



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ им. Н.К. КОЛЬЦОВА РАН

ул. Вавилова д. 26, Москва, 119334
Тел.: (499) 135-33-22. Факс (499)135-80-12. E-mail: info@idbras.ru
ОКПО: 02699062 ОГРН 1027700450800 ИНН/КПП 7736044850/773601001
www.idbras.ru

УТВЕРЖДАЮ

12.10.2023 № 12506/01-322

Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института
биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН
Член-корр. РАН, д.б.н.



А.В. Васильев

«12» октября 2023 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

**на диссертационную работу Шульгиной Натальи Сергеевны
«Активность ферментов энергетического обмена и уровень экспрессии генов,
регулирующих мышечный рост, у молоди атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в
условиях искусственного воспроизводства при влиянии разных режимов
освещения», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических
наук по специальности 1.5.4. - Биохимия**

Диссертационная работа Шульгиной Н.С. связана с исследованием фундаментальной проблемы биологии – выяснением механизмов, лежащих в основе регуляции роста и развития организмов в раннем онтогенезе при их адаптации к изменяющимся условиям окружающей среды. Вариабельность длины светового дня (фотопериод) оказывает существенное воздействие на процессы жизнедеятельности организмов, в том числе рыб, инициируя ряд изменений в их питании, росте и репродуктивной функции. Несмотря на имеющуюся в литературе информацию об эффектах разных режимов освещения на рост и состояние рыб, нельзя назвать достаточными биохимические исследования воздействия периодичности светового фактора на энергетические характеристики, регуляцию мышечного роста и состояние лососевых рыб. **Актуальность** темы диссертационной работы обусловлена, прежде всего, необходимостью получения новых знаний о биохимических и молекулярно-генетических

механизмах мышечного роста рыб, которые определяют качественное и количественное своеобразие метаболических функций, обеспечивающих рост и раннее развитие рыб при их адаптации к разным режимам освещения. **Научная новизна** рецензируемой работы не вызывает сомнений. Автором впервые получены данные о влиянии периодичности светового фактора на комплекс взаимосвязанных с ростом (приростом массы) разновозрастной молодежи атлантического лосося *Salmo salar* L. биохимических показателей, таких как активность ферментов энергетического обмена (цитохром с оксидазы, лактатдегидрогеназы и альдолазы), а также на уровень экспрессии генов мышечных белков, участвующих в регуляции миогенеза. Впервые проведено исследование уровней экспрессии генов, регулирующих мышечный рост (*Myf5*, *MyoG*, паралогов *MyoD1*: *MyoD1a*, *MyoD1b*, *MyoD1c* и миостатина: *MSTN1a* и *MSTN1b*) в мышцах молодежи лосося, содержащегося в условиях разных режимов освещения. Впервые получены данные по сезонной динамике изменений уровней экспрессии генов транскрипционных факторов регуляции миогенеза (*Myf5*, *MyoG*, паралогов *MyoD1*), гена тяжелой цепи миозина (*MyHC*) в белых мышцах у сеголеток и двухлеток атлантического лосося из экспериментальных и контрольных групп.

В теоретическом плане результаты диссертационной работы расширяют имеющиеся к настоящему времени представления о биохимических адаптациях с участием ферментов энергетического метаболизма и некоторых молекулярных механизмов регуляции мышечного роста, а также закономерностях раннего роста и развития у рыб северных широт, обитающих в специфических условиях чередования длинного и короткого светового дня в весенне-летний и осенне-зимний периоды. Результаты имеют значение для развития различных направлений биологической науки, таких как экологическая биохимия, экологическая физиология, экология, биология развития, ихтиология и гидробиология.

Практическая значимость работы связана, прежде всего, с тем, что ее результаты могут быть использованы в решении различных прикладных вопросов повышения эффективности искусственного выращивания молодежи атлантического лосося, что будет способствовать восстановлению естественных популяций этого ценного вида в водоемах Республики Карелия и Кольского полуострова. Материалы диссертации могут быть использованы в учебном процессе ВУЗов биологического профиля.

Целью исследования было оценить участие ферментов энергетического метаболизма, некоторых транскрипционных факторов, регулирующих мышечный рост, в биохимических адаптациях сеголеток (0+) и двухлеток (1+) атлантического лосося (*Salmo*

salar L.), выращиваемых в условиях искусственного воспроизводства при воздействии разных режимов освещения.

На основании поставленной цели автор сформулировал конкретные задачи, отражающие основные этапы работы. Этими задачами были сравнение роста сеголеток и двухлеток атлантического лосося, содержащихся в экспериментальных условиях с использованием искусственного освещения разной продолжительности (режимы 16С:8Т и 24С:0Т) и в группах молоди рыб без дополнительного освещения (контроль), оценка активности ферментов энергетического обмена (цитохром с оксидазы, лактатдегидрогеназы и альдолазы) и уровня экспрессии генов транскрипционных факторов регуляции миогенеза (*Myf5*, *MyoG*, паралога *MyoD1*: *MyoD1a*, *MyoD1b*, *MyoD1c*), генов паралога миостатина (*MSTN1a* и *MSTN1b*) и гена тяжелой цепи миозина (*MyHC*) у разновозрастной молоди атлантического лосося из экспериментальных и контрольных групп, оценка динамики исследуемых биохимических показателей у рыб из разных групп на протяжении весенне-осеннего (6 месяцев) и летне-осеннего (3 и 4 месяца) периодов в разные годы исследования.

Материалы, представленные в диссертации Н.С. Шульгиной, показывают, что поставленные задачи решены полностью.

Структура и содержание работы

Диссертация построена по классическому плану, с соблюдением соответствующих требований и соответствует логике поставленной цели и сформулированным задачам. Диссертация состоит из Введения, четырех глав (Обзора литературы, Материалов и методов исследования, Результаты исследования и Обсуждения результатов), Заключение, Выводов, Списка сокращений и Списка литературы. Объем диссертации составляет 172 страницы, перечень цитированной литературы включает 346 источников, большая часть которых представляет собой публикации за последние 15 лет.

Во **Введении** в развернутой и аргументированной форме раскрывается актуальность выбранной темы, сформулированы цель и задачи исследования, обоснованы научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, представлены положения, выносимые на защиту, методология исследования, степень достоверности полученных результатов, дана развернутая характеристика апробации работы, количества опубликованных работ и структуры диссертации.

Первая глава представляет собой обзор литературы (пять разделов), в котором рассмотрен значительный объем информации, касающейся непосредственно тематики диссертационной работы. Представлены сведения о влиянии разных режимов

фотопериода на показатели роста и развития лососевых рыб северных широт. Изложены современные представления об особенностях формирования и развития скелетных мышц у рыб на разных стадиях развития (в эмбриональный и постэмбриональный периоды), а также роли транскрипционных факторов (MyoD, Myf5, MyoG), миостатина и миозина в регуляции миогенеза. Рассмотрена роль аэробного и анаэробного энергетического обмена и некоторых путей углеводного обмена в процессах роста и развития рыб, а также дана краткая характеристика ферментов (цитохром с оксидазы, лактатдегидрогеназы, альдолазы), исследование активности которых используется для оценки интенсивности и направления путей энергетического и углеводного обмена. На основании проведенного анализа данных литературных источников по изучаемым вопросам, автор обозначил нерешенные проблемы и сформулировал цель и задачи диссертационной работы.

Во второй главе «Материалы и методы» приводятся все используемые в данной работе методики исследований. Приведена характеристика объектов исследования, дано подробное описание проведенных экспериментов.

Методы современной биохимии, используемые при анализе активности ферментов и экспрессии генов, являются общепринятыми в мировой литературе и не вызывают сомнений. Достоверность результатов подтверждается статистическим анализом.

Описанию собственных результатов автора посвящена глава 3, включающая 3 раздела (подглавы). В этой главе автор приводит данные по влиянию разных режимов освещения (16С:8Т и 24С:0Т) на рост разновозрастной молоди атлантического лосося, а также исследуемые показатели – активность ферментов энергетического обмена (цитохром с оксидазы, лактатдегидрогеназы, альдолазы) и уровень экспрессии генов тяжелой цепи миозина (*MyHC*), миогенных регуляторных факторов и миостатина в белых мышцах рыб. Глава хорошо структурирована. В первой подглаве приведены результаты для сеголеток лосося, содержащихся при двух режимах освещения – переменном (16С:8Т) и круглосуточном (24С:0Т) в эксперименте № 1. Во второй подглаве приводятся данные для двухлеток лосося, которых выращивали в группах с аналогичными условиями освещения в эксперименте № 1. Третий раздел главы включает результаты исследований по двухлеткам лосося, которых содержали при круглосуточном освещении на протяжении разного периода времени (5 и 14 месяцев) в эксперименте № 2. В каждой из подглав автор представляет данные по межгрупповым различиям и динамике изменений исследуемых показателей, результаты по взаимосвязи показателей между собой, а также с массой особей лосося.

Глава 4 разделена на три подглавы и включает обсуждение и всесторонний анализ результатов, приведенных в главе 3, с привлечением большого числа ссылок на работы

зарубежных авторов. Автор приводит объяснение наблюдаемым межгрупповым различиям по массе и значениям биохимических показателей у исследуемых рыб, содержащихся в разных условиях освещения. Автор выявляет и обсуждает общие тенденции в динамике изменений исследуемых показателей у разновозрастной молодежи лосося из разных групп на протяжении экспериментального периода, а также в их взаимосвязи между собой и с массой рыб. На основе полученных результатов автор заключил, что выявленные различия в активности ферментов энергетического обмена (цитохром с оксидазы, лактатдегидрогеназы, альдолазы) и экспрессии генов, регулирующих миогенез (*MyHC*, *Myf5*, *MyoG*, *MyoD1a*, *MyoD1b*, *MyoD1c*, *MSTN1a*, *MSTN1b*), могут быть обусловлены совокупным воздействием режима освещения и сезонных изменений температуры окружающей среды.

В разделе **Заключение** автор пишет об основных результатах проведенного исследования в соответствии с поставленными целью и задачами, обращает внимание на научное и практическое значение работы, а также отмечает направления дальнейших исследований по данной теме.

Диссертационная работа заканчивается перечислением **Выводов**, формулировки которых адекватны поставленным задачам и содержанию исследования, в полной мере отражают полученные автором экспериментальные данные.

Достоверность положений и выводов диссертационного исследования обеспечивается большим объемом новых оригинальных данных, полученных автором в результате экспериментальных работ, проводимых в полевых и лабораторных условиях, и обработанных с помощью адекватных статистических методов. Результаты базируются на четко поставленных задачах, подборе оптимальных методов их решения, корректно поставленных экспериментах и глубоком анализе полученных данных, в связи с чем их достоверность не вызывает сомнения. Диссертационная работа написана литературным научным языком и не вызывает значительных замечаний по форме, способу изложения или содержанию работы.

Автореферат в полной мере отражает содержание диссертации. Результаты работы докладывались на 11 международных и всероссийских конференциях. По теме диссертации опубликовано 5 статей в изданиях из перечня рецензируемых научных журналов ВАК при Минобрнауки России и 13 тезисов докладов. В публикациях в достаточной мере изложены основные результаты и положения диссертационного исследования.

Результаты диссертации могут быть использованы для развития подобных исследований как в Институте биологии КарНЦ РАН, так и в Институте проблем

экологии и эволюции РАН, в Зоологическом Институте РАН, Институте экологии Волжского бассейна РАН, Мурманском морском биологическом институте Кольского НЦ РАН, Институте биологии Коми научного центра РАН, Институте эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН, Петрозаводском госуниверситете, Институте проблем промышленной экологии Севера Кольского НЦ РАН, ВНИРО (г. Москва), ПИНРО (г. Мурманск). Они могут быть также использованы при подготовке лекционных курсов для студентов эколого-биохимического профиля.

В целом диссертационная работа Шульгиной Натальи Сергеевны, безусловно, заслуживает положительной оценки. Принципиальных замечаний и возражений она не вызывает.

Вместе с тем, по работе имеется ряд вопросов и замечаний, которые не влияют на общую положительную оценку работы, но требуют разъяснения.

Вопросы и замечания к работе:

- 1) Известно, что круглосуточное освещение вызывает стрессовую реакцию у многих видов живых организмов, поскольку нарушает естественные циркадные ритмы. Имеются ли данные литературы по изменению уровня гормона стрессовой оси - кортизола у рыб в аналогичных условиях выращивания?
- 2) В разделе «Практическое значение работы» автор отмечает «...Результаты работы могут быть использованы при подготовке методических рекомендаций по усовершенствованию (путем введения дополнительного освещения) используемой в настоящее время на рыбоводных хозяйствах Республики Карелия стандартной технологии, что ожидаемо может повысить эффективность искусственного выращивания молоди лосося...». Какие условия освещения могут быть рекомендованы как наиболее подходящие для искусственного выращивания молоди лосося?
- 3) Каким образом, по мнению диссертанта, такое продолжительное воздействие круглосуточного освещения (в частности, 14 месяцев) может отразиться в дальнейшем на состоянии молоди рыб, после их выпуска в естественную среду обитания?
- 4) При оформлении диссертации автор использует отдельную нумерацию таблиц и рисунков в главах «Материалы и методы» и «Результаты». Более удобным для читателя было бы использование сквозной нумерации. В главе «Результаты» две разные таблицы пронумерованы как Таблица 8.

Заключение. Анализ представленного для рассмотрения материала (рукописи диссертации, автореферата, публикаций) позволяет заключить, что диссертация

Шульгиной Наталья Сергеевны «Активность ферментов энергетического обмена и уровень экспрессии генов, регулирующих мышечный рост, у молоди атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в условиях искусственного воспроизводства при влиянии разных режимов освещения» является завершенной, выполненной с использованием современных методов, научно-квалификационной работой, содержание которой соответствует специальности 1.5.4. – Биохимия. По своей актуальности, научной новизне, методическому уровню, значимости полученных результатов для науки и практики, объему выполненных работ и сформулированным выводам диссертационная работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней» № 842, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. (с внесенными изменениями постановления Правительства РФ от 21 апреля 2016 г. № 335 «О внесении изменений в Положение о присуждении ученых степеней»)), а ее автор – Шульгина Наталья Сергеевна, заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.4. – Биохимия.

Отзыв на диссертационную работу Н.С. Шульгиной подготовлен заведующим лабораторией биохимии процессов онтогенеза Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН д.б.н. Шаровой Натальей Петровной, обсужден и одобрен на совместном заседании лаборатории биохимии процессов онтогенеза и лаборатории постнатального онтогенеза Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН 12 октября 2023 г. (протокол совместного заседания №1).

Заведующий лабораторией биохимии
процессов онтогенеза Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института биологии
развития им. Н.К. Кольцова РАН
д.б.н.



Н.П. Шарова

119334, Российская Федерация, г. Москва, ул. Вавилова, 26.
npsharova@bk.ru, тел.: +7(499)135-76-74

Подпись Н.П. Шаровой заверяю
Ученый секретарь Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института биологии
развития им. Н.К. Кольцова РАН
доцент, к.б.н.



М.Ю.Хабарова