

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Нохрина Дениса Юрьевича «Оценка экологического и ветеринарно-санитарного состояния рыбохозяйственных водоёмов на Урале», представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности: 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность

Развитие на Урале горнодобывающей, металлургической, химической промышленности, энергетики привело к образованию природно-техногенных биогеохимических провинций с высоким содержанием тяжёлых металлов и других токсикантов. В этой связи, работа, посвященная экологическому и ветеринарно-санитарному контролю водоемов Урала, является **актуальной**, так как естественные и техногенные токсиканты, накапливаются гидробионтах, оказывая негативное действие на продукцию аквакультуры.

Научная **новизна результатов диссертационного исследования** заключается в том, что автором впервые проведены исследования по содержанию тяжелых металлов и других токсичных соединений в донных отложениях водоемов Урала и установлены уровни накопления токсичных элементов в рыбе. Выявлены цитогенетические и цитологические нарушения эритроцитов периферической крови рыб из озёр и крупных водохранилищ Челябинской области. Методом многомерного статистического анализа определено содержание и распределения тяжёлых металлов в донных отложениях. Впервые разработана методология выявления элементов-ксенобиотиков.

Теоретическая и практическая значимость результатов исследования

Теоретическая значимость работы заключается в комплексной оценке степени загрязнения токсическими веществами, в т.ч. тяжелыми металлами, водных объектов Урала. При этом прослеживался путь веществ от водной среды до накопления в органах и тканях гидробионтов.

Научно-практическая значимость результатов исследований определяется предложенной методологией интегральной количественной оценки влияния средовых факторов на популяции водных организмов с помощью корреляционной адаптометрии. Даны диапазоны допустимых значений содержания тяжёлых металлов в донных отложениях. Выделение и идентификация паттернов загрязнения в водоёмах позволяет установить источники загрязнения на ранних этапах.

Степень обоснованности научных положений и выводов, изложенных в диссертации, определяется большим объемом экспериментального материала, применением современных статистических методов

исследования, в частности, необъяснённой дисперсии содержания металлов в рыбе.

Достоверность полученных результатов не вызывает сомнений, поскольку использованы современные методы исследования, в т.ч. атомно-абсорбционный анализ, капиллярный электрофорез, и соответствующие программы обработки полученных экспериментальных данных. Статистическая обработка результатов исследования с применением программно-статистической среды R не вызывает сомнений в их достоверности.

Личное участие автора состоит в разработке концепции и методологии исследования, подборе, адаптации и выполнении методик исследования, подготовке и проведении экспериментальной части работы, обработке и интерпретации результатов исследований, разработке практических рекомендаций, написании и оформлении рукописи диссертации. Значимость работы Д.Ю. Нохрина подтверждена публикациями: 59 печатных работы, в т.ч. 13 в журналах списка ВАК соответствующих научной специальности 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность.

Диссертация изложена на 362 страницах компьютерного текста и включает в себя введение, две главы, разделенные на подразделы, куда входит обзор литературы, и собственные в том числе обзор литературы, методология и методы исследования, результаты собственных исследований, заключение, выводы, практические предложения, список сокращений и условных обозначений, список литературы, который включает 399 источников, в том числе 332 иностранных авторов, приложений. Работа иллюстрирована 46 таблицами и 50 рисунками.

Во **Введении** обоснована актуальность проведенных исследований, описана степень разработанности темы исследования, сформулированы цель и задачи, определены новизна, теоретическое и практическое значение работы. Представлены основные положения, выносимые на защиту, дано подтверждение степени достоверности полученных результатов, показано личное участие автора в подготовке диссертации, апробация результатов работы, обозначена структура и объем диссертации.

В разделе 1 «Влияние природных и антропогенных факторов на рыбохозяйственные водоёмы и рыбу» представлен обзор литературы по гидрохимической характеристике водоемов: содержание ионов, газов, биогенных веществ, тяжелых металлов. А также взаимосвязь содержания элементов в воде и их влияние на гидробионтов: сведения о содержании химических веществ в водоемах Урала. Дана информация о формировании химического состава донных отложений и показателях их оценки. Далее идет очень короткий раздел о методах биоиндикации водной среды.

Раздел 2. «Собственные исследования» разбит на два подраздела:

В подразделе **2.1 «Методология и методы исследования»** представлены сведения об объектах и месте проведения исследования. Описаны материалы и методы исследований, дано обоснование использованных методик исследования. Показана техника отбора проб воды, ее химический анализ и биотестирование. Подробно описаны методы отбора проб и исследования донных отложений, а также токсикологические и ихтиопатологические исследования. Импонирует тот факт, что использованы современные методы исследований.

Дана схема проведения научно-производственного опыта по влиянию кормовых добавок на выращивание карпа в садковой аквакультуре, но отсутствует обоснование выбора компонентов и объекта исследований. Представлена также схема и описание эксперимента по кулинарной обработке рыбы с целью снижения содержания в ней тяжелых металлов. В разделе подобно описаны применяемые методы статистического анализа.

Подраздел **2.2 «Результаты собственных исследований»** разделен на 5 частей, которые, в свою очередь имеют подразделения.

Подраздел 2.2.1 «Оценка химического состава и качества воды уральских водных объектов» состоит из шести подразделов: 2.2.1.1 Химический состав и качество воды озёр; 2.2.1.2 Химический состав и качество воды рек; 2.2.1.3 Химический состав и качество воды водохранилищ и прудов; 2.2.1.4 Сравнительная оценка качества воды в уральских водоёмах и водотоках по гидрохимическим показателям и превышениям ПДКВР; 2.2.1.5 Сезонное и пространственное распределение гидрохимических показателей; 2.2.1.6 Биотестирование водохранилищ Челябинской области. Подраздел содержит характеристику химического состава озёр, рек, водохранилищ по ряду показателей, включая содержание тяжелых металлов. Выявлено, что по микроэлементам и тяжелым металлам ситуация в уральских водоёмах была ожидаемо неблагоприятной. Автор связывает это с высоким геохимическим фоном, и примерно в половине случаев с техногенным фактором в водоёмах, расположенных в ближайшей зоне влияния промышленных предприятий. Представлена кластерная тепловая карта химического состава воды водоемов Урала. Проведенный анализ позволил выявить определенные закономерности. В частности, для многих водоемов отмечена неблагоприятная ситуация по концентрации меди в воде и по реакции биохимического потребления кислорода. Представлены данные распределения водоемов по степени загрязненности поллютантами. В частности, в реках отмечена наиболее частая проблема содержания элементов Zn, Cd, Pb, связанная с автотранспортом. Выявлено, что значимым сезонным фактором, влияющим на концентрацию тяжёлых металлов, видовой состав и численность планктона является весенний паводок.

Подраздел 2.2.2 «Содержание тяжёлых металлов в донных отложениях» состоит из трех подразделов: 2.2.2.1 Доля подвижной фракции в валовом содержании как источник информации о загрязнении водоёма; 2.2.2.2 Выявление ассоциаций металлов с использованием многомерных методов и пространственной интерполяции; 2.2.2.3 Паттерны микроэлементов в седиментогенезе уральских водоёмов. В подразделе представлены результаты анализа донных отложений на тяжелые металлы с помощью факторной модели. Подход с выявлением паттернов элементов многомерными статистическими техниками, позволил разделить природные источники загрязнения от техногенных. Выявлено и объяснено происхождение ряда элементов в составе донных отложений. Было показано, что наибольший уровень загрязнения донных отложений тяжёлыми металлами отмечался в водохранилищах, находящихся в зоне действия крупных металлургических предприятий: Магнитогорского металлургического и Карабашского медеплавильного комбинатов.

Подраздел 2.2.3 «Комплексная оценка экологического и ветеринарного состояния популяций промысловых рыб» состоит из пяти подразделов: 2.2.3.1 Анализ заболеваемости рыб; 2.2.3.2 Цитогенетические и цитотоксические нарушения; 2.2.3.3 Тяжёлые металлы в тканях рыб; 2.2.3.4 Техника использования необъяснённой дисперсии для идентификации ксенобиотиков в экологических исследованиях; 2.2.3.5 Техника использования корреляционной адаптометрии для интегральной оценки качества водной среды для рыбы. Было установлено, что уровень накопления тяжёлых металлов в костной и мышечной тканях рыб не может использоваться напрямую для оценки экологического состояния рыбохозяйственного водоёма. Поэтому авторами предложен эффективный метод обработки и интерпретации полученных данных, основанный на корреляционной адаптометрии. Были найдены закономерности: результат корреляционной адаптометрии микроэлементного состава на костной ткани относительно стабилен, ранжирование водоемов по адаптационной нагрузке соответствует величине среднего стресса и существуют видовые различия в адаптационной нагрузке.

Подраздел 2.2.4 «Методы снижения концентрации токсикантов в рыбе, как объекте питания человека» состоит из двух подразделов: 2.2.4.1 Использование кормовых микродобавок в аквакультуре на примере карпов тепловодного садкового хозяйства и 2.2.4.2 Влияние кулинарной обработки на содержание тяжёлых металлов в рыбе. В результате эксперимента по использованию кормовых добавок в садковой аквакультуре на примере карпа показана эффективность сорбентов (полисорб, белая глина) в снижении содержания тяжёлых металлов в мышечной и костной ткани рыб. В данном подразделе приведены результаты изменений содержания токсических элементов при различных вариантах кулинарной обработки: соление, варка с солью и без соли.

В подразделе 2.2.5 «Анализ и обсуждение результатов собственных исследований» на основе собственных и литературных данных проводится анализ полученных закономерностей, логично резюмируются выносимые на защиту положения. В подразделе приводится обсуждение результатов, обобщающие полученные автором экспериментальные данные, с известными научными фактами.

Характеризуя работу в целом, следует отметить, что диссертантом достигнута поставленная цель и решены задачи исследований. Выводы сформулированы лаконично, грамотно, логично вытекают из содержания диссертации и раскрывают всю полноту исследовательской работы. Основные положения диссертации отражены в совокупном объеме публикаций, что позволяет составить довольно полное представление о проведенной соискателем работе. Представленный автореферат отражает основное содержание диссертационной работы.

Считаю, что Д.Ю. Нохриным внесен существенный вклад в методологию интегральной количественной оценки влияния средовых факторов на популяции водных организмов.

Не имея принципиальных возражений по сути работы, в качестве замечаний отмечаю следующее:

1. На мой взгляд, разделы следовало бы обозначить более крупными блоками, традиционно по главам. Четырехуровневый список затрудняет восприятие.
2. Название 3 подраздела 1 главы несколько не корректно. Оценивают не биоиндикацию, а качество водной среды с помощью биоиндикации.
3. Фраза «Теоретическая значимость работы заключается в углублении понимания влияния природных и техногенных факторов на состояние популяций промысловых видов рыб» не несет конкретной информации.
4. Вызывает сомнение, что отбор проб крови из хвостовой вены крупных карповых рыб, описанный в разделе Материалы и методы исследований, осуществлялся инсулиновым шприцом. На практике у крупных экземпляров рыб добраться до хвостовой вены можно только с использованием больших игл, которыми снабжены 5-20мл шприцы.
5. Относительно идентификации болезней рыб не дана расшифровка о каких болезнях идет речь: инфекционных, инвазионных, внутренних незаразных. И какие лабораторные методы диагностики применялись.
6. В методике нет обоснования проведения научно-производственного опыта по влиянию кормовых добавок при выращивании карпа и связь этого опыта с темой диссертации. В данном разделе следовало бы представить

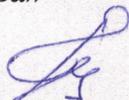
- рабочую гипотезу о выборе кормовых добавок и механизме их действия на содержание тяжелых металлов в тканях рыб. Это становится понятным только в конце работы.
7. В таблице 8 отсутствует расшифровка (примечание) о представленных показателях в ней: что в числителе, что в знаменателе (n / N).
 8. Желательно было бы дать предположение о наблюдаемом явлении статистически значимого увеличения концентрации Cd в мясе окуня с безопасного уровня в свежей рыбе до превышающих норматив концентраций в результате соления.
 9. Утверждение о том, что в результате кулинарных обработок целостность органов и тканей нарушается, элементы частично выходят в раствор (рассол, бульон), а мышечная ткань вторично контаминируется ими уже из раствора, не подтверждено ссылками на источники. Если это результат собственного исследования, то должно быть подтверждено фактическими данными.
 10. Фраза (246 стр.): «Наименьшие изменения соление и варка оказали на концентрацию в мясе Fe и Cu. Такая ситуация может наблюдаться, если их исходные концентрации в мышечной ткани оказались близки к усреднённой концентрации в других органах и тканях» требует пояснения.
 11. Текст заключения отсутствует. Этот раздел включает только выводы.
 12. По тексту работы имеются незначительные опечатки. Например, на странице 80 в примечании вместо слова «порядке» написано отдельно «по рядке».

Приведенные замечания не снижают общую положительную оценку диссертационной работы Нохрина Д.Ю.

Заключение. Диссертация Нохрина Дениса Юрьевича на тему «Оценка экологического и ветеринарно-санитарного состояния рыбохозяйственных водоёмов на Урале», представленная на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность является завершённой и целостной научно-исследовательской работой, самостоятельно выполненной автором на высоком научном и методическом уровнях. Диссертационная работа основана на большом объеме фактического материала, актуальна, полученные результаты имеют научную новизну и практическую значимость. По своему содержанию, оформлению, объёму проведённых исследований диссертационная работа Нохрина Д.Ю. соответствует требованиям пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым ВАК Министерства науки и высшего

образования РФ к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук, а её автор Нохрин Денис Юрьевич заслуживает присвоения учёной степени доктора биологических наук по специальности 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность.

Доктор биологических наук по специальности
03.03.01 – Физиология, доцент доцент (специальность – 4.2.1 - Патология животных, морфология, физиология, фармакология и токсикология), профессор кафедры зоологии и аквакультуры ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева»



Галина Иозеповна Пронина

«15» сентября 2025 г.

Пронина Г.И. согласна на автоматизированную обработку персональных данных

Подпись, должность, учёную степень
и учёное звание профессора Г.И. Прониной
удостоверяю



Контактные данные:

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева)

Адрес: 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Официальный сайт: <https://www.timacad.ru/>

Тел.: +7 903 173-62-47

E-mail: g.pronina@rgau-msha.ru