

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Разовой Любови Фёдоровны «ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИХ И РЕПРОДУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ АРТЕМИИ СИБИРСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ», представленную в диссертационный совет Д999.114.02 при ФГБОУ ВО «Государственный аграрный университет Северного Зауралья» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология)

Актуальность избранной темы

Развитие и совершенствование аквакультурных биотехнологий является одним из приоритетных направлений экономики Российской Федерации и многих стран мира. Для успешной реализации аквакультурных программ и получения полноценной продукции необходимы эффективные стартовые корма, которые на начальных этапах развития выращиваемых в искусственных условиях организмов позволили бы обеспечить их высокую выживаемость, развитие и успешный дальнейший рост для получения товарной продукции. Именно этим качеством удовлетворяет артемия, которая является незаменимым стартовым кормом для большинства культивируемых в искусственных условиях гидробионтов. Несмотря на все увеличивающуюся добычу рачка в разных регионах, цист его катастрофически не хватает, что создает необходимость искать их новые источники и изучать продукционные характеристики новых рас ракообразного. При этом около 90 % артемии добывается в материковых соленых озерах, которые в настоящее время подвергаются существенному влиянию изменяющихся природных и антропогенных факторов, что в ряде случаев приводит к их необратимой трансформации и подчас к деградации. Таким образом, многие известные и эксплуатируемые в настоящее время источники добычи цист артемии находятся под угрозой исчезновения, что приводит к необходимости тщательного изучения природных популяций артемии и поиска новых водоемов ее обитания, а также разработки мер по их охране и рациональному использованию. Вторым важнейшим направлением являются исследования, направленные на выявление и отбор наиболее устойчивых и продуктивных штаммов и селекция артемии для выращивания в искусственных условиях, когда особую важность приобретает анализ морфометрических, биохимических и продукционных качеств локальных штаммов ракообразного. Важность и актуальность подобных исследований обозначены в приказе Росрыболовства № 19 2009 г., где артемия отнесена к ценным видам биоресурсов, и в Постановлении Правительства РФ № 401 2019г., в котором она обозначена как стратегически важный ресурс. Таким образом, тема исследований в данной диссертационной работе является важной и актуальной.

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций

Автором четко сформулирована цель исследования: «оценка биологических особенностей и репродуктивных характеристик артемии сибирских популяций». Для достижения обозначенной цели автор решает следующие задачи: 1. усовершенствовать методологию по определению морфометрии цист и репродуктивных характеристик рачков артемии при их искусственном выращивании; 2. оценить морфологический полиморфизм цист и выращенных рачков, выявить признаки, позволяющие дифференцировать разные популяции; 3. определить репродуктивные показатели артемии сибирских популяций; 4. определить факторы, влияющие на морфометрию цист, на продукционные показатели и морфометрию выращенных рачков артемии; 5. выявить репродуктивные особенности сибирских партеногенетических популяций артемии и сравнить их с бисексуальной американской популяцией; 6. составить рейтинг сибирских популяций по репродуктивным характеристикам для использования их в аквакультуре».

Для достижения поставленной цели и решения обозначенных задач автор исследует морфометрические признаки различных популяций артемии из 10 соленых озер Сибири. Аргументация научных положений и выводов достигается с помощью разнообразных методов, которые включают стандартные экологические и морфометрические определения с использованием современного оборудования и программного обеспечения. В совокупности они полностью

подтверждают заключение о разнообразии артемии, отличиях и особенностях отдельных популяций исследуемых сибирских озер, а также обоснованность выводов, научных положений и рекомендаций, представленных в данной работе, которые хорошо согласуются с результатами, полученными другими отечественными и зарубежными исследователями, описание которых подробно приведено автором в разделе «Обзор литературы». Кроме того, результаты исследований диссертанта были доложены на многочисленных конференциях и опубликованы в рецензируемых изданиях.

Научная новизна и значимость результатов.

Положения, выносимые автором на защиту, полностью соответствуют тем новым научным данным, которые получил диссертант в ходе выполнения данной работы. Диссертантом получены новые результаты по репродуктивным параметрам артемии сибирских популяций, влиянию солености рапы на морфометрию цист и рачков, что представляет интерес для продукционной гидробиологии и экологии. Помимо этого, данные по морфометрии рачков и цист артемии из разных популяций необходимы для разработки методов популяционной идентификации и дифференциации артемии и для дальнейшего использования для целей аквакультуры, возможной селекции и оптимизации условий выращивания.

Выводы и рекомендации, представленные в данной диссертации, могут быть использованы в дальнейшем для разработки критериев селекции артемии, оптимизации ее выращивания в искусственных условиях, разработки методов ее охраны в естественных местах обитания, а также уже применяются в ФГБОУ ВО «ГАУ Северного Зауралья» в учебных программах по направлению подготовки 35.03.08 «Водные биоресурсы и аквакультура» по дисциплинам бакалавриата «Гидробиология» и «Промысловые беспозвоночные», для чтения курса лекций по экологии, гидробиологии, аквакультуре.

Содержание диссертации

Диссертация изложена на 171 странице, состоит из введения, основной части (обзор литературы, материалы и методы исследования, результаты собственных исследований и их обсуждение), заключения, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. Работа содержит 41 рисунок и 25 таблиц. Список литературы включает 190 источников, в том числе 111 на иностранном языке и 13 электронных ресурсов. Основное содержание диссертации и ее научные положения изложены и опубликованы в 10 работах, в том числе в 4 статьях в журналах, включенных в перечень ВАК Министерства образования и науки РФ, и 1 статья – в журнале, индексируемом в базе Scopus.

В разделе «Введение» автор обосновывает актуальность исследуемой проблемы, показывает степень ее освещения в литературе за предыдущий период, указав на то, что сведений о сибирских популяциях артемии явно недостаточно по сравнению с другими штаммами в различных географических районах мира. Учитывая тот факт, что развитие аквакультуры является одним из приоритетных направлений экономики РФ, а стартовые корма – ключевой момент для решения данных задач, автор целью своей работы поставила оценку биологических особенностей и репродуктивных характеристик артемии сибирских популяций, что вполне обосновано. Положения, выносимые на защиту, также отражают основную суть работы.

В первой главе «Обзор литературы», состоящей из 4 разделов, автор подробно описывает применение артемии и ее продуктов в аквакультуре, показывает важность этого стартового корма и эффективность его для выживаемости, роста и развития культивируемых организмов. Приведена история развития артемиеводства, разные технологии и основные их направления в настоящее время, проанализированы данные о продукции цист и биомассы рачка в разных географических районах и при выращивании с применением различных технологий.

Автор уделяет большое внимание анализу таксономии артемии и обозначает проблемные вопросы, связанные с идентификацией вида ракообразного, что имеет важное значение для его возможной интродукции и последующей селекции. Подробное описание морфологии различных жизненных стадий артемии также приведено в данной главе, что позволяет понять значение морфометрических характеристик для дальнейших экспериментальных исследований. Показано влияние неблагоприятных условий на способы выживания артемии, а также влияние абиотических факторов на ее жизнедеятельность.

Во второй главе «Краткая эколого-географическая характеристика местообитания сибирских популяций артемии» автор описывает экологические и физико-химические условия исследуемых озер, где обитает артемия. При этом рассмотрены водоемы из разных районов: 5 озер в Курганской области, одно в Тюмени, по два озера в Тюменской области и Алтайском крае. При этом автор приводит и анализирует данные об изменении солености рапы указанных водоемов на протяжении 20 лет – с 2000 года по 2019 год. Рассматривается динамика изменения солености и абиотические условия, влияющие на этот процесс.

В третьей главе «Материалы и методы исследований» автор приводит подробное описание методов. Схема исследований приведена на рисунке 17 и в таблице 4, что позволяет полностью представить весь объем выполненных исследований и сроки их осуществления.

Автор провел грамотную статистическую обработку полученных результатов с применением современных компьютерных методов анализа и обобщения данных, что позволило ему сопоставить полученные многочисленные результаты экспериментальных исследований.

В главе 4 «Результаты исследований» автором приведены экспериментальные данные, полученные при анализе цист, науплиусов и взрослых рачков. В разделе 4.1. «Морфометрия цист» обоснована необходимость разработки метода определения морфометрических параметров цист в связи с отсутствием четких методических подходов в определении размеров цист. Автором использованы различные методы воздействия на цисты для определения диаметра гидратированных цист, результаты которых приведены в таблице 7.

При анализе диаметра цист артемии из разных источников автор показывает существенную вариабельность этих параметров в пределах 210–392 мкм, данные приведены в таблице 8. При этом рисунки 21 и 22 опять же дублируют данные, приведенные в таблице 8.

Далее автор рассматривает параметры диаметра эмбриона в разных озерах, значения которых приведены в таблице 11 и на рисунке 23, который дублирует данные таблицы. Автором сделано заключение, что анализ достоверности различий между популяциями по диаметру эмбриона показал, что все популяции достоверно различаются между собой за исключением пар Эбейты-Большое Медвежье и Эбейты-Малое Медвежье. По толщине хориона изученных популяций артемии цисты озера Гашково отличаются более мелкими размерами, цисты озера Эбейты характеризуются наибольшей толщиной хориона, что представлено в таблице 12 и на рисунке 25.

Несомненный интерес представляет исследование автора зависимости морфометрических параметров цист от солености рапы озер, приведенные в таблице 13, корреляционный анализ представлен на рис. 27, где показано наличие слабой связи между исследованными параметрами.

В разделе 4.2. «Морфометрические показатели рачков, выращенных из цист в лабораторных условиях» автор рассматривает результаты экспериментальных исследований по морфометрии различных жизненных стадий артемии, выращенной в условиях культивирования. Автор приводит данные о морфометрии науплиусов и рачков из разных озер, полученных из цист в искусственных условиях. Анализирует 9 признаков рачков и с помощью статистических методов делает обоснованное заключение об их незначительной вариабельности, а именно: 7–9 % по длине рачков, диаметру глаз и расстоянию между глазами, по длине антенны; средней вариабельности 10–18 % — по длине абдомена, ширине абдомена, длине фурки, ширине головы и значительной вариабельности 31 % — по числу щетинок на фурке. Поскольку вариабельность во всех случаях не превысила 33 %, то все рассмотренные совокупности признаков являются однородными, а их средние — значимы. В

среднем доля достоверных различий составляет 50,1 %, при этом достоверных внутрипопуляционных различий — 38,3 %, межпопуляционных — 51,0 %. На основании проведенных многочисленных исследований диссертант приходит к выводу, что по дифференцирующим признакам морфометрические параметры рачков располагаются в следующей последовательности: $fl > sf > al > la > aw$. Далее автор делает общее заключение о значительной внутрипопуляционной вариабельности абсолютных и относительных величин морфометрических параметров рачков, которая затрудняет четкую дифференциацию популяций по данным признакам. Морфологические параметры (fl , sf , al , la , aw , fl/tl), внутрипопуляционные различия которых меньше межпопуляционных, являются наиболее перспективными для этих целей.

Интересны результаты автора, полученные при анализе влияния солености на морфометрические признаки рачков. Они показали, что длина тела (tl) выращенных рачков находится в достоверной сильной отрицательной связи со значениями солености ($r = -0,76$), для ширины абдомена (aw) и расстояния между глазами (de) отмечена средняя отрицательная связь с соленостью ($r = -0,62$ и $r = -0,67$, соответственно). Последующий кластерный анализ позволил выделить группы артемий по сходству этих признаков. Соответственно автором проанализирована выживаемость и продолжительность жизни артемий из разных популяций в зависимости от солености рапы биотопа. Более высокая соленость приводила к снижению ПЖ, сокращению скорости линейного роста рачков и к более позднему созреванию. При выращивании рачков при разной солености среды в пределах от 100 до 150 г/дм³ было выявлено, что при более низкой солености половозрелость наступала раньше на 23–25 сут, при более высокой солености — на 30–37 сут, то есть позже на неделю и более. В дальнейших исследованиях были установлены особенности полового состава *A. franciscana* в разных генерациях и было проведено сравнение с популяциями артемий из сибирских озер.

Подводя итог проведенной экспериментальной работы, автор выделяет следующие особенности сибирских популяций артемий: более раннее созревание самок в мелководном озере Большое Медвежье, и более позднее в глубоководном озере Большое Яровое; абсолютное преобладание партеногенетического способа размножения; плодовитость артемий в основном представлена цистами и яйцами, процент живорождения низкий, цистообразование наиболее высокое в популяции артемий мелководного водоема; относительно высокая продолжительность жизни в мелководном озере Большое Медвежье и низкая в глубоководном озере Большое Яровое; снижение продолжительности жизни от первой к третьей генерации; более низкая толерантность к резкому изменению солености у науплиусов сибирской популяции, чем у американской популяции в первый день и выравнивание этого показателя к 9 дню. На основании полученных данных диссертант устанавливает рейтинг популяций по репродукционным показателям, что имеет важное теоретическое и практическое значение. Согласно этому рейтингу наиболее продуктивная для производства цист и рачков популяция обитает в озере Большое Медвежье, для производства рачков — в озере Большое Яровое и Сиверга. Популяция артемий из GSL, массово используемая для аквакультуры во всем мире, оказалась в этом рейтинге только на 4-ой позиции. Обобщения представлены в выводах, которые отражают полученные в работе результаты, и в практических результатах, которые имеют самостоятельную ценность.

Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации.

Несомненным достоинством работы является ее многоплановость и комплексность изучения характеристик сибирских популяций артемий, разработка методических подходов, выделение наиболее важных продукционных качеств и признаков ракообразного. Автором представлен впечатляющий по объему экспериментальных исследований материал, который был объединен единой целью, и проблемы, поставленные в исследовании, были последовательно и квалифицированно решены. Диссертантом получены новые данные, на основании которых сделаны обоснованные выводы о популяционных особенностях сибирских популяций артемий, что вносит

значительный вклад в решение проблем теоретической и практической гидробиологии, ихтиологии и экологии.

Недостатки работы, замечания и вопросы изложены ниже

1. В разделе **«Введение»** по нашему мнению, задачи 3 и 5 целесообразнее было бы объединить в одну.
2. В положениях, выносимых на защиту, в пункте 1 следовало бы конкретно указать, на какие морфометрические параметры влияет соленость. Правильнее говорить не в условиях культуры, а в условиях культивирования или искусственного выращивания.
3. В главе **«Обзор литературы»** вряд ли целесообразна ссылка на патент на изобретение Борисенко (2007), поскольку данный автор никогда не занимался вопросами культивирования артемии на практике, и его патент является чисто спекулятивным описанием метода, который в принципе не может быть реализован.
4. Учитывая тот факт, что соленые озера – места обитания рачка часто находятся в зоне интенсивной хозяйственной деятельности и подвергаются антропогенному воздействию, в обзоре литературы следовало бы уделить этому внимание и кратко описать негативные последствия, которые возможны при загрязнении водоема.
5. При описании репродуктивной стратегии артемии на стр. 50 автор относит рачка к макрзообентосу, хотя общеизвестно, что артемия – планктонный вид.
6. Заканчивая обзор литературы, автору следовало бы подвести итог и обозначить нерешенные проблемы, часть из которых она успешно решила в своем дальнейшем исследовании.
7. Поскольку автором в **главе 2** проводится детальный анализ условий существования артемии, на наш взгляд, эта глава должна войти в раздел **«Результаты исследований»**, а не быть самостоятельной после обзора литературы. Соответственно, методика анализа, в том числе вычисление коэффициентов водности, необходимо было отразить в разделе **«Материалы и методы»**.
8. По **главе 3 «Материалы и методы исследований»** возникает ряд вопросов. Так, на стр. 77 автор пишет *«При исследовании морфометрии цист было обнаружено изменение их диаметра во времени, которое, вероятно, было обусловлено метаболизмом живых цист»*, что не понятно и требует пояснения, что автор подразумевает. Культивирование водорослей в качестве питания взрослых артемий следовало выделить в отдельный раздел в главе **«Материалы и методы»**. В разделе 3.5. при перечислении репродуктивных параметров следовало указать, как их определяли (продолжительность жизни (ПЖ), сут; -продолжительности репродуктивного периода (РП), сут; -скорости созревания или продолжительность предрепродуктивного периода (прРП), сут; - продолжительность пострепродуктивного периода (постРП), сут; - количество потомков на самку, экз.; - процент отрождения цист или цистообразования, %)
9. В **главе 4 «Результаты исследований»** по данным таблицы 7. возникает вопрос, почему минимальные значения диаметра цист после 10-минутной инкубации были больше (224-280 мкм) по сравнению с более длительными сроками - 2 часа и сутки (210-294 мкм). Рисунок 20 дублирует данные, приведенные в таблице 7 (средние значения диаметра цист), что вряд ли целесообразно. То же замечание касается таблиц и рисунков в других разделах диссертации
10. Автор не обсуждает выявленные зависимости морфометрических параметров цист от солености рапы озер, что было бы интересно.
11. Не понятно, что имеет в виду автор, когда рассматривает соотношение самки : самцы, которых в первой генерации было 50:50 и 60:40, во второй генерации — 57:43, в третьей — 50:50. В первом случае это было два разных опыта?

12. К сожалению, в работе отсутствует заключение, в котором автор смогла бы обсудить все полученные данные и сравнить их с литературными, отчего работа существенно выиграла бы.
13. Имеются стилистические и орфографические ошибки. Однако, они не умаляют достоинств проведенного исследования, выполненного на высоком научном и методическом уровне, и могут быть учтены автором в будущих исследованиях.

Заключение

Диссертация **Разовой Любови Фёдоровны «ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКИХ И РЕПРОДУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ АРТЕМИИ СИБИРСКИХ ПОПУЛЯЦИЙ»**, представленная на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности **03.02.08 – экология (биология)**, является самостоятельным и законченным научным исследованием. Работа содержит новые научно обоснованные данные, имеющие важное теоретическое и практическое значение для экологии, ихтиологии и гидробиологии, вносит вклад в понимание популяционных особенностей формирования морфометрических признаков артемии из разных озер Сибири. Результаты представленной работы позволили раскрыть и объяснить новые аспекты внутривидовой дифференциации ракообразного в современных экологических условиях. Основные результаты диссертационной работы, научные положения и выводы прошли апробацию на научно-практических конференциях и семинарах, опубликованы в статьях.

Автореферат соответствует основному содержанию диссертации.

Таким образом, диссертация является научно-квалификационной работой, соответствующей критериям, установленным требованиями пп. 9–11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», принятых Постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор – Разова Любовь Фёдоровна заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности **03.02.08 – экология (биология)**

Официальный оппонент:

Руднева Ирина Ивановна
доктор биологических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник
лаборатории Инновационного морского
приборостроения Центра Коллективного Пользования
Федерального Государственного Бюджетного
Учреждения Науки
Федеральный Исследовательский Центр
Морской Гидрофизический институт РАН,
299011, Севастополь, ул. Капитанская, 2
Тел. 0692 54 20 01 (дом), +7- 978-749-17-04 (моб)
e-mail: svg-41@mail.ru

И.И. Руднева

1 июня 2022 г

Подпись Рудневой Ирины Ивановны заверяю
Ученый секретарь Федерального Государственного Бюджетного
Учреждения Науки Федеральный Исследовательский Центр
Морской Гидрофизический институт РАН

Алексеев Дмитрий Владимирович

