, %	7
Отбраковка производителей, не соответствующих рыбоводным требованиям, %	27
Средний процент оплодотворения икры, %	75
Отход свободных эмбрионов за выдерживание, %	40,6
Выход молоди при подращивании до 0,5 г, %	59,4

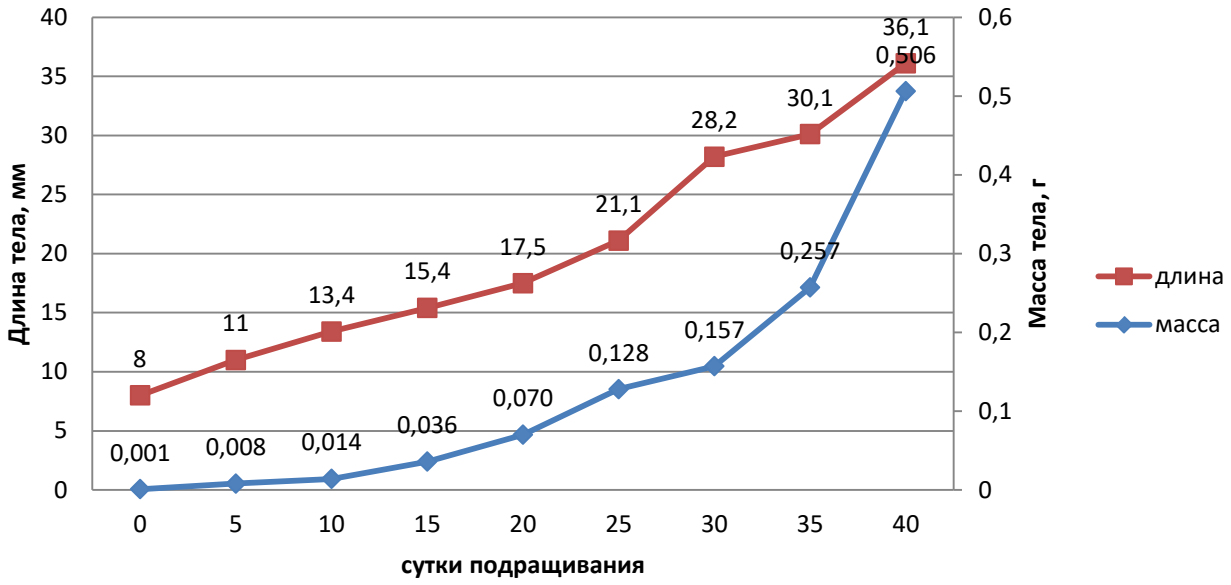


Рис. 1. Динамика линейного (мм) и весового (г) роста молоди сибирского хариуса при подращивании в 2016 г.

Общее количество выпущенной молоди хариуса составило 159677 шт. Общий отход за инкубацию и за период подращивания составил 65,6 %

Подсчет выпускаемой молоди рыб производился сплошным (весовым) методом [3].

Список литературы

1.Визер А.М. Ихтиологическое обследование (изменение сроков охраны мест нереста) рек Томь, Уса и их притоков для внесения изменений в правила рыболовства Кемеровской области // Отчет НИР ЗапСибНИИВБАК. - Новосибирск, 2006. 48 с.

2.Заделенов В.А. и др. К воспроизводству весеннее – нерестующих лососевидных рыб в бассейне р. Енисея // Современное состояние водных биоресурсов: материалы междунар. конф. – Новосибирск, 2010. - С. 240 – 243.

3.Методики учета водных биологических ресурсов, выпускаемых в водные объекты рыбохозяйственного значения, утвержденной Приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 7 мая 2015 г. № 176.

4.Попов П.А. Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов: Моногр. // Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2007. – 526 с.

5. Шадрин Е.Н., Иванова Е.В. Искусственное воспроизводство хариуса сибирского *Thimallus arcticus* (Pallas) в условиях временного рыбоводного комплекса, установленного на реках Енисей и Мана // Рыбное хозяйство. – 2012. - № 5. – С. 83-88.

УДК[574+502](571)

МИЗИДА (NEOMYSIS, MALACOSTRACA, MYSIDACEAE) ОБИ

Р.В. Бабуева

ФБГУН «Институт систематики и экологии животных» Сибирское отделение Российской Академии наук. Россия, г. Новосибирск
E-mail: raisaven@yandex.ru

Аннотация. В бассейне верхней Оби акклиматизировалась пресноводная мизида род (NEOMYSIS, MALACOSTRACA, MYSIDACEAE). Интродуцирована в Новосибирское водохранилище в 1971–1986 гг. в количестве 55127 тыс. экз. Она натурализовалась в 1987-1988 гг. Ее биомасса в реке Оби достигала 3 – 5кг/м^3. Встречена в рационе леща, пеляди, судака, окуня, ерша, щуки, налима. Мизида не вступает в пищевую конкуренцию с местными видами беспозвоночных животных, потребляя иловые отложения.

Ключевые слова: мизида, лещ, пелядь, язь, судак, окунь, ерш, щука, налим.

MYSIDA (NEOMYSIS, MALACOSTRACA, MYSIDACEAE) OF THE OB' RIVER

R.V. Babueva

Institute of Systematics and Ecology of Animals Siberian Branch , Russian Academy of Sciences, Frunse strit 11, Novosibirsk, Russia

Abstracs. River misida (Neomysis, Malacostraca, Mysidacea) Ob end Novosibirskoe reservoirs introduce in toto 55127000 copu. Body misids 3-5 kg/m^3. River fishes bream, peled, orfe, pikes, sander, ruffes disinfesting of misids. River mysida feeds soil.

Keywords: misida, bream, peled, orfe, pikes, sander, river perches, ruffes.

Материал и методика

Собран материал на Новосибирском водохранилище (протяженность водоема 200 км) и в реке Оби: приплотинный участок нижнего бъефа и 100 км ниже по течению. Биоиндикация и дневной отлов мизиды производились экрано – подъемниками из 2мм капроновой дели площадью 1 м 2 и сачком из капроновой дели диаметром 30 см. В работе использованы выборки взятые в летний период с 1987 по 2010 гг. на водохранилище в районе пос. Ордынка (1000 экз.), Бердский залив (200 экз.), в реке Оби: приплотинный участок в нижнем бъефе у пос. Матвеевка (200 экз.) и с. Скала (500 экз.). Материалы фиксировали 4 %-ным раствором формальдегида.

Результаты и обсуждения

Физико – географическая характеристика абиотических факторов верхней Оби. Регион лежит в районе бореально – степного климата, который характеризуется холодной продолжительной зимой и жарким коротким летом. Среднемесячные температуры января по данным Гидрометеослужбы -19°С (г. Новосибирск), июля +19,1^{o}С (Новосибирск) и +19,3^{o}С. (г. Камень на Оби)

Температура воды по глубине однородна. Максимальный прогрев воды наступает в июле – августе. Дно реки песчано – илистое, редко каменистое.

Особенности систематики и экологии мизиды. Все мизиды, встречающиеся в пресных водах России, принадлежат к семейству Misydaceae, в котором 10 родов [Бирштейн, 1940]. Пресноводные неомизиды, которых в 20 веке широко расселили по вновь созданным водохранилищам СССР, обитают только на Дальнем Востоке. В Новосибирское водохранилище в 1971 – 1986 гг. было интродуцировано55127 тыс. экз. мизид или 50экз./га. У рачков стебельчатые глаза, карапакс, оставляющий не покрытыми 2-3 сегмента головогруди, но срощенный не более чем с тремя сегментами; крупные статоцисты в основании уроподов, заостренная на конце антеннальная чешуйка покрыта щетинками. Мизиды впервые обнаружены нами в 1987 году в нижнем бъефе приплотинного участка Новосибирской ГЭС.

Собранные мизиды оказались представителями рода Neomysis, от видов которого мизиды из Оби отличаются фенотипически [Бабуева, 1988]. Вариабельность фенотипических признаков и биологических показателей мизид, как отмечал А.В. Мартынов, зависит от экологических условий: температуры воды, солености и географического местоположения. Каждый вселенец проходит 5 фаз акклиматизации и натурализации в новых условиях: 1 – выживание переселенцев в новых для них условиях (акклиматизация вселенца); 2 – размножения особей в начале формировании популяции; 3 фаза «взрыва»; 4– обострение противоречий переселенца с биотической средой; 5 = натурализация [Карпевич, 1975]. Мизида Оби находится в фазе натурализации. Она держится в иловых отложениях (где питается) и образует огромные скопления в толще воды от литорали до русловой зоны. Совершает сезонные и суточные миграции. Она постоянный компонент биоценозов водоема, что поддерживает высокую продуктивность бентоса летом, в период вылета хирономид. По открытой воде на дне водохранилища биомасса вселенца достигает 10 – 22 г/м $^{2.}$. В толще воды на глубине 2-6 м, ее плотность достигает 3 - 5 кг/м^3 Летом возможна организации заготовки рачков с целью их использования в качестве высококалорийного продукта, богатого витаминами и минеральными солями для подкормки животных и рыб.[Бабуева, 2002]. В одном кг продукта содержится: кормовых единиц 1.2, сухое вещество 898 г, сырой протеин 626г, переваримый протеин 564 г, сырой жир – 95 г, хитин – 65 г, сырая зола – 94 г, кальций – 32.2 г, фосфор – 6.2 г, калий – 19.8 г, магний – 4.7г, медь – 2.5 г, кобальт – 0.08 г. Витамины мг: Е -64,-В$^{1\,-}$1.9, В^2 -3,3, В^5 – 59. Аминокислоты, г: лизин – 30.7, метионин – 9.5, цистин – 7.3, триптофан4.3, оксипролин 0.5.

Тело этих высших раков продолговатое, креветкообразное. Самцы имеют длину 10 -15 мм, ширину в грудном отделе 0,5 – 1,5 мм. Самки крупнее самцов с длиной тела 10 – 20 мм, ширина спинки 0,7 - 20 мм. Молодые самки имеют длину 7 – 10 мм. Цвет рачков светло – серый. В год вселения они могут дать два потомства. Мизида не вступает в пищевую конкуренцию с аборигенными видами беспозвоночных.

Вселение мизиды в систему верхней Оби обогатило кормовую базу рыб. Она присутствует в спектре питания леща, пеляди, сазана, язя, а также у хищных рыб – щуки, судака, окуня, ерша, налима. Мизида принадлежит к организмам нектона поэтому можно ожидать ее расселение вверх по течению и проникновению последней в реки Бия и Катунь. Акклиматизация мизиды в холодном Братском водохранилище (Исаев, Карпова, 1989) делает перспективным продвижение этого вида из верхней Оби в холодные, олиготрофные озера Горного Алтая, где выращивают пелядь и радужную форель. В горных озерах Тывы разведение пеляди

сдерживается бедной кормовой базой водоемов. При вселении мизиды в горные озера можно получить хозяйственный эффект и привлечь туристов рыболовов.

Исследование поддержано Программой фундаментальных научных исследований (ФНИ) государственных академий наук на 2013 – 2020 гг., проект № У1. 51.1. 9 (АААА – А16 – 116121410119 - 4)

Список литературы

1. Бабуева Р.В.Новый вид мизиды рода *Neomysis* L.(Malacastraca, Mysidacea) из верхней Оби/ Р.В. Бабуева // Таксономия животных Сибири. 1988.- Новосибирск «Наука» Сибирское отд.-ние. С.14-18.
2. Бабуева Р. В. Раки – акклиматизанты на юге ЗападнойСибири и возможности их использования в животноводстве / Р. В. Бабуева.// Научное обеспечение АПК Сибири, Монголии, Казахстана, Белоруссии и Башкортостана. 2002. – Новосибирск. С. 280-282.
3. Бирштейн Я.А. Высшие раки / Я.А. Бирштейн.// Жизнь пресных вод СССР. 1940. – М.-Л.. Изд-во АН СССР. – Вып.1. – С. 405-430.
4. ИсаевА.И., Карпова Е.И. Рыбное хозяйство водохранилищ / А.И. Исаев, Е.И. Карпова. – М.: ВО Агропроиздат,1989. – 255 с.
5. Карпевич А.Ф Теория и практика акклиматизации водных организмов/А.Ф. Карпевич. – М. Пищевая промышленность. 1975.– 432 с.
6. Мартынов А.В. К познанию реликтовых ракообразных в бассейне нижнего Дона, их этология и распространение/ А.В. Мартынов// Ежегодник Зоологического музея АН СССР.-1924.- Т25.-С.61-115.

УДК 581.526.325:502.51(282.256.138)

ВИДОВОЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА КАК ПОКАЗАТЕЛИ СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

О. П. Баженова, В. В. Михайлов

Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, Омск, Россия, olga52@bk.ru

Аннотация. По материалам исследований летнего фитопланктона Новосибирского водохранилища в 2016–2018 гг. установлены видовой состав, таксономическая структура, доминирующий комплекс. Идентифицировано 292 видовых и внутривидовых таксона (ВВТ), наибольшую долю составляли диатомовые (51,03%) и зеленые (26,37%) водоросли. За период исследований найдено 96 новых для водоема ВВТ. В доминирующий комплекс фитопланктона входит 21 вид, в том числе 11 видов цианобактерий. Высокая скорость сукцессии видового состава, возрастание объема доминирующего комплекса и преобладание в нем цианобактерий свидетельствуют об ускорении процесса антропогенного эвтрофирования Новосибирского водохранилища.

Ключевые слова: фитопланктон, видовой состав, таксономическая структура, новые виды, доминирующий комплекс, экологическое состояние, Новосибирское водохранилище.

SPECIES COMPOSITION AND STRUCTURE OF PHYTOPLANKTON AS INDICATORS MODERN ECOLOGICAL STATUS OF THE NOVOSIBIRSK WATER RESERVOIR

O. P. Bazhenova, V. V. Mikhailov

Summary. Based on the results of studies of summer phytoplankton in the Novosibirsk reservoir in 2016–2018, the species composition, taxonomic structure, and dominant complex were determined. The phytoplankton includes 292 species and intraspecific taxa (SIT), the largest share of which was diatoms (51,03%) and green (26,37%) algae. During the research period, 96 new SIT were found for the reservoir. The dominant phytoplankton complex includes 21 species, including 11 species of cyanobacteria. The high rate of succession of the species composition, the increase in the volume of the dominant complex and the predominance of cyanobacteria in it indicate an acceleration of the process of anthropogenic eutrophication of the Novosibirsk water reservoir.

Keywords: phytoplankton, species composition, taxonomic structure, new species, dominant complex, ecological status, Novosibirsk water reservoir.

Новосибирское водохранилище с 1987 г. является основным источником водоснабжения г. Новосибирска, качество его вод должно соответствовать санитарно-гигиеническим нормам. Для оценки качества воды широко используется метод биоиндикации, часто природным индикатором при этом выступает фитопланктон. Являясь первым звеном трофической цепи водных экосистем, фитопланктон быстро реагирует на происходящие в них изменения, что позволяет оценить экологическое состояние водного объекта в целом [1].

Фитопланктон Новосибирского водохранилища активно изучался с момента его создания [7], что позволяет провести анализ изменений видового состава и структуры фитопланктона в многолетнем аспекте.

Сообщение основано на материалах обработки 160 проб фитопланктона Новосибирского водохранилища, отобранных на 10 створах летом 2016–2018 г. Известно, что данные, полученные в летний сезон, наиболее репрезентативно отражают экологическое состояние водных объектов, поскольку в это время их ценозы развиты наиболее полно, а самоочищение протекает с наибольшей интенсивностью.

Таксономический список фитопланктона составлен с учетом современных представлений о систематике водорослей. Идентификацию диатомовых водорослей проводили по снимкам, полученным на СЭМ Hitachi S 3400N в ИВЭП СО РАН и на постоянных препаратах. Доминирующие виды выделяли по численности (не менее 10% общей). Оценку флористического сходства фитопланктона проводили по коэффициенту Чекановского–Сёренсена (Кч–с).

За время исследований в фитопланктоне Новосибирского водохранилища идентифицировано 292 ВВТ из 7 отделов, в том числе: Cyanobacteria –18, Miozoa (Dinophyceae) – 3, Ochrophyta – 16, Euglenophyta – 20, Bacillariophyta – 149, Chlorophyta – 77, Charophyta – 9. Наибольшую долю в видовом составе фитопланктона составляли диатомовые (51,03%) и зеленые (26,37%) водоросли, доля других колебалась в пределах 1–7%.

Первое место по видовому богатству в фитопланктоне занимают диатомовые водоросли. В формировании обилия фитопланктона ведущую роль играют центрические диатомеи (14 ВВТ), из них в доминирующий комплекс постоянно входят *Aulacoseira granulata* и *Stephanodiscus hantzschii* [4, 6, 7]. За время

наших исследований было найдено 54 новых для водоема ВВТ диатомей, что связано, прежде всего, с интенсивно идущей сукцессией.

Зеленые водоросли играют в фитопланктоне водохранилища заметную роль. Впервые в фитопланктоне найдено 22 ВВТ из отдела Chlorophyta. По всей акватории водохранилища в состав доминирующего комплекса входит *Mucidosphaerium pulchellum*, а в Бердском заливе – *Phacotus lenticularis*. Ранее эти виды доминировали в летнем фитопланктоне 1963–1964 гг. на отдельных створах [3, 4]. Впервые массовой вегетации в водохранилище достигли *Chlamydomonas sp*., *Chlorococcum sp., Ulothrix zonata*. Распространение в планктоне типичного эпифита *Ulothrix zonata* связано с перемешиванием поверхностных и глубинных вод за счет высокой проточности водохранилища и ветро-нагонными явлениями [6, 7].

Видовое богатство цианобактерий в фитопланктоне Новосибирского водохранилища невелико (18 ВВТ или 6,16% общего видового состава), но они играют заметную роль в формировании его обилия, занимая 3 место в целом по водохранилищу и первое – в Бердском заливе. В состав доминантов входят 11 видов цианобактерий. Во всех частях водохранилища в разные годы исследований в состав доминантов входят *Aphanizomenon flos-aquae, Dolichospermum flos-aquae, D. scheremetieviae, Microcystis aeruginosa, Anabaena sp*. Эти виды входили в доминирующий комплекс с начала существования водохранилища и по настоящее время, и только *M. aeruginosa* распространился на верхнюю часть водоема позднее. Впервые по всей акватории водохранилища отмечено массовое развитие *Anathece clathrata, Planktolyngbya limnetica, Woronichinia compacta, Snowella lacustris, Phormidium sp*. Впервые найденный в водохранилище *Aphanocapsa holsatica* входил в доминирующий комплекс всех частей.

Впервые в водохранилище отмечено массовое развитие *Spirogyra sp.* (отдел Charophyta), которая доминирует в верхней части в 2017 г., средней и нижней частях в 2016–2017 гг.

При сравнении наших данных с предыдущими исследованиями [3, 4, 7, 8] установлено возрастание видового богатства фитопланктона на 30 ВВТ. Впервые найдены 96 ВВТ, в том числе: Cyanobacteria – 1, Miozoa (Dinophyceae) – 1, Ochrophyta – 7, Euglenophyta – 5, Bacillariophyta – 54, Chlorophyta – 22, Charophyta – 6. Значительная доля (32,88%) новых для водохранилища ВВТ свидетельствует об интенсивно идущей сукцессии. При исследовании фитопланктона Волги [9] и Иртыша [1, 2] было установлено, что высокая скорость сукцессии видового состава наблюдается при ускорении процесса антропогенного эвтрофирования.

В исследованиях фитопланктона ведущее место по значимости занимает выделение и анализ комплекса доминирующих видов. В состав доминантов летнего фитопланктона в настоящее время входит 21 вид, в том числе цианобактерии (11 видов), диатомовые (4), зеленые (5) и харовые (1) водоросли. В конце XX века доминирующий комплекс фитопланктона слагали всего 11 видов [4, 5].

Доминирующий комплекс летнего фитопланктона различных частей водохранилища в 2016–2018 гг. имеет высокое флористическое сходство ($К_{ч-с}$=0,46–0,67) при продвижении от зоны выклинивания подпора к плотине, за исключением Бердского залива в 2017–2018 гг. В Бердском заливе комплекс отличается высоким постоянством состава, его формировали, в основном, цианобактерии, виды из других отделов входили в него только дважды –*Aulacoseira granulata* в 2016 г. и *Phacotus lenticularis* в 2017 г.

Высокое флористическое сходство доминирующего комплекса летнего фитопланктона свидетельствует о значительной однородности его состава по всей акватории водохранилища, исключая Бердский залив. В межгодовом аспекте

отмечено постоянство доминирующего комплекса в верхней части водоема и Бердском заливе, в других частях его состав подвержен изменениям. В многолетнем аспекте происходит распространение интенсивной вегетации доминирующих цианобактерий на верхнюю часть водохранилища. Этот процесс вызывается ускорением процесса эвтрофирования водохранилища, связанным с повышением уровня антропогенной нагрузки в бассейне р. Оби [11].

Интенсивно идущая сукцессия видового состава фитопланктона, возрастание количества доминирующих видов и преобладание в их составе цианобактерий по сравнению с концом XX века обусловлены ускорением процесса антропогенного эвтрофирования Новосибирского водохранилища. Прогнозы стабилизации темпов антропогенного эвтрофирования водохранилища, данные в конце XX века [5, 7] не оправдались. Возрастание антропогенной нагрузки в Обь-Иртышском бассейне [11] и изменения климата в регионе [10] привели в XXI веке к возрастанию трофического статуса и изменению качества воды во всех частях Новосибирского водохранилища.

Список литературы

1. Баженова О.П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока. Омск, 2005. 248 с.
2. Баженова О.П., Гульченко Я.И. Многолетняя сукцессия фитопланктона среднего течения реки Иртыш (Омск, Россия) // Альгология. – 2017. – № 1. – С. 84–98.
3. Водоросли Оби и ее поймы / М. С. Куксн [и др.] // Водоросли и грибы Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1972. – Ч. 2 (4). – С. 3–44.
4. Куксн М.С. Фитопланктон Новосибирского водохранилища и его формирование: автореф. дис. … канд. биол. наук. Новосибирск, 1965.– 24 с.
5. Куксн М.С., Чайковская Т.С. Межгодовые колебания видового состава и биомассы фитопланктона Новосибирского водохранилища // Комплексные исследования Новосибирского водохранилища. – М., 1985. – С. 76–84.
6. Михайлов В.В., Баженова О.П. Оценка качества вод Новосибирского водохранилища по показателям развития фитопланктона, обилие и особенности его распределения // Вестник Оренбургского гос. пед. унта. – 2019. – № 1 (29). – С. 11–21. http://www.vestospu.ru
7. Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища / В. М. Савкин [и др.]. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 393 с.
8. Науменко Ю.В. Водоросли фитопланктона реки Оби: препринт. –Новосибирск: [б. и.], 1995. – 55 с.
9. Охапкин А.Г. Структура и сукцессия фитопланктона при зарегулировании речного стока (на примере р. Волги и её притоков): автореф. дис. …докт. биол. наук. СПб., 1997.– 48 с.
10. Савкин В.М., Двуреченская С.Я., Кондакова О.В. Грани гидрологии при современном использовании стока Верхней Оби // Третьи Виноградовские чтения. Грани гидрологии: сб. докл. междунар. науч. конф. памяти Ю.Б. Виноградова, 28–30 марта 2018 г. СПб. – С. 781–786.
11. Современное состояние водных ресурсов и водохозяйственного комплекса Обь-Иртышского бассейна / А. В. Пузанов [и др.] // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: тр. III Всеросс. науч. конф. с междунар. участием: в 4 т. Барнаул, 2017. – Т. 1. С. 3–16.

УДК 574. 587 (925. 11)

ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ МАКРОЗООБЕНТОСА БАССЕЙНОВ ВЕРХНЕЙ ОБИ И ЮГА ОБЬ-ИРТЫШСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ

Д.М. Безматерных, О.Н. Вдовина, Л.В. Яныгина

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия, bezmater@iwep.ru

Аннотация. Дана оценка изученности макрозообентоса водных объектов бассейна Верхней Оби и области замкнутого стока Обь-Иртышского междуречья (юг Западной Сибири). Выделено 4 основных периода изучения сообществ донных макробеспозвоночных в зависимости от объема и целей проведенных работ. Исследования были в основном были направлены на определение таксономического состава, количественных показателей и условий формирования донных сообществ под влиянием природных и антропогенных факторов.

Ключевые слова: зообентос, изученность, юг Западной Сибири

HISTORY OF MACROZOOBENTHOS STUDIES IN THE UPPER OB AND SOUTHERN OB-IRTYSH INTERFLUVE BASINS

D.M. Bezmaternykh, O.N. Vdovina, L.V. Yanygina

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

Summary. The paper deals with assessing studies of macrozoobenthos from water bodies of the Upper Ob basin and the closed flow area of the Ob-Irtysh interfluve (south of West Siberia). Depending on the scope and goals of the work performed, we specify 4 main periods of studying benthic macroinvertebrates communities. The research are mainly aimed at determining the taxonomic composition, quantitative indicators and conditions for bottom communities formation influenced by natural and anthropogenic factors.

Key words: zoobenthos, study, south of West Siberia

Зообентос – сообщество животных, жизнь которых связана с границей рыхлого субстрата и воды, является важным структурным звеном водных экосистем. Макрозообентос (размер тела свыше 2 мм) является основой кормовой базы для большинства пресноводных промысловых видов рыб, а также удобным объектом для наблюдений за антропогенной сукцессией и процессами самоочищения водных экосистем.

В бассейне Верхней Оби (от истоков до устья Томи) и на юге Обь-Иртышского междуречья находятся десятки тысяч разнотипных водотоков и водоемов. Особенности формирования и функционирования их экосистем обусловлены значительным разнообразием природных условий и характером антропогенной деятельности на этой обширной территории, расположенной на Русском Алтае и Западно-Сибирской низменности.

Исследования таксономического разнообразия биоценозов текучих и стоячих вод юга Западной Сибири было начаты в еще в XVIII веке [6]. Но, несмотря на значительный период исследований, степень изученности их гидрофауны значительно отличается. Чаще всего подобные сведения для малых водных объектов вообще отсутствуют, по многим другим имеются лишь отрывочные рекогносцировочные данные, лучше изучена фауна донных

беспозвоночных Телецкого озера, оз. Чаны, Новосибирского водохранилища и р. Обь.

В соответствии с предложенной А.Н. Гундризером с соавт. [5] периодизацией, в истории гидробиологических исследований водоемов и водотоков Западной Сибири можно выделить три этапа: дореволюционный и два советских, разделяемых периодом Великой Отечественной войны. В дополнении к этой периодизации также можно выделить четвертый – постсоветский (современный) этап гидробиологических исследований [3]. Таким образом, в изучении зообентоса водных объектов юга Западной Сибири отмечено четыре периода: 1) до 1925 г.; 2) с 1925 по 1945 г.; 3) с 1946 по 1994 г.; 4) с 1995 г. по настоящее время. В первый период исследования в основном носили рекогносцировочный характер и касались, прежде всего, выявления видового состава обитателей водных экосистем. Второй период отличается от предыдущего хорошо организованными экспедициями групп ученых, к концу этого периода были накоплены общие сведения о гидрологии и биологии основных бассейнов рек и наиболее важных озер юга Западной Сибири, а также начато углубленное изучение экологии, биомассы и сезонной динамики донных беспозвоночных. Третий период ознаменован развитием рыбного хозяйства и строительством гидротехнических сооружений, значительная масса исследований касалась изучения реакции донных беспозвоночных на изменения среды обитания. На современном этапе (четвертый период) продолжены исследования крупных водных объектов, происходило существенное расширение спектра исследований, на передний план выходят исследования донных сообществ локальных территорий. Большое внимание уделяется определению экологического состояния окружающей среды по характеристикам донных беспозвоночных.

Наибольший вклад в изучение донных беспозвоночных данного региона внесли Зоологический институт АН СССР (теперь ЗИН РАН), Томский государственный университет, СибрыбНИИпроект (позднее Госрыбцентр, сейчас ВНИРО) и Институт водных и экологических проблем СО РАН. Среди исследователей, внесших большой вклад в изучение зообентоса необходимо отметить Н.С. Батурину, Л.А. Благовидову, А.М. Визера, Б.Г. Иоганзена, М.И. Ковешникова, С.Г. Лепнёву, Г.Н. Мисейко, А.Н. Петкевича, М.В. Селезневу, Л.Л. Сипко, П.Л. Пирожникова и многих других.

Несмотря на довольно длительный период и большой объем исследований, пока отсутствуют крупные обобщающие работы о составе, структуре и функционировании зообентоса водоемов и водотоков этого региона на юге Западной Сибири. Значительные размеры водосборных бассейнов, труднодоступность некоторых их участков обуславливают значительную неоднородность уровня гидробиологических исследований отдельных водных объектов. В настоящее время остается актуальным вопрос выявления закономерностей формирования донных беспозвоночных таких «нетронутых» водных объектов, отсутствие существенных изменений особо значимо для использования водоемов как фоновых. В то же время, ретроспективный анализ накопленных данных наиболее исследованных водоёмов позволяет выявить тенденции в развитии сообществ макробеспозвоночных и оценить изменения состояния окружающей среды.

В рамках исследования проанализировано более 200 источников литературы, среди них несколько крупных обобщений по макрозообентосу данного региона [1–3, 7–9].

Список литературы
1. Батурина Н.С. Сообщества донных беспозвоночных водотоков Северного Алтая и Западного Саяна: Дис. … к.б.н. Новосибирск, 2015. – 200 с.
2. Безматерных Д.М. Зообентос равнинных притоков Верхней Оби. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2008. – 186 с.
3. Безматерных Д.М., Вдовина О.Н. Зообентос озер юга Обь-Иртышского междуречья // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. – 2017. – № 106. – С. 1–180.
4. Безматерных Д.М., Вдовина О.Н. Изученность макрозообентоса озер юга Обь-Иртышского междуречья // Труды Карельского научного центра РАН. – 2018. – № 5. – С. 39–57. DOI: 10.17076/eco638
5. Гундризер А.Н., Иоганзен Б.Г., Кафанова В.В., Петлина А.П. Ихтиология и гидробиология в Западной Сибири. – Томск: ТГУ, 1982. – 318 с.
6. Иоганзен Б. Г. Советские исследования по ихтиологии и гидробиологии Сибири // Развитие биол. науки в Сибири за 50 лет. Новосибирск, 1968. – С. 133–164.
7. Ковешников М.И. Зообентос водных объектов бассейна реки Бия. Пространственное распределение, сезонная динамика, оценка качества воды. Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2014. 284 с.
8. Мисейко Г.Н. Зооценозы разнотипных водных объектов юга Западной Сибири. Барнаул: Аз Бука, 2003. – 204 с.
9. Яныгина Л.В. Зообентос бассейна Верхней и Средней Оби: воздействие природных и антропогенных факторов: Дис. ... д.б.н. //Владивосток, 2014. – 384 с.

УДК 574.583

ЗООПЛАНКТОН НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЗНЫЕ ПО ВОДНОСТИ ГОДЫ

Л.С. Визер, А.М. Визер, Ю.В. Цыганкова

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

Аннотация. В 2018 г гидрологический режим водохранилища характеризовался повышенным водообменном, в следующем году – пониженным. Видовой состав зоопланктона в эти годы аналогичен и мало чем отличался год от года. Количественные показатели зоопланктона в 2018 г. характеризовались невысокими показателями по всему водоему: средняя численность составляла 1496 экз./м^3, средняя биомасса - 46,071 мг/м^3. В год с пониженным водообменом средняя численность составляла 34614 экз./м^3, что в 26 раза выше, чем в предыдущий год, средняя биомасса достигала 241,833 мг/м^3, что в 5 раз выше, чем также в предыдущий год.

Ключевые слова. Зоопланктон, водохранилище, гидрологический режим.

ZOOPLANKTON OF NOVOSIBIRSK RESERVOIR IN DIFFERENT WATER YEARS

L.S. Vizer, A.M. Vizer, Y.V. Tsygankova

Summary. In 2018, the hydrological regime of the reservoir was characterized by increased water exchange, the next year - decreased. The species composition of zooplankton in these years was similar and differed little from year to year. The

quantitative indicators of zooplankton in 2018 were characterized by low indicators throughout the reservoir: the average number was 1496 ind./m^3, the average biomass was 46.071 mg / m^3. In a year with a reduced water exchange, the average number was 34614 ind./m^3, which is 26 times higher than in the previous year, the average biomass reached 241.833 mg / m^3, which is 5 times higher than in the previous year.

Keywords. Zooplankton, reservoir, hydrological regime.

Новосибирское водохранилище создано более 60 лет назад и является самым крупным искусственным водоемом Западной Сибири. По характеру водного режима, морфометрии и почвенно-климатическим особенностям относится к равнинно-русловым рекообразного типа водохранилищам. Сравнительно небольшой объем (8 км^3) и высокий водообмен (7,7) обусловливают в водохранилище значительную проточность. Несмотря на то, что все структурные и функциональные процессы в водохранилище сформированы, изменения в них продолжаются как во внутригодовой, так и в многолетней динамике [1, 4].

Состав зоопланктона во время и в первые годы после создания водохранилища отличался большим количеством видов: от 89 (1959 г.) до 67 (1963 г.) за вегетационный период и характеризовался высокими показателями биомассы – от 2,9 до 10,3 г/м^3. Через 20 лет, т.е. в 1970-1971 гг. биомасса зоопланктона уменьшилась более чем в 5 раз и составляла 0,5-1,3 г/м^3 [6, 7].

В целом за время существования водохранилища значительно сократился видовой состав зоопланктона от первоначального, средняя биомасса зоопланктона в летний период составила 1,935 г/м^3, изменяясь от 0,082 до 6,505 г/м^3 [2]. Исследователи отмечали, что для интенсивного развития зоопланктона Новосибирского водохранилища необходимо сочетание пониженной проточности с большой суммой тепла. Благодаря тому, что гидрологический режим водохранилища постоянно меняется в связи с энергетическими потребностями Новосибирской ГЭС, проточность в водоеме подвержена значительным колебаниям.

Для определения влияния этих факторов нами рассмотрено развитие зоопланктона в 2018 и 2019 гг.

В 2018 г гидрологический режим водохранилища характеризовался повышенным водообменом: сброс составлял 4092 м^3/с, приток - 4485 м^3/с. Эти показатели были самыми высокими за предыдущие три года. В 2019 г. гидрологический режим, напротив, отличался пониженным водообменном: сброс составлял 2987 м^3/с, приток - 3306 м^3/с, что 1,3 – 1,4 раза меньше, чем в предыдущие 5 лет. Среднемесячная температура воды в июле этого же года составила 19,0^{o}С и также была самой низкий за предыдущие 5 лет. Ранее температура воды в этот же время достигала от 20,4 (2018 г.) до 21,6^{o}С (2017 г.), т.е. была выше на 1,4 – 2,6^{o}С.

Видовой состав зоопланктона в 2018-2019 гг. аналогичен и мало чем отличался год от года. В 2018 г было обнаружено 19 видов, в следующем году - 22 вида из трех систематических групп.

Количественные же показатели зоопланктона в значительной степени отличались в зависимости от водности года. Численность зоопланктона в 2018 г., когда был повышенный водообмен, характеризовалась невысокими показателями по всему водоему: средняя составляла 1496 экз./м^3, максимум достигал 3724 экз./м^3 в нижней зоне водохранилища (таблица).

Таблица Численность и биомасса зоопланктона Новосибирского водохранилища в 2018- 2019 гг.

Группы организмов	верхняя зона	средняя зона	нижняя зона	среднее
2018 г.				
Коловратки	183 1,884	20 0,150	8 0,080	70 0,705
Ветвистоусые ракообразные	97 7,941	113 6,709	96 5,408	102 6,686
Веслоногие ракообразные	266 13,980	87 3,700	3620 98,361	1324 38,680
Итого	546 23,805	220 10,559	3724 103,849	1496 46,071
2019 г				
Коловратки	38256 61,833	373 29,667	65213 60,333	34614 50,611
Ветвистоусые ракообразные	450 78,833	887 25,667	393 42,333	576 48,944
Веслоногие ракообразные	1553 36,167	2866 94,333	7437 296,333	3952 142,278
Итого	40259 176,833	4126 149,667	73043 398,999	39142 241,833

Примечание. В числителе – численность зоопланктона, экз. /м^3, в знаменателе – биомасса, мг/м^3.

Основу средней численности зоопланктона для всего водоема составляли веслоногие ракообразные, их доля в общей численности достигала 88,5%. В верхней и нижней зонах основу численности составляли веслоногие ракообразные с долей в общей численности 48,7 и 97,3% соответственно. В средней зоне доминировала группа ветвистоусых ракообразных, которая составляла 51,4% от общей численности.

Биомасса зоопланктона также отличалась низкими показателями: средняя для всего водохранилища достигала 46,071 мг/м^3, максимальная - 103,849 мг/м^3 в нижней зоне водоема. Основная роль в формировании биомассы принадлежала веслоногим ракообразным и составила 84% от общей. Минимальная биомасса отмечена в средней зоне водохранилища – 10,559 мг/м^3 (см. табл.). Здесь основная роль, также как и в численности, принадлежала ветвистоусым ракообразным, их доля в общей биомассе составила 63,5%.

В следующем маловодном году численность зоопланктона характеризовалась более высокими показателями по всему водоему: средняя составляла 34614 экз./м^3, что в 26 раза выше, чем в предыдущий год. Максимум достигал 73043 экз./м^3 в нижней зоне водохранилища, минимум - 4126 экз./м ^{3} – в средней зоне (таблица 1). Основу средней численности зоопланктона составляли коловратки, их доля в общей численности достигала 88,4%. В верхней и нижней зонах в численности доминировали коловратки, составляя 85,1 и 89,3% соответственно, в средней зоне - веслоногие ракообразные: их удельный вес составлял 69,5% от общей.

Биомасса зоопланктона также отличалась достаточно высокими показателями: средняя для всего водохранилища достигала 241,833 мг/м^3, что в 5 раз выше, чем в предыдущий год. Доминировали веслоногие ракообразные. Их

доля в общей биомассе составила 58,8%. Максимальная биомасса отмечена в нижней зоне водохранилища, минимальная – в средней (398,999 и 149,667 мг/м^3 соответственно).

Русловая часть Новосибирского водохранилища в оба исследованных года относилась к малокормным, ультраолиготрофным водоемам самого низкого класса продуктивности [3, 5].

Несмотря на низкую температуру воды в водохранилище, зоопланктон в 2019 г. имел значительно более высокие количественные показатели, чем в 2018 г.: численности - в 26 раз, биомассы – в 5 раз. Существенно возросла роль коловраток по сравнению с рачковым планктоном. Вероятно, что снижение проточности явилось причиной повышения численности и биомассы зоопланктона. Возможно, что основная роль в количественной динамике зоопланктона играет снижение или повышение проточности водохранилища.

Список литературы

1. Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища // сб. ст. Новосибирск. 1976. – 170 с.
2. Визер Л.С., Прусевич Л.С., Визер А.М.. Дорогин М.А., Матвеева Е.П. Зоопланктон Новосибирского водохранилища в период экстремальной водности. / Вестник рыбохозяйственной науки. – Т. 3, № 2 (10). – 2016. – С. 92-99.
3. Китаев С. П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон. Тезисы докладов V съезда Всесоюзного гидробиологического общества. Ч. II. Куйбышев, 1986. – С. 254-255.
4. Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища // отв. ред. О.Ф. Васильев – Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2014. – 393 с.
5. Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И., Максимова Л.П., Саватеева Е.Б., Салазкин А.А. Краткая биолого-продуктивная характеристика водоемов Северо-Запада СССР. В сб. «Улучшение и увеличение кормовой базы для рыб во внутренних водоемах СССР», Т. 67; Ленинград. – 1968. – С. 205–228.
6. Померанцева Д.П. Распределение и динамика зоопланктона // Биологический режим и рыбохозяйственное использование Новосибирского водохранилища. Новосибирск. – 1976.– С. 65-76.
7. Померанцева Д.П. Продуктивность зоопланктона Новосибирского водохранилища // Биологические аспекты рационального использования и охраны водоемов Сибири: сб. ст: Томск. 2007. – С. 198-201.

УДК 574.5

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ РЕКИ СОПА ПЕРЕХОДНОЙ ЗОНЫ РАИФСКОГО КЛАСТЕРА БОЛЬШОГО ВОЛЖСКО-КАМСКОГО БИОСФЕРНОГО РЕЗЕРВАТА (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН) ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФИТОПЛАНКТОНА

Л.Р. Гумерова, О.В.Палагушкина, Н.М.Мингазова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия
qumerova-00@mail.ru, opalagushkina@mail.ru,nmingas@mail.ru

Аннотация. В работе приводятся особенности структуры фитопланктонных сообществ ранее не исследованных водных объектов реки Сопа переходной зоны Раифского кластера Большого Волжско-Камского биосферного резервата, оценка их состояния по показателям фитопланктона.

Ключевые слова: фитопланктон; Сопа, оценка экологического состояния, Волжско-Камский биосферный резерват.

ASSESSMENT OF THE STATE OF WATER BODIES OF SOPA RIVER IN THE TRANSITION ZONE OF THE RAFA CLUSTER OF THE BIG VOLGA-KAMSKY BIOSPHERE RESERVE (REPUBLIC OF TATARSTAN) BY PHYTOPLANKTON

L. R. Gumerova, O. V. Palagushkina, N.M. Mingazova

Summary.The paper presents the features of the structure of phytoplankton communities in water bodies of Sopa River in the transition zone of the Raifacluster of the Big Volga-Kamsky biosphere reserve, and assessment of their state by phytoplankton indicators.

Keywords: phytoplankton, Sopa, assessment of ecological state, Volga-Kamskybiosphere reserve.

В настоящее время в переходной зоне Раифского кластера Большого Волжско-Камского биосферного резервата планируется значительное наращивание антропогенной нагрузки в виде организации карьеров по добыче песка и массового индивидуального жилищного строительства. Существующая антропогенная нагрузка уже создаёт угрозу существованию природной уникальности Раифского участка Резервата. Любые планы по её дополнительному наращиванию должны быть исключены, как противоречащие требованиям статуса биосферного резервата ЮНЕСКО. В связи с этим, была проведена работа по анализу воздействия планируемой хозяйственной деятельности на компоненты окружающей среды Раифского кластера для научного обоснования необходимости защиты экосистем в переходной зоне Раифского участка Большого Волжско-Камского биосферного резервата ЮНЕСКО[10].

Одной из задач проведенного исследования стала оценка природной ценности переходной зоны резервата. Основным водотоком исследуемой территории является река Сопа с искусственно созданными на ней прудами (пруд на реке Сопа и Хуторская плотина). В связи с этим, основной целью представляемой работы является изучение фитопланктона и оценка состояния ранее не исследованных прудов реки Сопа по показателям фитопланктона.

Материалы и методы исследования.

Река Сопа – малая река вЗеленодольском районе Республики Татарстан (длиной 10,4 км), правый приток р. Сумки – главной реки Волжско-Камского биосферного резервата.Русло реки извилистое, имеются пруды у населённых пунктов в верховьях реки,половодье проходит бурно и за короткое время.Гидрологическая система р. Сопы на территории переходной зоны резервата представлена ключами и прудами. На территории водосбора реки имеются малые карстовые озера. Физико-химические исследования воды в пруду на реке Сопа определили ее как гидрокарбонатную кальциевой группы со средней минерализацией. В пруду Хуторская плотина (который был образован на выходах грунтовых вод) при аналогичном типе воды отмечалось очень низкое значение минерализации воды, что позволило классифицировать воду как «ультрапресную»[10]. Полевые исследования проводились сотрудниками кафедры Природообустройства и водопользования Казанского университета в сентябре 2019 г. Было отобрано две пробы фитопланктона с прудов реки Сопа. Отбор и дальнейшая обработка проб проводились по стандартной методике [2,8].

Определение видов фитопланктона велось по определителям [1,3,4,5,6,11,13]. Для оценки состояния исследуемых водных объектов рассчитывались индексысапробности итрофностиМиллиус[7,9].Класс чистоты воды, её разряд устанавливались согласно эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод на основании сведений по биомассе фитопланктона [12].

Результаты исследований

В видовом составеосеннего фитопланктона исследуемых прудов реки Сопы было определено 27 видов водорослей пяти отделов. Наибольшее число видов относилось к отделам зеленые и диатомовые – по 10 (по 37%), по 3 вида (по 11%)принадлежало отделам эвгленовые и золотистые, 1 вид- относился к отделу динофитовые.

Численность фитопланктона колебалась в пределах от 480,571 т.экз/л(пруд на р. Сопа) до 535т.кл/л (пруд Хуторская плотина) и формировалась в большей степени зелеными водорослями с доминантами –*Crucigeniatetrapedia* (Kirchn.) W. et G.S. West.,*Coenochloriskorshikovii* (Korsch.) Hind.,*Pediastrumduplex* f. *punctatum* (Krieg.) Parra.В пруду Хуторскаяплотина большой вклад в численность вносили золотистые водоросли с доминантом *Dinobryonser tularia* Ehrb. Биомасса фитопланктона менялась от 0,8мг/л (пруд на р.Сопа) до 1,446 мг/л (оз. Хуторская плотина).

Биомасса фитопланктона в прудах формировалась, в основном, за счет эвгленовых водорослей, с доминантом *Trachelomonas volvocina* Ehrb.

Трофический статус прудов по показателям фитопланктона оценивался как мезотрофный. Индекс сапробности двух водных объектов находился в пределах β-мезосапробной зоны, но был выше для пруда Хуторская плотина(табл.1).

Таблица 1 Оценка состояния водных объектов р.Сопа по показателям фитопланктона

Показатель	Пруд на р.Сопа	Пруд Хуторская плотина
Индекс трофности	41,41	48,59
Тип водоема	мезотрофный	мезотрофный
Класс качества воды	чистая	удовлетворительной чистоты
Разряд качества воды	вполне чистая	достаточно чистая
Индекс сапробности	1,69	1,81
Зона сапробности	β-мезосапробная	
Класс качества воды по индексу сапробности	слабо загрязненные	

По эколого-санитарной классификации поверхностных вод суши качество воды в пруду на реке Сопа было несколько выше, чем у пруда Хуторская плотина. Проведенные исследования показали, что современное состояние водных объектов реки Сопа обладает хорошим качеством воды и нуждается в его дальнейшем поддержании. Это будет возможно только при отсутствии планируемой антропогенной нагрузки в виде организации карьеров по добыче песка и массового индивидуального жилищного строительства в переходной зоне Раифского участка Большого Волжско-Камского биосферного резервата ЮНЕСКО.

Список литературы

1. Голлербах М.М., Полянский В.И. Пресноводные водоросли и их изучение//. Определитель пресноводных водорослей СССР. – 1951. – Вып. 1. – 198 с.

2. Гусева К.А. К методике учета фитопланктона.Труды Института биологии водохранилищ. – 1959. Вып. 2 (5).

3. Дедусенко-Щеголева Н. Т., Матвиенко А. М., Шкорбатов А. А. 1959. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 8. Зеленые водоросли. Класс Вольвоксовые (Chlorophyta:Volvocineae). – М. - Л. Изд-во АН СССР. – 230с.

4. Забелина М. М., Киселев И. А., Прошкина-Лавренко А. И., Шешукова В. С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. – М. Советская наука, 1951. – 619 с.

5. Киселев И. А. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 6. Пирофитовые водоросли. – М.: Советская наука, 1954. – 212 с.

6. Матвиенко А. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 3. Золотистые водоросли. – М. 1954. – 188 с.

7.Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод/ Под ред. Г.Г. Винберга. - Л., 1974. - 60 с.

8. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М. Наука. 1975. 240 с.

9. Милиус А.Ю.Кываск В.О. О количественных показателях фитопланктона как индикаторах трофности, Изучение и освоение водоемов Прибалтики и Белоруссии. - Рига, 1979. – С.132 –134.

10.Отчет о научно-исследовательской работе«Изучение воздействия планируемой хозяйственной деятельности на гидрологическую систему и другие компоненты окружающей среды Раифского кластера Большого Волжско-Камского резервата», Казань, 2020, 121 с.

11. Попова Т. Г. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 7. Эвгленовые водоросли. – М., 1955. –281 с.

12. Романенко В.Д., Оксиюк О.А., Жукинский В.Н. и др. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. – Киев, 1990. – 256 с.

13.Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – Киев, 1990. – 208 с.

УДК 597.5

ВЛИЯНИЕ РЫБОВОДНЫХ РАБОТ НА СОСТОЯНИЕ ПОПУЛЯЦИИ САЗАНА *CYPRINUS CARPIO* В ОЗ. САРТЛАН

Е.В. Егоров, И.В. Поздняк, А. А. Ростовцев, Д.Л. Сукнев

Новосибирский филиал «Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии» («ЗапСибНИРО»), г. Новосибирск, 630091

Аннотация. Проведен анализ соотношения популяции сазана от естественного нереста и от зарыбления заводской молодью оз. Сартлан за 2 года. Представлены результаты ихтиологических съемок за 2018-2019 гг. Проведен расчет численности сазана от естественного нереста и от зарыбления. В соответствии с методикой был определен промысловый запас сазана. В 2018 г. в оз. Сартлан он составил 3226,8 т, в т.ч. промысловый запас, сформированный за счет выпуска рыбоводной молоди, –

2169,1 т, что составляет 67,2 % от общего вылова. В 2019 г. общий промысловый запас сазана – 3158,4 т, в т. ч. рыбоводной продукции – 2164,7 т (68,5 %).

Ключевые слова: озеро Сартлан, сазан, промысловый запас, промысловый возврат, молодь.

INFLUENCE OF FISHING WORKS ON THE STATE OF THE CYPRINUS CARPIO POPULATION IN OZ. SARTLAN

E.V. Egorov, I.V. Pozdnyak, A.A. Rostovtsev, D.L. Suknev

All-Russian research Institute of fisheries and Oceanography Novosibirsk branch of FGBNU "VNIRO"("ZapSibniro"), Novosibirsk, Russia, sibribniiproekt@mail.ru

Summary. The analysis of the ratio of the carp population from natural spawning and stocking of lake. Sartlan in 2 years. The results of ichthyological surveys for 2018-2019 are presented. The calculation of the number of carp from natural spawning and from stocking is carried out. In accordance with the methodology, the commercial stock of fish-breeding carp was determined in 2018 in Lake Sartlan amounted to 3226.8 t, incl. The commercial stock, formed by the release of fish fry, is 2169.1 t (or 67.2% of the total catch). In 2019, the total commercial stock of carp is 3158.4 t, including fish products - 2164.7 t (68.5%).

Keywords: Lake Sartlan, carp, commercial stock, commercial return, juveniles.

Оз. Сартлан – один из крупнейших водоемов Западной Сибири. Площадь его при длине 24, и средней ширине 16,2 км составляет 23 тыс. га. Это третье по величине незаморное озеро среди водоемов Чано – Барабинской системы. [4]

Среднемноголетний улов за последние 10 лет в оз. Сартлан составляет 1072,2 т. Видовой состав уловов представлен карасем, окунем, язем, плотвой, сазаном, ельцом, щукой и пелядью [3,10].

Сазан в оз. Сартлан является акклиматизантом. Результаты интродукции сазана в оз. Сартлан показали, что в силу стенобионтности этого вида сохранение промыслового запаса на достаточном уровне при условии интенсивного промысла возможно только за счет зарыбления жизнестойкой молодью [1,5,6,].

Необходимо отметить, что выпуск молоди сазана к началу нового тысячелетия по сравнению с периодом 1970-80-х годов снизился в несколько раз. Сокращение объемов зарыбления озера молодью сазана привело к снижению промысловых запасов и уловов этого вида. Однако в последние годы отмечено значительное увеличение объемов зарыбления.

Определение объемов производства рыбоводного сазана в оз. Сартлан производилось на основании данных по промысловому запасу, объемах зарыбления водоема и эффективности естественного воспроизводства этого вида.

Для оценки запасов рыб и определения численности молоди на оз. Сартлан в настоящее время применяется метод прямого учета численности. Прямой учет выполняется с использованием близнецового трала с горизонтальным раскрытием – 8 м.[7, 9]

Прямой учет численности молоди рыб на оз. Сартлан проводится ежегодно в летне-осенний период (август - октябрь).

Рассчитанная численность в соответствии с данными биологического анализа и массовых промеров разбивается на возрастные группы. Исходные данные для распределения учтенной численности рыб по возрастным группам взяты из таблиц размерно-возрастных характеристик промыслового стада. Для определения

промыслового запаса в весовом выражении средняя масса каждой возрастной группы рыб умножается на ее численность. Годовой промысловый запас сазана получается путем суммирования промзапаса по возрастным группам.

Оценка промыслового запаса сазана в оз. Сартлан, полученного за счет зарыбления водоема производилась по следующей схеме:

Доля промыслового запаса сазана, полученного за счет зарыбления, по каждой возрастной группе определялась путем расчета соотношения особей от естественного нереста и от зарыбления.

Промысловый запас сазана, полученный за счет зарыбления водоема, определялся путем сложения промзапаса по возрастным группам.

Анализ возрастной структуры сазана из траловых уловов в 2018-2019 г.г. показал, что основу уловов составляли особи 2+- 6+ лет [2].

Общий промысловый запас сазана в 2018 г. по результатам прямого количественного учёта составил 2,773 млн экз. или 3226,8 т, в 2019 г. соответственно 2,298 млн. экз. и 3158,4 т.

В связи с отсутствием данных по численности сеголетков от естественного нереста на оз. Сартлан за последние 10 лет, этот показатель определен по водоему-аналогу. В качестве водоема-аналога, учитывая сходные параметры (глубины, химический состав воды, кормовой потенциал, видовой состав ихтиофауны и др.) принято оз. Чаны.

В таблице 1 приведены расчетные данные по численности сеголетков сазана от естественного нереста, рассчитанные по водоему-аналогу, и объемы зарыбления оз. Сартлан рыбопосадочным материалом сазана за этот период (данные предоставлены Министерством природных ресурсов и экологии Новосибирской области).

В соответствии с нормативами [8], выживаемость годовиков от сеголетков в приспособленных водоемах составляет 60 %, двухлетков от годовиков – 60 %, двухгодовиков – 90 %.

Согласно этим показателям, производится расчет количества сеголетков, соответствующего указанному объему выпуска старшевозрастных групп. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Учитывая сопоставимые показатели средней массы сеголетков от естественного нереста и рыбопосадочного материала, а также тот факт, что выращивание сеголетков в прудах рыбопитомника осуществляется на естественных кормах (искусственные корма не вносятся или используются крайне ограничено), сравнительную выживаемость этих групп молоди принимаем равной 1 : 1.

Таблица 1 Расчетная численность сеголетков сазана от естественного нереста и рыбоводных сеголетков (2010-2018 г.г.)

Сеголетки от естественного нереста			Рыбопосадочный материал	
Год рождения	Количество, тыс. экз.	Средняя масса, г	Сеголетки, тыс. экз.	Средняя масса, г
2010	802,7	17,1	2609,0	20,4
2011	853,3	12,6	463,7	21,0
2012	713,0	15,6	3325,0	25,0
2013	407,0	16,1	3000,0	25,0
2014	626,0	18,6	4687,9	25,0
2015	734,0	17,4	1420,0	25,0
2016	971,0	19,2	813,0	25,0
2017	1,709	19,8	1066,7	25,0
2018	1,964	21,3	0	25,0

Это позволяет рассчитать соотношение рыбы от естественного нереста и от зарыбления в каждой возрастной группе промыслового стада и промысловый запас сазана, полученный в результате рыбоводных работ. Результаты расчетов представлены в таблицах 2, 3.

Таблица 2 Промысловый запас рыбоводного сазана в оз. Сартлан в 2018 г.

Показатели	Возраст							Всего
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	
Промзапас, т	304,8	611,4	377,5	406,0	412,3	563,6	551,0	3226,8
% рыбоводной продукции	45,6	65,9	82,2	88,1	82,3	35,2	76,5	
Рыбоводная продукция, т	139,0	402,9	310,3	357,7	339,3	198,4	421,5	2169,1

Таблица 3 Промысловый запас рыбоводного сазана в оз. Сартлан в 2019 г.

Показатели	Возраст							Всего
	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	
Промзапас, т	293,5	375,11	511,6	516,71	473,46	751,91	236,08	3158,4
% рыбоводной продукции	38,4	45,6	65,9	82,2	88,1	82,3	35,2	
Рыбоводная продукция, т	112,7	171,1	337,1	424,7	417,1	618,8	83,1	2164,7

Общий промысловый запас сазана в 2018 г. в оз. Сартлан составил 3226,8 т, в т.ч. промысловый запас, сформированный за счет выпуска рыбоводной молоди – 2169,1 т (или 67,2 % от общего вылова). Общий вылов сазана в 2018 г. в оз. Сартлан – 1087,5 т. Принимая во внимание, что доля рыбоводного сазана в этот год составила 67,2 %, получаем промысловый возврат рыбоводного сазана – 730,8 т. В 2019 г. общий промысловый запас сазана – 3158,4 т, в т. ч. рыбоводной продукции – 2164,7 т (68,5 % от общего вылова). Вылов сазана в 2019 г. – 746,5 т, таким образом, промысловый возврат рыбоводного сазана составил – 511,3 т.

В заключение следует отметить, что популяция сазана в оз. Сартлан формируется в большей мере за счет рыбоводных работ. В связи с этим, для поддержания промысла сазана на высоком уровне необходимо ежегодно проводить мероприятия по зарыблению оз. Сартлан жизнестойкой молодью сазана.

Список литературы

1. Мухачев И. С. Озерное рыбоводство. – М.: Агропромиздат. 1989. – 161 с.
2. Никольский Г. В. Частная ихтиология. – М.: Высшая школа, 1971. – 472 с.
3. Попов П. А. Рыбы Сибири: распространение, экология, вылов: Моногр.// Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2007. – 526 с.
4. Районы и города Новосибирской области. Новосибирск: Новосибирское книжное изд-во. 1996. – 520 с.
5. Ростовцев А. А. Выращивание товарной рыбы в Западной Сибири. Новосибирск. СО ВАСХНИЛ. 1986. – 56 с.
6. Ростовцев А. А., Егоров Е. В., Зайцев В. Ф. Методические рекомендации по зарыблению озер, выращиванию и вылову товарной рыбы в озерах. – Новосибирск, 2011. – 64 с.
7. Редаков Д. В., Протасов В. Р. Скорости движения и некоторые особенности зрения рыб. – М.: Наука, 1964. – 42 с.

8. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. Т. 1. – М.: Агропромиздат, 1986. – 264 с.
9. Сечин Ю. Т., Карагойшиев К. Методы определения коэффициента уловистости донного трала.// Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, вып. 198. – С. 162-188.
10. Экология рыб Обь-Иртышского бассейна / Под ред. Д.С. Павлова, А.Д. Мочек. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 596 с.

УДК 574.622

BYTHOTREPHES LONGIMANUS LEYDIG, 1860 В НОВОСИБИРСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ

Н.И. Ермолаева[1], Г.В. Феттер[1,2], Е.А. Интересова[3,4]

[1]Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, Россия, hope@iwep.nsc.ru; [2]Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия, gleb_fetter@mail.ru; [3]Новосибирский филиал «Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии», Новосибирск, Россия; [4]Томский государственный университет, Томск, Россия; interesovaea@yandex.ru

Аннотация. С 2012 года в зоопланктоне Новосибирского водохранилища наблюдается практически ежегодное активное развитие облигатного хищника *Bythotrephes longimanus*, что приводит к заметному сокращению разнообразия и количественных показателей мирных планктонных ракообразных и может значительно повлиять на рацион планктоноядных рыб.

Ключевые слова: Новосибирское водохранилище, зоопланктон, *Bythotrephes longimanus.*

BYTHOTREPHES LONGIMANUS LEYDIG, 1860 IN NOVOSIBIRSK RESERVOIR

N.I. Yermolaeva, G.V. Fetter, E.A. Interesova

[1]Institute of water and environmental problems SB RAS, Barnaul, Russia, hope@iwep.nsc.ru: [2]Novosibirsk national research state University, Novosibirsk, Russia, gleb_fetter@mail.ru; [3] Novosibirsk branch of the all-Russian research Institute of fisheries and Oceanography, Novosibirsk, Russia; [4]Tomsky state University, Tomsk, Russia; interesovaea@yandex.ru

Summary. Since 2012, in the zooplankton of the Novosibirsk reservoir active development of the *Bythotrephes longimanus* has been observed every year. The main ecological impact of *B. longimanus* is its direct influence on the abundance and make-up of the zooplankton community through the consumptive effects of predation. Reduced abundance and diversity of zooplankton caused by *B. longimanus* may affect the health of fish that eat zooplankton.

Keywords: Novosibirsk reservoir, zooplankton, *Bythotrephes longimanus*.

Bythotrephes longimanus Leydig, 1860 – крупный представитель планктонных ракообразных хищников. Его ареал охватывает большие районы северной и центральной Европы и Азии. Является обычным представителем зоопланктонного сообщества в ряде озер юга Западной Сибири. Однако в составе зоопланктона Новосибирского водохранилища зафиксирован впервые в 2012 году [1]. Причем наблюдалось его массовое развитие. В июле 2012 г. численность этого облигатного

хищного рачка на створе Ленинское-Сосновка составила 10400 экз./м^3. А совокупная биомасса зоопланктона в августе достигла 98 г/м^3, тогда как в годы средней водности она даже на мелководных участках редко превышала показатели 6–7 г/м^3. Такая картина была характерна для ряда канадских водоемов после инвазии *Bythotrephes longimanus* [6,7]. В последующие годы *Bythotrephes* стал постоянным компонентом зоопланктона Новосибирского водохранилища. В августе 2020 года его численность на приплотинном участке водохранилища составила 80–90 экз./м^3, а в Бердском заливе – до 400 экз./м^3.

Во избежание разночтений в видовом определении отметим, что к настоящему моменту нет единого мнения по вопросу самостоятельности видов *Bythotrephes longimanus* Leydig, 1860 и *Bythotrephes cederstroemii* Schoedler, 1877. Для Новосибирского водохранилища характерна форма *B. cederstroemii*, но, поскольку в мировой практике данное название считается не валидным, мы будем считать данную форму только вариететом *B. longimanus*.

B. longimanus активно развивается в озерной части водохранилища, главным образом на мелководных участках левобережья от Ирменского плеса и ниже по течению вплоть до плотины ГЭС. Также характерен для устьевой зоны Бердского залива. Этот рачок избегает участков с выраженным течением [2].

B. longimanus является плотоядным членом сообщества зоопланктеров, питаясь в первую очередь более мелкими Cladocera, такими как *Daphnia* и *Bosmina*. Массовое развитие *B. longimanus* приводит к заметному сокращению разнообразия и количественных показателей мирных планктонных ракообразных с длительными последствиями. *B. longimanus* по усредненным расчетам потребляет до 40 особей более мелких планктеров за сутки [4, 5]. В результате в планктоне начинают преобладать мелкие Rotifera и взрослые особи крупных Copepoda, способные активно избегать хищника. Происходит глубокая структурная перестройка зоопланктонного сообщества.

В настоящее время *B. longimanus* отмечается в составе зоопланктона не ранее середины июля. Возможно, что это связано с фактом стабилизации течения (как правило, к середине июля заканчивается вторая волна паводка и достигается нормальный подпорный уровень Новосибирского водохранилища) и с достижением максимума годовых температур. Для активного развития партеногенетических самок *Bythotrephes* необходима температура не ниже 13ºС [8]. Таким образом, существует некоторый временной интервал между сроками нагула молоди рыб, населяющих Новосибирское водохранилище, и сроками роста численности *B. longimanus*, который может составить серьезную пищевую конкуренцию планктоноядным формам рыб.

На фоне активного развития инвазивного вида моллюска *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758), вытесняющего аборигенные формы зообентоса [3], развитие *B. longimanus* может создать серьезные проблемы для рыбного хозяйства Новосибирского водохранилища. Основные проблемы – снижение доступных кормовых объектов и травмирование ЖКТ рыб длинным хвостовым шипом *B. longimanus*.

Однако есть ряд видов рыб, способных активно и без вреда для здоровья потреблять *B. longimanus* [4]. В водохранилище это плотва *Rutilus rutilus*, уклейка *Alburnus alburnus*, окунь *Perca fluviatilis*, судак *Stizostedion (Sander) lucioperca*. Интересно, что в списке видов, указанных, как активно истребляющие *B. longimanus* в европейских, американских и канадских водоемах, много сиговых (род *Coregonus*). Вполне возможно, что сибирские виды, например, пелядь *C. peled*, муксун *C. muksun*, также могут поедать *B. longimanus*. В связи с чем, возможно,

стоит рекомендовать расширить объемы выпускаемой пеляди в Новосибирское водохранилище в ходе работ по компенсации ущерба, в том числе для борьбы с *B. longimanus*.

Список литературы

1. Ермолаева Н.И. Зоопланктон // Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища. // Савкин В.М., Двуреченская С.Я., Ермолаева Н.И. и др. Новосибирск: ИВЭП СО РАН, 2014.– С. 167–196.
2. Ривьер И.К., Дзюбан Н.А. Зоопланктон // Волга и её жизнь. – Л.: Наука, 1978. С. 153–179.
3. Яныгина Л.В. Роль *Viviparus viviparus* (L.) (Gastropoda, Viviparidae) в формировании сообществ макрозообентоса Новосибирского водохранилища // Российский Журнал Биологических Инвазий. – 2011. –№ 4. –С. 98–107.
4. Grigorovich I. A., Pashkova O.V., Gromova Yu.F., van Overdijk C.D.A. *Bythotrephes longimanus* in the Commonwealth of Independent States: variability, distribution and ecology // Hydrobiologia 379: 183–198, - 1998.
5. Mines C.H., Ghadouani A., Legendre P., Yan N.D., Ivey G.N. Examining shifts in zooplankton community variability following biological invasion // Limnology and Oceanography. –2013. –58(1), – P. 399–408.
6. Strecker, A. L., Arnott S. E. Impact of *Bythotrephes* invasion on zooplankton communities in acid-damaged and recovered lakes on the Boreal Shield // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2005. – Vol. 62. – P. 2450–2462.
7. Young J. D., Strecker A. L., Yan N. D. Increased abundance of the non-indigenous zooplanktivore, *Bythotrephes longimanus*, is strongly correlated with greater spring prey availability in Canadian Shield lakes // Biological Invasions. – 2011. – Vol. 13. –P. 2605–2619.
8. Yurista P.M. Embryonic and Postembryonic Development in *Bythotrephes cederstroemii* // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 1992. – V. 49. – N. 6. – P. 92–124.

УДК 574.625

СОВРЕМЕННАЯ СТРУКТУРА И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРОМЫСЛА ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МАЛЫХ ОЗЕР КУРГАНСКОЙ ОБЛАСТИ

О.В. Козлов[1], А.В. Коев[2], С.В. Аршевский[1]

[1] ФГБОУ ВО «Курганский государственный университет», Курган, Россия, hydrobiology@list.ru; [2] Отдел государственного контроля, надзора, охраны водных биологических ресурсов и среды их обитания по Курганской области, Курган, Россия, goscontrol45@noturfish.ru

Аннотация: Проведена оценка промысловой структуры и количества биологических ресурсов позвоночных и беспозвоночных для малых лимноэкосистем в лесостепной зоне юго-запада Западной Сибири. Отмечено преобладание рыбоводства, основанного на максимальном использовании природных абиотических и биотических (кормовых) ресурсов экосистем, преимущественно с ежегодным приростом рыб.

Ключевые слова: водные биологические ресурсы, рыболовство, среда обитания водных позвоночных и беспозвоночных животных.

THE MODERN STRUCTURE AND DEVELOPMENT TRENDS OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES FISHING IN SMALL LAKES OF THE KURGAN REGION

O.V. Kozlov , A.V. Koev , S.V. Arshevsky

Summary: The fishing structure and amount of vertebrate and invertebrate biological resources are estimated for small limnoecosystems in the forest-steppe zone of the Western Siberia south-west part. The predominance of fish farming based on the maximum use of the natural abiotic and biotic (feeding) resources of the ecosystems, mainly with annual growth of fishes, is noted.

Keywords: aquatic biological resources, fishing, habitat of aquatic vertebrates and invertebrates animals

Диапазон направлений использования озерных экосистем различной типологии и генезиса в современных экономических условиях расширяется. Наряду с традиционными объектами рыболовства и рыбоводства успешно развивается промысел беспозвоночных в малых озерах региона.

Материал и методы

В исследовании использованы как материалы собственных полевых исследований за 2018-2019 годы, так и данные, полученные Отделом государственного контроля, надзора, охраны водных биоресурсов и среды их обитания в Курганской области Нижнеобского территориального управления Федерального агентства по рыболовству за тот же период. При изучении региональных озерных систем использовались стандартные гидробиологические методы исследования планктона, нектона и бентоса озер. Геоморфологические данные получены с использованием технологий ГИС и спутниковых снимков региона в открытом доступе.

Результаты

Озера лесостепной зоны Западной Сибири составляют озерную основу сразу пяти административных единиц Российской Федерации - Курганской, Тюменской, Омской, Новосибирской областей и Алтайского края. На территории Курганской области преобладают небольшие бессточные озера небольшой площади (1,0-1,5 км^2) и глубины (до 3-4 м) с пологими берегами, которые зарастают полупогруженными макрофитами (*Phragmites australis*). Большинство водоемов являются мезотрофными со средними биомассой фитопланктона, зоопланктона, зообентоса и концентрациями биогенных веществ (соединений азота и фосфора) или эвтрофными (с высокими показателями тех же характеристик). Коэффициент озерности Курганской области (по водопокрытой площади) по последним данным составляет 3,8% территории.

Концентрация растворенного в воде кислорода в малых озерах региона зимой снижается до минимума (0,2-0,5 мг/л) за счет увеличения толщины льда до 0,6-1,7 м и снижения уровня биологических процессов при отсутствии газообмена на границе раздела водной и воздушной сред. При этом явления гибели рыбы происходят не только зимой (из-за преобладания процессов нитрификации), но и летом из-за термического перегрева и снижения концентрации растворенного кислорода в воде.

Количество озерных экосистем оценивается в регионе по-разному и зависит от минимальной площади озера. Водные объекты в административных границах исследуемой территории по данным Департамента природных ресурсов и охраны

окружающей среды Курганской области [1] представлены 2893 озерами общей площадью 2750 км^2, 28 водохранилищами площадью 26 км^2 и 95 реками протяженностью 3900 км. По уточненным данным Института озероведения РАН за период 2010-2013 гг. количество озер разного генезиса, площадь водного зеркала каждого из которых составляет более 0,001 км^2 (минимальная площадь, которая расшифровывается на большинстве снимков региона), на территории Курганской области достигает 7102 водоема [2]. Значительная часть озер региона характеризуется как временные озера или озера с нестабильным водным режимом. Общая площадь озер на территории области составляет 2744 км^2. В зависимости от климатических условий конкретного года общая площадь озер может значительно варьировать. Естественных озер площадью более 0,01 км^2 в регионе более 4000, в том числе 1980 озер площадью более 0,2 км^2. Более 2900 малых озер имеют площадь от 0,001 до 0,01 км^2. Общие ресурсы лимнических вод составляют около 5,97 км^3. Однако это значение также можно рассматривать только как приблизительное, так как для региона характерно значительное изменение запасов поверхностных вод как по сезонам, так и по годам. На исследуемой территории на долю слабоминерализованных озер приходится 63% (минерализация до 1,0‰), 19% составляют солоноватые озера (1,0-10,0 ‰), 12% - соленые озера (10,0-30 ‰) и 6% - горько-соленые озера (более 30,0 ‰). Из всех озер 47% (по площади) расположены в междуречье Тобол-Исеть к западу от реки Тобол и 53% - к востоку от реки Тобол в Тоболо-Ишимском междуречье.

В рыбохозяйственный фонд области входят 1473 озера общей площадью 1386 км^2. Только 36% этих озер использовались в 2019 году для промышленного (355 рыболовных участков) и любительского рыболовства (16 озер) и рыбоводства (158 рыбоводных участков).

В 2019 году в Курганской области выловлено 3857,5 тонн водных биоресурсов, при этом 99,3% от общего объема продукции приходится на озерное природопользование. Вылов рыбы увеличился в 1,3 раза по сравнению с 2018 годом. В 2019 году было выловлено 2087 тонн рыбы как аборигенных, так и интродуцированных видов рыб, что составило всего 45% от рекомендованной региональной квоты в год. Основная часть приходится на такой аборигенный вид, как карась (*Carassius gibelio*, 895,5 т/год) и интродуцированный вид пелядь (*Coregonus peled*, 1999,4 т/год). Прирост товарной продукции *C.peled* составил 47,4% от рекомендованной квоты по площади рыбоводства в 2019 году или 1300 тонн в год, тогда как на сиговые гибриды пришлось всего 4,4%. Это объясняется экспериментами по выпуску рыбы в озера для выявления продуктивных и перспективных гибридов, которые пока не могут конкурировать с *C.peled* в озерах лесостепной зоны Западной Сибири. Вылов аборигенных видов рыб за тот же период составляет всего 26,7% от рекомендованной годовой квоты на вылов рыбы. В структуре регионального рыболовства в последние годы произошел сдвиг в сторону преобладания коммерческого рыбоводства, основанного на по возможности максимальном использовании естественных абиотических и биотических (кормовых) ресурсов экосистем озер. В 2019 году в озера Курганской области было выпущено 213 миллионов личинок сиговых и карповых рыб, в том числе 96 миллионов личинок по программе искусственного воспроизводства.

Перспективными для развития рыбной отрасли инвестиционными проектами в регионе являются рыбоперерабатывающий комплекс на западе (Щучский район) и рыбоперерабатывающий завод на востоке (Макушинский район) области. На сегодняшний день в рыбохозяйственной сфере Курганской области работает 125

организаций различных организационных форм собственности, из них 79 - индивидуальные предприниматели.

Область является поставщиком водных биологических ресурсов беспозвоночных лимнобионтов. Основными являются два вида - *Gammarus lacustris* (*Amphipoda*) и *Artemia parthenogenetica* (*Branchiopoda*). Первый - это биологический ресурс на стадии зрелости имаго, второй - на стадии диапаузирующих яиц (цист).

Количество озер Западной Сибири с преобладанием гаммарид составляет более 260 озер. Их общая площадь составляет около 400 км^2. Лишь половина этих озер задействована в рыболовстве. Они довольно существенно различаются по относительной биомассе популяций *G.lacustris* (в весенний период от 2,0 г/м^2 до 264,0 г/м^2; в среднем 40,6 г/м^2). Вылов гаммарид в озерах Курганской области 2019 г. достиг 607,2 тонны в год, что составило 65% от рекомендованной квоты.

Цисты *A.parthenogenetica* из года в год являются наиболее экономически привлекательным видом биологического ресурса среди всех водных биологических ресурсов озер. Их промысел сократился в период 21018-2019 гг. в связи с изменениями гидрологического режима озер. Типичная соленость местообитаний для этого вида ракообразных составляет не более 70-80 ‰, тогда как оптимальная соленость воды для него 150-200 ‰. Это привело к снижению вылова диапаузирующих цист в 3-3,5 раза за последние 2-3 года. В 2019 году это количество составило всего 102,37 тонны в год или 28,7% от рекомендованной квоты на вылов данного вида биоресурсов.

Список литературы

1. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Курганской области в 2019 году.- Курган: Департамент ПРиООС Курганской обл., 2019.- 244 с.

2. Информационная система «Озера России».- СПб.: Институт озероведения РАН, 2018. - http://win.limno.org.ru/db/lrus.htm).

УДК: 574.587

ОСОБЕННОСТИ ЗООБЕНТОСА НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Т.А. Литош [1,2], А.М. Визер [2]

[1]Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск,РФ; [2]Новосибирский филиал Всеросийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Новосибирск, Россия; e-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. В данной статье представлен качественный и количественный состав зообентосных сообществ Новосибирского водохранилища в период вегетациии 2020 г. Верхняя часть водохранилища весной отличалась наименьшей численностью и биомассой зообентосных сообществ. Летом представители донной фауны на всех участках водоема характеризовались большим видовым разнообразием. Нижняя и средняя часть отличалась высокими значениями личинок хирономид и олигохет в течение всего вегетационного периода.

Ключевые слова. Зообентос, хирономиды, моллюски, олигохеты, численность, биомасса.

ZOOBENTHOS OF THE NOVOSIBIRSK RESERVOIR DURING THE GROWING SEASON IN 2020

T. A. Litosh [1,2], A.M. Vizer [2]

[1]Novosibirsk state agrarian University, Novosibirsk; [2]Novosibirsk branch of the all-Russian research Institute of fisheries and Oceanography, Novosibirsk, Russia; e-mail: sibribniiproekt@mail.ru

Summary. This article presents the qualitative and quantitative composition of zoobenthic communities in the Novosibirsk reservoir during the growing season of 2020. The upper part of the reservoir in spring was characterized by the smallest number and biomass of zoobenthic communities. In summer, representatives of the bottom fauna in all parts of the reservoir were characterized by a large species diversity. The lower and middle parts were characterized by high values of chironomid and oligochaete larvae during the entire growing season.

Keyword. Zoobenthos, chironomids, mollusks, oligochaetes, abundance, biomass.

Новосибирское водохранилище создано в 1957 г. в верхнем течении р. Оби и относится к водоемам долинного типа с сезонным регулированием стока [1].

Наши исследования ставили задачу определить качественный и количественный состав зообентосных сообществ Новосибирского водохранилища через 60 лет после его создания. Сбор гидробиологического материала осуществлялся во время съемок в течение вегетационного периода 2020 г. на трех основных его участках: верхнем, среднем и нижнем.

Весной состав зообентосного населения обследованных участков был представлен 6 видами, 4 из которых личинки *Chironomus* sp., 1 – *Oligochaeta* и 1 – *Colicoides* sp.

Одним из основных представителей бентофауны верхнего участка были личинки хирономид. В среднем участке присутствовали только олигохеты. Показатели зообентоса по численности и биомассе нижнего участка весной были низкими и представлены олигохетами и личинками мокрецов (рис.2). В среднем по водохранилищу численность зообентоса весной составила 39 экз. /м^2, биомасса – 0,088 г/м^2.

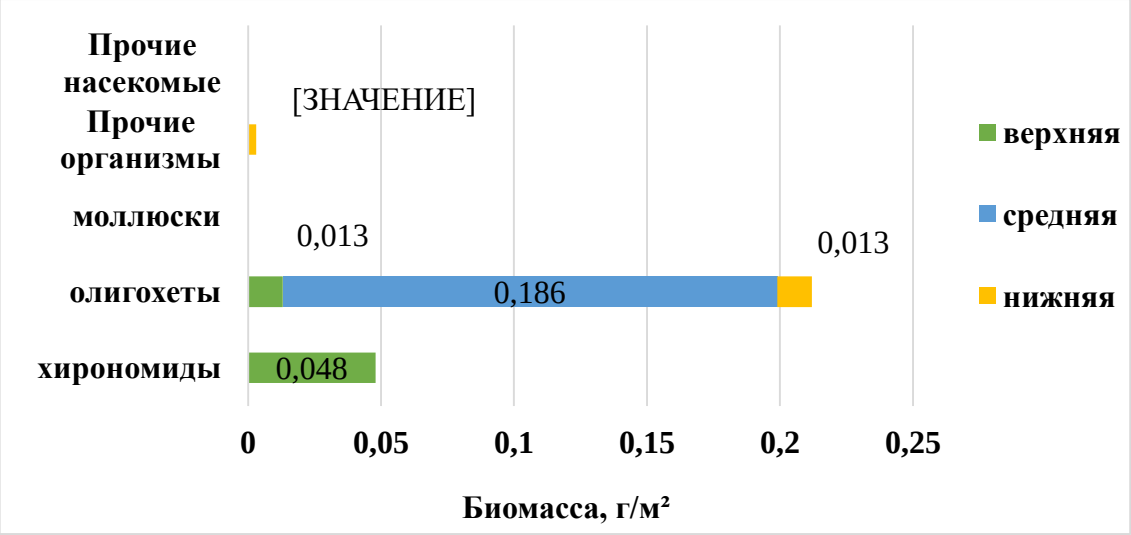


Рис. 1. Средняя биомасса зообентоса Новосибирского водохранилища в весенний период

Летом видовой состав зообентоса в целом по водоему был представлен 14 систематическими группами: 8-личинками *Chironomus* sp, *Mollussca* – 2, *Oligochaeta* – l, *Colicoides* sp. – 1, *Gammarus* sp. – 1 и *Hirudinea* – 1. В зообентосе верхнего участка преобладали личинки хирономид. Наибольшие показатели зообентоса летом в средней части водохранилища с численностью 236 экз. /м^2 и биомассой 1,861 г/м^2. Здесь доминировали личинки хирономид, численность которых составляла 72,5 %, биомасса - 27,6%. В составе бентофауны данного участка присутствовали также олигохеты, моллюски, ракообразные и пиявки.

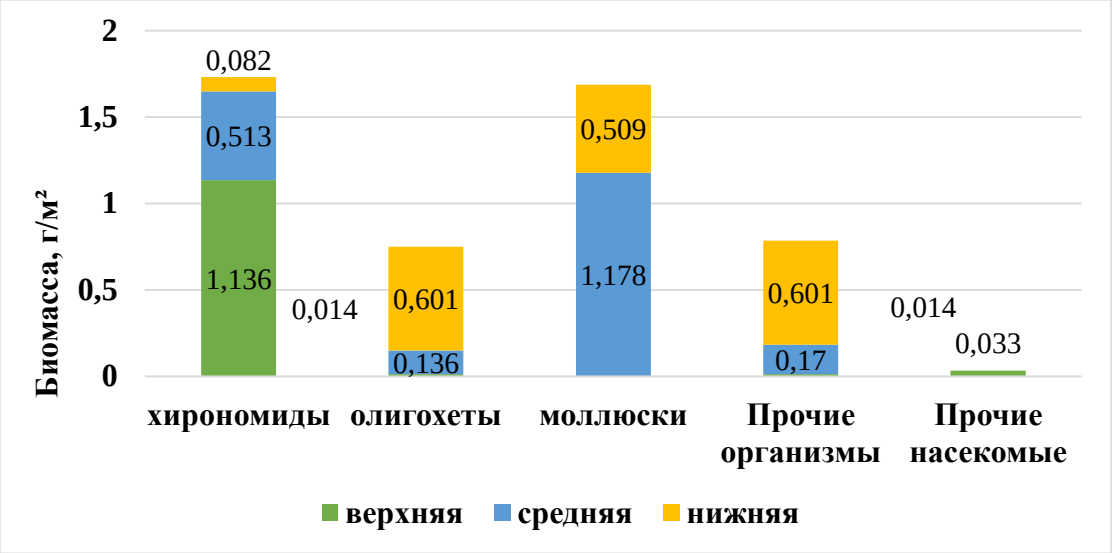


Рис. 2. Средняя биомасса зообентоса Новосибирского водохранилища в летний период

В нижней части водохранилища летом высока численность и биомасса олигохет – 115 экз. /м^{2}и 0,601 г/м^2.

Летом в среднем по водохранилищу численность зообентоса достигала 199 экз. /м^2, биомасса – 1,412 г/м^2.

Осенью качественные и количественные показатели водохранилища макрозообентоса были представлены 17 таксономическими группами, 9 из них *Chironomus* sp., *Diptera* - *2*, *Mollussca* - 2, *Oligochaeta* – l, *Gammarus* sp. -1, *Ephemera* sp. – 1, и *Hirudinea* – 1.

Основу зообентосных сообществ верхней части водоема в осенний период составили личинки хирономид. Среди группы хирономид доминировали личинки вида *Chironomus plumosus* и *Glyptotendipes glaucus*, достигая 28% от общей численности личинок хирономид. Высокие показатели численности и биомассы донных животных были в средней части -711 экз./м^2 и 222,2 г/м^2 (рис.4). *Olygochaeta* sp. являлись доминирующим видом, составляя 78% от общей биомассы.

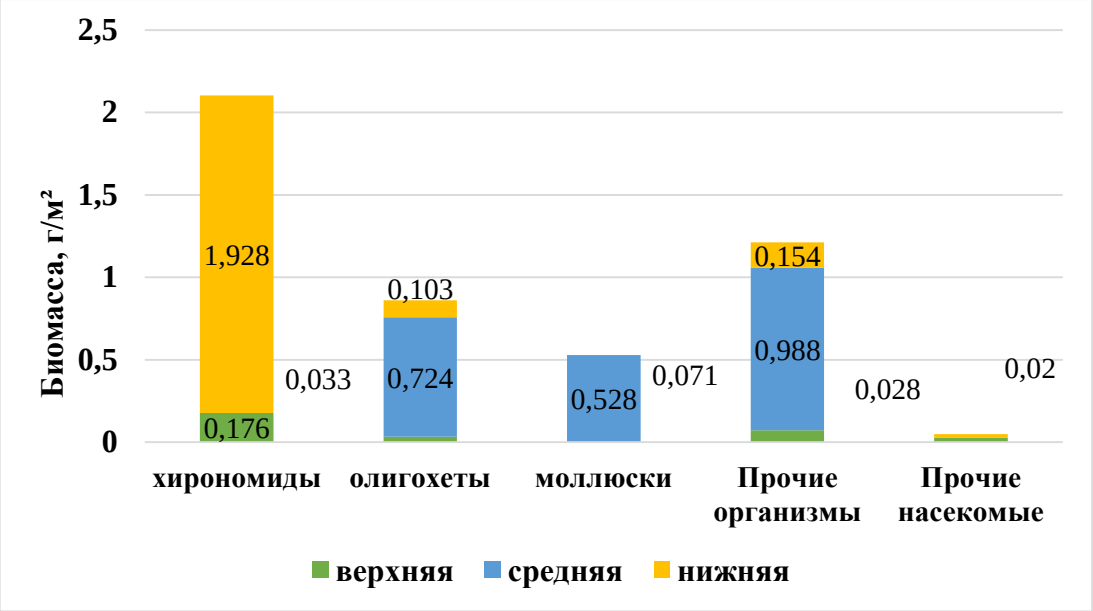


Рис. 3. Средняя биомасса зообентоса Новосибирского водохранилища в осенний период

Наибольшая численность личинок хирономид осенью отмечена в нижней части водохранилища, достигая 306 экз./м^2, или 66% от общей. Среди видов личинок хирономид основную долю составили *Ch. plumosus* и *Cryptochironomus* gr. *dorsalis* с биомассой 1,771 и 0,086 г/м^2 соответственно.

В среднем по водохранилищу численностьи биомасса зообентоса осенью равна 431 экз./м^2, биомасса – 118,0 г/м^2.

Следует отметить, что в водохранилище большую долю зообентосного сообщества составляет аутоакклиматизант *Viviparus viviparus*, роль которого с каждым годом возрастает [2]. Средняя численность и биомасса этого вида весной достигала 461 экз./м^{2}и 817,5 г/м^2, летом – 313 экз./м^2 и 921,6 г/м^2, осенью – 105 экз./м^2 и 175,2 г/м^2.

Таким образом, зообентосные сообщества Новосибирского водохранилища существенно отличаются в качественном и количественном отношении в зависимости от сезона года и места расположения. Верхняя часть водохранилища весной отличалась наименьшей численностью и биомассой зообентосных сообществ. Летом представители донной фауны на всех участках водоема характеризовались большим видовым разнообразием. Нижняя и средняя часть отличалась высокими значениями личинок хирономид и олигохет в течение всего вегетационного периода.

Список литературы

1. Визер А.М. Современное состояние зообентоса Новосибирского водохранилища / Современное состояние водных биоресурсов: Материалы 2-ой международной конференции / под ред. Е.В.Пищенко, И.В.Морузи. – Новосибирск, 2010. – с.280.
2. Миронова, Е. Б. Зообентос Новосибирского водохранилища // Тр. Зап.-Сиб. регион. НИИ Госкомгидромета. – 1980 – № 70 – С. 109–119.

УДК 574.633:574.583

САПРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОД ПО ФИТОПЛАНКТОНУ ЛЕВОБЕРЕЖНЫХ ПРИТОКОВ НИЖНЕЙ СУХОНЫ (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н.Н. Макарёнкова

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, Вологодский филиал, г. Вологда, Россия, e-mail: mackarenckowa@yandex.ru

Аннотация. Дана сапробиологическая оценка состояния вод левобережных притоков Нижней Сухоны по фитопланктону. Определен состав индикаторов органического загрязнения, их соотношение по отделам водорослей, указаны количество индикаторов в реках и их доля в доминантах, представлено распределение величин сапробности, в т. ч. усредненных показателей, по водотокам.

Ключевые слова: фитопланктон, индекс сапробности, органическое загрязнение, малые реки, Вологодская область.

SAPROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF WATERS STATE BY PHYTOPLANKTON IN LEFT-BANK TRIBUTARIES OF THE LOWER SUKHONA (VOLOGDA REGION)

N.N. Makarenkova

Summary. Saprobiological assessment of waters state in left-bank tributaries of the lower Sukhona by phytoplankton is given. There are composition of organic pollution indicators, the ratio for the divisions of algae, number of indicators in rivers and their share in dominants, distribution of saprobity index, including average values, by watercourses.

Key words: phytoplankton, saprobity index, organic pollution, small rivers, Vologda region.

Река Сухона (558 км) – самый крупный водоток Вологодской области, вытекает из оз. Кубенского, при слиянии с р. Юг образует Малую Северную Двину. Исследуемые водотоки (рр. Малая Нореньга, Кирженьга, Коченьга, Саланга, Уфтюга, Малая Сельменьга. Кобыла, Левая Кичуга, Малая Бобровка, Уживец. Левая Сученьга, Верхняя Ёрга) являются левобережными притоками Нижней Сухоны. Согласно классификации рек по их длине [4], большая часть этих водотоков относится к категории очень малых и малых рек (<100 км), к средним рекам – рр. Уфтюга (134 км) и Верхняя Ёрга (140 км).

Для анализа фитопланктона левобережных притоков р. Сухоны в ее нижнем течении использовался материал, собранный сотрудниками Вологодского отделения ВНИРО в летний период 2016–2017 гг. Пробы отбирались и анализировались с учетом методических рекомендаций [3] по ранее описанной схеме [2]. Показатели сапробности водной массы оценивались индексами Пантле-Букка [6] в модификации Сладечека [7]. Индикаторное значение сапробности отдельных видов взято из работ В. Сладечека [7], Р. Вегла [8] и С.С. Бариновой и др. [1].

Особенности фитопланктона исследуемых водотоков определяют диатомовые, эвгленовые и зеленые водоросли. Они обусловливают разнообразие фитопланктона, которое выше в более крупных реках (рр. Верхняя Ёрга, Уфтюга), а

также в малых реках на мелководных участках, свободных от зарослей макрофитов. Всего в фитопланктоне рек обнаружено 205 видов, разновидностей и форм водорослей. Преобладают по числу видов Bacillariophyta – 124. Euglenophyta объединяют 28 таксонов, Chlorophyta – 23, Cyanophyta – 16, Cryptophyta – 10, Dinophyta – 2, Chrysophyta – 2. Диатомовые водоросли вносят наибольший вклад по числу видов практически во всех реках, исключение составляет сообщество фитопланктона в р. Кобыле, где преобладают криптофитовые и эвгленовые водоросли. Доля эвгленид существенна также в таких реках, как Уживец, Левая Кичуга и Малая Бобровка [2].

Общее количество видов-индикаторов органического загрязнения составляет 123 таксона. Из них большая часть приходится на диатомовые водоросли – 79 (64,2% от общего числа диатомей), к эвгленидам относится 20 видов-индикаторов сапробности (16,3%), к криптомонадам, зеленым и синезеленым водорослям – 9 (7,3%), 8 (6,5%) и 6 (4,9%) соответственно, к золотистым – 1 таксон (0,8%). В структуре фитопланктеров-сапробионтов преобладают индикаторы низкой и средней степени органического загрязнения. Так, ксеносапробионты представлены 4 видами, олигосапробионты – 48, β-мезосапробионты – 66, α-мезосапробионты – 5. Среди олигосапробионтов наибольшая часть приходится на виды с индикаторными значениями 1,30–1,50, среди β-мезосапробионтов – на виды со значениями 2,0–2,2 (рис. 1).

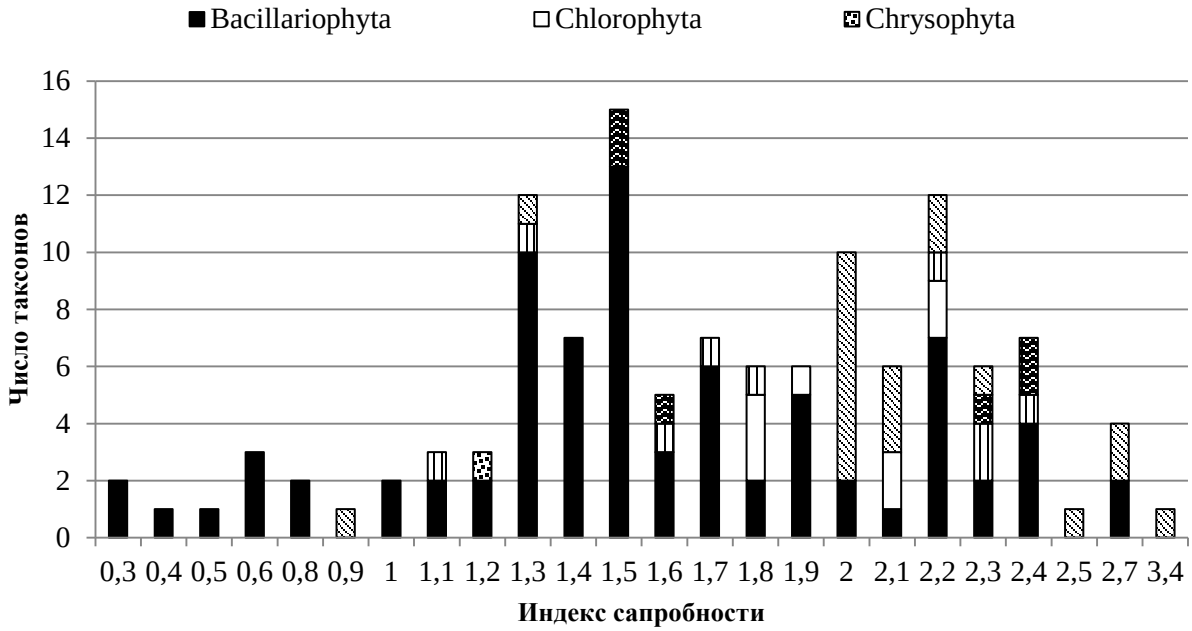


Рис. 1. Распределение индикаторных таксонов фитопланктона левобережных притоков Нижней Сухоны по значениям индексов сапробности

Ксено- и олигосапробионты представлены преимущественно диатомовыми водорослями (87%). Состав β-мезосапробионтов определяют также диатомовые (49%) и, в меньшей степени, эвгленовые водоросли (23%). Группа α-мезосапробионтов немногочисленна, к ней относятся диатомеи и эвгленидны.

Наибольшее количество видов-индикаторов сапробности отмечается в фитопланктоне рр. Саланга, Верхняя Ёрга и Кирженьга: 51 (82% от общего числа обнаруженных видов), 45 (75%) и 36 (88%) соответственно (рис. 2).

Высокую долю индикаторные таксоны имеют в водотоках Малая Нореньга (91%), Коченьга (76%), однако, общее число индикаторов органического

загрязнения сравнительно низкое (по 19 таксонов). В остальных реках их доля варьирует от 58% (рр. Малая Сельменьга, Уживец) до 71% (рр. Левая Кичуга, Малая Бобровка). Минимальное количество индикаторов отмечается в рр. Кобыла (15) и Малая Сельменьга (18). Виды, указывающие на высокий уровень органического загрязнения, встречаются в рр. Малая Нореньга (5%), Кирженьга (5%), Саланга (5%), Уфтюга (4%), Кобыла (4%), Уживец (3%), Левая Кичуга (2%) и Верхняя Ёрга (2%). Большая часть всех индикаторов в фитопланктоне исследуемых рек указывают на среднюю и низкую степень сапробности. Из них β-мезосапробионты составляют 33–45%, олигосапробионты – 10–52%. Олигосапробные виды фитопланктона встречаются в большем количестве в притоках, расположенных выше по течению р. Сухоны: Малой Нореньге (52%), Кирженьге (39%), Коченьге (36%) и Саланге (34%). Ксеносапробионты характерны для рр. Саланга, Уфтюга, Малая Сельменьга, Кобыла, Левая Кичуга, Малая Бобровка и Верхняя Ёрга. Их величина изменяется в пределах 2–7%. Вариабельность индикаторного состава в левобережных притоках Нижней Сухоны связана, прежде всего, с долей олигосапробных видов.

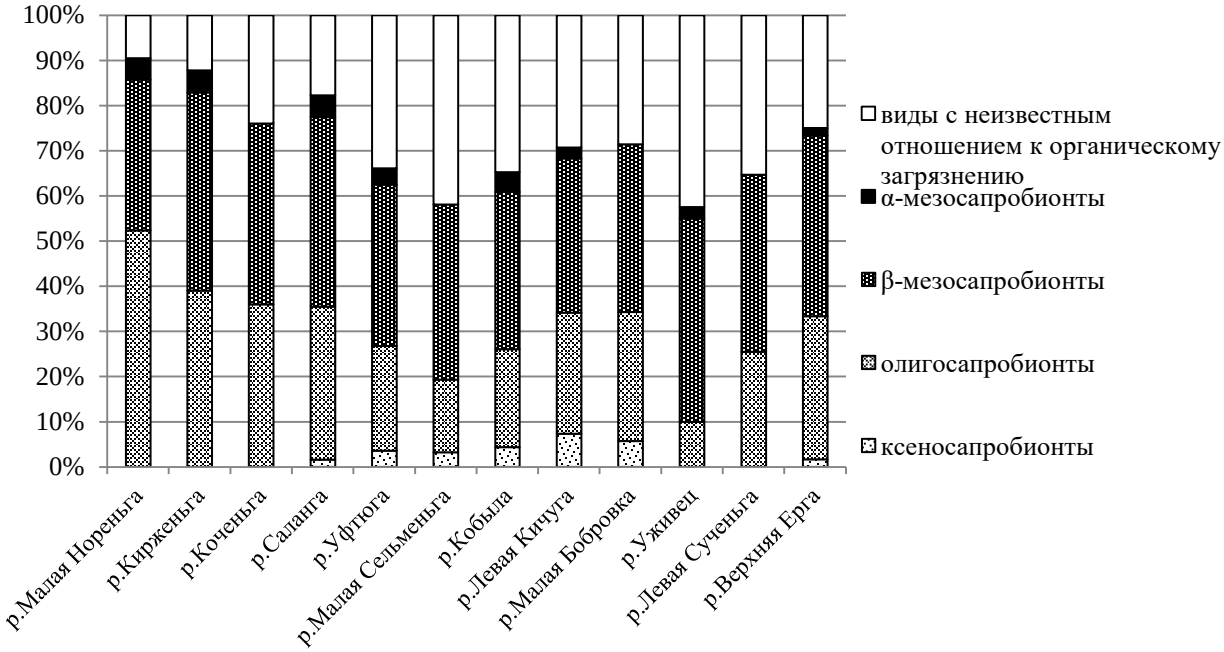
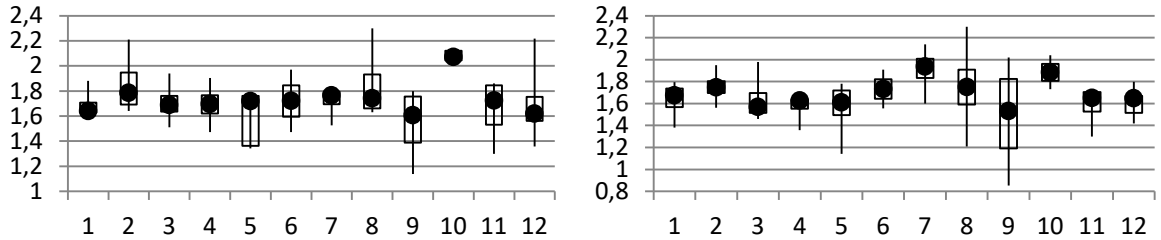


Рис. 2. Состав сапробионтов в фитопланктоне левобережных притоков Нижней Сухоны (названия притоков расположены по мере приближения к устью р. Сухоны)

Среди фитопланктеров-доминантов по численности преобладают β-олигосапробионты (β-о) – 23%, β-мезосапробионты (β) – 16%, олиго-β-мезосапробионты (о-β) – 13%, также представлены олигосапробионты (о) – 8%, олиго-α-мезосапробионты (о-α) – 7%, о-ксеносапробионты (о-χ), χ-β-мезосапробионты (χ-β), β-α-мезосапробионты (β-α) – по 6%. Доминанты по биомассе являются по большей части β-олигосапробионтами (β-о) и β-мезосапробионтами (β) – 21% и 19% соответственно. Олиго-β-мезосапробионты (о-β) – 13%, олиго-α-мезосапробионты (о-α) и олигосапробионты (о) составляют 10–8% всего числа доминантов по биомассе, χ-олигосапробионты (χ-о), χ-сапробионты (χ), о-ксеносапробионты (о-χ), χ-β-мезосапробионты (χ-β), β-α-мезосапробионты (β-α) и α-олигосапробионты (α-о) – от 1 до 4%.

Минимальные значения численности фитопланктона в исследуемых реках находятся в среднем на уровне 0,07±0,01 млн кл./л, биомассы – 0,09±0,02 г/м^3, максимальные значения численности – 0,87±0,17 млн кл./л, биомассы – 5,09±2,47 г/м^3. Используя классификацию И.С. Трифоновой [5], водотоки по величине средней биомассы можно разделить на олиготрофные с биомассой меньше 1 г/м^3 – рр. Малая Бобровка (0,09), Малая Сельменьга (0,16), Кобыла (0,23), Малая Нореньга (0,59), Коченьга (0,67), Уфтюга (0,76), мезотрофные (1–5 г/м^3) – рр. Кирженьга (1,07), Верхняя Ёрга (1,56), Левая Кичуга (2,08), Левая Сученьга (3,92) и эвтрофные – 5–10 г/м^3 – рр. Саланга (8,61) и Уживец (9,98).

Величина сапробности по численности фитопланктона в притоках р. Сухоны изменяется от 1,14 до 2,30, по биомассе – от 0,85 до 2,30. Наименьшие показатели отмечаются в р. Малая Бобровка, наибольшие – в р. Левая Кичуга. Средняя величина сапробности в реках варьирует незначительно от 1,54 и 1,48 (р. Малая Бобровка) до 2,07 и 1,89 (р. Уживец) по численности и по биомассе соответственно (рис. 3).



А Б

Рис. 3. Величина сапробности по численности (А) и по биомассе (Б) фитопланктона левобережных притоков Нижней Сухоны: номера притоков расположены по мере приближения к устью р. Сухоны (1 – р. М. Нореньга, 2 – р. Кирженьга, 3 – р. Коченьга, 4 – р. Саланга, 5 – р. Уфтюга, 6 – р. М. Сельменьга, 7 – р. Кобыла, 8 – р. Л. Кичуга, 9 – р. М. Бобровка, 10 – р. Уживец, 11 – р. Л. Сученьга, 12 – р. В. Ёрга)

Фитопланктон исследуемых рек характеризуется как диатомово-эвгленово-зеленый, в котором преобладают индикаторы низкой и средней степени органического загрязнения. По усредненным индексам сапробности большая часть водотоков относится β-мезосапробному типу, исключение составляет р. Малая Бобровка (олиго-β-мезосапробный тип).

Список литературы

1. Баринова С.С. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды / С.С. Баринова, Л.А. Медведева, О.В. Анисимова. — Тель-Авив: PiliesStudio, 2006. — 498 с.
2. Макарёнкова Н.Н. Таксономическая и экологическая характеристика фитопланктона притоков Нижней Сухоны // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге. Материалы докладов IV Всеросс. науч. конф. с междунар. участием, 24–28 сентября 2018 г., Санкт-Петербург, Россия / Отв. ред. Л.Н. Волошко. — СПб.: «Реноме», 2018. — С 276–282.
3. Садчиков А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона / А.П. Садчиков. — М.: Ун-т и шк, 2003.— 157 с.
4. Соколов А.А. Гидрография СССР (Воды суши) / А.А. Соколов. — Л.: Гидрометеоиздат, 1952. — 472 с.

5. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озёрного фитопланктона / И.С. Трифонова. — Л.: Наука, 1990. — 184 с.
6. Pantle R. Die biologische Überwachung der Gewässer und Darstellung der Ergebnisse / R. Pantle, H. Buck // Gas und Wasserfach. — 1955. — Bd. 96. № 18. — S. 604–681.
7. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view / V. Sládeček // Ergebn. der Limnol. Arch. Hydrobiol. — 1973. — Bd. 7. № 7. — S. 218–253.
8. Wegl R. Index für die Limnosaprobität / R. Wegl // Wasser und Abwasser. — 1983. — Band 26. — 175 s.

УДК 556.558.8

СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА ТАРАСМОЗЕРО (БАСС. ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА) В УСЛОВИЯХ ЕГО ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

Н.П. Милянчук, Я.А. Кучко, О.П. Стерлигова, Н.В. Ильмаст,

Институт биологии КарНЦ РАН, г. Петрозаводск, Россия, milyanchuk90@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты влияния форелевого хозяйства на экосистему озера Тарасмозеро. Показано, что увеличение концентрации биогенных элементов в воде отразилось на условиях существования гидробионтов. В водоеме изменились видовой состав, соотношение таксономических групп, структура популяций и количественные показатели планктона, бентоса и рыб.

Ключевые слова: пресноводные экосистемы, зоопланктон, бентос, ихтиофауна, рыбоводство

STATE OF THE TARASMOZERO LAKE ECOSYSTEM (BASS. LAKE ONEGA) IN TERMS OF ITS ECONOMIC DEVELOPMENT

N.P. Milyanchuk, J.A. Kuchko, O.P. Sterligova, N.V. Ilmast

Summary. The results of the impact of trout farm on the lake ecosystem Tarasmozero given. It is shown that an increase in the concentration of biogenic elements in water affected the conditions of existence of hydrobionts. The species composition, ratio of taxonomic groups, population structure, and quantitative indicators of plankton, benthic, and fish in the water body have changed.

Keywords: freshwater ecosystems, zooplankton, benthos, ichthyofauna, fish farming

Аквакультура является наиболее динамично развивающимся сектором производства продовольствия в мире. В настоящее время ее объемы уже превышают 60% мировой добычи гидробионтов. При этом рыбная продукция в аквакультуре занимает первое место (65–70%) [8, 14]. В России Республика Карелия является одним из самых благоприятных регионов для индустриального выращивания ценных видов рыб. Перспективным и экономически выгодным направлением в республике является садковое рыбоводство, главным образом выращивание радужной форели *(Parasalmo mykiss)*. Успешному развитию этого направления способствуют благоприятные климатические условия региона (длительный световой период во время вегетации, оптимальная температура,

большие запасы чистой воды и др.), наличие транспортных сетей и квалифицированных кадров.

Товарным производством радужной форели занимаются в республике с 1980–х гг. и за более чем 40–летний период объемы ее выращивания значительно выросли (в 2019 г. – 32601 т). В настоящее время в Республике Карелия функционирует 66 фермерских хозяйств, и она является лидером по производству форели в России.

Бурное развитие форелеводства в республике, может и уже оказывает значительное влияние на озерные экосистемы [2, 9]. При этом изменение условий существования гидробионтов отражается на видовом составе, соотношении таксономических групп, структуре популяций и количественных показателях планктона, бентоса и рыб [4, 10, 13, 15].

Тарасмозеро входит в озерно-речную систему реки Лижма (Кедрозеро – Тарасмозеро – Лижемская губа Онежского озера). Площадь водоема – 1,1 км^2. Озеро мелководное, средняя глубина – 3,7 м, максимальная – 5,6 м. По термическому режиму относится к группе с устойчивой стратификацией температуры. Тарасмозеро характеризуется высоким показателем условного водообмена. Активная реакция воды близка к нейтральной – pH 7,2 [6]. По показателям цветности, перманганатной окисляемости и содержанию органического вещества воды являются олигомезогумозными [1].

На озере Тарасмозеро расположен рыбоводный завод по выращиванию молоди радужной форели (функционирует с 1993 г.). Вода для инкубации икры, выращивания молоди, и содержания маточного поголовья радужной форели поступает из оз. Кедрозера. Сточные воды от фермы поступают в Тарасмозеро и далее по реке Лижма – в малую Лижемскую губу Онежского озера.

Результаты химического анализа до эксплуатации завода и после показали, что происходит увеличение содержания в воде общего фосфора от 0,007 до 0,028, минерального фосфора – от 0,001 до 0,002 мг/л. Отмечается рост содержания органического азота, нитратов и нитритов. Содержание общего фосфора и азота в озере характерно для нижней границы водоемов олиготрофного типа [5, 12]. В целом качество воды оз. Тарасмозера отвечает всем требованиям для инкубации, выращивания молоди и товарной рыбы.

Состав альгофлоры до постройки Кедрозерского рыбзавода в Тарасмозере был типичным для северных водоемов, не испытывающих заметных антропогенных нагрузок [3]. Биомасса фитопланктона достигала 0,10 – 0,35 г/м^3, первичная продукция – 0,14 – 0,80 мгO_2/л·сутки, что характерно для α – олиготрофных водоемов.

С вводом в действие форелевого хозяйства в составе фитопланктона Тарасмозера стали доминировать диатомовые водоросли. Относительная численность синезеленых, золотистых и зеленых водорослей составляла всего 3–9%. В целом численность и биомасса фитопланктона невысока: 13–106 тыс. кл/л или в среднем 47 тыс. кл/л; биомасса – 3–113 мкг/л или в среднем – 96 мкг/л (0,096 г/м^3). Только в районе сброса сточных вод его численность достигает 985 тыс. кл./л и биомасса – 643 мкг/л (0,643 г/м^3), что характерно для β – олиготрофных водоемов. На то же указывает и содержание в воде хлорофилла *a*—1,9 мг/м^3 [3, 11]. Выявленные отличия в структуре альгофлоры могут быть следствием поступления сточных вод с рыбозавода, обогащенных биогенами.

Список зоопланктона, отмеченных в Тарасмозере (1989 - 2015 гг.), насчитывал 61 вид. Из них коловратки (Rotifera) – 18, ветвистоусые ракообразные (Cladocera) – 30, веслоногие ракообразные Copepoda – 13, (Calaniformes – 3 и

Cyclopiformes – 10). До начала работы форелевого комплекса (1989–1991 гг.), в Тарасмозере основу биомассы зоопланктона (от 50 до 90%) составляли ветвистоусые ракообразные, главным образом *Bosmina* [4]. На долю циклопид (*Mesocyclops leuckarti, Thermocyclpos oithonoides, Cyclops strenuus*) приходилось в среднем от 10 до 40%. Зоопланктон литорали отличался от пелагиали повышенным видовым разнообразием коловраток (до 7 видов). С началом работы форелевого комплекса (в 1992 г.), наиболее заметные изменения видового состава зоопланктона в озере произошли в группе коловраток. За период с 1989 года по 2015 гг. число их видов увеличилось с 7 до 13.

Начиная с 2000 г. в количественных показателях зоопланктона наблюдается ряд изменений [4]. Средняя летняя биомасса возросла в два раза (1,0 г/м^3). По величине индекса трофности (Мяэметс, 1979), озеро переходит в разряд мезотрофных. Увеличился индекс сапробности Пантле-Букка (с 0,95 до 1,42). В составе зоопланктона увеличивается число видов, которые в умеренных широтах служат индикаторами повышения трофности (*Bosmina longirostris, Polyarthra luminosa, Filinia longiseta, Trichocerca insignis, Daphnia longispina, Cyclops kolensi).* Показатель B_{crus}/B_{rot} с вводом в действие форелевого хозяйства заметно снизился, что указывает на возрастание роли коловраток в образовании общей биомассы зоопланктона. По величине этих показателей и по уровню количественного развития зоопланктона Тарасмозеро постепенно переходит от олиготрофного к мезотрофному типу, что, вероятно, связано как с функционированием фермы, так и с природными факторами.

В макрозообентосе Тарасмозера до эксплуатации фермы (1989 г.) преобладали хирономиды, олигохеты, моллюски, ручейники и поденки [7]. С началом эксплуатации рыбоводной фермы произошел размыв грунтов в прибрежье, и осенью 1994 г. здесь была отмечена максимальная биомасса макрозообентоса - 33,7 г/м^2 с преобладанием хирономид и олигохет. Общая биомасса макрозообентоса изменялась от 0,5 до 7,4 г/м^2.

Ихтиофауна Тарасмозера представлена 13 видами (8 семейств). По численности и биомассе в водоеме преобладают плотва, окунь, лещ. Единично в озере встречается озерная форель и хариус. Лосось отмечается только в период нерестовой миграции из Онежского озера. Многообразию видов способствует связь с Онежским озером посредством сравнительно многоводной р. Лижма, благодаря этому небольшое Тарасмозеро по числу видов приближается к озеру Кедрозеру. Наметившиеся изменения в экосистеме Онежского озера в результате антропогенного воздействия, включающий незаконный помысел, негативно отразились на популяции лосося, который в прежние годы заходил в реку в количестве 2500 экз., а в настоящее время – не более 250-300 экз.

Таким образом, в экосистеме Тарасмозера в результате выращивания форели происходят структурные перестройки в альгофлоре, зоопланктоне, бентосе. В составе зоопланктона Тарасмозера появляются формы, характерные для эвтрофного водоема. Резко возрастают численность и биомасса бентоса, и в составе бентоса значительная доля биомассы теперь составляют бокоплавы. Пока они еще не носят катастрофического характера, но требуют более детального анализа гидробиологического режима.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания № 0221-2017-0045.

Список литературы
1. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007.
2. Китаев С.П., Ильмаст Н.В., Стерлигова О.П. Методы оценки биогенной нагрузки от форелевых ферм на водные экосистемы. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. – 40 с.
3. Комулайнен С.Ф. О реакции альгоценозов на поступление стоков с форелевой фермы // Проблемы лососевых на Европейском Севере. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. – С. 100–110.
4. Кучко Я.А. Влияние форелевого хозяйства на сообщества зоопланктона озерно-речной системы. Автореф. дис… канд.биол.наук. Петрозаводск, 2004. –26 с.
5. Милиус А., Линдпере А.В., Стараст Х.А. и др. Статистическая модель трофического состояния малых светловодных озер // Водные ресурсы, 1987. – № 3. – С. 50 –59.
6. Озера Карелии. Справочник. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. – 464 с.
7. Павловский С.А. Макрозообентос некоторых озер водной системы р. Лижмы // Антропогенные изменения экосистем малых озер. – СПб.: Гидрометеоиздат, 1993. – С. 106 – 116.
8. Рыжков Л.П., Кучко Т.Ю., Дзюбук И.М. Основы рыбоводства. – СПб.: Лань, 2010. – 528 с.
9. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Китаев С.П. Состояние некоторых водоемов Западной Карелии и их использование под садковое форелеводство // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов: мат–лы всеросс. конф. с межд. участием. – М.: АКВАС, 2011. –С. 733–737.
10. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.П., Милянчук Н.П. Рыбное население малых водоемов бассейна Онежского озера и перспективы их использования // Тр. Карельского научного центра РАН, 2018. – № 10. – С. 96–104.
11. Стерлигова О.П., Ильмаст Н.В., Кучко Я.А. и др. Состояние пресноводных водоемов Карелии с товарным выращиванием радужной форели в садках. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. –127 с.
12. Хендерсон–Селлерс Б., Маркленд Х.Р. Умирающие озера. – Л.: Наука, 1990. – 279 с.
13. Beveridge M.C.M., Phillips M.J. & Clarke R.M. A quantitative and qualitative assessment of wastes from aquatic animal production // Aquaculture and Water Quality, 1991. – P. 506–533.
14. Tacon A.G. and Halwart M. Cage Aquaculture: regional views and global review. FAO Fish.Tech. Pap., 2007.– No. 498. – 241 pp.
15. Tett P. Fish Farm Wastes in the Ecosystem // Aquaculture in the Ecosystem, 2008, P. 1–46 doi.org/10.1007/978-1-4020-6810-2

УДК 556.551 (470.11:28)

ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ В ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ВОД ОЗЕРА НИМЕНЬГСКОЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

О.Н. Мохова, А.К. Козьмин, И.И. Студенов, А.С. Самодов*

Полярный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии», г. Архангельск, Россия,
*e-mail:mohova@pinro.ru

Аннотация. Представлены результаты гидрохимических исследований вод оз. Нименьгское в летний период 2018 г. Приведены данные по содержанию в воде кислорода, биогенных веществ, определена минерализация и pH среды. В

результате оценки качества вод озера по гидрохимическим показателям значимого антропогенного влияния не выявлено. Трофический статус озера характеризуется как мезотрофный.

Ключевые слова: гидрохимические параметры, трофический статус, озеро Нименьгское.

HYDROCHEMICAL INDICATORS IN ASSESSING THE QUALITY OF THE WATERS OF LAKE NIMENGSKOE ARKHANGELSK REGION

O.N. Mokhova, A.K. Kozmin, I.I. Studenov, A.S. Samodov*

Polar Branch of Federal State Budgetary Scientific Institution «Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography», Arkhangelsk, Russia, *e-mail:mohova@pinro.ru

Summary: The results of hydrochemical studies in Lake waters Nimengskoe in the summer of 2018 are presented. Data on the content of oxygen, BOD_5 (biochemical oxygen demand) and biogenous matters in the water are presented, mineralization and pH are determined. As a result of estimating the quality of waters in Lake by hydrochemical indicators, no significant anthropogenic influence was found. The trophic status of Lake Nimengskoe is characterized as mesotrophic.

Key words: hydrochemical parameters, trophic status, Lake Nimengskoe

Аквакультура успешно развивается во всем мире. Экономически выгодным направлением развития аквакультуры является садковое рыбоводство. В условиях Европейского Севера главным объектом садкового рыбоводства является радужная форель. С целью определения перспективных участков для развития товарного рыбоводства выполнена оценка качества вод оз. Нименгское по гидрохимическим показателям. Озеро является самым крупным водным объектом на территории Няндомского муниципального образования Архангельской области. Водоем мелководный, максимальная глубина 6 м, средняя – 1,5 м. В озеро впадают реки Илокса и Шултус, вытекает река с одноименным названием Нименьга.

В августе 2018 г. были проведены комплексные исследования акватории оз. Нименьгское. На озере сделано 5 станций, измерены следующие гидрохимические параметры водной среды: минерализация, pH, насыщенность кислородом, концентрация биогенных веществ (азот нитритный, аммонийный, нитратный и валовый (общий), фосфор фосфатный и валовый (общий), кремний).

Отбор проб осуществлялся из поверхностного слоя. Химические анализы выполнялись общепринятыми в гидрохимической практике методами [4]. «Органическую» составляющую азота и фосфора находили вычитанием минеральной части из общего количества соответствующего элемента. Качество вод оценено на основе значений предельно допустимых концентраций (ПДК) нормируемых гидрохимических показателей.

Показатели минерализации в оз. Нименьгское изменялись в диапазоне 110-141 мг/дм^3 (табл.). В соответствии с классификацией Баранова И.В. [1] озерные воды характеризовались как среднеминерализованные. В соответствии с требованиями к составу и свойствам воды водоемов рыбохозяйственного назначения величина pH не должна выходить за пределы интервала значений 6,5-8,5. Величина водородного показателя (pH) варьировала от 7,32 до 7,76 (см. табл.). В период обследования воды в озере имели нейтральную и слабощелочную среду.

Кислород является одним из важных элементов, постоянно присутствующим в природных водах. Его концентрация в поверхностных водах изменяется от нуля до 14 мг/дм^3. Для водоемов рыбохозяйственного назначения его концентрация в летний период не должна быть ниже 6 мг/дм^3. Дефицит кислорода чаще наблюдается в водных объектах с высокими концентрациями загрязняющих органических веществ и в эвтрофных водоемах. Воды оз. Нименьгское хорошо насыщены кислородом, средняя насыщенность вод им составляла 136 % (при вариабельности 120-150 %) (см. табл.).

Таблица Статистические характеристики гидрохимических показателей в водах оз. Нименьгское в августе 2018 г.

Статистические характеристики	Среднее (минимум-максимум)	Стандартное отклонение
Минерализация, мг/дм^3	125 (110-141)	12
pH	7,52 (7,32-7,76)	0,19
Кислород, мг/дм^3	12,90 (11,31-14,22)	1,16
Кислород, % нас.	136 (120-150)	12
Азот нитритный, мг/дм^3	0,002 (0,002-0,002)	0,000
Азот нитратный, мг/дм^3	0,015 (0,011-0,024)	0,006
Азот аммонийный, мг/дм^3	0,078 (0,074-0,082)	0,004
Азот органический, мг/дм^3	0,457 (0,433-0,476)	0,020
Азот общий, мг/дм^3	0,552 (0,533-0,571)	0,016
Фосфор фосфатный, мг/дм^3	0,023 (0,018-0,026)	0,003
Фосфор органический, мг/дм^3	0,017 (0,012-0,021)	0,004
Фосфор общий, мг/дм^3	0,040 (0,038-0,044)	0,002
Кремний, мг/дм^3	0,386 (0,236-0,496)	0,115

К биогенным веществам, наиболее активно участвующим в жизнедеятельности водных организмов, относятся соединения азота, фосфора и кремния. Азот и фосфор необходимы всем группам водорослей, их роль в природных водах аналогична роли азотных и фосфорных удобрений для сельскохозяйственных культур, без них не могли бы развиваться водные растения, а, следовательно, и животные. Кремний необходим для образования твердых скелетных частей и тканей растительных и животных организмов. Несмотря на важную роль биогенных веществ в функционировании морских экосистем, повышенное содержание их может негативно отразиться на жизнедеятельности организмов. Например, избыточное количество нитратов нарушает нормальный ход функционирования природных экосистем и живых организмов, происходит снижение биологической ценности продукции и возрастает негативное воздействие на человека и животных. Фосфаты, попадающие в окружающую среду, приводят к эвтрофикации водоемов (бурному развитию водорослей). Сине-зеленые водоросли выделяют токсины, опасные для беспозвоночных, рыб и других гидробионтов.

В оз. Нименьгское концентрации нитритного азота составляли 0,002 мг/дм^3, аммонийного азота – 0,074-0,082 мг/дм^3, нитратного азота –0,011-0,024 мг/дм^3 (см. табл.). Количество фосфатного фосфора изменялось в диапазоне от 0,018 до 0,026 мг/дм^3, кремния варьировало от 0,236 до 0,496 мг/дм^3 Основными «потребителями» минеральных форм биогенных элементов являются фитопланктон и другие водные растения, поэтому летом, в результате их активной жизнедеятельности, питательные соли истощаются. Это относится в основном к минеральному азоту и фосфору.

Содержание кремния значительно больше в озерах, чем минерального азота и фосфора и обычно не доходит до нуля, но из-за усвоения его некоторыми водорослями (особенно диатомовыми, у которых кремний может составлять до 40 % их сухой массы) в распределении его наблюдается зависимость от интенсивности развития организмов.

Концентрации общего азота и общего фосфора в оз. Нименьгское составляют в среднем 0,552 мг/дм^3 азота и 0,040 мг/дм^3 фосфора при вариациях 533-0,571 мг/дм^3 и 0,038-0,044 мг/дм^3 соответственно. По содержанию общего азота озеро можно отнести к олиготрофному, а по содержанию общего фосфора – к α-мезотрофному типу [3].

В вегетационный период значительная часть биогенных элементов содержится преимущественно в форме органических соединений. Так, азот органический составил в среднем 82,7 %, при максимуме 84,1 % от общего содержания, а фосфор органический – 43,1 %, при максимуме 53,5 %. Колебания концентраций органического азота составили 0,433-0,476 мг/дм^3, органического фосфора 0,012-0,021 мг/дм^3 (см. табл.). По содержанию органического азота озеро можно отнести α-мезотрофному типу [3].

Очень важным показателем для характеристики трофических условий является отношение содержания азота (минерального, органического или их сумма) к содержанию общего фосфора (N/P). В оз. Нименьгское N/P составляет в среднем 13,8 и классифицируется как умеренный показатель [3]. Наиболее оптимальные условия по величине N/P для развития фитопланктона, по данным разных авторов, изменяется в широких пределах. В своей работе H. Hillebrand U. Sommer указывает на наиболее оптимальные значения для фитопланктона (N/P– 13-22) [5]. Считается, что при соотношении N/P менее 10 наблюдается дефицит азота, а более 17 – фосфора [6]. Соотношение N/P (13.8) свидетельствует об отсутствии лимитирования развития фитопланктона в водоеме обоими элементами.

В результате оценки качества вод оз. Нименьгское по полученным гидрохимическим показателям значимого антропогенного влияния не выявлено. Это подтверждается тем, что на всей обследованной акватории концентрации кислорода на поверхности воды не опускались ниже ПДК, содержание нормируемых биогенных соединений не выходило за рамки природной изменчивости и не превышало ПДК.

Распределение гидрохимических параметров соответствовало летнему сезону, выраженному в насыщении вод растворенным кислородом и низком содержании на большей части станций биогенных веществ (особенно минеральных форм азота и фосфора).

Для данного периода и по использованным критериям, оз. Нименьгское относится к мезотрофному типу, а его воды по гидрохимическим показателям отвечают требованиям рыбохозяйственных водоемов.

Список литературы

1. Баранов И.В. Лимнологические типы озер СССР. – Л.: Гидрометеоиздат, 1962. – 226 с.
2. Зенин А. А. Гидрохимический словарь / А. А. Зенин, Н. В. Белоусова. Л.: Гидрометеоиздат, 1988.– 239 с.
3. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007.– 395 с.
4. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоёмов и перспективных для промысла районов Мирового океана. – М.: ВНИРО, 2003. – 202 с.

5. Hillebrand H. The nutrient stoichiometry of benthic microalgal growth: Redfield proportions are optimal / H. Hillebrand, U. Sommer // Limnol. and Oceanogr. – 1999. – Vol. 44(2). – P. 440-446.
6. Smith V.H. The nitrogen and phosphorus dependence of algal biomass in lakes: An empirical and theoretical analysis // Limnol. And Oceanogr. – 1982. – Vol. 27(6). – P. 1101-1112.

УДК 595.3

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДОЕМОВ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Г.Р. Нигаматзянова[1], И.В. Федорова[2], Е.Н. Шестакова [2,3]

[1] Казанский федеральный университет, Казань, Россия, gulnaraniga@mail.ru; [2] Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия, umnichka@mail.ru; [3] Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, Санкт-Петербург, Россия, lenny.marlya.spb@gmail.com

Аннотация. В работе представлены результаты анализа зоопланктонных сообществ разнотипных водоемов бассейнов р. Обь и р. Еркута (Ямало-Ненецкий А.О.). Приводится оценка экологического состояния исследованных водных объектов.

Ключевые слова: зоопланктон, индекс видового разнообразия Шеннона-Уивера, сапробность водоемов

ECOLOGICAL STATE OF WATER BODIES IN THE YAMALO-NENETS AUTONOMOUS OKRUG

G.R. Nigamatzyanova[1], I.V. Fedorova[2]

[1] Kazan Federal University, Kazan, Russia, gulnaraniga@mail.ru; [2] Saint Petersburg state University, Saint Petersburg, Russia, umnichka@mail.ru; [3] Arctic and Antarctic Research Institute, Saint Petersburg, Russia, lenny.marlya.spb@gmail.com

Summary. This article investigates the results of zooplankton communities analysis of water bodies in the basin of the Ob river and Erkuta river (Yamalo-Nenets A. O.) and estimates ecological condition of the lakes.

Keywords: zooplankton, the Shannon's diversity index, saprobity of water bodies

Зоопланктон является важным структурным и функциональным звеном водных экосистем, который используется в качестве индикаторной группы в мониторинге экологического состояния водоемов [1]. В июле 2019 г. нами были исследованы зоопланктонные сообщества 8 водоемов бассейна р. Еркута, 4 озер и р. Шайтанка бассейна р. Обь. Водоемы имеют различную степень антропогенного воздействия и расположены на различных речных и морских террасах. Зоопланктон исследованных водных объектов представлен 76 таксонами (72 видами): Rotifera – 42 (39), Cladocera – 18 (18), Copepoda – 16 (15). Наибольше видовое разнообразие (23 таксона) зафиксировано в озере Теплое 2 (г. Салехард). Наименьшее количество таксонов отмечено в водоеме бассейна р. Еркута (6 таксонов). Структурообразующий комплекс зоопланктона включал в себя коловраток и неполовозрелые стадии развития веслоногих ракообразных (*Kellicottia longispina* (Kellikott, 1879), *Conochilus unicornis* (Rousselet, 1892), *Keratella cochlearis* (Gosse,

1851)). Количественные показатели зоопланктона (численность и биомасса) рассчитаны для двух образцов: для оз. Теплое 2 и для безымянного водного объекта под номером Ya 2019-L-14. Так, численность, обусловленная коловратками, в озере Теплое 2 и Ya 2019-L-14 составила 116,37 тыс. экз./м^3 и 398,70 тыс. экз./м^3 соответственно. Биомасса имела следующие показатели: 487,00 мг/м^3 в оз. Теплое 2 и 3251,52 мг/м^3 в Ya 2019-L-14. Доминантом по биомассе выступила *Bosmina (Eubosmina) longispina* (Leydig, 1860) в оз. Теплое 2, и *Bosmina coregoni* (Baird, 1857) и копеподитные стадии развития веслоногих ракообразных для Ya 2019-L-14. Количественные показатели зоопланктона водоемов соответствуют литературным данным [2, 3], однако разница между количественными показателями зоопланктона двух водоемов существенна. Такое несоответствие можно объяснить высокой концентрацией зоопланктеров в Ya 2019-L-14, которое характеризуется большими глубинами и размерами, чем в оз. Теплое 2. Антропогенная нагрузка, которая оказывается на оз. Теплое 2 в г. Салехарде, может быть косвенной причиной более низких количественных показателей зоопланктона. На основе численности и биомассы зоопланктона рассчитаны индексы видового разнообразия Шеннона-Уивера [4]. Так, для оз. Теплое 2 индекс имел значения 2,34 (по численности) и 2,24 (по биомассе), для Ya 2019-L-14 - 1,69 и 1,45 соответственно. Рассчитанные показатели индекса указывают на умеренно-загрязненные воды. Согласно расчетам индексов сапробности [5], озера Теплое 2 и Ya 2019- L-14 являются олигосапробными с отклонением в β-мезосапробноую зону. Таким образом, в результате проведенного исследования были выявлены особенности зоопланктонных сообществ разнотипных водных объектов бассейна р. Еркута и р. Обь. Зоопланктон характеризуется богатым видовым составом, в котором разнообразие и структурообразующий комплекс определяли представители типа Rotifera. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№18-05-60291).

Список литературы

1. Фролова Л.А., Назарова Л.Б., Пестрякова Л.А., Херцшух У. Структура сообществ зоогидробионтов озер северо-запада Якутии // Ученые записки Казанского университета. Сер. Естеств. науки. – 2011. – Том 153, кн. 2. – С. 190-201.
2. Семенова Л.А., Алексюк В.А. Зоопланктон Нижней Оби // Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения. – 2010. - № 10. – С. 156-169.
3. Ермолаева Н.И. Видовой состав и пространственное распределение Зоопланктона Обской губы и Гыданской губы // Формирование водных ресурсов суши в условиях антропогенных воздействий. – 2015. – С. 91-99.
4. Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. – Urbana: Univ. Illinois Press, 1963. – 117 p.
5. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view. Arch. Hydrobiol. – 7. – P. 1-218. - 1973.

УДК 574.5

ИЗУЧЕНИЕ АРКТИЧЕСКОГО ЗООПЛАНКТОНА НА ПРИМЕРЕ ВОДОЕМОВ ДЕЛЬТЫ ПЕЧОРЫ (НЕНЕЦКИЙ АО, РОСИИЯ)

Н.М. Нигматуллин, Л.А. Фролова, Г.Р. Нигаматзянова, Э.А. Валиева

Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия, niyaz.nigmatullin.1995@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты исследований 53 проб зоопланктона из 28 разнотипных водоемов дельты реки Печоры на территории Государственного природного заповедника «Ненецкий». Зоопланктонные

сообщества исследованных водоемов отличались высоким видовым разнообразием, что не свойственно Северным водоемам. В составе зоопланктона отмечено 118 видов, принадлежащих к 28 семействам. Наиболее распространенными таксонами оказались *Bosmina longispina, Conochilus unicornix, Chydorus sphaericus, Kelicottia longispina* и *Keratella cochlearis*.

Ключевые слова: Зоопланктонные сообщества, Арктический регион, дельта Печоры.

A STUDY OF ARCTIC ZOOPLANKTON: THE PECHORA RIVER DELTA (NENETS AUTONOMOUS OKRUG, RUSSIA) AS AN EXAMPLE

N.M. Nigmatullin, L.A. Frolova, G.R. Nigamatzyanova, E.A. Valieva

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia, niyaz.nigmatullin.1995@mail.ru

Summary. The study of 53 zooplankton samples taken from 28 water bodies in the Pechora River delta within the territory of Nenets State Nature Reserve was performed. Based on their characteristics, the water bodies were classified into different types. High species diversity was observed in zooplankton communities of these water bodies, which is not typical for northern waters. A total of 118 zooplankton species belonging to 28 families were recorded. Among them, *Conochilus unicornix, Kelicottia longispina, Keratella cochlearis, Bosmina longispina*, and *Chydorus sphaericus* were the most abundant taxa.

Keywords: Zooplankton community, Arctic region, Pechora delta.

Введение

Актуальность исследований арктических пресноводных экосистем, в частности зоопланктонных сообществ обусловлен нарастающей с каждым годом антропогенной нагрузкой и глобальным изменением климата. Сообщества зоопланктона очень разнообразны и поэтому выполняют разные функции в экосистеме. Стратегическое положение зоопланктона в водных экосистемах, а также его чувствительность как к антропогенным, так и к природным изменениям делают зоопланктон вполне пригодным для оценки изменений трофической динамики и экологического состояния водных экосистем, связанных с изменением климата и питательной нагрузки (Richardson, 2008).

Материалы и методы

Район исследования расположен за Полярным кругом, в пределах дельты Печоры (68°17'N, 058º43'E), на территории государственного природного заповедника Ненецкий. Печора - самая большая и глубокая река в бассейне Северного Ледовитого океана на северо-западе России (Фролова, 2019). Уникальность дельтовой области объясняется генезисом рассматриваемого водного объекта – перераспределением стока, взаимодействием речных и морских вод, а также и его географическим положением и, соответственно, природными условиями дельты (Нигаматзянова, 2015).

Гидробиологические исследования водоемов дельты Печоры проводили в ходе летних экспедиций 2017-2018 гг. Пробы зоопланктона брали путем процеживания 20-100 л воды через малую сеть Апштейна. Всего отобрано 53 пробы зоопланктона из 28 разнотипных водоемов дельты Печоры. Камеральная обработка выполнялась на базе научно-исследовательской лаборатории Палеоклиматологии, палеоэкологии, палеомагнетизма ИГиГТ Казанского федерального университета.

Результаты

При обработке качественных и количественных проб было отмечено в общей сложности 118 видов зоопланктона, принадлежащих к 28 семействам. К типу Rotifera относилось 52 вида, к группе ветвистоусых рачков (Cladocera) – 42 вида, группе веслоногих рачков (Copepoda) – 24 вида зоопланктона. Наиболее разнообразно были представлены такие семейства как Brachionidae, Trichocercidae, Chydoridae, Daphniidae и Cyclopidae. По классификации Л. А Зинкевич и В. А. Броцкого (1937) руководящими видами в арктическом зоопланктоне дельты Печоры в исследованный период оказались: *B. longispina* (83,87 %), *C. unicornix* (82,26 %), *Ch. sphaericus* (77,43 %), *K. longispina* (66,13 %), *K. cochlearis* (61,29 %), а также науплиальные (93,55 %) и копеподитные (91,94 %) стадии веслоногих ракообразных. Кроме того, были обнаружены редкие виды для Севера Европейской части России: веслоногие ракообразные – *E. vulgaris* и *E. lacustris*.

Зоопланктон дельты реки Печора имеет высокие показатели численности (143,74 тыс. экз./м³) и биомассы (1816,35 мг/м^3). По численности зоопланктона преобладали коловратки, по значениям биомассы лидировали ветвистоусые ракообразные. По количественным показателям наиболее значимые таксоны это: *Graptoleberis testudinaria, Notholca acuminata, Ch. sphaericus, Brachionus angularis, Asplanchna priodonta, C. unicornix, Macrocyclops albidus, Limnosida frontosa* и *Acroperus harpae*. Структуру зоопланктонных сообществ определяют широко распространенные организмы, а по количественным показателям преобладают таксоны характерные для северных регионов.

Выводы

По результатам гидробиологических исследований разнотипных водоемов дельты Печоры можно заключить, что зоопланктонные сообщества исследованных водоемов характеризуются высоким видовым разнообразием, а так же высокими количественными значениями. Наиболее распространенными таксонами оказались *B. longispina, C. unicornix, Ch. sphaericus, K. Longispina* и *K. Cochlearis.* Актуальность дальнейших исследований пресноводных экосистем данной территории обусловлен необходимостью биологического мониторинга ввиду большой антропогенной нагрузки связанный с добычей нефти и газа, а так же глобальными климатическими изменениями.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю признательность коллективу сотрудников государственного природного заповедника «Ненецкий» и в первую очередь Золотому Станиславу Алексеевичу, Глотову Андрею Степановичу, Губарю Андрею Алексеевичу, Богомоловой Юлии Михайловне за помощь в организации и проведении экспедиций на территории заповедника. Полевые работы выполнены при поддержке РФФИ (проект 18-05-00406), часть лабораторных работ и работы по созданию региональных баз данных по биоразнообразию кладоцерных сообществ исследованных водоемов выполнены при поддержке РНФ (проект 20-17-00135).

Список литературы

1. Нигаматзянова Г.Р. Гидробиологические исследования проток устьевой области реки Лены / Г.Р. Нигаматзянова, Л.А. Фролова, А.А. Четверова, И.В. Федорова // Ученые записки Казанского Университета. Серия естественные науки. – 2015. - Т. 157, кн. 4. - С. 96–108.
2. Зенкевич Л.А., Броцкая В.А. Материалы по экологии руководящих форм бентоса Баренцова моря / Л.А. Зенкевич, В.А. Броцкая // Уч. записки МГУ. Зоология. – М.: 1937. - вып. 13, № 3.

3. Frolova L., Nigmatullin N. Zooplankton community structure and environmental conditions of tundra lakes in the Pechora River Delta (Northern Russia) / 19th International multidisciplinary scientific geoconference SGEM. – 2019. - vol. 19/Issue 5.1. – pp. 817-824, DOI: 10.5593/sgem2019/5.1/S20.101;
4. Richardson A.J. In hot water: zooplankton and climate change / ICES Journal of Marine Science. – 2008. – pp. 279-295.

УДК 574.58 : 581524.2

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИНВАЗИИ В ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ: ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ.

А.П. Лебедева[1], А.И. Никифоров[2]

[1] ФГБУ «Информационно-аналитический центр поддержки заповедного дела» Минприроды России, г. Москва, Россия, lebedeva.anna97@gmail.com; [2]Московский государственный институт международных отношений МИД РФ, г. Москва, Россия, hosanianig@gmail.com

Аннотация: В работе рассмотрено понятие биологической инвазии и основные механизмы, обеспечивающие ускорение процессов интродукции чужеродных видов; обсуждаются механизмы проникновения инвазивных видов гидробионтов в водные экосистемы; приводятся оценки обилия видов-интродуцентов в зависимости от путей их внедрения; упоминаются международные документы, призванные обеспечить предотвращение распространения инвазивных видов; перечислены наиболее уязвимые экорегионы России с позиций угрозы проникновения инвазивных видов.

Ключевые слова: интродукция, водные экосистемы, биологическая инвазия, инвазивный чужеродный вид, балластные воды, биообрастание судов, гидробионты

BIOLOGICAL INVASIONS IN AQUATIC ECOSYSTEMS: HISTORICAL OVERVIEW AND CURRENT STATE.

A.P. Lebedeva[1], A.I. Nikiforov[2]

[1] Federal State Budgetary Institution «Information and Analytical Centre for Protected Areas Support», lebedeva.anna97@gmail.com; [2]Moscow State Institute of International Relations of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, hosanianig@gmail.com

Summary: The paper discusses the concept of biological invasion and the main mechanisms to accelerate the introduction of alien species; discusses the mechanisms of invasive species penetration into aquatic ecosystems; provides estimates of the abundance of introduced species depending on the ways of their introduction; mentions international documents designed to prevent the spread of invasive species; lists the most vulnerable ecoregions in Russia from the perspective of the threat of invasive species penetration.

Keywords: introduction, aquatic ecosystems, biological invasion, invasive alien species, ballast water, ship biofouling, hydrobionts.

В настоящее время в результате глобализации в мире все чаще регистрируются случаи интродукции в гидробиоценозы чужеродных видов. Многие из них наносят ущерб здоровью человека и приводят к экономическим потерям в сотни миллиардов

долларов ежегодно, некоторые же становятся причиной масштабных экологических катастроф. Интенсификация международной торговли товарами рыбного хозяйства, перевозка грузов водным транспортом, сброс балластных вод, аквариумистика и террариумистика, спортивная рыбалка и туризм – все это способствует распространению чужеродных видов гидробионтов в водных экосистемах мира. Любые грузы, пересекающие границу государств и содержащих живые организмы и их части, потенциально могут представлять опасность для местных экосистем и биоразнообразия [7].

В настоящее время распространение чужеродных видов признано одной из самых серьезных угроз для экологического и экономического благополучия планеты, а каждый год регистрируются всё новые находки опасных интродуцентов. У каждого вида есть определенные границы скорости и масштабов распространения, обусловленные, в первую очередь, его биологическими особенностями, а также физико-географическими и экологическими барьерами.

С появлением и развитием человечества для целого ряда живых организмов преодоление указанных выше барьеров значительно облегчилось, а с началом процесса глобализации эти границы практически исчезли. С ростом числа перемещений людей между странами и континентами, возросли и темпы непреднамеренных интродукций, а также появились новые возможности для случайных перевозок чужеродных видов. Существуют неопровержимые факты, свидетельствующие о том, что люди перевозили животных целенаправленно или случайно на протяжении тысячелетий [9].

В настоящее время причинами интродукции чужеродных видов за пределы их экологических и физико-географических ниш в новые места могут являться как непосредственная, целенаправленная транспортировка организмов или их жизнеспособных частей, так и непреднамеренная антропогенная помощь в перемещении видов. Анализ путей интродукции – это первый и подчас важнейший шаг по сокращению и предотвращению распространения чужеродных видов. Эффективные контрмеры могут быть приняты только в том случае, если известны «коридоры», через которые виды проникают в новые места обитания, где впоследствии могут стать инвазивными.

Большинство преднамеренных интродукций непосредственно связаны с получением выгод (или ожиданием таковых) от разведения и выращивания чужеродных видов, полезных человеку в продуктивных (пищевых, технических), декоративных или даже психологических (эмоциональных, рекреационных) целях. Известно множество примеров, когда определённые виды гидробионтов различных систематических групп были специально интродуцированы с целью получения пищевой продукции – например, карп обыкновенный (*Cyprinus carpio*) - в США, камчатский краб (*Paralithodes camtschaticus*) - в Норвегии, тихоокеанская устрица (*Crassostrea gigas*) - в Нидерландах, южноамериканский брюхоногий моллюск *Pomacea canaliculata* - на о. Тайвань [2].

Бесспорно, интродукция ряда чужеродных видов послужила средством увеличения благосостояния населения практически во всех частях света. Но зачастую представители внедряемых видов сами могут стать инвазивными и в итоге принести больше вреда, чем пользы [5].

Интродукция чужеродных видов давно используется для декоративных и рекреационных целей. Так, например, некоторые виды червей, которые были завезены в качестве наживки для рыбалки европейскими колонизаторами в Северную Америку и Австралию, в дальнейшем стали опасными инвазивными видами и стали наносить вред местным лесным экосистемам [2].

Согласно исследованию Международной морской организации (IMO), основным коридором для интродукций в морских экосистемах является перевозка чужеродных видов с судовыми балластными водами и в результате биообрастания судов. Ежегодно таким образом перевозится от 4 до 7 тысяч видов водных организмов [3]. Интродукция чужеродных видов с балластными водами однозначно признана в настоящее время одной из серьезных угроз биоразнообразию Мирового океана [14].

Ввиду ряда конструктивных особенностей современных кораблей, водная балластировка судов является неотъемлемой частью морских грузовых перевозок. Но водный балласт обычно содержит множество биологических объектов, в том числе растения, животных, вирусы и бактерии [1]. Поэтому, в 2004 году было принято решение о создании специальной Международной конвенции о контроле судовых балластных вод и осадков и управления ими для предотвращения вселения чужеродных видов и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду (Ballast Water Management Convention, BWMC).

В ходе ряда исследований было установлено, что морские перевозки (включая балластные воды и биообрастание судов) являются наиболее распространенным «коридором» для интродукции (рис. 1) [6]. Среди 329 водных чужеродных организмов, для которых были точно установлены пути интродукции, самый распространённый – это перемещение с судами (второй по значимости – программы развития аквакультуры). Наиболее тревожным является тот факт, что более 80% всех интродуцированных видов были занесены непреднамеренно.

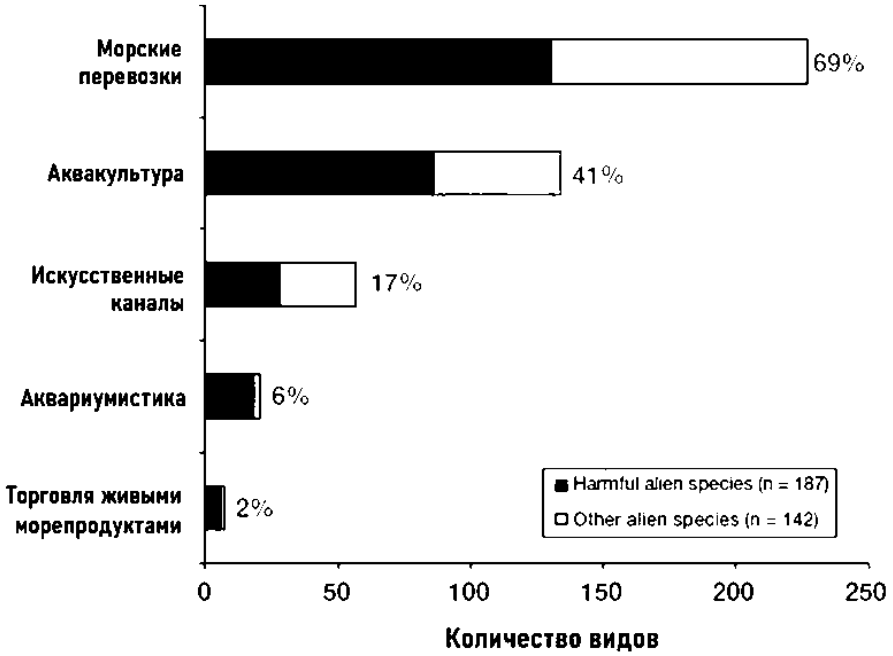


Рис. 1. Пути (источники) интродукции и обилие чужеродных видов гидробионтов. (Темным цветом показаны инвазивные чужеродные виды, светлым - остальные чужеродные виды). Источник: Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity (2008), p. 489.

Именно с балластными водами, например, в 80-е гг. в США попала речная дрейссена (*Dreissena polymorpha*), чей естественный ареал находится в водах Понто-Каспийского бассейна. Интродукция этого вида в систему Великих озер в США привела к почти полному исчезновению местных видов моллюсков и мидий, а в дальнейшем – к подрыву кормовой базы местных видов пресноводных рыб [8].

Согласно оценке Конгресса США, с момента интродукции этот инвазивный вид нанес экономике страны ущерб в более чем 5 млрд долларов, а ежегодные расходы на искоренение и контроль популяции составляют не менее 3 млн долларов [4].

Напротив, в 1982 году из Атлантического океана также с балластными водами в Черное море попал хищный гребневик *Mnemiopsis leidyi*. К началу 21 века через Волго-Донский канал этот активный интродуцент проник в бассейн Каспийского моря, где, поедая икру и личинок многих промысловых рыб, наносит огромный ущерб рыбном хозяйству России [10].

Всё большее расширение торговой активности России, а также неминуемые в результате глобализации изменения вызывают у специалистов обоснованные опасения, что случаи проникновения чужеродных видов на территорию нашей страны будут лишь учащаться. В связи с этим в настоящее время рядом научных коллективов ведутся работы по консолидации знаний о масштабах и тенденциях распространения инвазивных чужеродных видов в нашей стране [13].

Проблема биологических инвазий признана на государственном уровне в Экологической доктрине Российской Федерации, как одно из приоритетных направлений по обеспечению экологической безопасности РФ [12]. Наибольшую обеспокоенность вызывает проникновение инвазивных видов в регионы, характеризующиеся наличием эндемиков, редких и реликтовых видов. В первую очередь, это относится к Кавказу, Крыму, озеру Байкал. Согласно данным V национального доклада «Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации», инвазивные виды прежде всего представляют опасность в отношении трансформации аборигенных экосистем Азовского, Чёрного и Каспийского морей, Керченского пролива, р. Волги. В этих районах уже произошла существенная трансформация ихтиофауны и ее кормовой базы в результате биологических инвазий чужеродных видов [11].

К сожалению, следует признать, что на данный момент в России остается множество пробелов в законодательстве в отношении контроля биологических инвазий; кроме того, явно недостаточен и объём научных исследований данной проблемы. В современных условиях для эффективного управления биологическими ресурсами станы и успешного противодействия дальнейшим масштабным интродукциям в водные экосистемы требуется формирование специализированной национальной системы мониторинга чужеродных видов.

Список литературы

1. Cariton J. T., Geller J. B. Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms //Science. – 1993. – Т. 261. – №. 5117. – С. 78-82.

2. Hulme P. E. (ed.). Handbook of alien species in Europe. The Netherlands: Springer, 2009. – Т. 569.

3. IMO Bulletin to put an end to invasion of alien organisms as a result of their transportation with ballast water. – 1998. 21 p.

4. Johnson R. et al. Invasive species: major laws and the role of selected federal agencies //Washington, DC: Congressional Research Service, 2017

5. McNeely J. A. (ed.). The great reshuffling: human dimensions of invasive alien species. – IUCN, 2001.

6. Molnar J. L. et al. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity //Frontiers in Ecology and the Environment. – 2008. – Т. 6. – №. 9. – С. 485-492.

7. Nentwig W. Biological invasions: why it matters //Biological invasions. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2008. – 444 p.

8. Simberloff D., Rejmánek M. (ed.). Encyclopedia of biological invasions. – Univ of California Press, 2011. – №. 3.

9. Van der Weijden W., Leewis R. J., Bol P. Biological globalisation: bio-invasions and their impacts on nature, the economy, and public health. Ljubljana: KNNV. – 2007. – 224 p.

10. Виноградов М. Е. и др. Новый вселенец в Черном море–гребневик Mnemiopsis leidyi (A. Agassiz) //Океанология. – 1989. – Т. 29. – №. 2. – С. 293-299.

11. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр». – 2019. – 844 с.

12. Распоряжение Правительства РФ от 31.08.2002 N 1225-р «Об Экологической доктрине Российской Федерации»

13. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / Ред. Дгебуадзе Ю.Ю., Петросян В.Г., Хляп Л.А. М.: Тов-во научных изданий КМК. – 2018. – 688 с.

14. Селифонова Ж. П. Контроль судовых балластных вод как метод предотвращения биологического загрязнения морской среды: Методическое пособие //Апатиты: КНЦ РАН, 2010. – 87 с.

УДК 597.08.

ИЗМЕНЕНИЕ ПЛОДОВИТОСТИ СИГА-ПЫЖЬЯНА (COREGONUS PIDSCHIAN) В ПРОЦЕССЕ ФОРМИРОВАНИЯ ХАНТАЙСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

В. И. Романов, О. Г. *Карманова*

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия; E-mail: icht.nrtsu@yandex.ru

Аннотация. Исследованы изменчивость плодовитости сига-пыжьяна в разные годы формирования водохранилища Усть-Хантайской ГЭС. Показано, что после вспышки трофии через сорокалетний период, прошедший после первых сборов, произошло значительное снижение основных биологических характеристик и в том числе абсолютной и относительной плодовитости.

Ключевые слова. Сиг-пыжьян, формирующееся водохранилище, изменение биологических характеристик, плодовитость.

CHANGE IN FERTILITY OF HUMPBACK WHITEFISH (COREGONUS PIDSCHIAN) IN THE PROCESS OF FORMATION OF THE KHANTAY RESERVOIR

V. I. Romanov, O. G. Karmanova

Tomsk State University (TSU), Tomsk, 634050 Russia

Summary. The variability in fertility of humpback whitefish in different years of the formation of the Ust’- Khantay reservoir HPP is studied. It was shown that after trophy of the reservoir, forty years after the first collecting, there was a significant decrease in the main biological characteristics of humpback whitefish, including absolute and relative fertility.

Keywords: Humpback whitefish, forming reservoir, change in biological characteristics fertility.

Появление в бассейне р. Хантайки – правого притока Нижнего Енисея, водохранилища Усть-Хантайской ГЭС (1970 г.), самого северного в стране, с его

своеобразными ихтиофауной и динамикой ее развития ставит всю гидросистему в ряд наиболее интересных в ихтиологическом отношении водоемов России. Заполнение этого водоема до уровня близкого к проектным значениям продолжалось до 1976 г., тогда же начался и промышленный лов рыбы. Гидрологические особенности водоемов сложной гидросистемы бассейна р. Хантайки, имеющей в своем составе крупное водохранилище, во многом определяют характер распространения, видовой состав и популяционную структуру местных рыб [11].

Особую ценность среди промысловых рыб Хантайского водохранилища представляли собой сиговые и щука. Численность щуки, которая обычно в первые годы существования искусственного водоема показывает высокую численность в сибирских водохранилищах [4, 7], оказалась столь значительной, что на некоторых участках этого водоема в промысле довольно длительный период превышала 90–95%. В период осеннего преднерестового хода сиговых щука активно за ними охотилась [2], даже мигрируя за ними в основные притоки Хантайского водохранилища, и, прежде всего, в р. Хантайку, поднимаясь при этом на десятки километров против достаточно сильного течения.

Среди пяти видов сиговых рыб (сибирская ряпушка, пелядь, сиг-пыжьян, валек и чир) наиболее массовыми видами оказались первые три. Все они были аборигенными видами и поэтому водохранилище оказалось искусственным водоемом с наиболее разнообразной сиговой фауной в России. Валек в водохранилище был представлен речной формой [8], населяющей некоторые притоки северной части водохранилища, а чир довольно быстро исчез из состава ихтиофауны уже в первые годы после заполнения, видимо, не найдя условий для воспроизводства.

Материалом для написания этой работы послужили сборы и наблюдения, проведенные автором в разные годы на акватории Хантайского водохранилища и на крупнейшем притоке – р. Хантайке за нерестовой частью популяций ряпушки, сига-пыжьяна и других сиговых рыб [1, 11, 12, 14]. Для исследований использовались традиционные методики [6, 13]. Исследовались индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) и индивидуальная относительная плодовитость (ИОП). Последняя определялось определением числа икринок на грамм массы тела без внутренностей. Статистическая обработка проводилась с использованием специальных методов [5].

Сиг-пыжьян среди сиговых рыб, отмеченных в водохранилищах Сибири, оказался самым удобным и популярным объектом мониторинговых наблюдений за состоянием формирующегося искусственного ихтиоценоза [3, 7, 9, 10].

Основные нерестилища сига в первые годы существования водохранилища были расположены в крупных притоках этого водоема Тукаланде, Горбиачин, Кулюмбэ. Самым главным и в тот период, и в настоящее время остается р. Хантайка, другие, названные выше притоки, к настоящему времени ввиду браконьерства свое значение практически утратили. Относительно первых лет существования Хантайского водохранилища численность сига-пыжьяна снизилась многократно. В этот же период увеличился возраст достижения половой зрелости со снижением линейно-весовых характеристик половозрелых самок. Значительно снизились и показатели плодовитости этого вида (таблица).

Уже в начальный, период с 1977 по 1981 гг., ИАП самок по массовым одновозрастным группам (7+ – 9+ лет) снизилась в 2–2,5 раза. Самая массовая возрастная группа (7+ лет; около 50%), бывшая у половозрелых самок сига в 1977 г., с середины 80-х годов становится малочисленной, а в 1999 г. исчезает из состава

нерестовой части популяции. Снижение показателей ИАП самок сига-пыжьяна продолжается вплоть до настоящего времени, но в последний период уже относительно медленными темпами, чем в начальный период. Снизились, как и абсолютная, так и относительная плодовитость.

Таблица Плодовитость сига-пыжьяна разных лет сбора в Хантайском водохранилище

Возраст, лет	Год сбора									
	1977		1981		1991		1999		2019	
	ИАП	ИОП	ИАП	ИОП	ИАП	ИОП	ИАП	ИОП	ИАП	ИОП
5+	9161	15,1	–	–	–	–	–	–	–	–
6+	15880	22,2	–	–	–	–	–	–	–	–
7+	**19314**	**19,3**	7543	15,4	3945	10,8	–	–	–	–
8+	**24015**	**19,9**	**10516**	**15,9**	7179	13,0	5312	12,5	3639	12,0
9+	37613	22,9	**16942**	**16,5**	**8443**	**14,1**	**7711**	**14,8**	**5501**	**13,8**
10+	–	–	32241	18,6	**8848**	**14,1**	**9022**	**15,0**	**6971**	**13,8**
11+	60223	24,9	49115	19,9	9596	14,1	9554	14,1	**9759**	**16,1**
12+	–	–	–	–	11921	15,5	15453	16,1	10140	13,8
13+	–	–	–	–	24390	20,4	23354	21,1	13561	15,4
14+	–	–	–	–	–	–	–	–	21334	17,6
15+	–	–	–	–	–	–	–	–	15880	12,8
Число рыб	77		121		108		121		120	

Примечание. Жирным выделены наиболее массовые возрастные группы.

Средняя масса тела самок в 1977, в возрасте 7+ лет (34 экз.), составляла 1196 г, в 2019 г. относительно близкие характеристики средней массы тела (1076 г) имели самки, но уже в возрасте 13+ лет (14 экз.).

Отсутствие в ложе Хантайского водохранилища хороших запасов органогенных грунтов оказалось неспособным обеспечивать бентофага-сига полноценной и достаточной пищей. Значительно возросшая на местах нереста сига-пыжьяна в системе Малых Хантайских озер рыб, которые ранее здесь были крайне редки (щука, окунь, налим, карповые и др.) стали негативно влиять на воспроизводство сига и существенно снижают численность этого вида.

Список литературы

1. Карманова О.Г., Романов В.И. Состояние некоторых биологических показателей промысловых рыб Хантайского водохранилища в период стабилизации его режима // Тр. II совещ. «Экология пойм сибирских рек и Арктики» (24–26 нояб. 2000 г.). – Томск, 2000. – С. 265–272.

2. Карманова О.Г., Романов В.И. Роль сиговых в питании хищных рыб Хантайского водохранилища // Вестник Томского государственного университета. Сер. Биологические науки. Приложение, 2003. – № 8. – С. 77–79.

3. Кириллов А.Ф. Стратегия экологической адаптации сига в экстремальных условиях. – Новосибирск: Наука, 1983. – 108 с.

4. Кириллов А.Ф., Ледяев О.М., Романов В.И., Суханова Г.И. О феномене щуки в ихтиофауне северных водохранилищ Сибири // Экология и практика / Тезисы докладов к конференции. – Томск, 1989. – С. 73–76.

5. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учебное пособие для биологических специальностей вузов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1980. – 293 с.
6. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищепромиздат, 1966. – 376 с.
7. Романов В.И. Ихтиофауна Хантайской гидросистемы и особенности ее формирования // Методы комплексных исследований сложных гидросистем. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1980. – С. 76–97.
8. Романов В.И. К вопросу об экологической структуре валька *Prosopium cylindraceum* (Pallas et Pennant) в пределах азиатской части ареала // Биологические проблемы Севера. Тезисы X Всесоюзного симпозиума. Часть 2. Животный мир. – Магадан, 1983. – С. 205–206.
9. Романов В.И. Экология сига-пыжьяна в водохранилищах Сибири в процессе их формирования // Вопросы экологии водоемов и интенсификации рыбного хозяйства Сибири. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1986. – С. 48–54.
10. Романов В.И. Экология ледовитоморского сига (*Coregonus lavaretus pidschian*) в условиях формирующегося водохранилища // Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб / Матер. научно-произв. совещ., 19–21 дек. 2001. – Тюмень, 2001. – С. 151–155.
11. Романов В.И., Карманова О.Г. Особенности формирования ихтиофауны заполярного Хантайского водохранилища // Сибирский эколог. журнал, 2004. – № 4. – С. 513–520.
12. Романов В.И., Карманова О.Г. Экология сибирской ряпушки Хантайского водохранилища в период стабилизации его уровенного режима // Проблемы гидробиологии Сибири. – Томск: Дельтаплан, 2005. – С. 212–222.
13. Романов В.И., Петлина А.П., Бабкина И.Б. Методы исследования пресноводных рыб Сибири: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томск. ун-та. 2012. – 256 с.
14. Романов В.И., Шаманцов С.В. Изменения основных биологических показателей ледовитоморского сига в процессе формирования Хантайского водохранилища // Биологические ресурсы и проблемы развития аквакультуры на водоемах Урала и Западной Сибири / Тез. докл. Всеросс. конф. – Тюмень, 1996. – С. 130–133.

УДК 597-169+597-12(261.245/.246+28)

ОЦЕНКА ЭПИЗООТИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ БАЗОВЫХ ВОДОЕМОВ РЫБОВОДНЫХ ХОЗЯЙСТВ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.Н. Родюк, О.А. Шухгалтер

Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»),
г. Калининград, Россия, rodjuk@atlantniro.ru

Аннотация. Представлен анализ информации по патогенам и болезням рыб в трех базовых естественных водоемах хозяйств аквакультуры Калининградской области: Куршский залив, Вислинский залив и Правдинское водохранилище. Выявлены наиболее опасные потенциальные заболевания рыб для хозяйств региона – аэромоноз, псевдомоноз, гиродактилез, дактилогироз, триенофороз и ангуилликолез.

Ключевые слова: Куршский залив, Вислинский залив, Правдинское водохранилище, хозяйства аквакультуры, паразиты, болезни, рыбы

ASSESSMENT OF THE EPISOOTIC STATE OF BASIC WATER BODIES OF AQUACULTURE FARMS IN THE KALININGRAD REGION

G.N. Rodjuk, O.A. Shukhgalter

Summary. An analysis of information on pathogens and diseases of fish in three basic natural reservoirs of fish farms in the Kaliningrad region: the Curonian Lagoon, the Vistula Lagoon and the Pravdinskoy reservoir is presented. Aeromonosis, pseudomonosis, gyrodactylosis, dactylogyrosis, trienophorosis, and anguillicolosis are the most dangerous potential fish diseases for the farms of the region.

Keywords: the Curonian Lagoon, the Vistula Lagoon, the Pravdinsky reservoir, aquaculture farms, parasites, diseases, fish

Калининградская область обладает природным потенциалом морских и пресноводных водоемов для рыбоводства. Для успешного развития аквакультуры необходима комплексная системы мер по обеспечению ихтиопатологического благополучия объектов и хозяйств аквакультуры, которая включает оценку эпизоотического состояния базовых водоемов хозяйств аквакультуры.

Цель настоящей работы – выделение потенциально опасных для здоровья рыб заболеваний и паразитов в естественных базовых водоемах Калининградской области для обеспечения ихтиопатологического благополучия объектов и хозяйств аквакультуры.

Вислинский залив (юго-восточная часть Балтийского моря) – базовый водоем хозяйства ООО Калининградский центр «Аквакультура». По данным литературы [5, 14, 15] и материалам АтлантНИРО у 16 исследованных видов рыб обнаружены 92 вида паразитов: олигохименофоры – 4 вида, микроспоридии – 1, миксоспореи – 22, моногенеи – 28, цестоды – 7, трематоды – 9, нематоды – 6, скребни – 4, пиявки – 1, ракообразные – 7, моллюски – 3. Потенциальную опасность для здоровья рыб в водоеме могут представлять моногенеи рода *Dactylogyrus*; цестоды *Bothriocephalus claviceps, Ligula intestinalis* и *Triaenophorus nodulosus*; трематоды родов *Diplostomum, Postodiplostomum* и *Ichthyocotylurus* на стадии метацеркарии; нематода *Anguillicola crassus* и паразитическая копепода *Ergasilus sieboldi*. У европейского угря выделены условно-патогенные бактерии родов *Aeromonas* и *Pseudomonas* [6].

Куршский залив (юго-восточная часть Балтийского моря) – базовый водоем хозяйства ЭРЦ Калининградского филиала ФГБУ «Главрыбвод». По данным литературы [4, 7, 8, 9, 11, 17] и материалам АтлантНИРО у 43 исследованных видов рыб обнаружены 244 вида паразитов: кокцидии – 15 видов, олигохименофоры – 27, микроспоридии – 4, миксоспореи – 45, моногенеи – 55, цестоды – 25, трематоды – 36, нематоды – 16, скребни – 7, пиявки – 2, ракообразные – 9, моллюски – 3. Негативное влияние на здоровье рыб могут оказывать отдельные представители моногеней рода *Dactylogyrus*, цестоды *Bothriocephalus claviceps, Ligula intestinalis* и *Triaenophorus nodulosus*, трематоды родов *Diplostomum, Ichthyocotylurus, Postodiplostomum* и *Tylodelphys* на стадии метацеркарии, нематоды *Anguillicola crassus* и *Cystidicola farionis*. Кроме этого у леща выделены условно-патогенные бактерии родов *Aeromonas* и *Pseudomonas* [10].

Правдинское водохранилище ГЭС-3 на реке Лава – базовый водоем хозяйства ИП Смирнова Е. В. По данным литературы [2] и материалам АтлантНИРО у 11 обследованных видов рыб водохранилища были обнаружены 94 вида паразитов: кинетопластиды (3 вида), кокцидии (1), олигохименофоры (26), миксоспореи (6), моногенеи (26), цестоды (6), трематоды (12), нематоды (4),

скребни (2), пиявки (2), ракообразные (5) и моллюски (1). Потенциально опасные для здоровья рыб – олигохименофора *Ichthyophthirius multifiliis*, моногенеи рода *Dactylogyrus,* цестода *Triaenophotus nodulosus*, трематоды родов *Diplostomum* и *Postodiplostomum* на стадии метацеркарии и паразитические ракообразные *Ergasilus* spp., *Argulus foliaceus* и *Tracheliastes maculatus.*

По данным литературы [1, 3] и материалам АтлантНИРО у радужной форели (ООО Калининградский центр «Аквакультура») и у европейского сига (ЭРЦ Калининградского филиала ФГБУ «Главрыбвод») встречаются условно-патогенные бактерии родов *Aeromonas* и *Pseudomona.* Патологические изменения у рыб не были выявлены, гибель рыб не зарегистрирована.

Заболевание, вызываемое моногенеями рода *Dactylogyrus*, широко распространено в рыбоводных хозяйствах РФ. В базовых водоемах рыбоводных хозяйств области отмечены около 20 видов данного рода, из которых эпизоотическое значение имеют *D. vastator* и *D. extensus* [2, 5, 10, и др.]. Вспышки дактилогироза у рыб в области не отмечены, но носительство возбудителей у диких рыб в базовых водоемах создает определенный риск возникновения эпизоотий в хозяйствах аквакультуры.

В рыбоводных форелевых хозяйствах Дании, Германии, Финляндии и Польши большое эпизоотическое значение имеет моногенея *Gyrodactylus salaris* - возбудитель гиродактилеза, [12, 13 и др.]. К настоящему времени у лососевых рыб в рыбоводных хозяйствах и базовых водоемах Калининградской области *G. salaris* не зарегистрирован.

Цестода *Bothriocephalus claviceps* встречается у европейского угря в Вислинском и Куршском заливах при низких показателях зараженности [7, 8, 14]. Ботриоцефалез в рыбоводных хозяйствах области не отмечен.

Триенофороз радужной форели (возбудитель цестода *Triaenophorus nodulosus*) был зарегистрирован в рыбоводном хозяйстве ООО Калининградский центр «Аквакультура» [3]. Высокие показатели зараженности *T. nodulosus* отмечены у окуня и щуки в базовом водоеме хозяйства [5].

При развитии угреводства в Калининградской области следует учитывать высокие показатели зараженности рыб нематодами *Anguillicola crassus* в базовых водоемах Калининградской области. В Вислинском заливе экстенсивность инвазии европейского угря достигала 80,2% экз., в Куршском - 84,6% [8, 14, 16].

Анализ данных по патогенам и болезням, выявленным в рыбоводных хозяйствах и в базовых естественных водоемах Калининградской области, позволил выявить наиболее опасные потенциальные заболевания рыб для хозяйств региона – аэромоноз, псевдомоноз, гиродактилез, дактилогироз, триенофороз и ангуилликолез.

Список литературы

1. Авдеева Е. В. Мониторинг инфекционных и инвазионных болезней разводимых видов рыб в Калининградской области // Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов-2: расширенные матер. Междунар. науч.-практич. конф. (Борок, 2007). М.: Россельхозакадемия, 2007. С. 475-477.

2. Авдеева Е.В., Евдокимова Е.Б. Результаты эколого-паразитологического исследования рыб некоторых водоемов Калининградской области: обзор // Матер. I и II междунар. чтений, посвященных памяти и 86-летию со дня рождения С.С. Шульмана (март 2002 г. и февраль 2003 г., г. Калининград) / Современные проблемы паразитологии, зоологии и экологии. Калининград: КГТУ, 2004. С. 188-200

3. Авдеева Е. В., Казимирченко О. В. Экологические особенности структуры системы паразит-хозяин в рыбоводных хозяйствах Калининградской области // Матер. IV Всероссийской школы по теоретической и морской паразитологии (Калининград, 2007). Ка-лининград: АтлантНИРО, 2007. С. 7-9.
4. Гецевичуте С. Ю. Материал по возрастной динамике паразитофауны рыб залива Куршю Марес // Куршю Марес. Вильнюс: АН Литовской ССР, 1959. С. 521-539.
5. Заостровцева С. К. Эколого-фаунистический анализ паразитофауны рыб Вислинского залива, рек Преголи и Прохладной: автореф. дис… канд. биол. наук / Калининград: КГТУ, 2007. 24 с.
6. Казимирченко О. В. Экологический анализ грамотрицательной микрофлоры грунтов, воды и европейского угря (*Anguilla anguilla* L.) Вислинского залива (Балтийское море): автореф. дис… канд. биол. наук / Калининград: КГТУ, 2008. 25 с.
7. Рауцкис Э. Паразиты рыб водоемов Литвы. Вильнюс: Мокслас, 1988. 205 с.
8. Родюк Г. Н. Заражение европейского угря гельминтами вселенцами в российской экономической зоне Южной Балтики. Проблемы современной паразитологии // Матер. Междунар. конф. и III съезда Паразитологического общества РАН (Петрозаводск, 6-12 октября 2003), Т.2. Санкт-Петербург, 2003. С.77.
9. Родюк Г. Н., Чукалова Н. Н. Паразитофауна рыб // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы / под ред. С. В. Шибаева [и др.]. Калининград: ИП Мишуткина, 2008. С. 54-63.
10. Чукалова Н. Н. Экологические факторы, обуславливающие эпизоотическое состояние леща (*Abramis brama* L.) в Куршском заливе Балтийского моря: автореф. дис… канд. биол. наук / Калининград: АтлантНИРО, 2008. 23 с.
11. Шухгалтер О. А., Гулько И. А. О зараженности *Tracheliastes maculatus* Kollar, 1836 (Copepoda: Lernaeopodidae) леща в Куршском заливе (юго-восточная часть Балтий-ского моря) // Паразитология и паразитарные системы морских организмов: тез. докл. Третьей Всесоюзн. школы по морской биологии (г. Мурманск, 3-5 ноября 2004). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2004. С. 70-71.
12. Kudersky L.A., Ieshko E., Shulman B. Distribution range formation history of the monogenean *Girodactylus salaris* Malmberg, 1957 – a parasite of juvenile Atlantic salmon Salmo salar Linnaeus, 1758 // Atlantic salmon: biology, conservation and restoration. Petrozavodsk: Institute of Biology KRC RAS. 2003. P. 77-83.
13. Malmberg G. Gyrodactylidae and gyrodactylosis of Salmonidae // Bulletin Francais de la Peche et de la Pisciculture. 1993. V 328. P. 5-46.
14. Rodjuk G., Shelenkova O. Parasite fauna of the European eel (*Anguilla anguilla* L., 1758) from the Russian part of the Vistula Lagoon (Baltic Sea) // Wiadomości Parazytologiczne. 2006. Vol. 52, № 2. P. 121-125.
15. Rolbiecki L. Diversity of the Parasite fauna of cyprinid (Cyprinidae) and percid (Percidae) fishes in the Vistula Lagoon, Poland // Wiadomości Parazytologiczne. 2003. T. 49 (2). P. 125-164.
16. Rolbiecki L., Rokicki J. Parasite fauna of the eel, *Anguilla anguilla* (Linneaus, 1758), from the Polish part of the Vistula Lagoon // Wiadomości Parazytologiczne. 2006. V. 52 (2). P. 115-119.
17. Schukhgalter O., Chukalova N. Some results of investigation of «black spot» disease of bream (*Abramis brama* L.) from the Curonian Lagoon (the South-East part of the Baltic Sea) // Bull. of the Europ. Assoc. of Fish Patologists. 2002. Vol. 22(1). P. 218-221.

УДК 574.587(262.54)

КОРМОВАЯ БАЗА РЫБ-БЕНТОФАГОВ ЦЕНТРАЛЬНОГО СИВАША (АЗОВСКОЕ МОРЕ)

А.С. Терентьев

Отдел «Керченский» Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО»(«АзНИРХ»), Керчь, Россия, iskander65@bk.ru

Аннотация. Летом 2019 г в заливе Сиваш было обнаружено 15 видов донных. Численность зообентоса в июне среднем равнялась 1900±1200 экз./м^2, в июле – 2700±1600 экз./м^2. Биомасса зообентоса в июне среднем равнялась 99±55 г/м^2, в июле – 36±19 г/м^2. На долю кормового зообентоса приходилось в июне в среднем 68-90 % численности и 53-80 % биомассы кормового зообентоса. В июле соответственно 98-99 и 78-87 %. На динамику численности и биомассы зообентоса сильное влияние оказывает осолонение залива.

Ключевые слова: Азовское море, Сиваш, зообентос, кормовой зообентос.

FOOD RESOURCES OF FISH-BENTOPHAGES OF THE CENTRAL SIVASH BAY (AZOV SEA)

A.S. Terentev

Kerch Department of the Azov-Black Sea Branch of the FSBSI “VNIRO” (“AzNIIRKH”), Kerch, Russia, iskander65@bk.ru

Summary. In the summer of 2019, 15 species of benthic species were found in the Sivash Bay. The abundance of zoobenthos in June averaged 1900±1200 ind./m^2, in July – 2700±1600 ind./m^2. The biomass of zoobenthos in June averaged 99±55 g/m^2, in July – 36±19 g/m^2. The share of forage zoobenthos in June made up an average of 68-90 % of the abundance and 53-80 % of the biomass of forage zoobenthos, in July, respectively, 98-99 and 78-87%. The dynamics of the abundance and biomass of zoobenthos is greatly influenced by the salinization of the bay.

Keywords: Azov Sea, Sivash Bay, zoobenthos, forage zoobenthos

Залив Сиваш расположен в западной части Азовского моря и отделен от него косой Арабатская стрелка. Макрозообентос залива это хорошая кормовая база для азово-черноморской кефали, пиленгаса, бычков [1], а также для птиц [2]. Ранее в залив сбрасывались пресные воды с орошаемых полей. Поэтому еще 1989 г. соленость Сиваша равнялась 22,60 ‰, после перекрытия Северо Крымского канала с 2015 по 2019 гг. она увеличилась до 60,00-80,00 ‰, в южной части достигла 92-93 ‰ [4, 5]. “После перекрытия канала, действующие антропогенные и природно-климатические факторы способствуют постепенному осолонению залива, уменьшению его объема и переходу в условно-естественное состояние” [3].

Материал был собран на 24 гидробиологических станциях, в центральной части залива. В июне выполнено 10 станций, в июле – 14.

В июне-июле 2019 г. в центральной части залива Сиваш было обнаружено 15 видов животных: ракообразные (*Amathillina cristata* G.O. Sars, 1894, *Artemia salina* (Linnaeus, 1758), *Gammarus subtypicus* Stock, 1966, *Idotea balthica* (Pallas, 1772)), полихеты (*Alitta succinea* (Leuckart, 1847), *Nephtys hombergii* Savigny in Lamarck, 1818, *Lagis koreni* Malmgren, 1866), брюхоногие моллюски (*Bittium reticulatum* (da Costa, 1778), *Hydrobia acuta* (Draparnaud, 1805), *Retusa truncatula*

(Bruguière, 1792)), двустворчатые моллюски (*Abra segmentum* (Récluz, 1843), *Cerastoderma glaucum* (Bruguière, 1789)), книдария (*Actinia equina* (Linnaeus, 1758)). Кроме того, в сборах присутствовали олигохеты (Oligochaeta) и личинки комаров-звонцов (Chironomidae).

В июне было обнаружено 7 видов животных. В июле видовое богатство выросло до 14 (табл.).

Таблица Видовой состав, численность и биомасса зообентоса в центральной части залива Сиваш в июне-июле 2019 г.

Вид	июнь			июль		
	Числен-ность, экз./м^2	Биомасса, г/м^2	Встречае-мость, %	Числен-ность, экз./м^2	Биомасса, г/м^2	Встречае-мость, %
Abra segmentum	224,00±99,00	7,100±4,500	36-64	60,00±44,00	7,900±5,500	24-47
Actinia equina	8,00±2,50	11,400±2,700	2-18	0,00	0,000	0
Alitta succinea	0,00	0,000	0	2,60±0,69	0,042±0,010	1-13
Amathillina cristata	0,00	0,000	0	15,60±4,20	0,012±0,003	1-13
Artemia salina	0,00	0,000	0	2,60±0,69	0,003±0,001	1-13
Bittium reticulatum	0,00	0,000	0	2,60±0,69	0,440±0,100	1-13
Cerastoderma glaucum	220,00±150,00	78,00±48,00	36-64	29,00±18,00	19,00±11,00	11-31
Chironomidae	1400,00±1200,00	1,700±1,200	46-74	2500,00±1500,00	5,600±2,800	69-89
Gammarus subtypicus	8,00±2,50	0,296±0,094	2-18	5,20±1,40	0,009±0,002	1-13
Hydrobia acuta	20,00±14,00	0,450±0,380	9-31	2,80±9,10	0,121±0,070	24-47
Idotea balthica	0,00	0,000	0	2,60±0,69	0,018±0,004	1-13
Nephtys hombergii	32,00±28,00	0,490±0,450	9-31	2,60±0,69	0,018±0,004	1-13
Oligochaeta	0,00	0,000	0	2,60±0,69	0,003±0,001	1-13
Lagis koreni	0,00	0,000	0	26,00±19,00	1,800±1,100	6-23
Retusa truncatula	0,00	0,000	0	2,60±0,69	0,027±0,006	1-13
Сумма	1900,00±1200,00	99,000±55,000		2700,00±1600,00	36,000±19,000	

В июне плотность видов в среднем равнялась 2,20±0,97 вид/0,025м^2. Наиболее низкая наблюдалась в северной части, где отмечались участки, на которых макрозообентос практически отсутствовал. Наиболее высокая в центральной части, где плотность видов доходила до 6 вид/0,025м^2 (рис. 1).

Июнь **Июль**

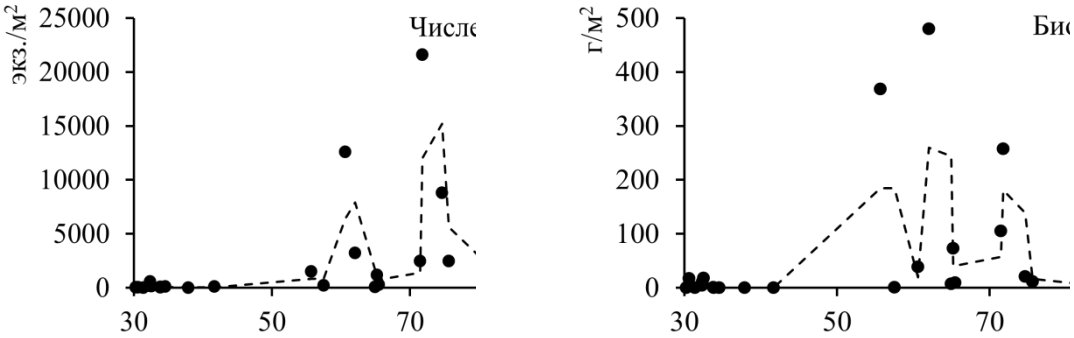
Плотность видов

Рис. 1. Пространственная динамика плотности видов, численности и биомассы зообентоса в заливе Сиваш в июне-июле 2019 г.

В июле плотность видов колебалась от 1 до 4 вид/0,025м^2, в среднем – 2,58±0,31 вид/0,025м^2. Численность зообентоса в июне в центральной части доходила до 12600 экз./м^2. В июле численность зообентоса находилась в пределах от 36 до 21600 экз./м^2. Биомасса зообентоса в июне доходила до 480 г/м^2. В июле она колебалась от 0,073 до 257 г/м^2.

Повсеместно наблюдается тенденция к увеличению плотности видов, численности и биомассы зообентоса в южном направлении. Причем эта тенденция сохраняется как в июне, так и в июле.

Между соленостью и численностью зообентоса существует умеренная положительная связь (r^2=+0,37±0,16), зависимость солености и биомассы слабее (r^2=+0,24±0,17) (рис. 2).



*Данные по солености залива любезно предоставлены к.г.н. Боровской Р.М.

Рис. 2. Зависимости численности и биомассы зообентоса от солености залива Сиваш в июне-июле 2019 г.

После выравнивания скользящей взвешенной средней видно, что до солености 56 ‰ численность зообентоса была невысокой, а его биомасса начала

быстро увеличиваться после того как соленость достигла 41 ‰. Наиболее высокие значение численности зообентоса наблюдалось при солености 70-75 ‰, биомасса – 60-65 ‰. В дальнейшем численность и биомасса зообентоса стремительно сокращались. При солености более 87 ‰ макрозообентос практически отсутствовал. В настоящее время в этой части залива создаются благоприятные условия для развития морских видов животных. Дальнейшее увеличение солености может привести к их сокращению и заменой гипергалинными видами, такими как *Ar. salina*.

На долю кормового зообентоса в июне в среднем приходилось 68-90 % общей численности и 53-80 % общей биомассы зообентоса. На обширных участках дна практически весь макрозообентос являлся кормовым (рис. 3).

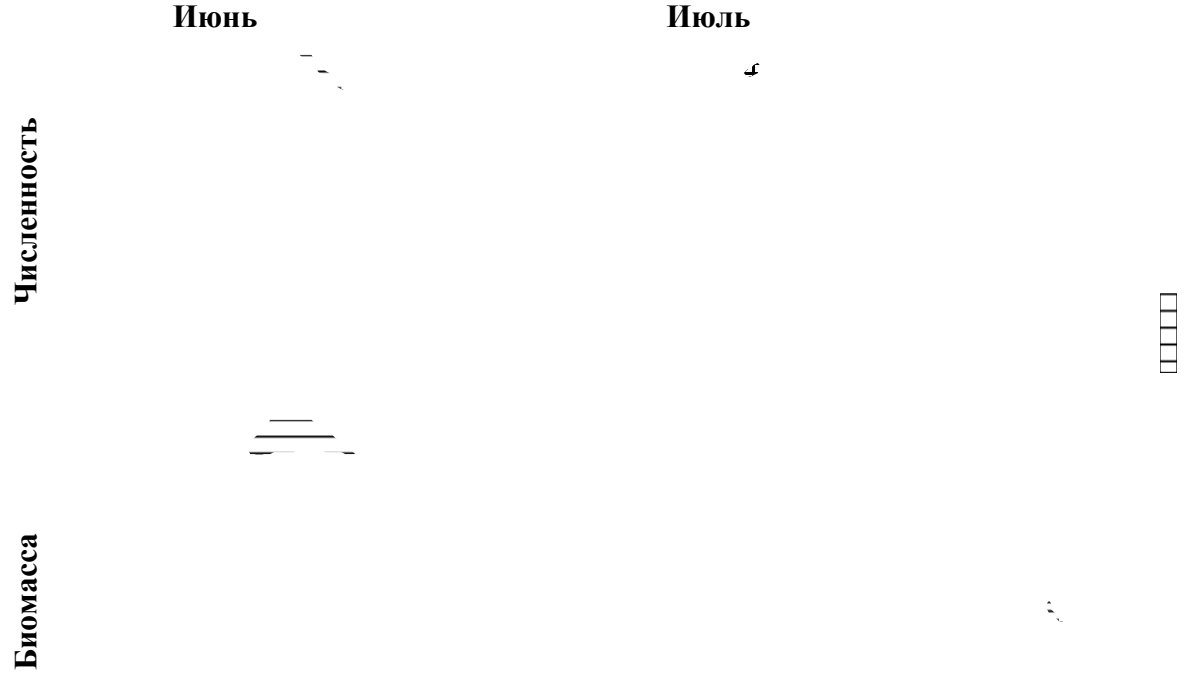


Рис. 3. Доля кормового зообентоса в общей численности и биомассе зообентоса в заливе Сиваш в июне-июле 2019 г.

В июле на долю кормового зообентоса в среднем приходилось 98-99 % общей численности и 78-87 % биомассы. Причем, его доля в общей численности зообентоса была не ниже 94 %, а в общей биомассе – 20 %.

В численности кормового зообентоса главную роль играли личинки хирономид. В июне на их долю приходилось 73 % от общей численности зообентоса, а в июле – 93 %. Важную роль также играли *Ab. segmentum, H. acuta,* мелкая *C. glaucum*, полихеты и гаммариды. Однако, следует учитывать, что хирономиды преобладают только в теплый период года.

Список литературы

1. Киреев И.Ю., Потеха В.П. Оценка лова промыслово-ценных гидробионтов в заливе Сиваш // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство, № 2, 2013, с. 58-66
2. Кирикова Т.А., Антоновский А.Г. Макрозообентос восточного и центрального Сиваша как кормовая база тундровых куликов в период миграции // Збірник праць Зоологічного музею. № 41, 2010, с. 210-235

3. Совга Е.Е., Ерёмина Е.С., Хмара Т.В. Водный баланс залива Сиваш в условиях изменчивости природно-климатических и антропологических факторов // Морской гидрофизический журнал, Т. 34, № 1, 2018, с 71-81

4. Совга Е.Е., Ерёмина Е.С., Латушкин А.А. Экспедиционные исследования, проведенные Морским гидрофизическим институтом в акватории залива Сиваш весной и осенью 2018 года // Морской гидрофизический журнал, Т. 36, № 2, 2020, с 176-185

5. Тимошенко Т.Ю., Дьяков Н.Н., Мальченко Ю.А., Белогудов А.А., Жиляев Д.А. Гидролого-гидрохимические исследования залива Сиваш СО ФГБУ «ГОИН» в 2015-2019 гг // Система контроля окружающей среды – 2019/ Тез. докладов научно-технической конференции, Севастополь 12-13 сентября 2019, Севастополь: ИПТС, 2019, с. 88

УДК 574/519.85

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОЁМОВ РТ

Р.М. Умярова, Н.М. Мингазова

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия, umyarova.rezeda@mail.ru

Аннотация. В статье сообщается о разработке программного обеспечения «Ecolog-Water» и базы данных по физико-химическим и гидробиологическим показателям водных объектов Республики Татарстан. База данных позволяет решать такие задачи по оценке качества воды, как расчеты индексов загрязнения воды, расчеты биотических индексов и др. Созданная база данных позволяет накапливать, систематизировать и анализировать информацию об экологическом состоянии водных объектов г. Казань и Республики Татарстан.

Ключевые слова: водные объекты, физико-химические показатели, зоопланктон, программирование, программное обеспечение, «Ecolog-Water», электронные базы данных.

Summary. The article reports on the development of software "Ecolog-Water" and a database on the physico-chemical and hydrobiological indicators of water objects in Tatarstan Republic. The database makes it possible to solve such tasks for assessing water quality as calculating water pollution indices, calculating biotic indices, etc. The created database allows you to accumulate, systematize and analyze information on the ecological state of water objects in Kazan and the Republic of Tatarstan.

Keywords: water objects, physico-chemical indicators, zooplankton, programming, software, "Ecolog-Water", electronic databases.

Оценка экологического состояния водоемов включает в себя анализ множества гидрологических, гидрохимических и гидробиологических показателей. Базы данных исследований экологического состояния водоемов необходимы для разработки эффективных мер по их использованию и принятия управленческих решений. Для анализа экологического состояния водоемов важно сравнивать и связывать различные данные, отчеты вычислений, использовать для наглядности диаграммы, графики, таблицы и схемы. Использование программного обеспечения в исследованиях по оценке качества воды водоемов позволяет

накапливать информацию о состоянии водоемов и выявлять критические районы загрязнения.

С этой целью на кафедре природообустройства и водопользования КФУ проводятся работы по созданию базы данных (БД) с гидрохимическими и гидробиологическими показателями исследованных водных объектов и разработке методики системы управления базами данных (СУБД). С помощью СУБД и реляционных баз данных возникает возможность решения ряда задач по оценке качества воды.

Программное обеспечение «Ecolog-Water» и базы данных

Программное обеспечение «Ecolog-Water» разрабатывается нами для оценки состояния и качества воды водоемов. Основывается на методике программирования исследовательской работы, с созданием баз данных (БД) [1,3]. Экологические задачи программирования решались на персональном компьютере (ПК), программа написана на языке программирования «Бейсик» (QBASIC) для широкого круга пользователей [1,3].

База данных включает в себя физико-химические и гидробиологические (по зоопланктону) параметры для водных объектов (реки, озера) на территории г. Казань.

Физико-химические показатели, включаемые в БД: прозрачность, содержание растворенного кислорода, БПК, ХПК, pH, содержание гидрокарбонатов, сульфатов и хлоридов, содержание кальция и магния, жесткость воды, общая минерализация, содержание биогенных веществ, содержание загрязняющих веществ (нефтепродукты, тяжелые металлы и др.). С помощью БД и с применением компьютерного программирования рассчитываются индекс загрязнения воды (ИЗВ), ранговые показатели эколого-санитарной классификации качества вод [6], превышения ПДК по загрязняющим веществам.

Из гидробиологических показателей в БД включаются сведения о видовом составе гидробионтов, их количественные характеристики (численность и биомасса), данные по сапробности. С применением компьютерного программирования рассчитываются биотические индексы – индекс видового разнообразия Шеннона, индекс сапробности Пантле и Букка, индекс видового сходства Серенсена и др. [4]. Задачи программирования ставились для формирования массивов данных по отдельным группам гидробионтов (коловратки, ветвистоусые и веслоногие рачки), для сортировки гидробионтов по численности и биомассе (табл. 1).

БД в настоящее время наполнена данными по физико-химическим показателям и гидробиологическим показателям по реке Казанке и озерам Нижний, Средний и Верхний Кабан, озерам Малое Лебяжье, Глубокое, Чишмяле, Марьино и др., исследуемыми в 2000-2019 гг. [2,5]. Всего в БД включено более 5000 показателей.

Методами программирования С++ база данных (БД) ориентирована на решение следующих задач: 1) расчет превышений ПДК веществ; 2) оценка качества воды по ранговым показателям эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод суши [6]; 3) расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ); 4) расчет индекса Шеннона; 5) расчет индекса Симпсона; 6) расчет индекса сапробности Пантле и Букка; 7) расчет индекса видового сходства Серенсена. Таким образом, создается база данных для решения задач в исследования водных объектов на предмет оценки качества воды.

Таблица 1. Задачи программирования в части зоопланктона (примеры)

Задача	Команды, последовательность

Формирование таблиц видового состава зоопланктона	REM “Зоопланктон р. Казанка”
	INPUT “N= “; N: DIM A (N)
	FOR I=1 TO N: INPUT A (I): NEXTI
	INPUT «численность видов в столбиках»; K:IF K=0 THEN END
	IF (K<2 OR K>N) THEN 40
	IF (N MOD K)< >2 THEN 40
	ВЫВОД
	FOR I=1 TO N
	PRINT A (1);
	IF (MOD K=0) THEW PRINT
	NEXTI
	GOTO 40

Формирование двух массивов по отдельности (коловратки и ветвистоусые рачки)	REM “Два вида зоопланктона” INPUT N DIM X (N), Y (N) FOR I=1 TO N: INPUT X(Y); Y(I): NEXT I FOR I=1 TO N: PRINT X(I); NEXT I PRINT FOR I=1 TO N: PRINT Y (I); NEXT I END
Сортировка видов зоопланктона по численности и биомассы	REM «Зоопланктон» PRINT «Сортировать малые из видов F (N)» INPUT Введение N: INPUT A (I): NEXT I PRINT “Массив сформирован» PRINT “Указать порядок сортировки” PRINT “По возрастанию, ДА или НЕТ” INPUT AS IF AS = “ДА” THEN 160 FOR I=1 TO N=1 FOR j=1 TO N IF A (I) <A(F) THEN SWAP A(I), A(J) NEXT J: NEXT I PRINT “Массив сортирован” GOTO 200 FOR I=1 TO N=1 FOR I=I+1 TO N I F A(I)>= A (I) TYEN SWAP A(I), A(J) NEXT J: NEXT I : GOTO 150 FOR K=1 TO N PRINT A(K); : NEXT K END

Структура и система управления базами данных (СУБД)

Структура создания базы данных (БД) основывается на табличном (реляционном) способе проектирования [1,3]. Реляционные БД строятся поэтапно, разрабатывается способ представления информации, осуществляется синтез

компьютерной модели. Совокупность разработанных программ по конкретным задачам позволяет оценить качество воды в водных объектах.

Чтобы открыть программу БД, нужно войти в архиватор. Архиватор содержит папку «ecology_water», при вхождении в нее нужно открыть папку «release», после этого открыть программу «ecology_water.exe», далее откроется программа базы данных по зоопланктону. В программе можно работать и получать вычисления. Если пользователю необходимо вывести в виде отчета, то в программе сеть кнопка «Отчет», при нажатии отчет выгрузится в папку «bio». В папке «bio» будет выгружаться отчет, который потом можно посмотреть. Отчет будет выгружаться с названием объекта.

Для того, что бы наполнить БД, необходимо войти в архиватор и загружать в папку «bio» свободные объекты в формате Excel. После выгрузки отчета можно посмотреть, как выглядит отчет.

В заключение отметим, что разрабатываемая программа может выполнять поставленные задачи, необходимые для оценки качества воды. В настоящее время идет наполнение БД сведениями, полученными в ходе инвентаризации водных объектов г. Казани, определение задач и дальнейшее совершенствование компьютерного обеспечения.

Список литературы

1. Агальцов В.П. Базы данных. Т. 1. Локальные базы данных: Учебник. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 352 с. Т. 2. Распределенные и удаленные базы данных: Учебник. - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2013. - 272 с.

2. Деревенская О.Ю., Мингазова Н.М., Набеева Э.Г., Палагушкина О.В., Павлова Л.Р., Бариева Ф.Ф. Экологическое состояние озер Кабан г. Казани и концепция их восстановления // Экологические системы и приборы. - № 9. - 2012. - с. 20-25.

3. Кириллов В.В., Громов Г.Ю. Введение в реляционные базы данных. Введение в реляционные базы данных. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012. - 464 с.

4. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН,2007. - 365 с.

5. Мингазова Н.М., Деревенская О.Ю., Палагушкина О.В., Павлова Л.Р., Набеева Э.Г., Зарипова Н.Р., Замалетдинов Р.И., Кондратьева Т.А., Павлов Ю.И., Унковская Е.Н., Борисович М.Г., Халиуллина Л.Ю. Биоразнообразие водных объектов г. Казани // Ученые записки Казанского университета. – Серия Естественные науки. – 2008. – т.150. – Кн.4 – 252-260 с.

6. Оксиюк О.П., Жукинский В.Н., Брагинский Л.П., Линник П. Н., Кузьменко М. И., Кленус В. Г. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал, 1993. – Т. 29, вып. 4. – С. 62-76.

УДК 574.5

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ОЗЕР СИСТЕМЫ ЯЛЬЧИК НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «МАРИЙ ЧОДРА» ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФИТОПЛАНКТОНА

З. Р. Хуснуллина, О. В. Палагушкина

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Россия, zarinakhus16@yandex.ru

Аннотация: в работе представлены данные по оценке состояния озер системы Яльчик Национального парка «Марий Чодра» Республики Марий Эл по

показателям фитопланктона, выявлены негативные тенденции в изменении качества воды в многолетнем аспекте.

Ключевые слова: фитопланктон, озера Яльчик, Национальный парк «Марий Чодра», оценка экологического состояния.

ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF THE LAKES OF YALCHIK SYSTEM OF NATIONAL PARK "MARI CHODRA" BY PHYTOPLANKTON INDICATORS

Z. R. Khusnullina, O. V. Palagushkina

Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia, zarinakhus16@yandex.ru

Summary: The paper presents data on the assessment of the ecological state of the lakes of Yalchik system of Mari Chodra National Park of Mari El Republic in terms of phytoplankton indicators and revealed negative trends in the change in water quality in the long-term aspect.

Keywords: phytoplankton, Yalchik lakes, National Park "Mari Chodra", assessment of ecological state.

Фитопланктон как важный компонент любой водной экосистемы давно используется в качестве биологического инструмента по оценке состояния водной среды. С помощью фитопланктона может проводиться мониторинг состояния водных объектов, в том числе, и на особо охраняемых территориях, могут выявляться негативные тенденции в экологическом состоянии водных экосистем, а на основании полученных данных – разрабатываться рекомендации по оптимизации их состояния. Работа стала продолжением многолетнего ряда наблюдений за экологическим состоянием рекреационных озер национального парка «Марий Чодра» по фитопланктону.

Основной целью работы являлась оценка состояния озер системы Яльчик по показателям фитопланктона. В задачи исследования входило изучение структуры летнего фитопланктона (по данным 2016 года) и оценка экологического состояния озер по показателям развития фитопланктона.

Материалы и методы исследования

Исследования фитопланктона проводились в летний период 2016 г. на двух озерах Национального парка «Марий Чодра» - Большой и Малый Яльчик. Озера имеют карстовое происхождение, и представляет собой систему из двух озер – Большого и Малого, соединенных протокой. Озера обладают значительными площадями и глубинами (128,5 га и 28,8 м соответственно – Большой Яльчик и 53,6 га и 32 м соответственно – Малый Яльчик), гидрокарбонатной водой кальциевой группы с малой минерализацией и высокими значениями прозрачности. Озера используются в качестве рекреационных объектов.

Количественные пробы фитопланктона отбирались батометром Молчанова усредненно со столба воды в объеме 0,5 л, фиксировались 40% формалином. После концентрации осадочным методом пробы просчитывали в камере Нажжота объемом 0,02 мл [8]. При определении видового состава водорослей использовались отечественные определители [1,3.4,5,6,11,13]. Биомасса фитопланктона определялась общепринятым расчетным способом (по объемам массовых видов водорослей, которые вычислялись для каждого озера) [2]. Для установления трофности водоемов использовался индекс трофности Милиус [9].

Для определения зоны сапробности и качества воды, рассчитывался индекс сапробности по методу Пантле и Букка [7]. Класс и разряд чистоты воды устанавливались по биомассе фитопланктона с использованием эколого-санитарной классификации качества (ЭСК) поверхностных вод [12].

Поскольку мониторинг физико-химических и гидробиологических показателей озер Национального парка «Марий Чодра» ведется Лабораторией оптимизации водных экосистем Казанского университета с 1989 г., для выводов по оценке состояния использовались фондовые данные Лаборатории за 2007, 2008 и 2014 гг.

Результаты исследований

Многолетние исследования фитопланктона озер системы Яльчик выявили богатый видовой состав (от 214 видов на оз.Малый Яльчик до 187 видов в оз.Большой Яльчик) [10], водоросли принадлежали восьми отделам с преобладанием представителей отделов диатомовые и зеленые. Мониторинговые исследования лета 2016 года на двух озерах выявили 22 вида фитопланктона трех отделов водорослей с преобладанием диатомовых водорослей.

Озера значительно отличаются по количественным характеристикам фитопланктона. Большее значение численности было свойственно оз.Малый Яльчик (1180,2465 т.кл/л.), причем 90% значения формировалось за счет сине-зеленых водорослей с доминантом *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs.). В озере Большой Яльчик значение численности было гораздо ниже - 53,9 т.кл/л., ее формирование более чем на 75% шло за счет диатомовых водорослей с доминантами *Cyclostephanos dubius* (Fricke in A. Schmidt) Round и *Cyclotella radiosa* (Grun.) Lemm.

Значение биомассы также было выше в озере Малый Яльчик (0,146 мг/л). В биомассе преобладали сине-зеленые водоросли, формируя около 41% общего значения с доминатом *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs. Значение биомассы в озере Большой Яльчик было невысоким (0,084 мг/л), по биомассе также доминировали диатомовые водоросли, формируя около 58% общего значения.

Оценка трофического статуса по показателям фитопланктона показала, что в 2016 г. озера имели олиготрофный статус (табл.1), β-мезосапробную зону и класс качества воды по индексу сапробности – «слабо загрязненная». Оценка состояния по ЭСК показала более высокий класс и разряд качества для озера Большой Яльчик (табл.1).

Таблица 1 Оценка качества воды исследуемых озер по показателям фитопланктона

Способы оценки качества	Большой Яльчик	Малый Яльчик
Индекс трофности	19,1	26,294
Тип водоема	олиготрофный	олиготрофный
Зона сапробности	β-мезосапробная	β-мезосапробная
Класс качества воды по индексу сапробности	умеренно (слабо загрязненные)	умеренно (слабо загрязненные)
Класс качества воды по ЭСК	предельно чистая	чистая
Разряд качества воды по ЭСК	предельно чистая	очень чистая
Индекс сапробности	1,55	1,71

Анализ фондовых данных показал, что трофический статус озер системы Яльчик в большинстве случаев оставался олиготрофным, за исключением 2014 г., когда трофический статус системы характеризовался как мезотрофный (табл.2). Эколого-санитарная классификация негативных изменений в состоянии озер не выявляет. Оценка состояния по индексу сапробности показывает тенденцию к увеличению его значений, смену зоны сапробности и снижению качества воды для озер системы, особенно в озере Малый Яльчик (табл.2).

Таблица 2 Оценка состояния озер системы Яльчик по показателям фитопланктона

Показатели оценки качества	2007	2008	2014	2016
	озеро Малый Яльчик			
Индекс трофности	29,5	34,4	45,52	26,294
Тип водоема	Олиготрофный		Мезотроф-ный	Олиготроф-ный
Индекс сапробности	1,45	1,59	1,68	1,71
Зона сапробности	Олиго-сапробная	β-мезосапробная		
Класс качества воды по индексу сапробности	чистые	слабо загрязненые		

Продолжение табл.2

Класс качества воды по ЭСК	Чистая			
Разряд качества воды по ЭСК	очень чистая	впол-не чистая	очень чистая	
озеро Большой Яльчик				
Индекс трофности	30,2	32,6	41,86	19,1
Тип водоема	олиготрофный		Мезотроф-ный	Олиготроф-ный
Индекс сапробности	1,4	1,29	1,74	1,55
Зона сапробности	олигосапробная		β-мезосапробная	
Класс качества воды по индексу сапробности	чистые		слабо загрязненные	
Класс качества воды по ЭСК	чистая			предельно чистая
Разряд качества воды по ЭСК	очень чистая	вполне чистая	предельно чистая	

Список литературы

1. Голлербах М.М., Полянский В.И. 1951. Пресноводные водоросли и их изучение. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 1. 198 с.
2. Гусева К.А. 1959. К методике учета фитопланктона. Труды Института биологии водохранилищ. Вып. 2 (5).

3. Дедусенко-Щеголева Н. Т., Матвиенко А. М., Шкорбатов А. А. 1959. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 8. Зеленые водоросли. Класс Вольвоксовые (Chlorophyta:Volvocineae). М. - Л. Изд-во АН СССР. 230с.
4. Забелина М. М., Киселев И. А., Прошкина-Лавренко А. И., Шешукова В. С. 1951. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. М. Советская наука. 619 с.
5. Киселев И. А. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 6. Пирофитовые водоросли. М. Советская наука. 1954.212 с.
6. Матвиенко А. М. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 3. Золотистые водоросли. М. 1954. 188 с.
7. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод/ Под ред. Г.Г. Винберга. - Л., 1974. - 60 с.
8. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М. Наука. 1975. 240 с.
9. Милиус А.Ю. Кываск В.О. О количественных показателях фитопланктона как индикаторах трофности, Изучение и освоение водоемов Прибалтики и Белоруссии. - Рига, 1979. С.132 –134.
10. Палагушкина О.В. Экология фитопланктона карстовых озер Среднего Поволжья. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук, Казань, 2004, 197 с.
11. Попова Т. Г. 1955. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 7. Эвгленовые водоросли. М. 281 с.
12. Романенко В.Д., Оксиюк О.А., Жукинский В.Н. и др. 1990. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. Киев, 256 с.
13. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев, 1990. 208 с.

УДК 574.58

ЗООПЛАНКТОН БОЛЬШИХ КРУТИНСКИХ ОЗЕР ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю.В. Цыганкова, Л.С.Визер

Новосибирский филиал всероссийского научно-исследовательского института рыболовства и океанографии, Новосибирск, Россия, sibribniiproekt@mail.ru

Аннотация. Зоопланктонное сообщество оз. Ик представлено 17 видами, в оз. Салтаим-Тенис- 15 видами. Общая численность зоопланктона в оз. Ик среднем составляла 217,3 тыс.экз./м^3, в оз. Салтаим-Тенис достигала 72,4 тыс. экз./м^3. Средняя биомасса зоопланктона в оз. Ик в летние месяцы составила 4,0 г/м^3, в оз. Салтаим-Тенис - 2,8 г/м^3, что характеризует их, как водоемы β–мезотрофного типа среднего класса продуктивности.

Ключевые слова: Зоопланктон, озёра, численность, биомасса

ZOOPLANKTON OF LARGE KRUTINSKY LAKES OF OMSK REGION

Y.V.Tsygankova, L.S.Vizer

Summary. Zooplankton community of Lake Ik is represented by 17 species, in the lake Saltaim-Tenis - 15 species. The total number of zooplankton in the lake Ik averaged 217,3 thousand ind./m3, in the lake Saltaim-Tenis reached 72,4 thousand ind./m3. The average biomass of zooplankton in Lake Ik in the summer months was 4,0 g

/ m3, in the lake Saltaim-Tenis – 2,8 g / m3, which characterizes them as reservoirs of β-mesotrophic type of the middle productivity class.

Keywords: Zooplankton, lakes, abundance, biomass.

Крутинские озера расположены на территории одноименного района Омской области. В них входит ряд крупных озер, составляющих единую гидрологическую систему, самые большие из них — Ик и Салтаим -Тенис.

Озеро Ик – крупный, незаморный, слабопроточный водоем, который пополняется за счет речного притока, атмосферных осадков и грунтовых вод. Площадь озера составляет 7,1тыс.га, максимальная глубина - 4,5м,средняя – 3,5 м; длина береговой линии – 12,1км, наибольшая ширина – 9,5 км [Прусевич Л.С. 2017].

Площадь водосбора - 1190 км^2 [Боголюбов,2018]. Грунты не очень разнообразны: песчано-илистый грунт в прибрежье с небольшим содержанием сероводорода, в западной части на глубине 4 м встречается ил и глинистый ил с песком. Прозрачность воды составляет 0,5 – 1,3 м(в летний период), в зимний – до 3,0м [Бреховских,2009].

Озеро Салтаим-Тенис является периодически заморным, состоит из двух плесов, соединенных между собой протокой. Общая площадь водоема составляет 22,9 тыс.га. В зеро впадает множество рек, вытекает только одна–р. Оша. Озеро мелководно, средняя глубина – 3м, максимальная – 4м [Визер, 2018].

Гидробиологические исследования проводились с мая по октябрь 2019 года.

Зоопланктон оз. Ик сформирован 3 систематическими группами. Видовой состав разнообразен и включает организмы 16 родов из 12 семейств. Общее число видов 17, из которых 5 – коловратки из двух отрядов, принадлежащие 4 семействам. Девять видов ветвистоусых рачков, относящихся к 8 родам из 6 семейств и три вида веслоногих ракообразных, относящихся к 2 отрядам.

В течение всего вегетационного периода в составе зоопланктона присутствовали коловратка *Keratella quadrata* Müller, ветвистоусые ракообразные *Daphnia longispina* Müller , *Chydorus sphaericus* Müller , веслоний ракообразный *Mesocyclops leuckarti* Claus.

Качественные показатели озера достаточно высоки: среднемесячная численность зоопланктона составила 217,3 тыс. экз./м^3, общая биомасса - 4,0 г/м^3.

Зоопланктон оз. Салтаим-Тенис сформирован 3 систематическими группами. Зоопланктонное сообщество представлено 15 видами и включает организмы 11 родов из 8 семейств, из которых 5 – коловратки из двух отрядов, принадлежащие 3 семействам. Шесть видов ветвистоусых рачков, относящихся к 6 родам из 5 семейств и четыре вида веслоногих, относящихся к 2 отрядам.

Наибольшее видовое разнообразие наблюдалось в озере в сентябре – 12 видов, наименьшее в мае – 8. На протяжении всего вегетационного периода в составе зоопланктона присутствовали такие виды как, *Asplanchna priodonta* Gosse, *Keratella quadrata* Müller, *Daphnia longispina* Müller, *Chydorus sphaericus* Müller, *Bosmina longirostris* Müller, *Bytotrephes longimanus* Leydig, *Diaptomus bacilifer* Koelbel.

Общая численность зоопланктона в оз. Салтаим-Тенис изменялась от 123,3 до 38,8 тыс. экз. /м^3 в месяц, средняя достигала 72,4 тыс. экз./м3, общая биомасса составила - 2,8 г/м^3.

Таким образом, по средним показателям биомассы зоопланктона за летний период, равной 4,0 г/м^3(оз.Ик) и 2,8 г/м^3(оз. Салтаим - Тенис), озера характеризуется как водоемы β–мезотрофного типа среднего класса

продуктивности [Китаев, 1986]. Потенциал озер для питания рыб-планктофагов достаточно высок и оценивается выше средней кормности [Пидгайко и др., 1968].

Список литературы

1. Боголюбов А.С. Определитель пресноводных беспозвоночных России/ А.С. Боголюбов, М.В. Кравченко.– Москва, "Экосистема".– 2018.
2. Бреховских В.Ф. Высшая водная растительность и накопительные процессы в дельте р. Волги / В.Ф. Бреховских, З.В. Волкова, А.В. Савенко // Аридные экосистемы. – 2009. – Т. 15. –№ 3. – С. 34-42.
3. Визер А. М. Особенности питания и роста пеляди (*Coregonus peled* Gmelin, 1788) в крупных озерах Омской области/ А.М.Визер, Л. С.Визер, Е.В.Егоров, А.В.Цапенков // Вестник рыбохозяйственной науки. – 2018. – Т.5. – №1. – С. 64-71.
4. Китаев С. П. О соотношении некоторых трофических уровней и «шкалах трофности» озер разных природных зон / С. П. Китаев // V съезд ВГБО:тез.докл., Ч. 2. (Тольятти, 15-19 сентября 1986 г.). – Куйбышев, 1986. – С. 254-255.
5. Пидгайко М.Л. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР / М.Л. Пидгайко, Б.М. Александров, Ц.И. Иоффе и др. // Известия ГосНИОРХ. – Л., 1968. – Т. 67. – С. 205–228.
6. Прусевич Л.С. Состояние зоопланктона озера Ик (Омская область) в связи с меняющимися экологическими условиями / Л.С. Прусевич, А.Н. Цапенков, В.Ф. Зайцев, У.В. Ефанова// Вестник рыбохозяйственной науки. – 2017. – №3. –С. 66-75.

УДК 504.064

ДЕТЕРГЕНТЫ В ВОДОТОКАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

М. А. Шишлова, К. А. Шеховцева

Филиал Дальневосточного федерального университета в г. Уссурийске (Школа педагогики), г. Уссурийск, Приморский край, Россия (692500, Уссурийск, ул. Некрасова, 35), e-mail:shishlova1@rambler.ru

Аннотация. Синтетические поверхностно-активные вещества (детергенты) поступают ежегодно в водные объекты в больших количествах. Исследования по содержанию детергентов в водотоках г. Уссурийска (Приморский край) проводилось в весенний, летний и осенний периоды 2016-2019 гг. Выявленные концентрации детергентов в водотоках города в целом оказались невысокими. В большинстве случаев они не превышают предельно-допустимую концентрацию для рыбохозяйственных водоемов, за исключением наблюдений в весенние периоды. Выявлена сезонная изменчивость содержания детергентов в речной воде: высокое содержание в весенний период, снижение концентрации детергентов к лету и минимальное значение осенью.

Ключевые слова: детергенты, водотоки, пресные воды.

DETERGENTS IN WATERCURSES OF URBANIZED TERRITORIES

M.A Shishlova, K.A. Shekhovtseva

Branch of the Far Eastern Federal University, School of pedagogy, Ussuriysk, Primorsky Krai, Russia (692500, Ussuriysk, Nekrasova St., 35), e-mail:shishlova1@rambler.ru

Summary. Synthetic surfactants (detergents) enter water bodies in large quantities every year. Research on the content of detergents in the watercourses of Ussuriysk (Primorsky Krai) was carried out in the spring, summer and autumn periods of 2016-2019. The revealed concentrations of detergents in watercourses of the city as a whole turned out to be low. In most cases, they do not exceed the maximum permissible concentration for fishery reservoirs, with the exception of observations in spring. Seasonal variability of the content of detergents in river water was revealed: a high content in the spring, a decrease in the concentration of detergents by summer and a minimum value in autumn.

Keywords: detergents, streams, fresh water.

Качество природных вод является показателем состояния окружающей среды. Детергенты используются на промышленных предприятиях, в быту, что приводит к большим скоплениям пены в руслах рек и в водоемах урбанизированных территорий. Наблюдается опасность отравления рыб, моллюсков. Незначительная концентрация СПАВ в пресной воде (до 0,1 мг/л) достаточна, чтобы активизировать активность токсичных веществ, адсорбированных на поверхности донных осадков. При биохимическом окислении детергентов в водной среде отмечено образование различных промежуточных продуктов распада (фенолы, спирты, альдегиды, органические кислоты). При накоплении СПАВ в донных отложениях в аэробных условиях, происходит их окисление микрофлорой донных осадков, тогда как в анаэробных условиях детергенты могут накапливаться и становиться источником вторичного загрязнения водоема [2, 3].

В городах малые реки являются частью урбоэкосистемы, они украшают городскую среду, являются зонами отдыха горожан [1]. Данное исследование направлено на определение состояния водотоков урбанизированных территорий (на примере г. Уссурийска) по содержанию в них детергентов.

Районом работ выбраны основные водотоки города Уссурийска (Приморский край) – реки Раковка, Комаровка, Раздольная. Город Уссурийск является вторым по величине (после г. Владивостока) городом Приморского края и относится к территориям с муссонным климатом. Исследуемые реки имеют преимущественно дождевое питание, вклад грунтовых вод относительно слабый. Для рек Раковка, Комаровка и особенно Раздольной характерными являются ежегодные обильные паводки, и как следствие - катастрофические наводнения.

Определены шесть пунктов отбора проб воды. Пункт №1 - участок р. Комаровка, расположенный до города. Пункт №2 - участок р. Комаровка, расположенный после слияния с р. Раковка, подвергается сильному затоплению. Пункт №3 - участок р. Раковка, расположенный до вхождения водотоков в город. Пункт №4 - участок р. Раковка, характеризующий воздействие города на данный водоток. Пункт №5 - участок р. Раздольная, который дает представление о качестве речной воды до воздействия города. Пункт № 6 - участок р. Раздольная, расположенный после очистных сооружений канализации г. Уссурийска [5].

Материалом исследований послужили результаты наблюдений за уровнями содержания детергентов в пресной воде водотоков города, выполненных в 2016-2019 гг. в летний (июнь, июль, август), осенний (сентябрь, октябрь, ноябрь) и весенний (март, апрель, май) периоды. В Приморском крае в июле-сентябре чаще всего наблюдается прохождение тайфунов, сопровождающихся ливневыми дождями и паводками на реках. В весенний период, в результате таяния льдов, сток рек становится максимальным, наступает половодье. Таким образом, содержание

детергентов изучалось именно в те сезоны, когда ожидалось повышение их концентраций в водотоках города.

Пробы воды отбирались ежемесячно на пунктах из поверхностного слоя (до 20 см глубиной), консервировали хлороформом и анализировали не позднее 12 ч после отбора. Анионноактивные СПАВ, которые являются основным компонентом детергентов, определяли спектрофотометрическим методом с метиленовым синим [5].

Для сравнения степени токсичности детергентов в речной воде взяты величины ПДК СПАВ для рыбохозяйственных водоемов ($ПДК_{р.х.}$), которая составляет 100 мкг/л, тогда как гигиеническая норма по содержанию СПАВ составляет 500 мкг/л. Величина $ПДК_{р.х.}$ является наиболее жесткой из всех величин ПДК [4].

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание детергентов в водотоках г. Уссурийск (Приморский край), (мкг/л)

Дата сбора / № пункта	**2016 г.**			**2017 г.**			**2018 г.**			**2019 г.**		
	весна	**лето**	**осень**	**весна**	**лето**	**осень**	**весна**	**лето**	**осень**	**весна**	**лето**	**осень**
Р. Комаровка												
№1	84/21	24/11	18/11	79/15	15/8	10/7	180/17	14/11	28/16	130/14	19/8	12/7
№2	196/27	48/17	33/13	184/27	35/10	29/11	200/25	24/14	41/12	181/23	29/10	21/9
Р. Раковка												
№3	284/29	28/15	21/16	261/26	17/10	11/9	332/20	14/12	33/15	258/24	19/9	14/8
№4	329/20	36/11	27/13	294/27	16/10	13/8	281/24	17/13	26/11	284/28	12/10	10/7
Р. Раздольная												
№5	73/15	31/19	29/18	75/20	48/14	29/12	71/23	16/11	31/12	78/16	49/13	23/11
№6	84/19	41/18	31/16	88/21	35/15	24/11	82/21	22/12	43/11	86/19	33/12	23/10

Примечание: в числителе – среднее значение, в знаменателе – отклонение от среднего.

Сезонная изменчивость содержания анионноактивных СПАВ в пробах речной воды из всех наблюдаемых нами рек прослеживается очень четко: высоким содержанием детергентов в воде в весенний период, затем снижением концентрации СПАВ к лету и минимальным значением концентраций загрязняющих веществ осенью. Наименьшее содержание детергентов наблюдались

на ст.1 (верховье р. Комаровка) и станциях 3, 4 (р. Раковка), наибольшее - в водах р. Раздольная.

В осенний период концентрации СПАВ в пробах воды со всех станций не сильно различались: от 10 мкг/л до 33 мкг/л и не превышали $ПДК_{р.х.}$ В весенний период определенный нами диапазон концентраций анионных СПАВ составлял от 71 до 332 мкг/л. Особенно высокое содержание детергентов отмечено в пробах из р. Раковка, наблюдалось превышение $ПДК_{р.х.}$ в 2,6 - 3,3 раза. В весенние периоды 2016-2019 гг. зафиксировано высокое содержание СПАВ по сравнению с другими периодами года на всех пунктах слежения. Тенденция к сильному уменьшению концентрации от лета к осени хорошо прослеживается. В осенний период по мере уменьшения водности рек, концентрации большинства загрязняющих веществ снижаются.

Таким образом, выявлена сезонная изменчивость содержания детергентов в речной воде водотоков урбанизированных территорий: высокое содержание в весенний период, снижение концентрации к лету и минимальное значение осенью. Выявленные концентрации детергентов в водотоках г. Уссурийска оказались невысокими, в большинстве случаев они не превышали ПДК для рыбохозяйственных водоемов, за исключением наблюдений водотоков рек Раковка и Комаровка в весенний период. На сегодняшний день содержание детергентов в реках Приморского края остаётся стабильным. Однако превышение $ПДК_{р.х.,}$ зафиксированное только в весенний период на станциях р. Комаровка, р. Раковка, заставляется задуматься о техногенном, антропогенном и рекреационном прессе на эти водотоки города.

Список литературы

1. Агбалян Е.В., Шинкарук Е.В. Гидрохимические показатели качества природных вод малых озёр бассейна реки Надым / Е.В. Агбалян, Е.В. Шинкарук // Успехи современного естествознания. 2015. – № 11- 2. – С. 186-190.
2. Моисеенко Т.И. Водная экотоксикология: Теоретические и прикладные аспекты. /Т.И. Моисеенко. - М.: Наука, 2009. - 400 с.
3. Остроумов С.А. Биологические эффекты при воздействии поверхностно-активных веществ на организмы. М.: МАКС Пресс, 2001. – 334 с.
4. СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод». – 2000.
5. Шишлова М.А., Ханкова С.А. Детергенты в речных водах г. Уссурийска (Приморский край) // Научный альманах. 2015. - № 5 (7). – С. 191-196.

УДК 639.27 : 637.072

МЕЖДУНАРОДНЫЕ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПРИНЦИПЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ ИЗ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ

Я.В. Сура, А.И. Никифоров

Московский государственный институт международных отношений МИД РФ, г. Москва, Россия, hosanianig@gmail.com

Аннотация: Работа посвящена рассмотрению ряда особенностей современного состояния и основных направлений развития мирового рынка двустворчатых моллюсков; обсуждаются вопросы, связанные с формированием, оценкой и контролем качественных показателей пищевой продукции из двустворчатых моллюсков; также уделяется внимание видовому ассортименту используемых в пищу двустворчатых моллюсков**,** добываемых в дикой природе и культивируемых в условиях аквакультуры.

Ключевые слова: двустворчатые моллюски, аквакультура, качество пищевой продукции, гребешки, мидии, устрицы, бактериологический контроль.

INTERNATIONAL AND NATIONAL FOOD QUALITY CONTROL PRINCIPLES FOR BIVALVE MOLLUSK PRODUCTS

Ya.V. Sura, A.I Nikiforov

Moscow State Institute of International Relations of the Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation, hosanianig@gmail.com

Summary: The article is devoted to the consideration of a number of features of the current state and main directions of development of the world market of bivalve molluscs; issues related to the formation, evaluation and control of quality indicators of food products made of bivalve molluscs are discussed; attention is also paid to the species range of bivalve molluscs used for food, extracted in the wild and cultivated in aquaculture.

Keywords: bivalve clams, aquaculture, food quality, scallops, mussels, oysters, bacteriological control

На сегодняшний день мировой рынок двустворчатых моллюсков динамично развивается. Этому способствует как интенсивное промысловое использование природных популяций, так и повсеместное внедрение аквакультуры товарных моллюсков, позволяющей выращивать их с минимальными производственными издержками. Мясо моллюсков обладает прекрасными вкусовыми качествами, хорошо усваивается, и по питательной ценности не уступает мясу сельскохозяйственных животных. Мягкие ткани моллюсков обладают сбалансированным аминокислотным составом, также в них содержится ряд витаминов групп B и D. Во многих странах мира накоплен огромный опыт по пищевому использованию моллюсков [1].

Современный мировой рынок двустворчатых моллюсков представлен преимущественно видами, обитающими в солёной или солоноватой воде, и составляет более 15 миллионов тонн в год (около 14% общего объема мирового

объёма добычи морских биоресурсов). Основная часть реализуемых двустворчатых моллюсков (89%) является продукцией аквакультуры, и только 11% - «дикого» происхождения. Основным регионом-поставщиком выращенных двустворчатых моллюсков является Азия, а страной-лидером – Китай. Это крупнейший производитель двустворчатых моллюсков, на его долю приходится не менее 85% их мирового производства. В целом, наиболее распространенными на мировом рынке двустворчатыми моллюсками являются различные виды мидий (обыкновенная, или съедобная (*Mytilus edulis*), средиземноморская (*M. galloprovincialis*), Грея (*Grenomytilus grayanus*) и др); устриц (европейская (*Ostrea edulis*), португальская (*Crassostrea angulata*), сиднейская скальная (*Crassostrea commercialis*), гигантская (*Crassostrea gigas*), мангровая (*Crassostrea rhizophorae*) и др.) и гребешков (исландский *(Chlamys islandica),* гребешок *(Chlamys albida),* широкореберный *Chlamys stratega),* беринговоморский *(Chlamys behringiana)* и др.). Многие упомянутые выше и родственные им виды широко используются в промышленной аквакультуре. Так, в Средиземном море выращивают устрицу адриатическую *(O. adriatica)*; на атлантическом побережье Испании, Португалии и южной Франции - устрицу португальскую *(O. angulata);* севернее, вплоть до Норвегии – устрицу европейскую *(O. edulis*) [2].

Велико видовое разнообразие и двустворчатых моллюсков, добываемых в природной среде. Из числа последних прежде всего следует упомянуть представителей родов Спизула *(Spisula),* Корбикула *(Corbicula*), Макома *(Macoma),* Анадара (*Anadara broughtonii***),** Сердцевидка (*Cardium*), Тапес (*Tapes*) и ещё целого ряда разновидностей.

Пищевая продукция из двустворчатых моллюсков достаточно разнообразна - на сегодняшний день мировой рынок представлен не только свежими и охлажденными, но и морожеными, сушеными, солеными, консервированными продуктами из двустворчатых моллюсков [3]. На сегодняшний день существуют международные и национальные стандарты качества продукции из двустворчатых моллюсков, регулирующие порядок их добычи (выращивания), хранения, транспортировки, а также регламентирующие методики оценки качества данного типа товаров [4].

В целом при употреблении в пищу мяса двустворчатых моллюсков основную опасность для человека могут представлять определённые химические вещества, накапливающиеся в тканях животного, а также патогенные микроорганизмы. Именно поэтому Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) разработала Программу исследований и контроля за загрязнением химическими и биологическими веществами пищевой продукции из двустворчатых моллюсков. В рамках данной программы предусмотрен контроль за содержанием в тканях моллюсков следующих агентов: кадмия, кобальта, ртути, эфиров фталиевой кислоты, вирусов, ядов парализующего действия. Кроме того, обязательна бактериологическая оценка мяса моллюсков и среды их обитания - так как моллюски могут быть переносчиками некоторых опасных заболеваний (в частности, тифа и вирусного инфекционного гепатита) [5].

Одним из наиболее эффективных документов, регулирующих качество продукции из двустворчатых моллюсков, является Стандарт качества для живых и обработанных (охлажденных, замороженных) двустворчатых моллюсков, разработанный Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО) в 2008 году [6]. В частности, согласно данному документу, качество живых двустворчатых моллюсков должно обязательно оцениваться органолептически. Так, раковины не должны быть повреждены, а продукция не должна издавать

неприятного запаха. Важным критерием является реакция моллюска на постукивание (моллюск должен смыкать створки при перкуссии). Содержание каких-либо инородных примесей, предметов и пищевых добавок в партии товара не допускается. На продукцию из двустворчатых моллюсков также распространяются положения Общих принципов гигиены пищевых продуктов (CAC/RCP 1–1969), Норм и правил для рыбы и продуктов рыбного промысла (CAC/RCP 52-2003), Принципов разработки и применения микробиологических критериев для пищевых продуктов (CAC/GL 21-1997) и других соответствующих документов ФАО [6].

В частности, одним из критериев качества указанной продукции является численность бактерий группы кишечной палочки *Escherichia coli* в мясе и полостной жидкости моллюсков. Согласно данному критерию, могут быть выделены 3 категории, в зависимости от показателя содержания бактерий кишечной палочки в 100 г продукции. Высшая (первая) категория моллюсков характеризуется наименьшим количеством кишечной палочки (не более 230 кишечных палочек/100г), и может быть использована без дополнительного обеззараживания; моллюски второй категории должны проходить дополнительную обработку перед употреблением; моллюски же третьей категории могут быть допущены к реализации только после проведения обеззараживания (до достижения качества второй категории) Аналогичные подходы также используются в национальных стандартах в Китае и странах Европейского союза [2].

К обработанным двустворчатым моллюскам (замороженным, охлажденным и др.) применяются такие же требования, как и к живым, однако для них допускается содержание некоторых пищевых добавок и консервантов, перечисленных в категории 09.2.1 (Замороженная рыба, рыбное филе, рыбные продукты, включая моллюсков, ракообразных и иглокожих) Общего стандарта ФАО на пищевые добавки (CODEX STAN 192- 1995) [7]. Наряду с указанными выше, в ряде стран действуют собственные стандарты качества для продукции из двустворчатых моллюсков. Примером может служить разработанная в США Национальная программа санитарии моллюсков (NSSP). Созданная в 1925 году в ответ на вспышки брюшного тифа и других заболеваний, переносимых двустворчатыми моллюсками, программа действует в соответствии с рядом руководящих принципов, разработанных государственными учреждениями, техническими экспертами и представителями бизнеса. Координация, надзор и оценка этой программы находятся в ведении Управления по контролю за продуктами питания и лекарствами (FDA). Аналогичные программы действуют в Канаде, Японии, Австралии, Новой Зеландии [8].

В ЕС в качестве стандарта качества действует Директива Совета ЕС (91/492/EEC) относительно живых двустворчатых моллюсков, предназначенных для непосредственного потребления человеком. В соответствии с этим документом, двустворчатые моллюски должны оцениваться на содержание кишечной палочки, сальмонеллы (безопасным считается отсутствие сальмонеллы в 25 г. продукта), концентрацию паралитического яда моллюсков (не более 80 мг на 100 г мяса), радионуклидов, тяжелых металлов, а также на содержание вирусов [1].

В России и других странах СНГ качество пищевой продукции двустворчатых моллюсков в настоящее время регламентируется ГОСТ 33283-2015 «Мидии живые. Технические условия». Данным стандартом установлены требования к органолептическим и микробиологическим показателям, к маркировке и упаковке продукции, а также методы контроля качества. При этом указанным стандартом не установлены нормативы по содержанию токсичных химических элементов и радионуклидов, поэтому в данном случае

руководствуются требованиями общепринятых ГОСТов на пищевую продукцию [9].

Список литературы

1. Gosling, E.M. Bivalve Molluscs Biology, Ecology and Culture. Oxford: Blackwell Publishing, 2003, pp. 15-18
2. J. W. M. Wijsman, K. Troost, J. Fang, and A. Roncarati Chapter 2 Global Production of Marine Bivalves. Trends and Challenges // Goods and Services of Marine Bivalves . 2019. №1. С. 7-26.
3. Иванова Е.Е. Технология морепродуктов. Москва: Колос, 2010. 181 с.
4. Rees G., Pond K., Kay D., J. Bartrand J. Santo Domingo, Safe Management of Shellfish and Harvest Waters, World Health Organization (WHO), IWA Publishing, London, 2010.
5. Программа безопасности пищевых продуктов, ВОЗ, Глобальная стратегия ВОЗ в области безопасности пищевых продуктов, 2002 г., с. 34
6. Международные стандарты на пищевые продукты "Стандарт на живых и обработанных двустворчатых моллюсков" от 2008 № CODEX STAN 292-2008 // ФАО/ВОЗ. с изм. и дополн. в ред. от 2015
7. EU, Community guide to the principles of good practice for the microbiological classification and monitoring of bivalve mollusc production and relaying areas with regard to regulation 854/2004, 2017
8. FDA, 2013. National Shellfish Sanitation Program (NSSP): Guide for the Control of Molluscan Shellfish. 2011 Revision. U. S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Food and Drug Administration.
9. Межгосударственный стандарт «Мидии живые. технические условия» от 29.05.2015 № 33283-2015 // Федеральное Агентство по техническому регулированию и метрологии. 01.01.2017 г.

УДК 639.54:577.112.3

АМИНОКИСЛОТНЫЙ СПЕКТР ТКАНЕЙ КАК КРИТЕРИЙ БЛАГОПОЛУЧИЯ МЕДИЦИНСКИХ ПИЯВОК В ПРИРОДЕ И ГИРУДОКУЛЬТУРЕ

Л.В. Черная[1], Л.А. Ковальчук[1], Н.В. Микшевич[2]

[1] Институт экологии растений и животных УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия, e-mail: kovalchuk@ipae.uran.ru; [2] Уральский государственный педагогический университет, г. Екатеринбург, Россия, e-mail: mikshevich@gmail.com

Аннотация. Проведена сравнительная оценка аминокислотного спектра тканей медицинской пиявки *Hirudo verbana* Carena, 1820 из гирудокультуры и природных популяций. Показано, что пиявки, выращенные в искусственно созданных условиях, отличаются от особей-производителей из природы повышенным уровнем аминокислотного обмена. Результаты исследования могут быть использованы в качестве критерия благополучия медицинских пиявок в природе и аквакультуре.

Ключевые слова: гирудокультура, медицинские пиявки, свободные аминокислоты.

AMINO ACID TISSUE SPECTRUM AS A CRITERION FOR THE WELL-BEING OF MEDICINAL LEECHES IN NATURE AND HYRUDOCULTURE

L.V. Chernaya[1], L.A. Kovalchuk[1], N.V. Mikshevich[2]

[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

Summary. A comparative assessment of the amino acid spectrum of tissues of the medicinal leech *Hirudo verbana* Carena, 1820 from hirudoculture and natural populations was carried out. It has been shown that leeches grown under artificially created conditions differ from natural producers by an increased level of amino acid metabolism. The research results can be used as a criterion for the well-being of medicinal leeches in nature and aquaculture.

Keywords: hirudoculture, medicinal leeches, free amino acids.

Поиск надежных критериев благополучия объектов аквакультуры тесно связан с проблемой адаптации организма к условиям внешней среды. В этом плане наиболее перспективными маркерами представляются биохимические параметры организма гидробионтов у физиологически здоровых особей, выращенных в контролируемых условиях в сравнении с таковыми у животных, обитающих в нативных условиях среды. Показано, что одним из наиболее информативных и адекватных биохимических показателей физиологического состояния различных групп гидробионтов и их адаптивных возможностей является уровень аминокислотного обмена и содержание отдельных свободных аминокислот (АК) в тканях [2, 3, 6, 7].

Современная технология разведения медицинских пиявок (МП) связана исключительно с лабораторными условиями биофабрик, однако «маточное поголовье» гирудокультуры (ГК) представлено, как правило, половозрелыми особями из природных популяций (ПП) [5]. В этом плане теоретический и практический интерес представляет сравнительная оценка благополучия особей-производителей МП из природы и их потомства из гирудокультуры с позиции оптимального аминокислотного баланса в тканях, что и стало целью данного исследования.

Материалы и методы

В исследованиях использованы здоровые взрослые особи медицинской пиявки *Hirudo verbana* Carena, 1820 из гирудокультуры (биофабрика «Гирудо-Мед.Юг», Краснодарский край), прошедшие сертификацию, и из природы (р. Челбас, Краснодарский край), «отсидевшие карантин» и доставленные для размножения на производство.

Качественный и количественный состав свободных АК в тканях пиявок оценивали методом ионообменной хроматографии на автоматическом анализаторе “ААА-339М” (Микротехна, Чехия). Определяли суммарную концентрацию свободных АК (мкмоль/100г), процентное содержание (% от суммарного фонда АК) отдельных АК и основных метаболических групп: незаменимых (НАК), заменимых (ЗАК), с разветвленной углеродной цепью (АКРУЦ), ароматических (АРАК), серосодержащих (ССАК).

Экспериментальные данные обрабатывали с использованием пакета лицензионных прикладных программ «Statistica v. 7.0.» (Stat Soft, Ink.). Различия между сравниваемыми группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Искусственно созданные условия разведения МП на биофабриках – достаточно сильный экологический фактор, влияющий на их физиологический статус, поскольку, несмотря на отсутствие естественных врагов и частое кормление, экстремальными для них являются: отсутствие солнечного света и естественного грунта, температурный режим, не соответствующий природным условиям, высокая плотность популяции и пространственное ограничение.

Результаты исследований показали, что суммарные концентрации свободных АК в тканях пиявок из ГК (1160,48 ± 4,01 мкмоль/100г) существенно выше, чем у природных особей (808,58 ± 6,40 мкмоль/100г) ($p < 0,001$), что указывает на высокий уровень метаболических процессов у особей МП в экстремальных условиях ускоренного роста и развития.

Анализ процентного содержания отдельных свободных АК показал, что ткани особей *H. verbana* обеих групп содержат в сопоставимых количествах лейцин, орнитин, аргинин и ССАК ($p > 0,05$) (табл.).

Таблица Аминокислотный состав тканей медицинской пиявки *H. verbana* из природных популяций и гирудокультуры

АК, %	Природные популяции	Гирудокультура	Tukey test *p*
Cysteic Acid	0,78±0,03	0,47±0,02	0,046
Aspartic Acid	29,10±0,19	23,99±0,28	0,000
Threonine	3,06±0,10	4,03±0,04	0,000
Serine	5,15±0,13	5,97±0,08	0,002
Glutamic Acid+Glu	24,93±0,38	26,76±0,33	0,001
Proline	0,30±0,01	1,69±0,13	0,000
Glycine	5,12±0,16	7,44±0,09	0,000
Alanine	20,56±0,37	12,80±0,19	0,000
Valine	0,89±0,04	2,73±0,03	0,000
Cysteine	0,15±0,01	0,32±0,01	0,006
Methionine	0,32±0,02	0,64±0,03	0,010
Isoleucine	0,66±0,03	1,22±0,02	0,000
Leucine	4,03±0,18	4,35±0,05	0,601
Tyrosine	0,75±0,03	1,15±0,02	0,003
Phenylalanine	0,81±0,04	1,45±0,04	0,001
GABA	следы	0,19±0,01	0,000
Ornithine	1,34±0,04	1,64±0,03	0,145
Lysine	1,67±0,06	2,65±0,02	0,000
Histidine	0,06±0,01	0,11±0,01	0,029
Arginine	0,30±0,02	0,40±0,02	0,547
ЗАК	86,07±0,32	80,13±0,46	0,000
НАК	11,81±0,29	17,59±0,14	0,000
НАК/ЗАК	0,14	0,22	
АКРУЦ	5,58±0,24	8,30±0,07	0,000
АРАК	1,57±0,06	2,60±0,05	0,000
ИФ	3,55	3,19	
ССАК	1,25±0,03	1,43±0,04	0,404

Обнаружено, что ткани пиявок из ГК, в сравнении с природными особями, содержат существенно больше пролина, участвующего в синтезе коллагена, в 5,6 раз ($p < 0,001$), а незаменимой АК валина, используемого мышечной тканью в качестве источника энергии, и обладающего иммуностимулирующими свойствами, в 3,1 раз ($p < 0,001$), что актуально при интенсивном развитии и росте на биофабрике. В то же время у природных особей выявлено более высокое (в 1,6 раз)

содержание аланина, участвующего в синтезе глюкозы ($p < 0,001$). Поскольку МП при росте и развитии в ГК не испытывают нехватки в пищевых ресурсах, они большую часть времени находятся в состоянии покоя, в то время как в природных водоемах они вынуждены активно передвигаться в поисках жертвы, что является одним из факторов, стимулирующих рост аланина в тканях [1].

Стабильная трофическая обеспеченность МП в ГК обусловливает также высокое процентное содержание в их тканях метаболических групп АК: незаменимых, с разветвленной углеродной цепью, ароматических ($p < 0,001$). Несмотря на экстремальный характер условий биофабрики, пиявки *H. verbana* сохраняют в тканях оптимальный аминокислотный баланс, о чем свидетельствуют стабильные показатели критерия НАК/ЗАК и антитоксический индекс Фишера (ИФ).

Достаточно значимым биотическим фактором, обеспечивающим высокий уровень обменных процессов в тканях МП из ГК, может являться, на наш взгляд, чрезмерно высокая плотность (до 100 особей на 1,5-2 литра воды). Было показано, что у амфибий, выращенных в лаборатории в условиях повышенной плотности, которая на 2-4 и более порядков величин превышала реально существующую их численность в природе, формируются группировки особей, специфические по морфофизиологическим и биохимическим показателям [4]. Таким образом, специфика условий содержания обусловливает особенности метаболизма, при котором формируются животные разных физиологических особенностей, что подтверждают проведенные нами исследования. Увеличение общего содержания свободных АК в тканях МП, выращенных на биофабрике, обусловлено активацией метаболических процессов, направленных на поддержание гомеостаза в условиях интенсивного питания, роста и развития, и, является, на наш взгляд, одной из форм физиологической адаптации к экстремальным условиям искусственного разведения.

Результаты проведенных исследования могут быть использованы в качестве референтных показателей для содержания свободных АК в тканях при комплексной оценке физиологического состояния и благополучия медицинской пиявки *H. verbana* в природе и аквакультуре.

Список литературы

1. Гараева С.Н., Редкозубова Г.В., Постолати Г.В. Аминокислоты в живом организме. – К.: Кишенев, 2009. – 552 с.

2. Джабаров М.И. Аминокислотный состав тканей различных видов рыб в онтогенезе и при изменении экологических условий. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 213 с.

3. Каранова М.В. Эффект холодового шока на ответы фосфомоноэфиров и свободных аминокислот ротана *Perccottus glehni* в органах, богатых фосфолипидами // Российский физиологический журнал им. И.М.Сеченова. 2017. Т. № 1. С. 89–97.

4. Ковальчук Л.А. Интенсивность дыхания и окислительное фосфорилирование в онтогенезе бесхвостых амфибий (Anura, Aphibia) // Доклады Академии наук СССР. 1976. Т. 227. № 1. С. 216–219.

5. Никонов Г.И. Медицинская пиявка: вчера, сегодня, завтра. – М.: Электроника, 1992. – 123 с.

6. Chernaya L.V., Kovalchuk L.A., Nokhrina E.S. Role of the tissue free amino acids in adaptation of medicinal leeches *Hirudo medicinalis* L., 1758 to exrtreme climatic conditions // Doklady Biological Sciences. 2016. V. 466. P. 42–44.

7. Conceição L.E.C. Grasdalen H., Ronnestad I. Amino acid requirements of fish larvae and post-larvae: new tools and recent findings // Aquaculture. 2003. V. 227. P. 221–232.

УДК 639.2

ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЭВОЛЮЦИИ МУКСУНА УРАЛЬСКО-ХАТАНГСКОГО СЕКТОРА ГОЛАРКТИКИ

Н.Д. Гайденок, А.И. Пережилин

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация,
alex_pr@sibsau.ru

Аннотация. Рассматриваются особенности геологической истории Уральско-Хатангского сектора Голарктики в период от Ермаковского оледенения до настоящего времени 50-0 тысяч лет назад. Показано, что в этот период в подпорном водоеме раздельно существовало Верхнеобское стадо, Тазовско-Среднеенисейское граничили с Пясинским и Таймырскими стадами.

Ключевые слова: муксун, геологические условия, оледенения, эволюция

GEOLOGICAL CONDITIONS OF EVOLUTION OF MUKSUN OF THE URAL-KHATANGSK SECTOR OF THE HOLARCTIC

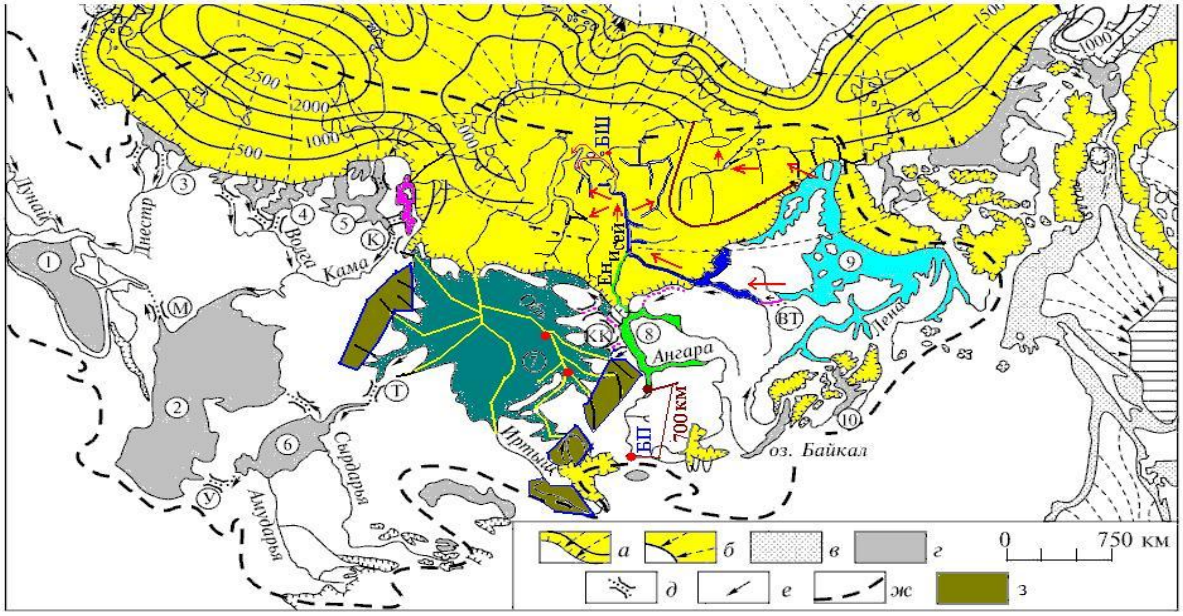
N.D. Gaydenok, A.I. Perezhilin

Summary. The features of the geological history of the Ural-Khatanga sector of the Holarctic during the period from the Ermakov glaciation to the present time 50-0 thousand years ago are considered. It is shown that during this period the Verkhneobskoe herd existed separately in the retaining reservoir, the Tazovsko-Sredneyeniseyskoe herds bordered on the Pyasinsky and Taimyr herds.

Keywords: muksun, geological conditions, glaciation, evolution

В работе [3] указывается на значимость геологической истории в формировании элементов популяционного континуума муксуна Енисея. Рассмотрим это подробнее. Самым первым шагом на пути неоднородности ихтиофауны Енисея, а именно существованию популяционных континуумов была корреляция между локализацией разных типов нерестилищ и динамикой отступания ледника той или иной стации оледенения.

Действительно, если мы посмотрим на принципиальную схему пан-азиатского континуума подпорных водоемом предложенную М.Г. Гросвальдом, хотя и ошибочно привязанную им к Сартанскому периоду, не смотря на тот факт, что она более справедлива для Тазовского оледенения, происходившего на 100-200 тысяч лет назад (тлн) раньше (рис. 1) – сейчас это пока не имеет большого значения – важна самая локализация границ и сопоставим ее с такими ихтиологическими фактами, что элементы ленской ихтиофауны – карская ряпушка [6] и костер имеют современные нерестилища ниже границ ледника, то напрашивается естественный вывод – они проникли в Енисей и, не исключено, что даже в Обь, по системе перетоков. И далее шли вслед за границей отступающего ледника.



Основные элементы трансконтинентальной системы стока талых вод Тазовского оледенения 225 - 135 тлн

а — ледниковые щиты с поверхностными линиями тока и горно-покровные комплексы; *б* — плавучие шельфовые ледники и их линии тока; *в* — осушенные континентальные шельфы; *г* — элементы системы стока от низовьев к верховьям: 1 — Новоэвксинский (Черноморский) бассейн, 2 — Хвалынский (Каспийский) бассейн, 3 — Верхне-днепровские озера, 4 — Верхневолжские озера, 5 — Двинско-Печорские озера, 6 — Аральский (Тургайский) бассейн, 7 — Мансийское (Обское) озеро, 8 — Енисейское озеро, 9 — Ленско-Вилюйское озеро, 10 — Витимское озеро; *д* — озерные протоки–спиллвеи: М — Манычский, К — Кельтминский, Т — Тургайский, У — Узбойский, КК — Кас-Кетский (Енисей-Обский), ВТ — Вилюйско-Тунгусский; *е* — течение талой воды в протоках; *ж* — граница бассейна системы стока; з - возможные нерестилища сиговых.

Рис. 1. Положение ледников и подпорных водоемов в период Тазовского оледенения [4]: красные стрелки – пути вероятного распространения ленской ихтиофауны

Следующим шагом на пути установления как базиса разнообразия ихтиофауны, так и истинных периодов существования той геологической обстановки, которая показана на рис. 1. были палеонтологические исследования новосибирских ученых [5] убедительно показавших по возрасту палеонтологических находок, что уровень подпорного водоема – Мансийского Озера в период 20-13 тлн не превышал 70 м над уровнем моря. Что в совокупности с исследованиями других геологов позволило построить непротиворечивую картину геологических процессов – рис. 2 – для периода от 50 тлн до настоящего времени.

Приступим к ее анализу. На протяжении геологической истории происходила последовательность следующих циклов [1]: «Ледник – Подпорный водоем – Трансгрессия – Суша – Ледник».

Рис. 2. Корреляция границ геологических событий и локализации нерестилищ популяционных континуумов муксуна [1]

На стадии Подпорного водоема происходило взаимодействие популяций, а на стадии Трансгрессии – их разобщение. Например, во время Каргинской Трансгрессии – 50-25 тлн реально существовали только следующие разобщенные нерестилища – Сосьвинские, Верхнеобские, Среднеенисейские, Путоранских озер, включая верховья вытекающих из них рек. Юрибейских, Гыданских, Танамских, Пясинских, Хатангиских, Анабарских, Янских и Индигирских не было – они лежали ниже уровня моря.

В этом свете открывается значимость Путоранских озер – Норильские и Курейские – в эволюции континуума енисейского муксуна. Во время Каргинской трансгрессии, когда их уровень был ниже, они играли существенную роль в плане нерестовых площадей для полупроходной ихтиофауны Енисея. В Курейку и Хантайку еще в 30-х годах прошлого столетия заходили на нерест муксун и ряпушка карская и туруханская.

Вышеизложенное позволяет составить общую схему образования подвидов муксуна. Исходя из сопоставления границ подпорного водоема с границами Сартанского ледника, можно сделать вывод о существовании, как минимум, четытрех регионов нерестилищ – Сосьвинского, Норильско-Курейского, Томско-Камнеобского и Тазовского – которым соответствуют (точнее – соответствовали в прошлом) одноименные популяции.

В соответствии с этим, на Енисее существуют три подвида пережившее Сартан – Тундровый, Широкотелый (озерно-речной) и классический многотычинковый полупроходной [2] представляющие собой соответственно:

- остатки Тазовской популяции, отделенные от Обского бассейна

Нижнеенисейской Возвышенностью в период между Сартаном и Голоценом – Тундровый – Обской тип морфометрии;

- Пан-Голаркический в секторе «Урал – Верхоянский Хребет» Широкотелый образованный по всей вероятности еще во Казанцевской трансгрессии ~ 120 000 лет назад – Таймырский тип морфометрии;

- Норильско-Курейская популяция – 2 расы классического многотычинкового полупроходного – озимая и яровая.

Причем эти события произошли последний раз в Сартанском подпоре – рис. 2. Из трех популяций енисейского муксуна для вопросов расообразования важна лишь одна – Норильско-Курейская.

Когда началось таяние ледника, начался и спад уровня подпора и произошел раскол Тазовской + Норильско-Курейской популяции на Тазовскую – Обской тип – и Норильско-Курейскую – Енисейский тип, которое, не смотря на разный тип морфометрии, повторяет практически все особенности миграций не только Тазовской, но и Обь-Томской – нагул в нижнем течении Енисея и подъем до Ворогова.

Данное положение дел обеспечивало муксуну высокий генеративный потенциал популяции – близость ареалов нагула к нерестовым ареалам определяла высокую выживаемость от икры до годовика.

Список литературы

1 Гайденок Н.Д. Особенности геологической эволюции полупроходной ихтиофауны сибирских рек // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 4. – С. 16-25.

2 Гайденок Н.Д. Структура внутривидовых континуумов муксуна рек Сибири // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 51-60.

3 Гайденок Н.Д., Пережилин А.И. В настоящее время промысел строится на тундровом муксуне // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания: Сб. ст. междунар. конф. – Новосибирск, 2020. – *данный сборник*.

4 Казьмин С.П., Волков И.А. Характер природных процессов в азиатской части России во время последней ледниковой стадии // География и природные ресурсы. – 2010. – № 3. – С. 5-10.

5 Кузьмин Я.В., Зольников И.Д., Орлова Л.А., Зенин В.Н. К вопросу о природных условиях Западной Сибири в максимум последнего (Сартанского) оледенения // Известия Лаборатории древних технологий. – 2006. – № 1(4). – С. 159-165.

6 Устюгов А.Ф. Экологические формы ряпушки реки Енисей // Проблемы экологии. – Томск, 1973. – Т. 3. – С. 187-192.

УДК 639.2

В НАСТОЯЩЕЕ ВРЕМЯ ПРОМЫСЕЛ СТРОИТСЯ НА ТУНДРОВОМ МУКСУНЕ

Н.Д. Гайденок, А.И. Пережилин

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация,
alex_pr@sibsau.ru

Аннотация. На основании анализа экспериментальных данных показано наличие в популяционном континууме муксуна Енисея двух элементов – остатков бывшего Тазовско-Среднеенисейского стада – Обской морфотип – и Норильско-Курейско-Таймырский морфотип. Рассматривается связь генетических исследований с геологической историей.

Ключевые слова: Енисей, популяционный континуум, тундровый муксун, морфотип, динамика биомассы

CURRENTLY FISHING IS BUILT ON TUNDRA MUKSUN

N.D. Gaydenok, A.I. Perezhilin

Summary. Based on the analysis of experimental data, the presence of two elements in the population continuum of the Yenisei muksun was shown – the remains of the former Tazovsko-Middle Yenisei herd – the Ob morphotype – and the Norilsk-Kureisko-Taimyr morphotype. The relationship between genetic research and geological history is considered.

Keywords: Yenisei, population continuum, tundra muksun, morphotype, biomass dynamics

Таково было одно из заключений А.А. Лобовиковой о состоянии промысла енисейского муксуна (ЕМ) в конце 1950-х – середине 1960-х гг. [12, 13], когда от доминирующей фракции континуума ЕМ – речного муксуна, которого также нельзя отождествлять с его анонимом – речным муксуном Лены – мало чего оставалось – рис. 1. Забегая вперед отметим, ситуация, отраженная в заключении А.А. Лобовиковой, повторилась после 2010 г., во второй период безлимитного промысла [6], когда промысел также вновь стал строиться на тундровом муксуне – рис. 2, фото 2 и 3.

Причиной сему служит тот факт, что обитающий на фарватере Енисея речной муксун удобнее облавливается, чем тундровый, обитающий в западной части Енисейской Губы, отдаленной от фарватера.

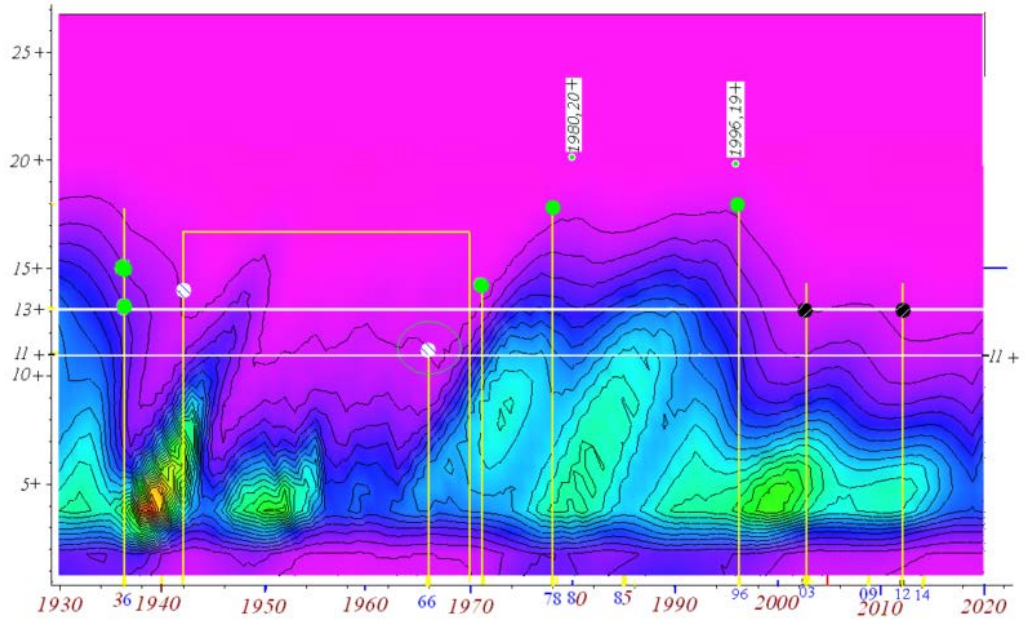


Рис. 1. Динамика биомассы популяционного континуума ЕМ

Вернемся в 1960-е гг. Здесь естественно встал вопрос о природе тундрового муксуна. Проще говоря – «откуда он появился». И иного выхода уже не оставалось, как вспомнить о расах ЕМ, которые обнаружил Н.Г. Некрашевич [15] в конце 1920-х – середине 1930-х гг. основываясь на теории рас Л.С. Берга [3].

Однако, к расам ЕМ в Красноярске относились весьма странно – и отрицать их как бы не могли и полностью принимать тоже не хотели – выдвигая контрдоводы в пользу их отсутствия [16]. Иначе говоря – дифференциация есть, но не на классические расы Л.С. Берга. А то, что регистрируется требует еще дополнительных исследований для понимания их природы.

Далее, после введения запретов и прочих ограничительных мер – как увеличение шага ячеи – в конце 1960-х – середине 1970-х гг. [6] биомасса ЕМ стала расти (рис.1) и дифференциация популяционного континуума ЕМ на компоненты вновь свелась к приданию тундровому муксуны некого отдаленно-степенного статуса – « …а, местные расы …» [11] и доминирующего становления положения монотипичности ЕМ.

Такое положение дел продолжалось до середины 2000-х – конца 2010 гг., пока в результате фиксации результатов полевых наблюдений на цифровую технику не обнаружились следующие довольно противоречивые факты:

1. По результатам наблюдений А.В. Опрышко на промысле Левинские Пески (ниже п. Дудинка) в 2012 г. за период ожидаемого хода речного муксуна (конец августа – начало октября) в ставной невод попалось не более 10 особей ЕМ;

2. В том же году С.М. Чупров обнаруживает в районе п. Дудинка довольно отличную от доминирующей части популяционного континуума ЕМ (фото 4-6, рис. 2) особь тундрового муксуна (фото 2, рис. 2).

3. По наблюдениям ихтиолога Туруханской Рыбинспекции И.М. Демчина в районе Туруханска с начала 2000-х гг. началось падение уловов;

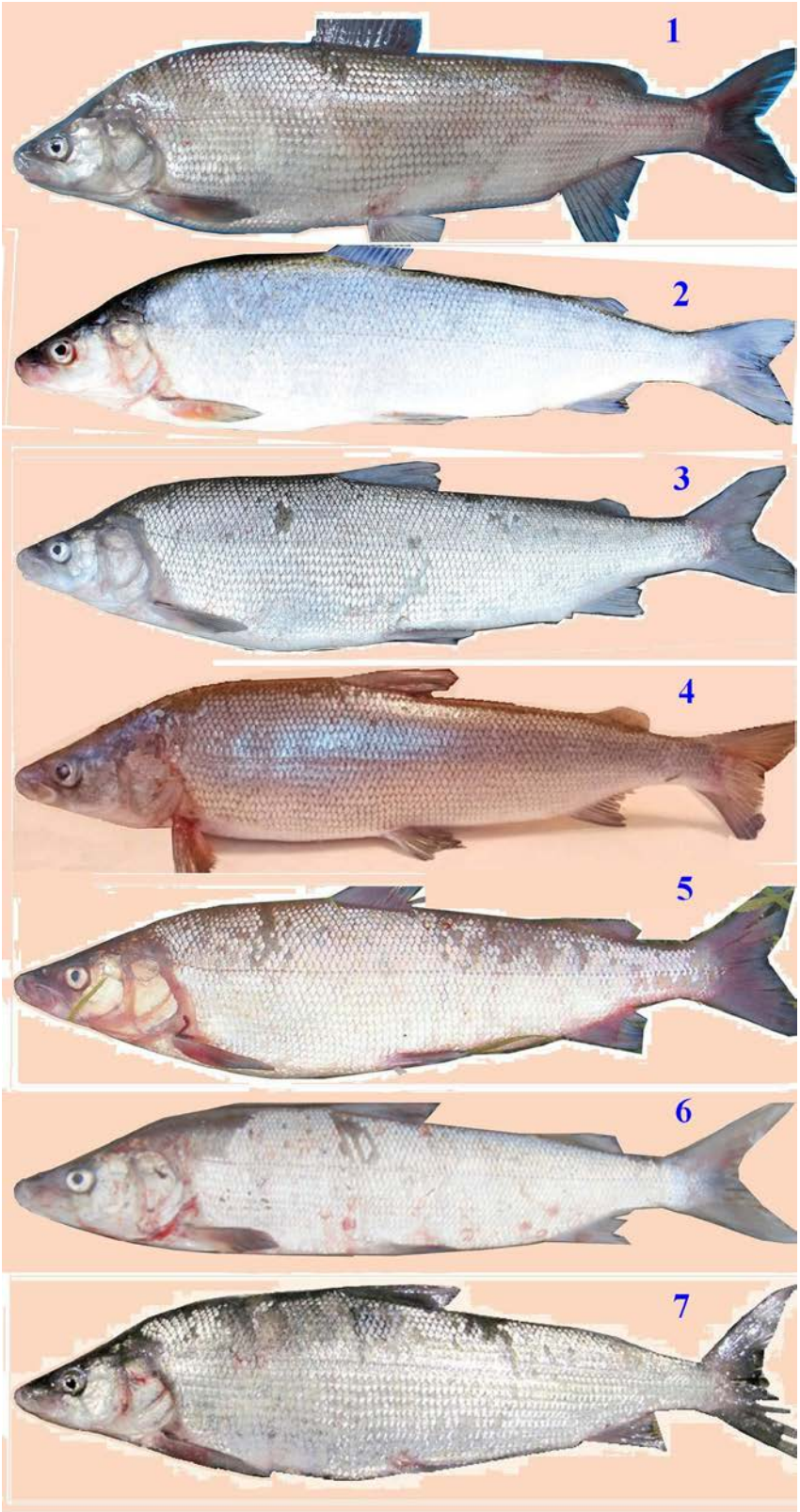


Рис 2. Муксуны Обь-Хатангского сектора Сибири: Обской тип морфометрии (верхние 3 фото) – Обь-Томская популяция (фото 1 А.Г. Селюкова) и енисейский тундровый (фото 2 С.М. Чупрова; фото 3 В.А. Заделенова) и Таймырский тип морфометрии - енисейский классический многотычинковый полупроходной (фото 4 Е.М. Зарицкой; фото 5 В.А. Заделенова; фото 6 А.А. Курбатского) хатангский аналог енисейского широкотелого (речного) (фото 7 Ю.В. Будина)

Пункты поимки муксунов рассматриваемых типов морфометрии показаны на рис.3.

Рис.3. Пункты локализации муксунов на рис.2

4. П.М. Клементенок, проводивший исследования ЕМ на протяжении более 20 лет в районе Горла Енисея (Воронцовский морозильник), не выделял различных типов морфометрии ЕМ. Заметим сразу – все пробы на генетический анализ ЕМ были взяты с Воронцовского морозильника.

При сопоставлении этих фактов не остается ничего иного, кроме того, как вспомнить выводы А.А. Лобовиковой для периода 1950-1960 гг. – регистрируется в нижнем течении Енисее вовсе не речной муксун, а тундровый, характер нагульных и нерестовых миграций которого довольно сходен с таковыми у муксуна Оби [14].

Все это свидетельствует, как о сложном взаимодействии компонентов популяционного континуума ЕМ, так и, как следствие, о эволюционной неоднородности его.

Далее, все результаты полевых наблюдений и фотоматериалы стали доступны после проведения исследований ЕМ, построенных на традиционно незыблемой для альянса енисейских и обских с уральскими ихтиологами монотипичности речного муксуна построенной на статусе доминирования и исчезающей подчиненности еще двух компонентов континуума ЕМ – тундрового и широкотелого – « …а, местные расы …» – начало 2020 г.

Действительно, выше рассмотренный аналог «принципа гегемонизма» – монотипичности и, как следствие, уникальности муксунов конкретных речных бассейнов – характерен не только для Енисея, но и для Оби.

Ярким подтверждением этому может служить работа [9], содержащая материалы по « …исследованию внутривидовой изменчивости муксуна, обитающего в реке Обь (точка наблюдения Ямбура) во временном аспекте (2012-2014 гг.). На основании полученных данных проведен анализ внутривидовой изменчивости гена цитохром B (Cyt B) митохондриальной ДНК 89 экземпляров муксуна. Исследованные особи имеют одинаковый митохондриальный гаплотип и обладают низкой степенью полиморфизма по анализируемому локусу», результаты которой позволяют сделать заключение о том, что в рамках используемой методологии анализа невозможна как внутривидовая, так и тем более

внутриподвидовая (расы) дифференциация.

Далее, в 2020 г. в интернете [8] под рубрикой «Грамотно восстановить запасы муксуна поможет генетика» приводятся следующие результаты: – «По заказу правительства ЯНАО совместно с Российским центром освоения Арктики проведено масштабное исследование популяции муксуна по определению генетических маркеров муксуна на всем ареале его обитания, где специалисты Института экологии растений и животных УрО РАН пришли к выводу, что тазовский и обской муксун – генетически идентичны. Суть исследования заключалась в том, чтобы получить генетический материал от всех популяций муксуна, обитающих в крупнейших реках Западной и Восточной Сибири. На основании материала, полученного от 11 популяций, была составлена их генетическая карта. В том числе исследовалось маточное стадо муксуна, выращенное на Собском рыбоводном заводе.

Генетический анализ муксуна из искусственных популяций Собского рыбоводного завода показал, что он не отличается по генетическим маркерам от природных популяций, а наиболее близки к популяциям рек Западной Сибири, и могут быть использованы в качестве донорских в ходе проведения мероприятий по восстановлению численности популяций Оби и Таза. При этом выявлены видовые различия с популяциями муксуна, обитающего в реках других регионов Западной и Восточной Сибири, включая Енисей», – отмечает в заключении к работе руководитель исследований, член-корреспондент РАН Владимир Богданов».

Итак, согласно цитируемому источнику главная цель предпринятых масштабных исследований – «доказать, с одной стороны, идентичность популяции собского рыбзавода природным обскому и тазовскому муксуну и, с другой, отличность обского и тазовского муксуна от муксуна других сибирских рек, включая Енисей».

Рассмотрим на сколько адекватны полученные выводы с позиций особенностей, как геологической эволюции и морфометрии, так и результатам исследований самой инструментальной генетики муксуна сибирских рек, автором которых является С.Н. Балдина [1, 2].

Но прежде необходимо задать вопрос уральским ученым – «Представители какой популяции были положены в основу маточного стада Собского рыбоводного завода? Если это муксун Верхнеобского стада, то зачем доказывать идентичность его самому себе?»

Самым первым шагом здесь является тот факт, что в пределах сибирских рек обитает только один вид муксуна, включающий определенное количество подвидов в зависимости от речного бассейна [5], а инструментальная российская генетика, по мнению заведующих лабораторий генетики как системы ВНИРО, так и ИЭМЖ в настоящее время не дает устойчивой дифференциации даже на уровне вида, не говоря уже о более низких уровнях – подвид, раса и т.д.

Действительно, по результатам ПЦР-ПДРФ анализа мтДНК не представляется возможным дифференцировать два вида – полупроходного сига пыжьяна *C. pidschian* и муксуна *C. Muksun* [1] рис. 2. Нет никакой гарантии уже на дифференциацию указанных видов, не говоря о подвидах.

Поясним это конкретным примером. На рис. 2 фото 1 показан обской муксун, который согласно исследованиям уральских ученых генетически идентичен тазовскому и полностью отличен от некого «общего» муксуна Енисея с Воронцовского морозильника, где, как сказано выше, находится преимущественно речной (классификация А.А. Лобовиковой) или классический многотычинковый полупроходной муксун, который на фото 4-6 рис. 2.

Как видно по трем морфометрическим признакам, которые детально рассматриваются в работе [7], обской муксун отличен от двух подвидов енисейского – фото 1 против фото 4-6, но зато идентичен тундровому муксуну – фото 2 и 3, где представлена взрослая и неполовозрелая особь одного образа. Поэтому надо более осторожно давать утверждения об отличиях.

Проанализируем результаты прочих генетических исследований сибиркого муксуна. Пионерскими исследованиями здесь, несомненно, являются работы С.Н. Балдиной [1, 2]. И не смотря на тот факт, что они были проведенные без учета подвидовых особенностей, которые на кластере С.Н. Балдиной дополнены авторами настоящей работы, тем не менее, они показали генетическую дифференциацию муксуна Coregonus muksun (Pallas) сибирских рек по мтДНК – на рис. 5.

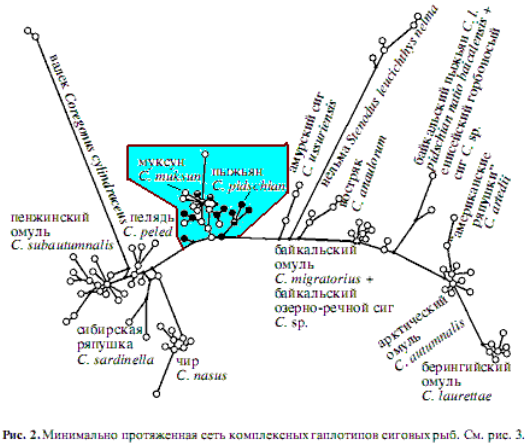


Рис. 4. Медианная сеть комплексных гаплотипов сиговых рыб: фрагмент рис. 11 [1]

Однако, здесь возникает коллизия – при отсутствии устойчивой дифференциации видов – *C. pidschian* и *C. Muksun* – существует дифференциация подвидов!

Если бы существовала дифференциация видов, то дифференциация подвидов мола быть в случае сравнения подвидов указанных на рис. 5.

Исследования уральских ихтиологов также показывают не только общность Обской и Тазовской популяций, но и отличие их от енисейских [8].

Однако они, как и С.Н. Балдина [1], не указывают подвидовой принадлежности муксуна в своих исследованиях. В тоже время известно, из работы [10], что на Жиганском многоостровье были отобраны широкотелые речные муксуны. Поэтому не удивительна близость речного муксуна с Жиганского многоостровья с муксуном с фарватера Енисейской Губы – рис. 2, фото 4-7 – она видна и по морфометрии.

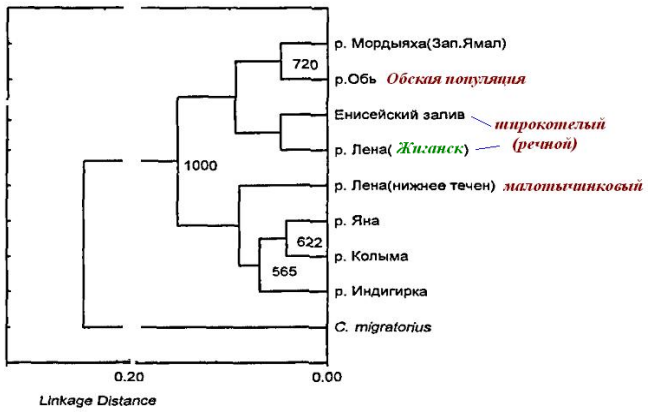


Рис. 5. UPGMA дендрограмма C. muksun по данным аллозимного анализа (рис. 10 из [1] с дополнениями подвидов)

В тоже время объединение в один кластер (рис. 5) муксуна из среднего течения Оби, представляющего собой искусственную популяцию из Ленинградской области [1], и речных муксунов Енисея и Лены только подтверждает отсутствие устойчивой дифференциации муксуна и сига.

Несомненно, у уральских ученых совершено иными были бы результаты при сравнении енисейского тундрового муксуна (рис. 2., фото 2 и 3) и обского (рис. 2., фото 1). Поэтому давать категоричные заключения о различии всех элементов обского и енисейского континуума не обосновано. Тем более, что обская и тазовская популяции разошлись только в последний раз, как минимум 20 тысяч лет назад и имеют в настоящее время разные нерестилища (рис. 5). Причем тазовская популяция и популяция енисейского тундрового муксуна разошлись еще позже – 13-10 тысяч лет назад при дифференциации Среднеенисейского стада.

Далее, исследования генетиков государственного аграрного университета Северного Зауралья (г. Тюмень) [9] по сути дела только подтверждают уникальность и обособленность Верхнеобского стада, которая обусловлена особенностями геологической эволюции, оставляя при этом в стороне вопрос об идентичности Верхнеобского и Тазовского стад обского муксуна.

Самыми новейшими на настоящий момент времени в плане генетики сибирского муксуна являются исследования Е.А. Боровиковой и Ю.В. Будина [4], где кроме фактического подтверждения результатов С.Н. Балдиной [1, 2] о полифилетичном происхождении различных подвидов муксуна служит довольно категоричный вывод – муксуна как вида не существует, а есть только вид C. lavaretus.

Такое заключение Е.А. Боровиковой в значительной мере обусловлено тем фактом, что основные исследования отечественных и зарубежных ихтиологов Европейской части России в большинстве массы своей относятся к сигам, в то время как в Азиатской части России муксун более значим (хотя бы в прошлом) в промысловых уловах.

Кроме того, как показывает анализ геологической эволюции сиговых – муксун индикатор подпорных водоемов ледников и находки его в европейской части известные, например, как Валаамский сиг, представляют собой эндемиков озер на месте былых подпорных водоемов.

В этой связи развивая тенденцию можно воспользоваться эквивалентностью и говорить только о существовании вида Coregonus muksun (Pallas).

Согласно вышеизложенному, здесь сразу встает вопрос о причинах

морфометрической и, с большой вероятностью, генетической эквиваленции тундрового подвида енисейского муксуна и полупроходного обского муксуна.

Ответом на этот вопрос служит, с одной стороны, общность эволюционной истории тазовского стада обского муксуна и, с другой, как это ни странно на первый поверхностный взгляд, различие эволюционной истории тазовского и верхнеобского – кетьско-томьско-бийского (по названиям соответствующих рек) – стад обского муксуна, которая рассматривается в работе [7].

Список литературы

1 Балдина С.Н. Внутривидовая генетическая дифференциация и филогеография сигов (P. Coregonus) Сибири: автореф. дис. … канд. биол. наук: 03.02.07. – М., 2010. – 23 с.

2 Балдина С.Н., Гордон Н.Ю., Политов Д.И. Генетическая дифференциация муксуна Coregonus muksun (Pallas) и родственных видов сиговых рыб (Coregonidae, Salmoniformes) Сибири по мтДНК // Генетика. – 2008. – Т. 44, № 7. – С. 896-905.

3 Берг Л.С. Список рыб Колымы // Ежегодник Зоол. музея АН. – СПб., 1908. – Т.13. – С. 69-107.

4 Боровикова Е.А., Будин Ю.В. Морфологическое и генетическое разнообразие двух форм муксуна COREGONUS MUKSUN (SALMONIDAE) бассейна реки Хатанга как ключ для понимания филогенетических взаимоотношений муксуна и сига C. LAVARETUS // Вопросы ихтиологии. – 2020. – Т. 60, № 6. – С. 707-720.

5 Гайденок Н.Д. Структура внутривидовых континуумов муксуна рек Сибири // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 51-60.

6 Гайденок Н.Д., Баранов А.Н., Чмаркова Г.М. Моделирование, экология и промысел ихтиофауны Енисея и Оби и морских млекопитающих Карского моря. – Красноярск, СибГАУ, 2014. – 452 с.

7 Гайденок Н.Д., Пережилин А.И. Анализ морфометрических показателей сиговых // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания: Сб. ст. междунар. конф. – Новосибирск, 2020. – *данный сборник*.

8 Грамотно восстановить запасы муксуна поможет генетика // Интернет-портал Fishnews.ru: Сетевое издание. Дата размещения 21.08.2020 г. – URL: https://fishnews.ru/news/39831 (дата обращения: 07.10.2020).

9 Кабицкая Я.А., Коновалова Т.А., Бойко Е.Г. Современные подходы к изучению популяции муксуна Обь-Иртышского рыбохозяйственного района // Молодой ученый. – 2016. – №6.5 (110.5). – С. 73-78. – URL https://moluch.ru/archive/110/27440/ (дата обращения: 09.10.2020).

10 Кирилов А.Ф., Сивцева Л.Н., Жирков Ф.Н. и др. Фауна рыб нижнего течения р. Лены на территории Жиганского района // Жиганский улус: история, культура, фольклор. – Якутск: Бичик, 2012. – С. 12-14

11 Куклин А.А. Биологическая характеристика муксуна р. Енисей и перспективы его рыбохозяйственного использования: дис. … канд. биол. наук: 03.00.10. – Красноярск, 1982. – 158 с.

12 Лобовикова А.А. Биологические группы муксуна в системе Енисея // Мат. сов. по биол. продуктивности Сибири. – Иркутск, 1966. – С. 49-50.

13 Лобовикова А.А. К экологии нереста восточносибирского сига и карской ряпушки // Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири: Тр. Красноярского отд. СибНИПКИРХ. – Красноярск, Красноярское книжное изд-во, 1975. – Т. 10. – С. 61-66.

14 Москаленко Б.К. Биологические основы эксплуатации и воспроизводства сиговых рыб Обского бассейна // Тр. Обь-Тазовского отд. ВНИОРХ. Нов. серия. – Тюмень: Тюм. кн. изд-во, 1958. – Т. 1. – 252 с.
15 Некрашевич Н.Г. К познанию муксуна Coregonus muksun (Pallas) р. Енисея // Тр. Биол. ин-та ТГУ. – Томск, 1940. – Т. 7. – С. 178-197.
16 Подлесный А.В. Муксун *Coregonus muksun (Pallas).* Промыслово-биологический очерк // Тр. Сиб. отд. ВНИИОРРХ. – 1948. – Т. 7. – С. 112-146.

УДК 639.3

АНАЛИЗ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИГОВЫХ

Н.Д. Гайденок, А.И. Пережилин

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация,
alex_pr@sibsau.ru

Аннотация. Рассматривается результаты анализа морфометрических показателей основных видов сиговых и муксунов популяционного континуума Енисея. Показана линейная зависимость пропорции максимальной высоты тела от пропорции головы в длине тела и возможность представления эволюции сиговых в виде результата дигибридного скрещивания. Анализируется варианты возможных предковых форм муксуна. Показана потенциальная возможность выступать в данном качестве двух современных видов – североамериканского сельдевидного сига Coregonus clupeaformis и балтийско-североморского острорылого Coregonus oxyrinchus.

Ключевые слова: сиговые, морфометрические показатели, анализ, зависимость

ANALYSIS OF THE MORPHOMETRIC INDICATORS OF WHITEFISHES

N.D. Gaydenok, A.I. Perezhilin

Summary. The results of the analysis of morphometric indicators of the main species of whitefishes and muksuns of the population continuum of the Yenisei are considered. The linear dependence of the proportion of the maximum body height on the proportion of the head in body length and the possibility of presenting the evolution of whitefishes as a result of dihybrid crossing are shown. Variants of possible ancestral forms of muksun are analyzed. Potential ability to act in this capacity of two modern species – the North American herring whitefish Coregonus clupeaformis and the Baltic-North Sea sharp-nosed Coregonus oxyrinchus.

Keywords: whitefish, morphometric indicators, analysis, dependence

В работе [5] указывается на роль морфометрических исследований в плане дифференциации – идентичности популяционных континуумов муксуна Сибирских рек.

Забегая вперед отметим, что здесь речь не может идти только об однородности, но и вообще применимости теории рас Л.С. Берга [2] – ихтиологические исследования, проведенные как на различных бассейнах, так и

различных семействах рыб – сиговые, осетровые – показывают, что в виде рас выступают отдельные стада ↔ компоненты континуумов (~ подвиды, разновидности, породы), различие в сроках хода – сводится к классической норме реакции. Рассмотрим это подробнее.

Итак, в 1930-х гг. Н.Г. Некрашевича [8] обнаруживает наличие у муксуна Енисея двух разновидностей – тугорослой и нормального роста, которые он сопоставляет с расами Л.С. Берга. Дальнейшие исследования в 1960-1970-х гг. А.А. Лобовиковой [6, 7] позволили уточнить результаты Н.Г. Некрашевича:

1. В губе муксун представлен двумя разновидностями – тугорослой тундровой и нормальной речной, которые четко различаются морфометрически: крупный муксун имеет прогонистое тело, большую голову, темную окраску, рыльная площадка вертикальная; тундровый, высокотелый, рыльная площадка наклонена назад, голова короткая, окраска светлая;
2. Речной нерестится в Енисее в нижнем течении; тундровый муксун не нерестится ниже Нижней Тунгуски.
3. Наряду с указанными разновидностями в губе имеется широкотелый озерно-речной муксун.

Однако, вопрос а может ли он нерестится выше Нижней Тунгуски на Верхних Нерестилищах так и остался открытым. В качестве площадей нереста тундрового муксуна предлагались р. Танама и другие тундровые речки, впадающие в Енисейскую Губу.

И хотя А.А. Лобовикова не приводит фото муксунов, тем не менее фото В. И. Романова (рис. 1) как нельзя более подходят под это описание, не смотря на тот факт, что они совершенно из других водоемов – бассейн оз. Таймыр и Путоранские озера [10]. Что наводит на мысль общности геологической истории.

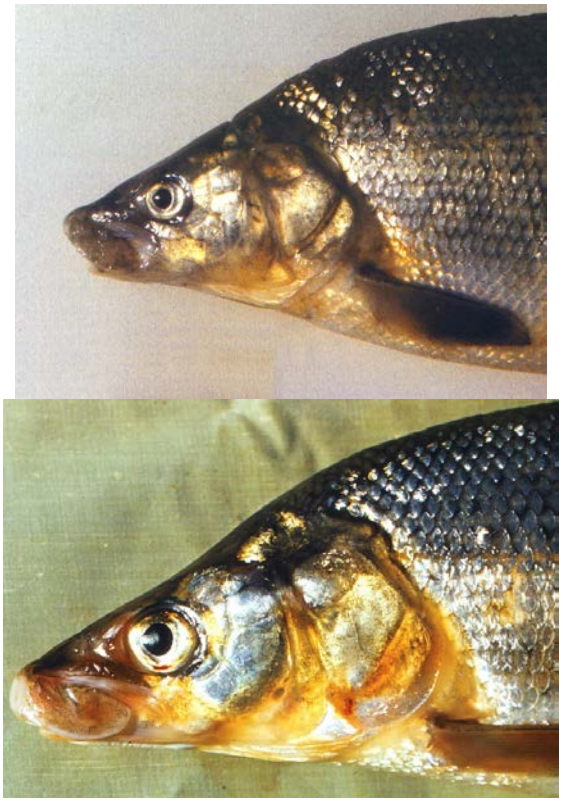
Далее, результаты исследований М.А. Тюльпанова [11], представленные в виде черно-белых фото, содержат достоверные сведения о наличии указанных А.А. Лобовиковой разновидностях енисейского муксуна (ЕМ) в губе.

Однако, ЕМ нерестится не только в р. Танаме и Енисее – в годы былой высокой численности были отмечены факты нереста – также без какой-либо морфометрии – в р. Хантайке и р. Курейке, куда сейчас идет на нерест карская ряпушка.

Следующим фактом, инициирующим исследования разнородностей ЕМ, послужило распространение цифровой техники в России. Здесь имеем: 2006 г. – фото А.А. Курбатского в Енисейском Заливе вблизи Горла Енисея; 2008 г. – фото В.В. Глечикова на Пясине и в Дельте Енисея; 2009 г. – фото В.А. Заделенова в р. Танаме; 2010 г. – фото В.А. Заделенова на Путоранском оз. Лама; 2012 г. – фото С.М. Чупрова тундровой разновидности ЕМ в Нижнем Течении Енисея в районе п. Дудинки; 2017 г. – В.А. Заделенова на Пясине; 2010-2014 гг. фото Ю.К. Будина на Хатанге. В октябре 2020 г. впервые получены по инициативе В.А. Заделенова фото ЕМ на Верхних Нерестилищах в районе устья Подкаменной Тунгуски.

Параллельно появляются фото Н.М. Соломонова по муксунам Лены и А.Г. Селюкова по муксуну Оби. Также имеются многочисленные фото в открытом доступе интернета.

Кроме того, здесь стоит отметить оцифровку фото сделанных в 1980-х годах В.И. Романовым отражающих результаты исследований по озерам Лама и Таймырское, показавшие наличие, как многотычинкового, так и среднетычинкового муксунов, не только в бассейне Лены [1], но и в указанных водоемах – рис. 1.



а) б)

Рис. 1. Головы муксуна: а) из оз. Лама (среднетычинковый); б) оз. Таймырское (многотычинковый) – фото В.И. Романова

Вся эта визуальная информация, относящаяся к муксунам Оби, Енисея, Таймыра, Пясины, Хатанги и Лены – рис. 2 из работы [4] (далее рис. 2.4) – дала возможность провести, пусть в пределах возможного, новый этап морфометрических исследований, который в совокупности с геологическими исследованиями [3-5] – позволил получить следующие результаты, говорящие о наличии у муксуна Енисея двух масштабных популяций:

1. Остатки былой объединенной Тазовской + Средне-Енисейской популяции – Обской тип морфометрии – фото 1-3 на рис. 2.4 – отделявшейся от Томско-Верхнеобской за последние 60 тысяч лет, как минимум три раза во времена:
   а) Каргинской Трансгрессии 60-25 тысяч лет назад;
   б) Сартанского подпорного водоема 20-11 тысяч лет назад;
   в) Фландрской трансгрессии 5-2 тысяч лет назад; здесь Тазовское стадо существовало автономно от Обского и Енисейского.
2. Пережившая Каргинскую Трансгрессию в озерах Таймыра и Путораны Норильско-Курейская популяция – Таймырский тип морфометрии – фото 4-6 на рис. 2.4 – временно объединившаяся последний раз с Тазовско + Средне-Енисейской популяцией в период Сартанского подпорного водоема 20-11 тысяч лет назад.

Полученная визуальная информация при сопоставлении с исследованиями енисейских ихтиологов по особенностям миграций ЕМ [3], позволяет сделать вывод об отсутствии рас и существовании подвидов. Такая же ситуация наблюдается у муксуна Лены [1].

Параллельно в сравнительном плане были рассчитаны для 119 представителей сиговых – от ряпушки до нельмы, естественно включая муксунов с

рис. 2.4 пропорции головы, максимальной высоты тела к длине Смита, тангенс угла наклона горба – брендовый признак практически всех муксунов – кроме речного подвида, зависимости числа тычинок от указанных классических показателей – рис. 2-5 . Здесь отчетливо видно практическое равенство пропорций головы у представителей бывшего Тазовско + Средне-Енисейского стада – нынешний тундровый муксун – и нынешнего стада Обского муксуна и расхождение их с таймырским морфотипом енисейских муксунов – речной муксун – рис. 1.

С целью сравнительного анализа показаны интервалы варьирования пропорций длины головы H_d и максимальной высоты тела H_m у различных типов морфометрии на рис. 2. Регрессионный анализ позволил оценить степень связи пропорции головы и максимальной высоты тела – рис. 3. Наличие корреляции требует использования наклонных осей из линейных комбинаций пропорции головы и максимальной высоты тел, получаемых на основе факторного анализа. Простейшим вариантом аналога поворота осей служит линия AB на рис. 2.

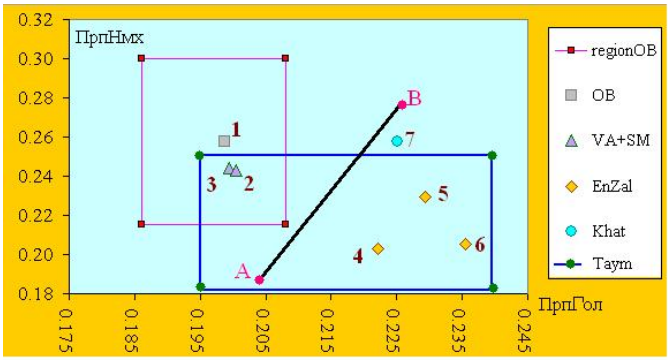


Рис 2. Интервалы варьирования пропорции головы и максимальной высоты тела к длине Смита для Обского и Таймырского типов морфометрии муксунов на рис. 2.4

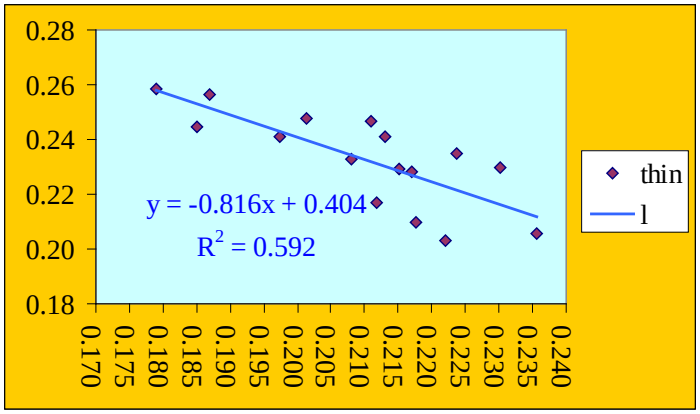


Рис. 3. Зависимость пропорции максимальная высота тела H_m от пропорции длины головы H_d построенная по сглаженным данным

На рис. 4. представлена зависимость числа тычинок P_n от H_d и H_m. Здесь видно четкое падение P_n с ростом максимальной высоты тела и рост P_n с увеличением длины головы H_d.

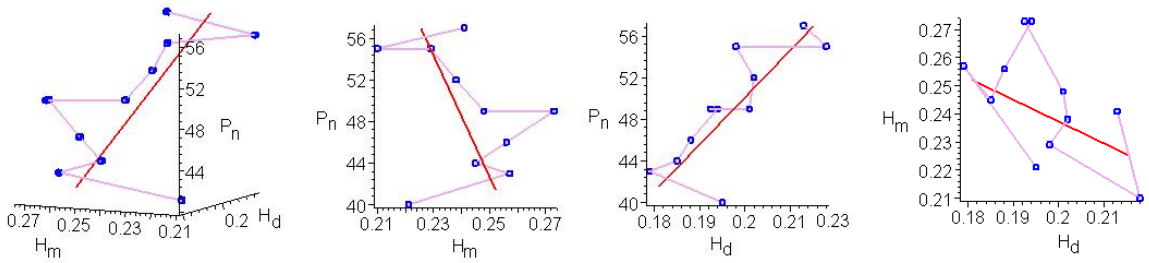


Рис. 4. Зависимости: а) числа тычинок P_n от максимальной высоты тела H_m и длины головы H_d; б) числа тычинок P_n от максимальной высоты тела H_m; в) числа тычинок P_n от длины головы H_d; г) максимальной высоты тела H_m от длины головы H_d

Вернемся к анализу рис. 2.4. Для любого муксуна Обского типа морфометрии существует множество прототипов среди сигов, которые ну практически очень похожи как внешне, так и хотя бы по пропорциям – рис. 5.

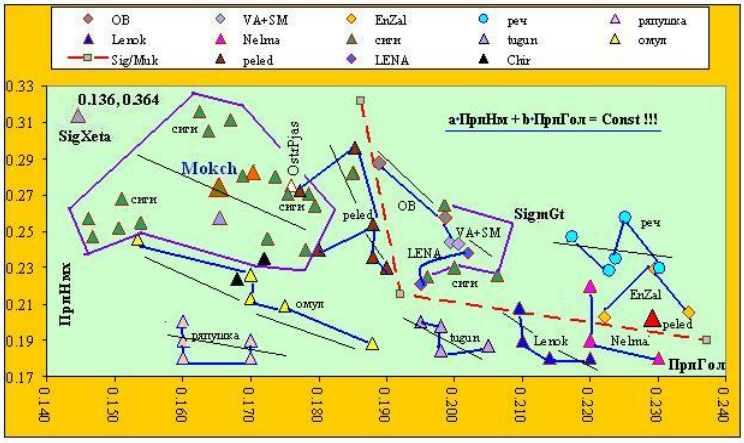


Рис. 5. Кластеры представителей различных видов сиговых Сибирских рек

Но, однако, не то чтоб у сигов или даже у всех сиговых уральско-янского сектора Азии, нет ни одного вида, который был бы похож на речного – рис. 2.4, фото 7 – который есть практически везде от Урала до Яны кроме русла Оби из-за замора. А на Таймыре и Енисее – он доминантная форма.

Зато такие сиги есть в бассейне Балтийского моря – Coregonus oxyrinchus рис. 6 [12], который очень похож на левое фото на рис. 1 и в Северной Америке – Coregonus clupeaformis, который очень похож на широкотелых муксунов Пясины [9] – рис.7.

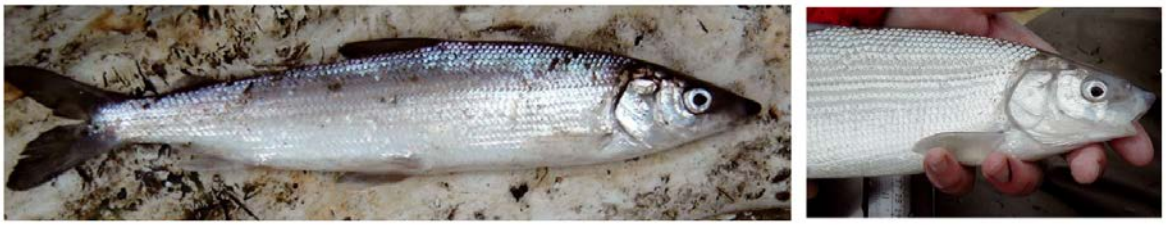


Рис. 6. Coregonus oxyrinchus

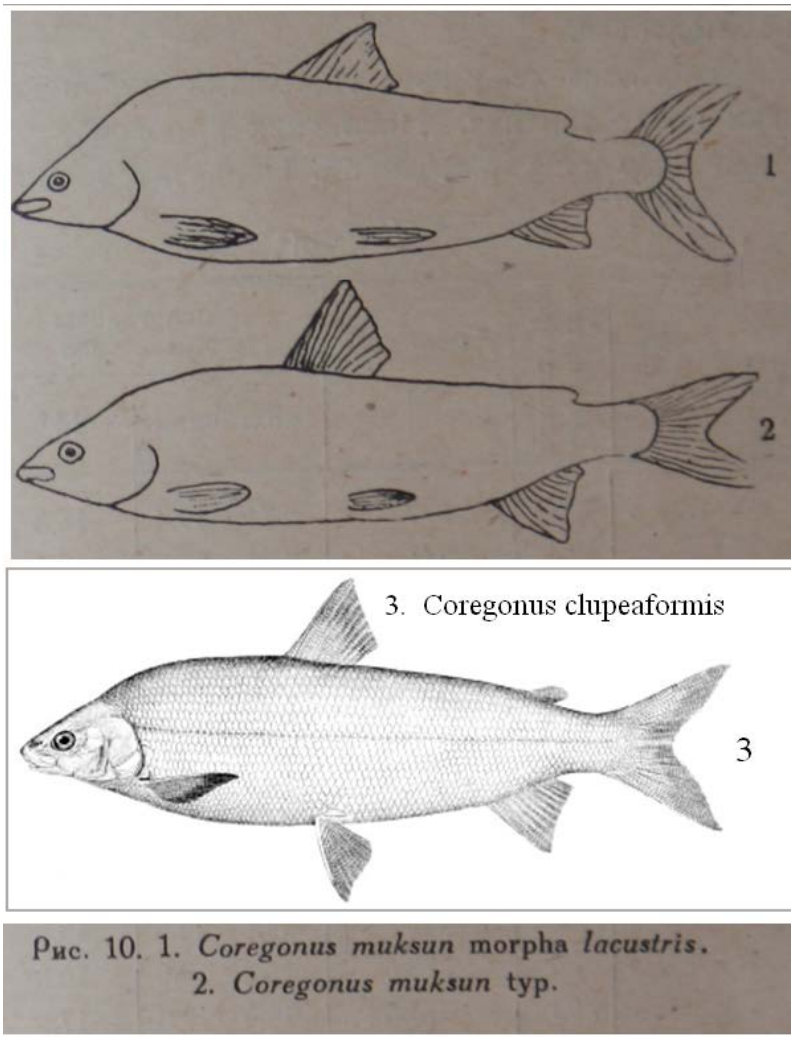


Рис. 7. Широкотелый и типичный муксуны Пясины [9]
с дополнением Coregonus clupeaformis

Далее, объединим рис. 5 с классической схемой дигибридного скрещивания – рис. 8 – и получим вполне однозначное соответствие:

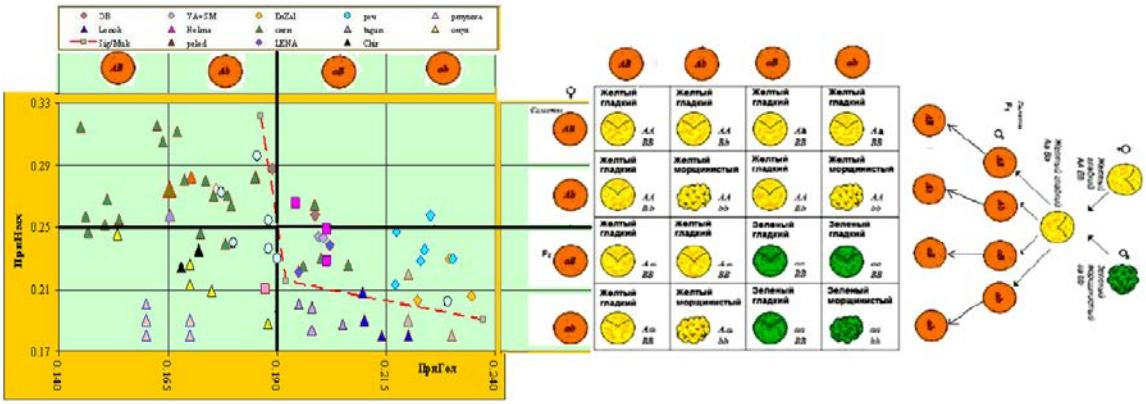


Рис. 8. Соответствие распределения сиговых (рис. 5) и классической схемы дигибридного скрещивания

1. Левая верхняя четверть в левой части, где расположены преимущественно

сиги желтому, преимущественно гладкому гороху;

2. Правая нижняя четверть в левой части, где расположены преимущественно многотычинковые муксуны, соответствует зеленому преимущественно гладкому гороху;
3. Правая верхняя четверть практически пустая за исключением многотычинковых сигов – тумас и сельдь – Пустота ↔ Модель Костицина [3, 13] – просто нет такой экологической ниши;
4. Левая нижняя четверть – многотычинковые сиговые – ряпушка, пелядь, омуль, особенно если сдвинуть вертикальную границу в лево.

Список литературы

1 Александрова Е.Н., Кузнецов В.В. О внутривидовых формах ленского муксуна *COREGONUS MUKSUN* (PALLAS, 1814) SMITT // Вест. МГУ, 1968. – № 1. – С. 57-65.

2 Берг Л.С. Список рыб Колымы // Ежегодник Зоол. музея АН. – СПб., 1908. – Т.13. – С. 69-107.

3 Гайденок Н.Д. Структура внутривидовых континуумов муксуна рек Сибири // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 51-60.

4 Гайденок Н.Д., Пережилин А.И. В настоящее время промысел строится на тундровом муксуне // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания: Сб. ст. междунар. конф. – Новосибирск, 2020. – *данный сборник*.

5 Гайденок Н.Д., Пережилин А.И. Геологические условия эволюции муксуна Уральско-Хатангского сектора Голарктики // Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания: Сб. ст. междунар. конф. – Новосибирск, 2020. – *данный сборник*.

6 Лобовикова А.А. Биологические группы муксуна в системе Енисея // Мат. совещ. по биол. продуктивности Сибири. – Иркутск, 1966. – С. 49-50.

7 Лобовикова А.А. К экологии нереста восточносибирского сига и карской ряпушки // Вопросы рыбного хозяйства Восточной Сибири: Тр. Красноярского отд. СибНИПКИРХ. – Красноярск, Красноярское книжное изд-во, 1975. – Т. 10. – С. 61-66.

8 Некрашевич Н.Г. К познанию муксуна Coregonus muksun (Pallas) р. Енисея // Тр. Биол. ин-та ТГУ. – Томск, 1940. – Т. 7. – С. 178-197.

9 Остроумов Н.А. Рыбы и рыбный промысел р. Пясины // Труды Полярной комиссии. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1937. – Вып. 30. – 115 с.

10 Романов В.И. К вопросу о популяционной структуре муксуна водоемов Таймыра // Вест. ТГПУ. – 1999. – Вып. 7(16). – С. 38-43.

11 Тюльпанов М.А. Анализ состояния запасов и реорганизация промысла ценных рыб в низовьях Енисея // Проблемы рыбного хозяйства водоемов Сибири. – Тюмень, 1971. – С. 102-112.

12 Jepsen N., Deacon M., Koed A. Decline of the North Sea houting: protective measures for an endangered anadromous fish // ENDANGERED SPECIES RESEARCH. – 2012. – Vol. 16. – P. 77-84. doi: 10.3354/esr00386.

13 Kostitzin V.A. Biologie mathematique. – Paris: Libr. Armand, 1937. – 223 c.

Подписано в печать 01.12.20 г. Формат 60×84 1/8.

Объем 12 уч.-изд.л., 41,4 усл. печ. л

Тираж 100 экз. Заказ № 2342

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