

«УТВЕРЖДАЮ»
Директор Федерального государственного
бюджетного учреждения науки
Институт систематики и экологии животных
Сибирского отделения
Российской академии наук (ИСиЭЖ СО РАН)
член-корреспондент РАН,
доктор биологических наук,
профессор
Виктор Вячеславович Глупов

«  2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ –

Федерального государственного бюджетного учреждения науки
Института систематики и экологии животных Сибирского отделения
Российской академии наук (ИСиЭЖ СО РАН) на диссертационную работу
Есина Евгения Владиславовича «Эволюция мальмоидных гольцов (*Salvelinus malma*
complex, Salmonidae) Камчатки», представленную на соискание ученой степени доктора
биологических наук в виде научного доклада по специальности 1.5.13. «Ихтиология»

Актуальность темы. Познание закономерностей, путей и механизмов формирования разнообразия организмов – основа эволюционной биологии. Лососевые характеризуются высокой экологической пластичностью, что позволяет их успешно использовать для изучения адаптивного формообразования рыб как при пространственной изоляции, так и в условиях симпатрии. Гольцы эволюционно самая молодая ветвь лососевых, отличающаяся высоким разнообразием вариантов диверсификации. Эволюционные сценарии, реализованные мальмоидными гольцами в ходе освоения чрезвычайно разнообразных водных объектов Камчатки – на редкость удачная модель для изучения механизмов формообразования у рыб в условиях специфических условий среды в Голарктике, разработки проблем эволюционной биологии. В этой связи диссертационная работа Евгения Владиславовича Есина, посвященная разнообразию, путям и механизмам образования адаптивных фенотипов мальмоидных гольцов (*Salvelinus malma complex*, Salmonidae) Камчатки, имеет несомненную актуальность.

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации. Высокая обоснованность научных положений и выводов, сформулированных в диссертации, определяется большим объемом материала – более 20 тыс. экземпляров рыб, собранных и обработанных в течение 20 лет экспедиционных работ на всех типах водных объектов в разных районах Камчатки, а также широким комплексным использованием разнообразных методов исследования. Результаты, представленные в диссертации, многократно рецензировались ведущими специалистами как материалы публикаций и отчетов по грантам РФФИ, РНФ, Фонда Президентских

грантов, а также были доложены и обсуждены на российских и международных конференциях.

Новизна основных научных положений диссертации. Помимо существенного расширения знаний о разнообразии гольцов Камчатки и описания множества ранее неизвестных форм, включая ряд глубоко специализированных изолятов, диссертант впервые получил свидетельства множественного симпатрического формообразования мальмы. Показано, как во взаимодействии экологических факторов с онтогенетическими и физиологическими механизмами происходит параллельная дивергенция форм. Разработан метод шкалирования темпов морфогенеза и роста мальмы в условиях контрастных и динамично меняющихся температур среды.

Полнота изложения основных научных положений и выводов в опубликованных работах. Список публикаций диссертанта за 2014–2023 годы, в которых излагаются основные научные результаты диссертации, включает 55 статей и 4 коллективные монографии (главы в коллективных монографиях) и удовлетворяет требованиям ВАК для проведения защиты диссертации в виде научного доклада.

Структура диссертации. По структуре и содержанию диссертация Е.В. Есина представляет собой конспективное изложение результатов исследования, выносимых им на защиту в виде научного доклада. Работа представлена на 58 страницах текста, состоит из введения, характеристики материалов и методов, основного содержания работы, включающего 6 разделов с описанием полученных результатов по теме диссертации, заключения, выводов, списка ключевых работ, опубликованных автором по теме диссертации за последние 10 лет. Работа содержит 11 рисунков и 1 таблицу.

Во введении дано обоснование актуальности темы диссертации и кратко описана степень ее разработанности; сформулированы цель и задачи; отмечена научная новизна и значимость исследования; сформулированы положения, выносимые на защиту; представлены сведения об апробации результатов работы; оценено соответствие паспорту научной специальности; а также перечислены научные проекты, в рамках которых получены представленные в диссертационной работе результаты.

Раздел 2 содержит описание материалов и методов исследований. В основу работы положен значительный материал – более 20 тыс. экземпляров мальмы, собранных в разные сезоны с 2003 по 2023 годы как в отдельных малых реках, ручьях и озерах, так и в крупных озерно-речных системах Камчатки. Указано, что в исследовании использован очень широкий спектр различных методов: общий биологический, морфологический, гистологический, молекулярно-генетический, токсикологический, паразитологический анализы, анализ питания, включая определение соотношения стабильных изотопов азота и углерода в мышечной ткани, а также физиологического состояния, включая концентрации гормонов, фракций липидов и жирных кислот, активности различных ферментов и уровня метаболизма. В исследовании учтены численность и распределение гольцов в водных экосистемах. Кроме того, проведены лабораторные экспериментальные работы по изучению особенностей онтогенеза разных описанных форм. Для обсуждения эволюционных сценариев собраны и проанализированы данные по гидрологическим, гидрохимическим и геоморфологическим параметрам среды. Изучены термический и уровневый режимы в местах нереста и нагула разных форм мальмы.

Раздел 3 посвящен анализу генетического разнообразия мальмы, обитающей в бассейнах разных рек Камчатки. Указано, что между популяциями, обитающими в реках западного и восточного побережья, наблюдается статистически значимая дифференциация.

Популяции, обитающие в ближайших реках западного побережья, могут сохранять поток генов, а в популяциях, обитающих в реках, впадающих в разные заливы восточного побережья, может поддерживаться ограничение генного потока.

Замечание по разделу 3: из текста неясно, закономерно ли сохранение или ограничение генного потока между популяциями мальмы отдельных рек на западном и восточном побережье? Могут ли популяции гольцов двух рек из ближайших заливов на восточном побережье сохранять поток генов, а из ближайших рек на западном побережье – поддерживать ограничение генного потока?

В Разделе 4 описано внутривидовое разнообразие мальмы разных рек Камчатки. Показано, что статистически значимых генетических различий между экологическими группировками в открытых озерно-речных системах, не смотря на их морфологические различия и разнообразные жизненные стратегии, нет. Более того, в экспериментальных условиях молодь разных группировок проявляет сходный темп морфогенеза. Выявлено, что дифференциация на экологические группировки может происходить как в раннем, так и в позднем онтогенезе.

Замечание по разделу 4: из текста неясно, что имеет в виду автор, указывая, что сходные экологические группировки из разных бассейнов мало отличаются друг от друга по типу метаболизма – отсутствуют какие-либо данные. На основании чего сделано заключение о том, что оседлые самцы образуются из молоди, склонной к снижению белкового анаболизма?

Раздел 5 посвящен обсуждению особенностей географических изолятов мальмы, в первую очередь – «экстремофильных», и анализ различных механизмов, формирующих их специализацию. Особый интерес представляют результаты наблюдения канализации развития недавно изолированной группировки, свидетельствующие о возможности очень быстрого возникновения нового фенотипа.

Раздел 6 содержит описание нескольких экологических направлений симпатрической дивергенции мальмы в отдельных озерно-речных и речных бассейнах Камчатки на формы со специфическими морфологическими чертами и образом жизни, а также анализ механизмов, провоцирующих диверсификацию. Показано, что дифференциация при освоении разнообразных мест обитания и пищевых ресурсов приводит к репродуктивной изоляции и ограничению потока генов разных форм.

Раздел 7 посвящен обсуждению случаев образования комплексов форм мальмы в результате адаптивной радиации в крупных озерно-речных бассейнах с большим разнообразием условий среды. Показано, что в системе р. Камчатка–оз. Азабачье обитает несколько популяций мальмоидных гольцов, в разной степени генетически дифференцированных, представляющих собой как описанные в предыдущих разделах работы экологические группировки, так и уникальные формы. Отмеченное разнообразие сформировались в результате неоднократного вселения гольцов и ряда географически разобщенных дивергенций новых адаптивных форм от мигрантных группировок.

В бассейне р. Кроноцкая–оз. Кроноцкое мальмоидные гольцы сформировали наибольшее разнообразие форм в результате симпатрической диверсификации и освоили все возможные экологические ниши, реализовав широкий спектр эволюционных направлений. Имея монофилетическое происхождение, описанные формы характеризуются специфическими морфологическими характеристиками, различаются размерами, спектрами питания, а также локализацией мест нереста, обеспечивающей репродуктивную изоляцию и статистически значимую генетическую дифференциацию.

При этом образование форм связано с влиянием стабильных экологических градиентов внутри единой системы, обеспеченного постоянством годового продукционного цикла на фоне высокого разнообразия условий среды.

Вопросы по разделу 7:

1. на рисунке 8 приведено изображение 'ручьевой' формы из бассейна р. Камчатка–оз. Азабачье, однако информация о ней в тексте отсутствует. Сходна ли она с гольцами из изолированных ручьев, упомянутых в разделе 5?;
2. в тексте практически отсутствует информация о форме 'R' из бассейна р. Кроноцкая–оз. Кроноцкое – бентосоядной мальме, воспроизводящейся в порогах в верхнем течении р. Кроноцкая. Каковы ее размеры, спектр питания? Каковы ее генетические отличия, в первую очередь, от формы 'S'?

Раздел 8 посвящен обсуждению механизмов морфологической диверсификации симпатрических форм мальмы в онтогенезе на примере пары форм из оз. Кроноцкое хищник – бентофаг. Экспериментально показано, что формы мальмы уже с ранних стадий онтогенеза различаются профилем секреции гормонов, принимающих участие в экспрессии генов, при этом, на фоне гетерохроний в окостенении черепа, хищники отличаются от бентофагов более высокой скоростью соматического роста. Установлено, что температура воды во время эмбриогенеза и раннего постнатального развития оказывает влияние на ход морфогенеза и темп развития симпатричных форм гольцов, обеспечивая их специализацию.

Заключение к работе представляет собой обобщение всех полученных результатов. Обосновывается рассмотрение мальмы в качестве полнокомплексного вида, представленного полным спектром адаптивных вариантов, демонстрируемых другими видами лососевых, а также обнаруженными уникальными формами. Подчеркивается, что в диверсификации всех исследованных адаптивных вариантов прослеживаются определенные гетерохронии онтогенеза, в частности сроков закладки и темпов дифференциации скелетных элементов, а причиной множественных параллелизмов в морфологии и экологии форм, вероятно, является сходная канализация онтогенезов при одинаковом воздействии факторов среды.

Выводы полностью отражают содержание работы и соответствуют поставленным задачам.

В качестве общего замечания по работе можно отметить отсутствие единой схемы типизации выявленных форм, с указанием их характеристик и встречаемости в разнотипных водных объектах Камчатки. На наш взгляд, это существенно дополнило бы представленную в выводах типизацию сценариев видообразования лососевых рыб. Однако это замечание, как и указанные в тексте отзыва при рассмотрении отдельных разделов, носят уточняющий характер и не умаляют достоинств работы.

Заключение

Диссертационная работа Е.В. Есина относится к биологическим наукам и соответствует паспорту научной специальности 1.5.13. «Ихтиология», как посвященная вопросам морфологии, генетики, физиологии, экологии и эволюции рыб, а также биологии их развития и популяционной структуре.

Анализ представленного для рассмотрения материала (диссертации в виде научного доклада и списка публикаций автора), основных положений и выводов работы позволяет заключить, что диссертация Е.В. Есина «Эволюция мальмоидных гольцов

(*Salvelinus malma* complex, Salmonidae) Камчатки» является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое научное достижение в области эволюционной биологии. Диссертация отвечает требованиям пунктов 9–14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор, Евгений Владиславович Есин, заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора биологических наук по специальности 1.5.13. «Ихтиология».

Отзыв подготовлен Интересовой Еленой Александровной, научным сотрудником лаборатории зоомониторинга Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук (ИСиЭЖ СО РАН), доктором биологических наук по специальности 03.02.14 «Биологические ресурсы (биологические науки)»

Отзыв обсужден и одобрен на межлабораторном семинаре лаб. зоомониторинга и тематической группы физиологии и генетики гидробионтов ИСиЭЖ СО РАН, протокол № 1 от 04 марта 2024 г. Присутствовало 9 человек. Результаты голосования: «за» – 9 человек, «против» – нет, «воздержались» – нет.

Доктор биологических наук
(03.02.14 – биологические ресурсы),
доцент, ФГБУН Институт систематики
и экологии животных СО РАН, лаб.
Зоомониторинга

Интересова Елена Александровна

Доктор биологических наук
(03.02.04 – зоология),
Председатель межлабораторного семинара
Лаб. Зоомониторинга и тематической
группы физиологии и генетики
гидробионтов, ФГБУН Институт систематики
и экологии животных СО РАН

Зуйкова Елена Ивановна

Контактные данные:

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систематики и экологии животных Сибирского отделения Российской академии наук (ИСиЭЖ СО РАН), юридический адрес: 630091, Россия, г. Новосибирск, ул. Фрунзе, д. 11, адрес эл. почты: office@eco.nsc.ru
тел./факс +7 (383) 217-09-73
сайт: <http://www.eco.nsc.ru/>

Подпись/Е.А. Интересовой и Е.И. Зуйковой удостоверяю: