

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ – ОСНОВА ГЛОБАЛЬНЫХ
И РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ ОБУСТРОЙСТВА
РОССИИ, СИБИРИ И АРКТИКИ В XXI ВЕКЕ**

*Сборник статей
Национальной научно-практической конференции
с международным участием
(21-22 марта 2024 года)*

В 2-х томах

Том I

Тюмень
ТИУ
2024

УДК 556.1 + 628.1
ББК 26.222 + 38.761.1
В 62

Редакционная коллегия:

кандидат технических наук, доцент О. В. Сидоренко (ТИУ);
кандидат социологических наук, доцент Г. А. Щербаков (ТИУ);
доктор биологических наук, академик РАН А. Н. Камнев
(Московский государственный психолого-педагогический университет,
Институт океанологии имени П. П. Ширшова (РАН);
кандидат технических наук, доцент А. П. Малышкин (ТИУ);
доктор биологических наук, профессор, академик РАН С. Н. Гашев (ТГУ);
доктор технических наук, профессор А. П. Сизов
(Московский государственный университет геодезии и картографии);
кандидат социологических наук, доцент О. В. Устинова (ТИУ);
кандидат экономических наук, доцент Е. Г. Матыс (ТИУ);
кандидат экономических наук, доцент А. В. Кряхтунов (ТИУ);
кандидат технических наук, доцент Л. А. Пульдас (ТИУ)

Водные ресурсы – основа глобальных и региональных проектов
В 62 обустройства России, Сибири и Арктики в XXI веке : сборник статей
Национальной научно-практической конференции с международным
участием (21-22 марта 2024 года). В 2 т. Том I / отв. ред. Л. А. Пульдас. –
Тюмень : ТИУ, 2024. – 303 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9961-3287-4 (общ.)

ISBN 978-5-9961-3288-1 (т. I)

В сборнике представлены доклады участников Национальной научно-практической конференции с международным участием «Водные ресурсы – основа глобальных и региональных проектов обустройства России, Сибири и Арктики в XXI веке» – ведущих ученых, научных сотрудников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов России, Казахстана, Таджикистана и других стран.

Доклады публикуются в авторской редакции.

Публикация посвящается памяти Александра Алексеевича Большакова

УДК 556.1 + 628.1
ББК 26.222 + 38.761.1

ISBN 978-5-9961-3287-4 (общ.)
ISBN 978-5-9961-3288-1 (т. I)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Тюменский индустриальный
университет», 2024

4. ПНД Ф 14.1:2:3.96-97. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации хлоридов в пробах природных и сточных вод аргентометрическим методом / Федеральная служба по надзору в сфере природопользования: методика допущена для целей государственного экологического контроля. – Москва, 20 с. – Текст: непосредственный.

5. ГОСТ 31957–2012 (метод А) Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов: межгосударственный стандарт: издание официальное: принят межгосударственным советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол от 3 декабря 2012 г. № 54): дата введения 2012-12-03. – Москва: Стандартинформ, 2013. – 25 с. – Текст: непосредственный.

6. ПНД Ф 14:1:2.159-2000. Количественный химический анализ вод методика выполнения измерений массовой концентрации сульфат-ионов в пробах природных и сточных вод турбидиметрическим методом: методика рассмотрена и одобрена научно-техническим советом ФГУ «Федеральный научно-методический центр анализа и мониторинга окружающей среды МПР России»: Протокол № 1 заседания НТС от 20.01.2005 г. – Москва, 2000. – 11 с. – Текст: непосредственный.

7. Алекин О. А. Основы гидрохимии / О. А. Алекин. – Ленинград, 1953. – 296 с. – Текст: непосредственный.

8. ГОСТ Р 54316–2020. Воды минеральные природные питьевые. Общие технические условия: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 13 марта 2020 г. № 133-ст: дата введения 2020-03-13. – Москва: Стандартинформ, 2020. – 11 с. – Текст : непосредственный.

УДК 639.31/574.632/59.081

ВЛИЯНИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ СИГОВЫХ РЫБ В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ РАЗВЕДЕНИИ

Селюкова С. А., аспирант

г. Тюмень, ФГБОУ ВО Тюменский государственный университет

Аннотация. Существует проблема сокращения численности ценных видов сиговых рыб вследствие переловов и загрязнения водоемов. Для ее решения необходимо повышать жизнестойкость данных видов. Исследованиями репродуктивной системы у сеголеток сиговых установлен низкий

температура гонадогенеза у муксуна и нельмы, в отличие от пеляди и чира. Предложены результаты обработки эмбрионов и молоди сверхслабыми импульсными магнитными полями (ССИМП), генерируемыми техническим устройством. При исследовании влияния ССИМП на эмбрионы чира и муксуна в условиях рыбоводного хозяйства компенсационного направления показаны повышенный соматический рост и более интенсивное развитие репродуктивной системы у молоди подопытных партий. В ходе токсикологического эксперимента с эмбрионами и молодью муксуна в растворах фенола и сульфата кадмия фоновых для водоемов Обского бассейна концентраций продемонстрированы более высокая выживаемость, рост и формирование репродуктивной системы у обработанных ССИМП особей. При выпуске в природные водоемы такая молодежь будет иметь большие возможности выжить, созреть и оставить потомство.

Ключевые слова: муксун, чир, ранний онтогенез, магнитные поля, фенол, кадмий

Сиговые рыбы являются ценными объектами промысла и искусственного разведения. Однако переловы и загрязнение среды значительно сократили их численность, а такие ценные виды как нельма и муксун внесены в региональные Красные книги. Известно, что этапы раннего онтогенеза наиболее чувствительны в развитии, и когда молодежь после вылупления оказывается в экстремальных условиях природных водоемов, наступает ее массовая гибель. В связи с чем на предприятиях компенсационного направления необходимо применение таких подходов, которые смогут повысить жизнестойкость и ускорить темп роста и развития подращиваемой молоди ценных видов. С этой целью в эмбриональном и личиночном периодах применяются БАВ [1] и слабые физические воздействия: лазерное [2], слабое ЭМИ [3] и сверхслабые импульсные МП [4; 5]. Полученные результаты показывали положительный эффект.

Цель работы состояла в использовании стандартных методов оценки влияния сверхслабых магнитных полей (ССИМП) на выживаемость и развитие в раннем онтогенезе репродуктивной системы сиговых рыб в условиях интоксикации.

В соответствии с целью решались следующие задачи:

1. Исследовать видовые особенности раннего гаметогенеза у нельмы, пеляди, чира и муксуна в идентичных условиях содержания в аквакультуре.
2. Изучить особенности роста и развития молоди чира и муксуна, обработанной сверхслабыми импульсными магнитными полями (ССИМП) в условиях рыбоводного хозяйства компенсационного направления.
3. Исследовать выживаемость, рост и развитие генеративной системы у обработанных ССИМП природных партий муксуна в эмбриональный и постэмбриональный периоды при фоновых дозах фенола и сульфата кадмия.

Материал и методика

Исследования роста молоди и развития репродуктивной системы в раннем онтогенезе сиговых рыб проводили в ходе лабораторных и производственных экспериментов с 2016 по 2022 гг. Объектами исследований в основном были муксун и чир, которых получали в рыбоводных хозяйствах. Лабораторные эксперименты ставили в «Рыбоводном модуле» кафедры зоологии и эволюционной экологии животных Тюменского госуниверситета.

Для исследования формирования репродуктивной системы одновозрастной молоди и сеголеток муксуна, чира, пеляди и нельмы были получены фиксации из р/х «Форват» (2015 г.). С февраля по июнь 2020 г. на базе ООО «Собский р/з» был поставлен производственный эксперимент с чиром: 7,9 млн. эмбрионов в аппаратах Вейса были обработаны с применением аппаратного комплекса, генерирующего сверхслабые импульсные магнитные поля (ССИМП) нанотеслового уровня. После вылупления контрольные и подопытные предличинки были рассажены в бассейны предприятия. В апреле-августе 2021 г. проведены подобные работы с муксуном: обработано 8,1 млн. эмбрионов. Для оценки влияния фоновых для Обского бассейна токсикантов на эмбрионы и молодь муксуна в 2020-21 гг. был поставлен эксперимент по интоксикации растворов фенола и сульфата кадмия, который проводили на предварительно обработанных ССИМП и интактных партиях.

С исследуемыми особями проводили морфометрические и гистологические исследования. Молодь фиксировали в 4% формалине, эмбрионов и молодь – в смеси Бродского. Гистологические препараты готовили по стандартным методикам [6]. С использованием микроскопа «AxioImager A1» через видеокамеру AxioCam MRc5 и программы AxioVision Release 4.7.1 («Zeiss») фотографировали препараты при разных увеличениях.

Все статистические расчеты проводили с использованием электронных таблиц MS Excel (2007) и пакета STATISTICA (StatSoft, Inc.) (v. 12).

Результаты

Гистологическими исследованиями сеголеток *муксуна*, *чира*, *пеляди* и *нельмы* было установлено: уровень развития яичников у пеляди и чира наиболее высокий – у них присутствовали превителлогенные ооциты; менее развиты гонады у муксуна и нельмы – почти все половые клетки представлены оогониями и ооцитами ранней профазы мейоза. Семенники у муксуна и нельмы также развиты слабо. Такое соотношение генераций у рассмотренных видов из одинаковых условий содержания отражает продолжительность темпа гамето- и гонадогенеза и, соответственно, влияет на сроки их полового созревания.

При исследовании воздействия на потомство *чира* природной популяции (ППП) и сформированного стада (ПСС) фонового для водоемов Обь-Иртышского бассейна загрязнения фенолом установлено, что молодь сформированного стада оказалась более устойчивой к интоксикации, обладала большей выживаемостью и отличалась от природной большими размерами и скоррелированностью морфометрических параметров. Гистологический

анализ спинного мозга, пищеварительной системы и соматической мускулатуры у чира ППП выявил патологии этих органов, тогда как у молоди сформированного стада (ПСС) даже при многократных сменах раствора фенола той же концентрации явных патологических изменений не наблюдалось. И только при повышенной концентрации (0,01 мг/л), при которой молодь природной популяции уже погибла, у ПСС выявлялись нарушения в соматической мускулатуре. Таким образом, в условиях хронического загрязнения типичным для Оби токсикантом органического происхождения (фенолом) молодь чира ПСС является более токсикорезистентной и при выпуске в природные водоемы будет иметь большие стартовые возможности.

Обработанные на рыбоводном предприятии на завершающих этапах эмбриогенеза ССИМП личинки и молодь *чира* и *муксуна*, в отличие от контрольных особей этих видов, имели большие морфометрические параметры и массу тела, но меньшие размеры желточного мешка, что свидетельствует об их более интенсивном развитии. Эта тенденция сохранялась до выпуска молоди на нагул в Обь.

У личинок опытной партии *чира*, по данным гистологического анализа, отмечено существенное превышение числа половых клеток над контрольной. В дальнейшем развитие гонад у подопытных особей также было более интенсивным, раньше проходило определение пола. В возрасте 92 сут при выпуске молоди чира в Обь на нагул количество оогоний и ооцитов ранней профазы мейоза (в расчете на 1 срез) у опытной партии самок кратно превышало число оогоний у контрольных особей, соответственно $23,5 \pm 3,31$ и $7,2 \pm 1,93$.

Более интенсивные соматический рост и развитие репродуктивной системы отмечали у обработанных ССИМП партий *муксуна* в сравнении с контрольными. Поскольку развитие гонад у муксуна, как было показано выше, протекает в замедленном темпе, влияние генеративной системы на соматический рост также менее заметно. Влияние ССИМП на подопытных рыб оказалось наиболее выражено в конце периода подращивания. У этих сеголеток уже проходит анатомическая дифференциация гонад по типу яичников, тогда как у контрольных она еще не началась (Рис. 1. а, б) [7].

Таким образом, использование ССИМП при обработке эмбрионов чира и муксуна перед вылуплением привело к более быстрому линейно-весовому росту и темпу развития репродуктивной системы в постэмбриональном онтогенезе, что может обеспечить подопытной молоди в условиях природных водоемах сохранение устойчивого темпа развития и повысить ее выживание.

Токсикологический эксперимент, проведенный с зародышами и молодью муксуна интактных и обработанных ССИМП партий, показал, что в растворах фенола типичных для Обь-Иртышского бассейна фоновых концентраций (0,001 и 0,05 мг/л) отход эмбрионов отсутствовал или был незначителен. Однако при концентрации 0,01 мг/л отмечали не более 2% погибших зародышей во второй половине инкубационного периода. Молодь муксуна, обработанная ССИМП через неделю после вылупления и переведен-

ная в растворы фенола (0,05 и 0,1 мг/л) отличалась более высокой выживаемостью, в сравнении с контрольной.

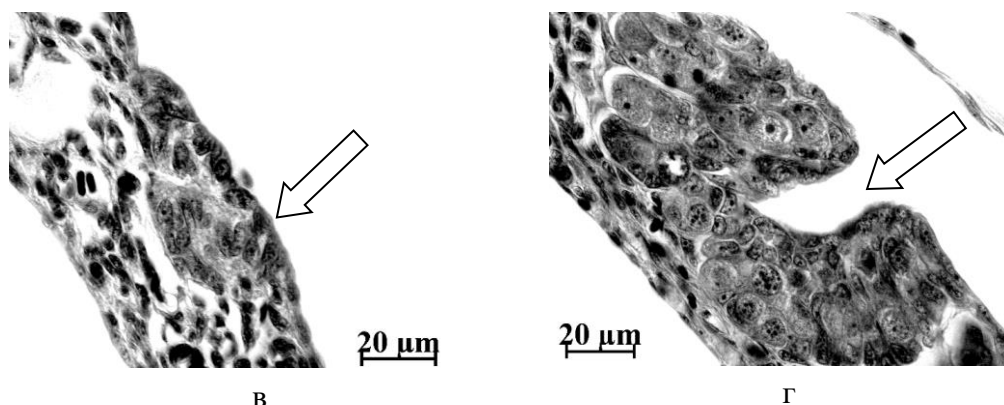


Рис. 1. Состояние гонад муксуна контрольной (а) и обработанной ССИМП (б) партий в возрасте 83 суток

а – на срезе концентрация оогоний в месте будущей инвагинации (стрелка);

б – на начало формирования яйценосной пластинки указывает инвагинация латеральной поверхности гонады (стрелка)

В эксперименте с сульфатом кадмия также отмечена более высокая выживаемость обработанных ССИМП зародышей и молоди. При концентрации 0,005 мг/л (1ПДК_{рбхз}) отход контрольных эмбрионов был отмечен со стадии пигментации глаз. Снижение числа подопытных особей установлено только после вылупления. Гибель молоди после вылупления вызвана поступлением в воду адсорбированных на оболочках молекул токсиканта. Молодь муксуна контрольной партии при дозе 0,025 мг/л (5ПДК_{рбхз}) отличалась повышенной гибелью, тогда как подопытная имела более высокую выживаемость. Соответственно и количество половых клеток у нее оказалось больше: $44,0 \pm 5,9$ против $33,4 \pm 9,8$.

Таким образом, в условиях интоксикации фоновыми поллютантами Обского бассейна молодь муксуна, обработанная в раннем онтогенезе ССИМП, характеризуется более высокими показателями токсикорезистентности, роста и развития репродуктивной системы. А это позволяет ей в экстремальных условиях природных водоемов выжить, достичь половой зрелости и оставить потомство.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цой Р. М. Эффективность применения парааминобензойной кислоты при воспроизводстве холодноводных рыб рода *Coregonus* / Р. М. Цой, Л. Л. Сергиенко. – Текст: непосредственный // Вопросы ихтиологии. – 1992. – Т. 32, вып.1. – С. 186-190.
2. Попова Э. К. Эффекты лазерного воздействия на рыб в раннем онтогенезе / Э. К. Попова. – Петрозаводск: Кивач, 2004. – 126 с. – Текст: непосредственный.

3. Formicki K. The effect of an anthropogenic magnetic field on the early developmental stages of fishes-a review / K. Formicki, A. Korzelecka-Orkisz, A. Tański. – Text: direct // International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – 22(3):1210. – P.1-14.

4. Селюков А. Г. Протекторное действие слабых импульсных магнитных полей в раннем онтогенезе тугуна *Coregonus tugun* (Pallas) в условиях хронического нефтяного загрязнения / А. Г. Селюков, Г. Н. Беспоместных. – Текст: непосредственный // Экология. – 2006. – № 5. – С. 365-371.

5. Селюков А. Г. Слабые взаимодействия и регомеостаз живых систем (прикладной аспект): монография / А. Г. Селюков, А. И. Солодилов, В. П. Елькин. – Тюмень: ТюмГУ, 2008. – 192 с. – Текст: непосредственный.

6. Гистология для ихтиологов: опыт и советы / Е. В. Микодина, М. А. Седова, Д. А. Чмилевский [и др.]. – Москва: ВНИРО, 2009. – 112 с. – Текст: непосредственный.

7. Повышение биопотенциала молоди муксуна *Coregonus muksun* сверхслабыми импульсными магнитными полями в условиях рыбного хозяйства / С. А. Селюкова, Е. В. Пищенко, Е. В. Ефремова [и др.]. – Текст: непосредственный // Рыбное хозяйство. – 2023. – № 6. – С. 127-134.

УДК 502.22 (075)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДОВ АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ И ИХ РЕШЕНИЯ

Храмцов А. Б., канд.ист.наук, доцент

Плащенко А. С., бакалавр

г. Тюмень, ФГБОУ ВО Тюменский индустриальный университет

Аннотация. Климатические изменения происходят в результате человеческой деятельности на протяжении десятилетий. Изучение арктических городов с каждым годом становится наиболее актуальной темой. В данной статье рассматривается как воздействие городов на окружающую среду зоны Арктики, так и влияние климата на деятельность и благополучие населения, в процессе освоения территории севера. Случаи аварий с каждым годом увеличиваются и приводят к масштабным повреждениям городских инфраструктур, разрушениям сооружений. Были рассмотрены проекты по улучшению состояния городской среды России. Таким образом, без надлежащего наблюдения экосистемы арктической зоны страны дальнейшее развитие и освоение арктической зоны становится маловероятным.

Ключевые слова: глобальные проблемы, экологические факторы, арктическая зона, климат, термокарст, Арктика.