

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 РАЕН 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 РАЕ 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. Красненко А. С. Биоиндикационная характеристика водоемов урбанизированных территорий Арктической зоны. (на примере оз. Янтарное, Г. Надым и оз. Ханто, Г. Ноябрьск) / А. С. Красненко, А. С. Печкин. – DOI 10.26110/ARCTIC.2019.102.1.016. – Текст: непосредственный // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. – 2019. – № 1(102). – С. 116-120.

5. Кузикова В. Б. Зообентос водоёмов Обского бассейна и его использование для оценки качества природной среды / В. Б. Кузикова. – Текст: непосредственный // Гидробионты Обского бассейна в условиях антропогенного воздействия: сб. науч. тр. ГосНИОРХ. – Санкт-Петербург, 1995. – Вып. 327. – С. 64–78.

6. Семенченко В. П. Принципы и системы биоиндикации текучих вод / В. П. Семенченко. – Минск: Орех, 2004. – 25 с. – Текст: непосредственный.

7. ГОСТ 17.1.3.07-82 Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков: введен в действие постановлением Госстандарта СССР от 19 марта 1982 г. N 1115. – Москва: Госкомитет по стандартам, 1982. – 12 с. – Текст : непосредственный.

8. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т.1. Низшие беспозвоночные. – Санкт-Петербург: Наука, 1994. – 394 с. – Текст : непосредственный.

9. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные. – Санкт-Петербург: Наука, 1995. – 628 с. – Текст: непосредственный.

10. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 4. – Высшие насекомые. – Санкт-Петербург: Наука, 1999. – 998 с. – Текст : непосредственный.

11. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 5. Высшие насекомые. – Санкт-Петербург: Наука, 2001. – т836 с. – Текст: непосредственный.

УДК 639.31/574.632/59.081

## **МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОЛОДИ МУКСУНА В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ СОДЕРЖАНИЯ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ РАЗВЕДЕНИИ**

Курдина Е. И., магистрант

г. Тюмень, ФГАОУ ВО «Тюменский государственный университет».

**Аннотация.** Муксун *Coregonus muksun (Pallas)* является эндемиком Сибири и, одновременно, ценным промысловым видом. В условиях загрязнения, повышения уровня промысловой нагрузки и браконьерства снижается численность его популяции и возникает необходимость ее восстановления и сохранения, одним из способов которых становится проведение

компенсационных мероприятий. Выпуск подращиваемой молоди в природные водоемы требует подготовки, заключающейся в повышении ее выживаемости. Цель исследования состояла в оценке влияния условий содержания, включая сверхслабые импульсные магнитные поля, на морфологические параметры, развитие репродуктивной системы и печени подращиваемой на рыбоводном заводе молоди муксуна, для ее последующего выпуска в природные водоемы при проведении компенсационных мероприятий. Актуальным методом для повышения выживаемости подращиваемой молоди является использование сверхслабых импульсных магнитных полей (ССИМП). В ходе исследования были проанализированы разные условия содержания в УЗВ. Проведен морфометрический и гистологический анализ обработанных ССИМП на разных этапах онтогенеза и контрольной партии молоди муксуна, оценка проводилась по результатам гистологического анализа состояния ее печени и формирующейся репродуктивной системы в разных условиях подращивания. Полученные экспериментальные данные позволяют считать обработку ССИМП одним из методов, повышающих выживаемость подращиваемой молоди при дальнейшем выпуске в природные условия различной степени экологической напряженности.

**Ключевые слова:** муксун, подращивание в УЗВ, сверхслабые импульсные магнитные поля, постэмбриональное развитие, световой режим.

Муксун *Coregonus muksun (Pallas)* характеризуется как позднезрелый вид, что оправдано его гибридным происхождением [1]. На развитие эмбрио- и постэмбриогенеза оказывают влияние абиотические и антропогенные факторы. Для восполнения численности популяции муксуна в естественном ареале проводятся компенсационные мероприятия, которые могут осуществляться на рыбозаводах. В условиях УЗВ для бассейнов с подращиваемой молодью имеются стандартные режимы, однако могут наблюдаться некие отличия в абиотических факторах. Повышение выживаемости молоди – это важная задача, поэтому одним из решений может быть использование биофизического метода. Воздействие сверхслабых импульсных магнитных полей (ССИМП) способно активизировать в раннем онтогенезе природный потенциал, в результате чего повышается выживаемость.

#### **Материалы и методы**

Объектами исследования являлась молодь муксуна в бассейнах №А1, №А2, №А3 Собского рыбоводного завода (СРЗ). А1 – молодь, полученная из икры в ноябре 2021 г. от производителей муксуна из Средней Оби; подвергалась воздействию ССИМП с 18.04 по 22.07.2022 г. А2 – молодь, полученная из икры маточного стада муксуна СРЗ, которая в период эмбрионального развития с 30.01 по 01.04.2022 г. подвергалась воздействию ССИМП\*. А3 – молодь, полученная из икры маточного стада муксуна СРЗ и условно выполняла роль контрольной партии.

Обработку молоди муксуна проводили В. П. Елькин, А. Н. Самсонов и А. Г. Селюков под общим руководством А. И. Солодилова (ООО «Телос-Сибирь») с применением прибора, разработанного для медико-биологических работ.

С использованием гистологического метода было проанализировано 97, а в ходе морфометрического - измерено 60 мальков муксуна.

### Результаты

Объекты исследования находились в разных бассейнах, на рост и развитие которых оказал влияние целый ряд факторов. Особое влияние оказал световой режим. Каждый из бассейнов, в зависимости от его местоположения относительно окна, имел свой режим освещенности (рис. 1). Бассейн А1 получал среднесуточную освещенность в 119 lux, А2 – 251 lux, А3 имел приближен фотопериод к естественным условиям со среднесуточной освещенностью 420 lux.

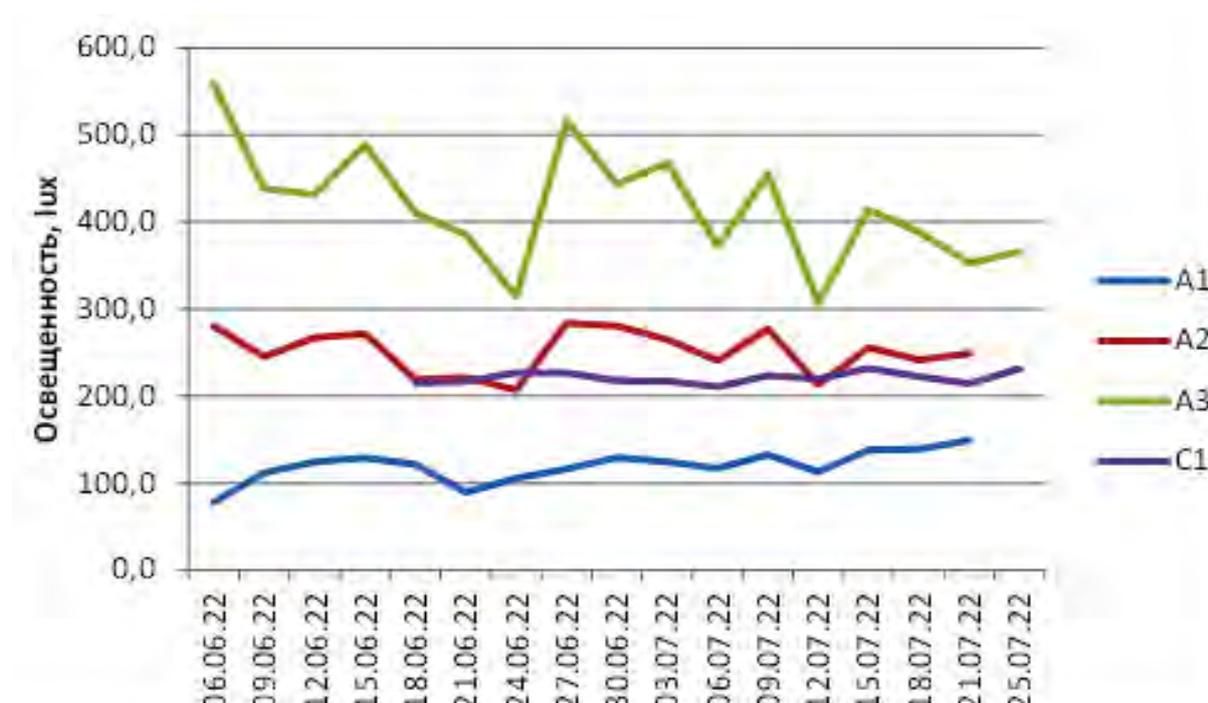


Рис.1. Показатели освещенности бассейнов Собского р/з с подращиваемой молодью муксуна.

В ходе постэмбрионального развития были получены следующие данные. Опытные партии молоди муксуна (А1, А2) характеризуются повышенными линейно-весовыми показателями по сравнению с контролем (А3). Однако, высокий уровень согласованности (рис. 2 В) по морфометрическим показателям прослеживается в контрольной партии (А3), несмотря на низкие линейно-весовые показатели; напротив, у подопытных партий муксуна (А1, А2) наблюдается слабая степень скоррелированности (рис. 2 А, Б).

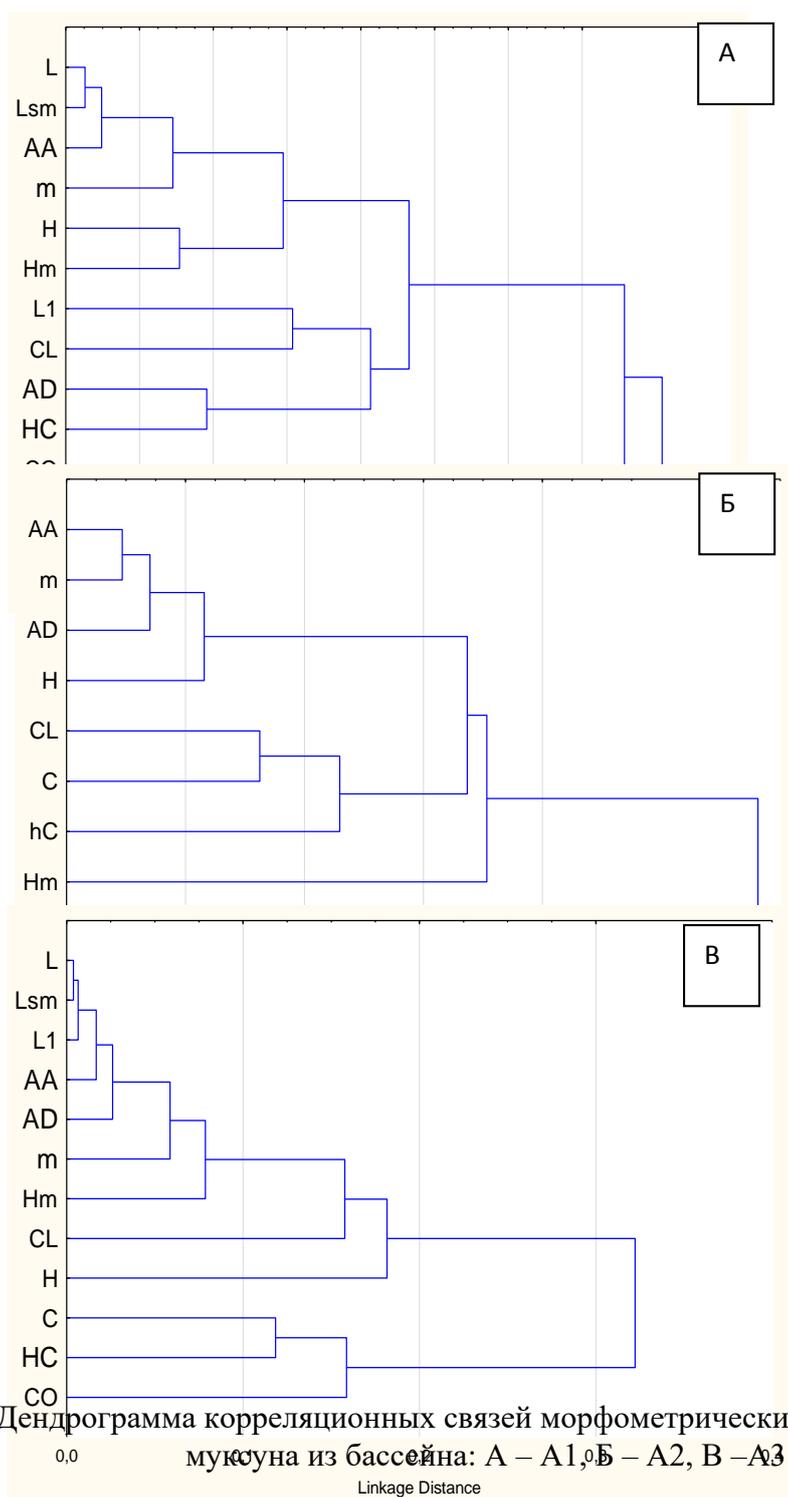


Рис. 2. Дендрограмма корреляционных связей морфометрических параметров молодежи мускуна из бассейна: А – А1, Б – А2, В – А3.

Гистологический анализ состояния печени выявил, что для гепатоцитов всех партий (А1, А2, А3) характерны пики активности как увеличения, так и снижения цитологических показателей, что вызвано разной динамикой накопления липидов. Состояние печени у исследуемых особей находится в процессе роста и развития, о чем свидетельствует деление ядрышек.

Динамика изменения состояния гонад отражает пролиферативную активность гониев. Увеличение числа гониальных митозов сопровождается

снижением размеров гоний; размеры гонад возрастают. Ядерно-цитоплазматическое отношение (ЯЦО,%) у молодежи в А3 имеет небольшую динамику, однако остается относительно стабильным, что говорит о медленном развитии. У обработанной ССИМП молодежи в А1 наблюдаются резкие пики повышения и снижения ЯЦО (%), что может свидетельствовать об ускорении формирования репродуктивной системы. В А2 отмечается активное снижение ЯЦО (%) с последующей стабилизацией.

### **Обсуждение результатов**

При изучении морфометрических показателей молодежи, обработанной ССИМП обнаружен ускоренный процесс роста. Однако степень согласованности была невысокой, отражала аллометрический рост параметров, вследствие разной скорости роста и, возможно, перестройки организма. Обработка ССИМП в данном случае проявила себя как фактор стресса, в связи с этим в организме происходит перераспределение ресурсов. Целью воздействия ССИМП служит подготовка подращиваемой молодежи к выпуску в природные водоемы, где условия могут быть максимально некомфортными, даже экстремальными. С использованием данного подхода можно повысить выживаемость молодежи посредством повышенной адаптации организма к неблагоприятным факторам [2].

Более раннее воздействие ССИМП, предположительно, могло оказать влияние на размеры головы, которые оказались значительно больше, чем у молодежи других партий. Контрольная партия (А3), которая не была подвержена обработке ССИМП, имела самые низкие параметры, но при этом отличалась изометрическим ростом.

Выявленная изометрия молодежи в А3, как предполагается, связана с уровнем освещенности. На бассейне с подращиваемой молодежью А3 освещенность была максимальной из всех бассейнов – 420 lux, что отразилось, в частности, на согласованном росте диаметра глаза с показателями головы и тела. В результате проведения цитолого-гистологического исследования печени отмечалось нормальное развитие гепатоцитов. У молодежи из бассейна А1 размеры половых клеток меньше, чем у контрольной из А3, обработка ССИМП в некоторой мере выступает в качестве фактора стресса, здесь – эустресса. В стрессовом состоянии количество липидных капель меньше, поскольку их ресурсы затрачиваются на компенсацию стрессирующего фактора [3].

В цитологических показателях гоний во всех партиях в процессе развития также наблюдается динамика чередования (увеличение и снижение) размеров. Такая динамика может быть в связи с выборкой разного полового состава. У самцов диаметр и количество гоний меньше, чем у самок, в результате прослеживаются пики роста и снижения показателей [4].

Применение ССИМП в УЗВ в условиях, максимально приближенным к естественным, позволит в наибольшей степени повысить адаптацию организма и обусловить его повышенную выживаемость в природной среде.

## Выводы

1. Наиболее адаптированной к выпуску является опытная партия (А1) муксуна; однако, у контрольной молодежи (А3) повышенная освещенность отразилась на пропорциональном росте частей тела.

2. Опытные партии муксуна (А1, А2) характеризуются повышенными линейно-весовыми показателями по сравнению с контролем (А3), что обусловлено обработкой ССИМП в раннем онтогенезе.

3. По мере роста муксуна динамика параметров гепатоцитов широко варьирует: наибольшее накопление липидных капель характерно для контрольной молодежи (А3), наименьшее – для подопытной (А2); у муксуна в А1 наблюдается промежуточное состояние, отражая стабильное развитие.

4. Наиболее развитой репродуктивной системой – размеры гонад, число гоний и динамика ЯЦО (%) – характеризуется подопытная молодежь из бассейна А1, наименьшей – особи контрольной партии (А3); обработка молодежи ССИМП позволяет оптимизировать процесс ее подращивания как для выпуска в природную среду, так и при формировании маточного стада.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кассал Б. Ю. Результаты векового изучения некоторых особенностей биологии популяции муксуна *Coregonus muksun* Обь-Иртышского бассейна / Б. Ю. Кассал. – Текст: непосредственный // Экология гидросферы. – 2021. – № 1 (6). – С. 8-27. – URL: <http://hydrosphere-ecology.ru/250> (дата обращения: 15.06.2023).

2. Проблемы компенсационного рыбоводства: повышение адаптационного потенциала чира *Coregonus nasus* (Pallas) в раннем онтогенезе слабыми магнитными полями. 1. Морфометрический анализ / А. Г. Селюков, С. А. Селюкова, Л. А. Шуман, Е. В. Ефремова. – Текст: непосредственный // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2020. – № 12. – С. 32-46.

3. Селюков А. Г. Слабые взаимодействия и регомеостаз живых систем (прикладной аспект): монография / А. Г. Селюков, А. И. Солодилов, В. П. Елькин. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2008. – 234 с. – Текст: непосредственный.

4. Ранний гаметогенез сиговых рыб Сибири / А. Г. Селюков, Е. В. Ефремова, Г. Н. Бондаренко, Е. В. Микодина. – Москва.: Изд-во ВНИРО, 2018. – 118 с. – Текст: непосредственный.