

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Паюты Александры Александровны «**Содержание и распределение липидов, белка, углеводов, минеральных веществ и воды в тканях рыб водохранилищ верхней волги**», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.10 – гидробиология

1. Актуальность выбранной темы

Оценка состояния естественных популяций рыб, обитающих в континентальных и морских акваториях (водоемах), часто строится на учете динамики численности, ареала распространения, плодовитости, соотношения полов и возрастных групп. Это требует проведения, значительных по объему полевых исследований, в основном сопряженных с изъятием большого биологического материала. Вместе с тем, существует и альтернативный подход, позволяющий оценивать благополучие популяционных групп организмов. Он основан на изучении содержания в теле рыб энергетических субстратов, имеющих, прежде всего, стратегическое значение. К ним можно отнести уровень триацилглицеридов (жиров) в тканях. Он косвенно отражает характер питания и благополучие условий среды, в которых находится организм. Не лишним будет и оценка содержания белков и углеводов, а также степень гидратации тканей. Именно этим характеристикам популяционных систем пресноводных рыб бассейна Верхней Волги и посвящена диссертационная работа А.А. Паюты, что делает ее актуальной как в региональном, так и общебиологическом аспекте.

Достоинством настоящих исследований является привлечение значительного по объему материала, полученного из акваторий принципиально отличающихся по условиям обитания: различия в физико-химическом режиме, степени антропогенной нагрузки, условиям нагула, характером пищевого субстрата и т.д. Автор учитывает динамику естественных состояний рыб на протяжении годового цикла, в период нереста и относительного функционального покоя, анализирует различные возрастные группы, проводит межвидовое сравнение. Работа воспринимается как комплексное завершенное исследование интересное как с позиций популяционной биологии, так и экологической физиологии.

2. Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Диссертант показывает весьма хорошую теоретическую подготовку и владение, имеющейся в современной научной периодике информацией. Это видно из характера

анализа полученных материалов, качества аргументации, логических схем. Выводы и заключения, представленные в работе, достаточно хорошо обоснованы.

О надежности заключений и выводов свидетельствует также весьма широкий полигон исследований, который включал 4 водохранилища и прилегающую водосборную площадь. Каждый водоем имел ландшафтную специфику, свой комплекс физико-химических факторов и тип антропогенной нагрузки. Это позволяло проводить сравнительный анализ функционального состояния естественных популяций рыб с учетом указанных выше особенностей гидрохимического режима водных акваторий. Статистические методы обработки цифровой информации адекватны поставленным задачам и в достаточной степени иллюстрируют выявленные эффекты и закономерности. Автор располагал значительными по объему выборочными совокупностями – 46-104 особей леща, что более чем достаточно при проведении статистических сравнений.

3. Новизна основных научных положений и выводов диссертации

Основным объектом исследований являлся лещ. Он широко представлен в водоемах Волжского бассейна. Полученные автором результаты существенно расширяют представление о состоянии естественных популяций данного вида с позиции содержания в его тканях энергетических и пластических субстратов. При этом учитываются факторы среды, естественной и антропогенной природы и биология вида: пол, стадия зрелости гонад, динамика состояния в течение годового цикла, интенсивность питания и качественные характеристики пищевого субстрата. Определенный интерес представляют и результаты межвидового сравнения.

Следует признать, что ряд положений, выносимых на защиту, не соответствует требованиям, предъявляемым к данному разделу диссертационной работы. Это, прежде всего, касается первого пункта, в котором отмечается более высокое содержание липидов и белка в печени и мышцах чехони по отношению к двум другим видам (лещ, судак). Это весьма частный результат, на котором не следует заострять внимание. Остальные положения носят более общий характер и интересны с позиций популяционной биологии и экологической физиологии рыб.

4. Научно-практическая ценность работы и конкретные пути применения результатов исследований

Представленная работа имеет преимущественно региональное значение, так как выполнена на представителях ихтиофауны Волжского бассейна. Она охватила 4 водохранилища (Горьковское, Рыбинское, Угличское, Иваньковское) и прилегающие водотоки. Анализ химического состава тканей (содержание липидов, углеводов, белков и др.) рыб, обитающих в этих водоемах, позволяет косвенно судить о качестве водной

среды, испытывающей разную степень антропогенного влияния. Этот же подход может быть положен и в основу мониторинга состояния указанных и других водоемов. Лещ удовлетворяет всем требованиям для проведения подобных работ, так как является массовым видом, широко представленным в водоемах данного региона.

Теоретическая значимость работы сводится к анализу естественных состояний, которые отмечаются у рыб на протяжении годового цикла: преднерестового, нерестового, постнерестового и нагульного. Значительное внимание в работе было уделено кормовой базе (бентосные пробы) и питанию леща. Полученная информация расширяет представление об особенностях биологии рыб Волжского бассейна. Она может быть использована специалистами рыбоводных хозяйств, включена в аналитические обзоры и учебные курсы ВУЗов.

5. Полнота изложения основных научных положений и выводов в опубликованных научных работах

Результаты исследований нашли отражение в 32 печатных работах и автореферате диссертации. Список публикаций включает 10 статей, 3 работы, которые получили свидетельство ФИБС и 19 тезисов докладов. 6 статей соответствуют списку ВАК РФ, 3 из которых попадают в базу WoS, Scopus. В 9-ти из 10 статей соискатель является первым автором, что наглядно отражает степень его участия в проводимых исследованиях. Опубликованные работы всесторонне отражают представленные для рассмотрения результаты исследований, основные положения и выводы диссертации. Материалы диссертационной работы были представлены на 25-ти конференциях, часть из которых имеет статус международных.

6. Структура диссертации

Рукопись диссертации изложена на 188 страницах, включает 26 таблиц и 20 рисунков. Она состоит из введения, 6-ти глав, выводов и списка использованных источников, включающего 462 наименований (230 кириллицей, 232 латиницей). Глава 1 – это обзор имеющейся информации по тематике диссертации. В главе 2 дана характеристика используемого в работе материала, описаны полигоны его сбора, методы лабораторной обработки проб, статистического анализа цифровой информации. В главах 3-5 отражены результаты исследований, полученные автором, подводятся некоторые итоги, акцентируется внимание на ряде выявленных эффектов, которые позволяют сделать определенные выводы.

Во **введении** работы (общая характеристика работы) в развернутой и аргументированной форме раскрывается актуальность выбранной темы и вытекающие отсюда цель и перечень исследовательских задач. Здесь также определена связь с

выбранной специальностью. Раскрыта научная новизна, практическая значимость полученных результатов, положения, выносимые на защиту и личный вклад автора. Дана развернутая характеристика апробации полученных результатов, количества опубликованных работ, структуры диссертации.

Замечания, рекомендации, вопросы.

- Формулировку цели работы можно признать не совсем удачной. Она не отражает всего объема работ выполненных автором. В ней не нашло отражение взаимодействие организма и среды обитания, а также динамика естественных состояний организма.
- Есть претензии к первому положению, выносимому на защиту. Аргументация изложена в пункте 3 настоящего отзыва.

В главе 1 (21 страница) рассмотрен значительный объем информации, касающейся непосредственно тематики диссертационной работы. Она включает 3 раздела. Раздел 2.1 посвящен индикаторной роли химических соединений (белков, жиров, углеводов, воды и минеральных веществ) в оценке функционального состояния костистых рыб. Должное внимание уделено роли жиров (триацилглицеридов), роль которых в индикации состояния наиболее значима. В разделе 2.2 отражена связь химического состава тела рыб с условиями водной среды, характером и спектром питания. Особый акцент делается на хищных формах, растительноядных рыбах и типичных бентофагах, которым отчасти посвящена настоящая работа. Рассмотрены как позитивные, так и негативные аспекты превалирования в пище тех или иных соединений. Раздел 2.3 посвящен естественной динамике смены состояний рыб на протяжении годового цикла: зимовке, нагулу, преднерестовому, нерестовому и постнерестовому состояниям. Ключевым среди них является нерест, который определяет значительное перераспределение пластических и энергетических ресурсов организма.

Замечания, рекомендации, вопросы.

- В представленном обзоре явно доминируют метаболические аспекты. Рассматривается участие отдельных групп соединений в обеспечении жизненных циклов, адаптации к факторам среды и т.д. Вместе с тем, ускользает один важный момент. Химический состав тела влияет на характер диффузии кислорода в ткани. Гидратация препятствует этому процессу, а повышенное содержание липидов, напротив, облегчает его. Следует принять во внимание, что растворимость кислорода в жирах в 4-6 выше, чем в водной среде. Это очень важный аспект тканевой биоэнергетики, но он не нашел отражения в обзоре литературы.
- Не лишним было бы также рассмотреть и участие витаминов, тогда общие аспекты метаболизма смотрелись бы более цельно.

Глава 2 (21 страницы) всесторонне раскрывает методологические аспекты выполненного исследования. Включает 5 разделов. Дается развернутая характеристика материала (раздел 2.2), районов его сбора, содержания (раздел 2.1), методологии отбора проб тканей у рыб (раздел 2.3), сбора бентосных проб, анализа содержимого пищевого комка (раздел 2.4). Сравнительно полно описаны биохимические методы определения содержания жиров, белков, воды и минерального состава тканей (раздел 2.4). Представлены расчетные индексы, отражающие функциональное состояние рыб (раздел 2.5). Методы статистического анализа, используемые в работе, адекватны поставленным задачам и позволяют с достаточно высокой степенью надежности характеризовать выявленные в работе эффекты (раздел 2.5).

Замечания, рекомендации, вопросы.

- Не совсем понятно, зачем автор использовал столь старые методы исследования химического состава тканей рыб: метод обезжиренного остатка в аппарате Сокслета, метод Кьельдаля при определении содержания белка, которые дают значительную погрешность. Содержание углеводов вообще определялись расчетным путем, что также допускает значительную ошибку. В настоящее время существуют сравнительно точные спектрофотометрические и хроматографические методы определения содержания данных соединений. Имеются наборы реактивов, которые позволяют решать эти же задачи. Здесь требуется комментарий автора.
- Целесообразно было обсудить влияние процедуры отлова и отбора проб тканей на состояние рыб. Обе процедуры можно отнести к категории манипуляционного стресса. Как следует из рукописи диссертации, автор не применял анестезию. Сюда же можно отнести и вопросы этики.
- К сожалению, в разделе «Материал и методы» (рукопись диссертации и автореферат) не указаны латинские названия основных объектов исследования: леща, чехони и судака. Следовало бы дать таблицу с указанием размерно-весовых характеристик обследованных особей, а также указать методы определения возраста рыб и стадии зрелости их гонад.

Глава 3 (26 страниц) посвящена межвидовому сравнению химического состава тела у трех видов пресноводных рыб: леща, чехони и судака, которые принципиально отличаются характером питания. Исследуется связь контролируемых биохимических показателей с ростом рыб, полом, стадией зрелости гонад, возрастом. Автору удалось показать более высокое содержание липидов и белка в тканях чехони (планктофаг) относительно других видов рыб. Обнаружена тканевая специфика в накоплении белков, липидов и углеводов у рыб разного возраста, пола и стадии зрелости гонад.

Замечания, рекомендации, вопросы.

- В разделе 3.1 не совсем понятно, какие показатели роста рыб использовал автор? Есть констатация длины тела и веса, но этого недостаточно.
- подача собственного материала чередуется с элементами обсуждения, что мешает восприятию полученной автором информации. Целесообразно разделить эти аспекты работы.
- Оси ординат на графиках не обозначены.
- Таблицы перенасыщены цифровой информацией, что осложняет ее анализ. Графическое представление материала было бы более целесообразным.
- Встречаются непонятные термины, например, «микрорастения» и др.

Глава 4 (32 страницы) содержит наибольший объем информации. На примере леща рассматриваются влияние условий обитания на химический состав тела. Сравнительный анализ выполнен на популяциях леща обитающих в Горьковском, Угличском и Ивановском водохранилищах. Отмечено, что факторы внешней среды оказывают большее влияние на химический состав тела и функциональное состояние особей леща. При этом выявлялись и более общие закономерности: показана обратная зависимость между степенью гидратации тканей и содержанием липидов; отмечается рост содержания белков и липидов тканях особей старших возрастных групп.

Замечания, рекомендации, вопросы.

- Там, где автор отмечает наличие обратной зависимости целесообразно провести корреляционный анализ иначе это субъективное суждение.
- Все замечания, высказанные в главе 3 можно отнести и к главе 4: чередование собственной информации с результатами других авторов; отсутствие обозначений осей ординат; перенасыщенность таблиц цифровой информацией.

В **главе 5** (12 страниц) рассмотрена сезонная динамика химического состава тела леща, которая отражает смену естественных состояний организма: нагул, нерест, а также пред- и постнерестовый периоды. Отмечены принципиальные различия в содержании липидов и белков в мышечной ткани самцов и самок в нерестовый период, а также показана специфика выхода из этого состояния у особей разного пола. Ряд отличий между полами показан в отношении печени и гонад.

Замечания, рекомендации, вопросы.

- Думаю, не следует говорить о годовом цикле, когда в главе представлена информация только за март-сентябрь. Больше подходит выражение – «весенне-летний период». В годовом цикле присутствует и период зимовки, который автором не рассматривался.

- Аналитическая составляющая, так же как и в предыдущих главах, дается вперемешку с результатами полученными автором, что крайне неудобно для восприятия. Целесообразно было бы выделение раздела «Обсуждение результатов».

Глава 6 (11 страниц) связана с оценкой химического состава тканей леща, отловленной из различных акваторий Рыбинского водохранилища. Как отмечает автор, для этого водоема проводится постоянный мониторинг уровня ТМ и СОЗ, что позволяет оценить характер влияния этих групп соединений на организм леща, который выступает в роли объекта биоиндикации. Материалы, представленные в настоящей главе, отражают ряд негативных изменений в химическом составе тела рыб, подверженных комплексной антропогенной нагрузке: снижение уровне липидов и минеральных компонентов тканей, изменение значений индексов функционального состояния рыб.

Замечания, рекомендации, вопросы.

- Аналогичны, высказанным ранее в главах 3-5.
- Из представленной информации не совсем ясно, что оказывает большее влияние на химический состав тела рыб: кормовая база, антропогенная нагрузка или и то и другое одновременно.

К замечаниям общего характера следует отнести отсутствие заключения в работе, где были бы в целом обобщены полученные автором материалы. Аналитической составляющей, представленной в отдельных главах, явно недостаточно.

Выводы полностью отражают содержание диссертационной работы. В выводе 1 фраза: «В печени чехони и судака выявлена общая закономерность содержания липидов и углеводов в зависимости от пола и возраста...», не несет никакой информации, так как не раскрывает суть этой общей закономерности.

Список использованных источников включает 452 наименования в целом с пропорциональным представлением публикаций на английском и русском языке (220 кириллицей, 232 латиницей). Он содержит достаточное число свежих публикаций (работы после 2010 года). На них приходится более 40 % от общего числа ссылок. При этом в списке встречаются работы 50-60-х годов и даже начала прошлого столетия, что отражает всестороннее знание проблемы.

Автореферат полностью отражает содержание и структуру диссертации.

В работе имеется незначительное число опечаток.

Однако все указанные замечания не умаляют достоинств диссертации. Они скорее носят технический и рекомендательный характер и не могут повлиять на общее положительное впечатление от проделанной работы. Диссертация сделана добротнo с высокой степенью научной и методической новизны.

7. Заключение

Анализ представленного для рассмотрения материала (рукописи диссертации, автореферата, публикаций), основных положений и выводов диссертации, с учетом новизны, практической значимости и статистической надежности полученной информации позволяет заключить, что диссертационная работа А.А. Паюты: «Содержание и распределение липидов, белка, углеводов, минеральных веществ и воды в тканях рыб водохранилищ верхней волги» является законченным научным исследованием. Она соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.10 – гидробиология (пп. 9-11, 13, 14 Положения ВАК РФ о порядке присуждения ученых степеней от 24 сентября 2013 г № 842), а ее автор, Паюта Александра Александровна, заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук.

Официальный оппонент:
главный научный сотрудник
руководитель отдела физиологии животных и биохимии
ФГБУН ФИЦ «Института биологии южных морей
им. А.О. Ковалевского РАН»
доктор биологических наук, профессор

А.А. Солдатов

проспект Нахимова 2, Севастополь 299011, РФ
телефон: +79788277526
alekssoldatov@yandex.ru

17 сентября 2021 года

Подпись *А.А. Солдатов* удостоверяю



пр. сепр. Феликс Павлов
(Поспелова К.В.)

Я, Солдатов Александр Александрович, даю согласие выступить официальным оппонентом диссертации Паюты Александры Александровны на тему «**Содержание и распределение липидов, белка, углеводов, минеральных веществ и воды в тканях рыб водохранилищ верхней волги**», представленной на соискание учёной степени кандидата биологических наук.

СВЕДЕНИЯ ОБ ОППОНЕНТЕ

1. Учёная степень, учёное звание, отрасль науки и научная специальность, по которой защищена диссертация: доктор биологических наук, профессор, 03.00.10 - Ихтиология.
2. Место работы (полное наименование организации): Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН». Сокращённое наименование организации: ФИЦ ИнБЮМ.
3. Почтовый адрес организации с указанием индекса: 299011, г. Севастополь, проспект Нахимова, д. 2.
4. Адрес официального сайта в сети Интернет: <http://imbr-ras.ru/>
5. Название структурного подразделения: отдел физиологии животных и биохимии.
6. Должность: главный научный сотрудник, заведующий отделом.
7. Телефон с указанием кода города: +7(8692)54-41-10.
8. Адрес электронной почты: alekssoldatov@yandex.ru
9. Список основных публикаций по профилю оппонируемой диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (не более 15):
 - 1) Soldatov A.A., Kladchenko E.S., Kukhareva T.A., Andreyeva A.Yu. Erythrocyte profile of circulating blood of *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) under conditions of experimental hypothermia // Journal of Thermal Biology. 2020. Vol. 89. Article no. 102549 (6 p.).
 - 2) Kladchenko E.S., Andreyeva A.Yu., Kukhareva T.A., Soldatov A.A. Morphologic, cytometric and functional characterisation of *Anadara kagoshimensis* hemocytes // Fish and Shellfish Immunology. 2020. Vol. 98. P. 1030-1032.
 - 3) Soldatov A.A., Golovina I.V., Kolesnikova E. E., Sysoeva I.V., Sysoev A.A., Kukhareva T.A., Kladchenko E.S. Activity of Energy Metabolism Enzymes and ATP Content in the Brain and Gills of the Black Sea Scorpionfish *Scorpaena porcus* under Short-Term Hypoxia // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2020. Vol. 56, iss. 3. P. 224-234.
 - 4) Soldatov A.A., Andreyeva A.Yu., Kukhareva T.A., Andreenko T.I. Methemoglobin and the Activities of Catalase and Superoxide Dismutase in Nucleated Erythrocytes of *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) under Experimental Hypoxia (*in vitro*) // Biophysics. 2020. Vol. 65, iss. 3. P. 452-459.
 - 5) Andreyeva A.Y., Soldatov A.A., Krivchenko A.I., Mindukshev I.V., Gambaryan S. Hemoglobin deoxygenation and methemoglobinemia prevent regulatory volume decrease in

- crucian carp (*Carassius carassius*) red blood cells // Fish Physiology and Biochemistry. 2019. Vol. 45. Iss. 6. P. 1933-1940.
- 6) Andreyeva A.Y., Kukhareva T.A., Soldatov A.A. Cellular composition and proliferation levels in the hematopoietic tissue of black scorpionfish (*Scorpaena porcus* L.) head kidney and spleen during the spawning and wintering periods // Anatomical Record. 2019. Vol. 302. Iss. 7. P. 1136-1143.
 - 7) Puzakova L.V., Puzakov M.V., Soldatov A.A. Gene encoding a novel enzyme of LDH2/MDH2 family is lost in plant and animal genomes during transition to land // Journal of Molecular Evolution. 2019. Vol. 87. Iss. 1. P. 52-59. 2
 - 8) Soldatov A.A., Kukhareva T.A., Andreeva A.Y., Efremova E.S. Erythroid elements of hemolymph in *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) under conditions of the combined action of hypoxia and hydrogen sulfide contamination // Russian Journal of Marine Biology. 2018. Vol. 44. Iss. 6. P. 452-457.
 - 9) Slynko Y.V., Kulikova A.D., Slynko E.E., Soldatov A.A. Genetic changeability by loci COI mtDNA for different coloring of shell phenotypes of black sea mussel *Mytilus galloprovincialis* Lam. (Mollusca: Bivalvia: Mytilidae) // Russian Journal of Genetics. 2018. Vol. 54. Iss. 8. P. 944-949.
 - 10) Andreyeva A.Y., Skverchinskaya E.A., Gambaryan S., Soldatov A.A., Mindukshev I.V. Hypoxia inhibits the regulatory volume decrease in red blood cells of common frog (*Rana temporaria*) // Comparative Biochemistry and Physiology - Part A: Molecular and Integrative Physiology. 2018. Vol. 219-220. P. 44-47.
 - 11) Andreyeva A.Y., Soldatov A.A., Kukhareva T.A. Black scorpionfish (*Scorpaena porcus*) hemopoiesis: analysis by flow cytometry and light microscopy // Anatomical Record. 2017. Vol. 300. Iss. 11. P. 1993-1999.
 - 12) Soldatov A.A., Kukhareva T.A., Andreyeva A.Y., Parfenova I.A., Rychkova V.N., Zin'kova D.S. The functional morphology of erythrocytes of the black scorpion fish *Scorpaena porcus* (Linnaeus, 1758) (Scorpaeniformes: Scorpaenidae) during hypoxia // Russian Journal of Marine Biology. 2017. Vol. 43. Iss. 5. P. 368-373.
 - 13) Vodyasova E.A., Soldatov A.A. Identification of subspecies of European anchovy *Engraulis encrasicolus* (Engraulidae) in the wintering aggregations based on morphological parameters of otoliths // Journal of Ichthyology. 2017. Vol. 57. Iss. 4. P. 553-559.
 - 14) Soldatov A.A., Gostyukhina O.L., Borodina A.V., Golovina I.V. Glutathione antioxidant complex and carotenoid composition in tissues of the bivalve mollusk *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) // Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2017. Vol. 53. Iss. 4. P. 289-297.
 - 15) Andreyeva, A.Y., Soldatov A.A., Mukhanov V.S. The influence of acute hypoxia on the functional and morphological state of the black scorpionfish red blood cells // In Vitro Cellular and Developmental Biology - Animal. 2017. Vol. 53. Iss. 4. P. 312-319.

Главный научный сотрудник,
руководитель отдела физиологии животных
и биохимии ФИЦ ИнБЮМ
доктор биологических наук, профессор

А.А. Солдатов

14.04.2021 г.

Подпись *А.А. Солдатов* УДОСТОВЕРЯЮ

