

Отзыв

официального оппонента, доктора биологических наук, профессора **Калайда Марины Львовны** на диссертационную работу Субботиной Юлии Михайловны по теме: «Научно – практическое обоснование процессов очистки сточных вод в рыбоводно - биологических прудах» представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 4.2.2. - Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность в диссертационный совет 24.1.249.03 созданный на базе ФГБНУ «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук».

Актуальность темы

Очистка все возрастающих объемов сточных вод при росте численности населения и увеличении нагрузки на природные водоемы особенно актуальные задачи современности. Проблема изучения, поиска эффективных методов очистки эколого-биологической направленности сложная и важная задача. Традиционные методы очистки - механическая, химическая очистка и использование дорогостоящих аэротенков и биофильтров не всегда применимы и эффективны. В связи с этим, поиск альтернативных комплексных методов очистки, ориентированных на использование природных механизмов очистки, устойчивых и экономически выгодных является приоритетной задачей для науки.

Теоретическое и экспериментальное исследование использования рыбоводно-биологических прудов для очистки сточных вод представляет собой перспективное направление, сочетающее в себе технологии очистки, подобной биоплато в сочетании с возможностями аквакультуры. Рыбоводно-биологические пруды, функционирующие на основе естественных биологических процессов, способны эффективно удалять органические загрязнения, биогенные элементы и другие загрязняющие вещества из сточных вод, одновременно создавая благоприятные условия для выращивания рыбы и других водных организмов, что позволяет решить важную для практики задачу и крупную научную проблему. Одновременно, этот подход позволяет получать дополнительную экономическую выгоду от производства товарной рыбы.

Автором выполнены исследования, в которых показана эффективность практического применения рыбоводно-биологических прудов для очистки сточных вод в различных отраслях, включая птицеводство и животноводство. Разработка и внедрение эффективных технологий очистки сточных вод является важной задачей, решение которой позволит снизить

загрязнение водных объектов, сохранить водные ресурсы и увеличить рыбохозяйственное использование водных ресурсов.

Таким образом, представленная диссертационная работа посвящена комплексному исследованию процессов очистки сточных вод в рыбоводно - биологических прудах, соответствует ряду положений о приоритетных направлениях государственной политики, в том числе Указу Президента Российской Федерации от 02.11.2023 г. № 818 «О развитии природоподобных технологий в Российской Федерации».

Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и заключений, сформулированных в диссертации

Научные положения, выводы и практические положения, представленные в диссертационной работе, обоснованы фактическим материалом, полученным в результате экспериментальных исследований. Все исследования проведены с использованием современного поверенного оборудования и методик. Структура и последовательность изложения полученных данных соответствует поставленным в диссертации задачам исследования. Полученные результаты исследований были доложены на научных конференциях, опубликованы в профильных журналах, включенных в международные базы данных. Все это свидетельствует об обоснованности и достоверности полученных в диссертации результатов.

Выводы, рекомендации и практические предложения, изложенные в рукописи диссертации, логически обоснованы и отражают результаты исследований.

Научная новизна

В диссертационной работе автором получены новые данные о характеристиках процесса водоочистки на основе формирования пищевых цепей и сетей, реализующихся в естественных механизмах самоочищения: использование компонентов экосистемы, таких как микробные сообщества, водоросли, животные микроорганизмы, макрофиты. В результате формируется инновационная, результативная система санитарно-гигиенической и экологической очистки сточных вод, а также их обезвреживания от патогенной и условно патогенной микрофлоры. Это приводит к более глубокой очистке от обширного спектра загрязнителей, включая органические субстанции. Кроме того, научная новизна заключается в разработке системы контроля и управления, основанной на анализе биоиндикационных показателей, позволяющих эффективно отслеживать эффективность очистки и оперативно корректировать параметры системы в режиме реального времени. Это обеспечивает стабильность и надежность процесса очистки, а также минимизирует риски возникновения неблагоприятных экологических последствий.

Теоретическая и практическая значимость

Теоретическая значимость представленной работы заключается в углублении знаний о комплексных процессах самоочищения и трансформирования загрязняющих веществ в рыбоводно-биологических прудах. Исследование позволяет выявить ключевые факторы, влияющие на эффективность очистки сточных вод, и разработать математические модели, описывающие динамику этих процессов.

Практическая значимость исследования определяется результатом в виде разработанных и утвержденных правил и технологических приемов организации рыбоводно-биологических прудов.

Разработаны ветеринарно-санитарные правила для оборотного водоснабжения с использованием гидробионтов и рыбы, утвержденные Главным управлением ветеринарии Госагропрома (1996), «Ветеринарно-санитарные правила естественной биологической очистки животноводческих стоков при подготовке их для орошения и рыборазведения».

Уточнены технологические приёмы, при которых наблюдается ускоренная гибель бактерий *E. coli*. Изучена выживаемость условно-патогенной и санитарно-показательной микрофлоры под влиянием альгологического комплекса микроводорослей.

Усовершенствованы технологические и ветеринарно-санитарные режимы использования ассоциации микроводорослей, ракообразных и рыбы для оптимизации процессов очистки и обеззараживания стоков в биопрудах различной модификации.

Разработана и внедрена углубленная доочистка свиноводческих стоков на «ботанической площадке» с высшей водной растительностью (рогоз и тростник) (патент на изобретение RU 2140735 C1 «Способ очистки сточных вод животноводческих комплексов, ферм и птицефабрик с помощью адаптированного комплекса микроводорослей, высшей водной растительности, зоопланктона и рыбы»).

Усовершенствована методология эксплуатации классических рыбоводно-биологических прудов путем введения биоинженерного сооружения типа «ботаническая площадка», что позволило ускорить процесс очистки и обеззараживания сточных вод (авторское свидетельство SU 1837050 A1 «Способ очистки сточных вод»).

Разработаны рекомендации «Метод очистки животноводческих стоков в рыбоводно-биологических прудах с использованием поликультуры рыб», «Усовершенствованная технология выращивания объектов аквакультуры на

биопрудах животноводческих комплексов». Технология позволяет выращивать в последней ступени биологических прудов не только карпа, но и гибрида карпа с карасём, а также белого и пёстрого толстолобика и их гибридов.

Разработана «Унифицированная технология выращивания рыбопосадочного материала различного трофического уровня в рыбоводно-биологических прудах на очищенных и обеззараженных животноводческих стоках».

Предложена новая схема расположения биологических прудов очистки и площадки с высшей водной растительностью.

Разработана «Технология выращивания молоди щуки в рыбоводно-биологических прудах очистки».

Соответствие диссертации паспорту специальности

Представленная на рецензирование диссертационная работа выполнена по научной специальности 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность. Направление диссертационной работы полученные соискателем результаты, представляют научный и практический интерес, все это соответствует пунктам паспорта по данной специальности.

Публикации

Результаты диссертационного исследования нашли широкое отражение в печатных работах: две публикации представлены в изданиях Scopus, 41 статья – в журналах, включенных в список ВАК, из которых 28 статей соответствуют научной специальности 4.2.2. Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность. Помимо этого, результаты исследования отражены в пяти монографиях, пяти технологиях и учебно-методических пособиях, одобренных Отделением сельскохозяйственных наук РАН, а также в двух патентах.

Содержание и достоверность полученных результатов

Материалы диссертационной работы изложены на 482 страницах компьютерного текста, включая, в соответствии с ВАК РФ, введение, обзор литературы, собственные исследования (материалы и методы, результаты, обсуждение), заключение, в котором изложены выводы, основанные на экспериментальных исследованиях автора, рекомендации по использованию научных результатов, практические предложения, список сокращений и условных обозначений, список цитируемой литературы. В разделе диссертации «Приложения» имеются документальные подтверждения полученных результатов.

Библиографический перечень содержит 466 источника, в том числе 406 отечественных и 60 зарубежных авторов. Диссертация иллюстрирована 50

рисунками, содержит 72 таблицы.

Во **введении** диссертации изложена степень изученности проблемы, ее актуальность, определены цель и задачи исследования.

В **обзоре литературы** выделены основные направления в изучении вопроса, прослеживается эволюция научных представлений и акцентируются наиболее значимые работы, оказавшие существенное влияние на развитие данной области знаний. Ключевым элементом обзора является выявление пробелов в существующих исследованиях, а также формулировка гипотез и исследовательских вопросов, которые автор намерен исследовать в своей работе. Обоснованность выдвинутых гипотез подкрепляется критическим анализом литературных источников и логическим построением аргументов.

В разделе **«Результаты исследования»** представлены данные, являющиеся итогом комплексного анализа эффективности использования микробиоценозов для очистки, детоксикации и обеззараживания сточных вод, а также перспективности устранения вторичных загрязнений посредством выращивания рыбопосадочного материала в системах реабилитации поверхностных вод.

Проведенные исследования демонстрируют значительный потенциал применения микробиоценозов различного состава и структуры для эффективной очистки сточных вод от широкого спектра загрязнителей. В частности, было установлено, что оптимизированные микробные сообщества способны эффективно удалять органические вещества, азотные соединения и фосфаты, снижая биологическое потребление кислорода (БПК) и химическое потребление кислорода (ХПК) до нормативных значений, установленных для сброса в водоемы рыбохозяйственного назначения. Экспериментально подтверждена высокая эффективность биodeградации широкого спектра токсикантов, представленных в промышленных и бытовых сточных водах, включая фенолы, пестициды и нефтепродукты. Дополнительно, изучение механизмов обеззараживания сточных вод с помощью микробиоценозов выявило значительное снижение концентрации патогенных микроорганизмов, включая бактерии группы кишечной палочки и вирусы, за счет антагонистических взаимодействий и продукции антимикробных веществ.

Выводы работы, сделанные на основании полученных результатов, представлены в разделе **«Заключение»**. Автором представлены 8 выводов, соответствующих поставленным целям и задачам.

Представленная диссертационная работа является самостоятельно выполненным завершенным научным трудом с высокой степенью оригинальности, в котором четко сформулированные цели и задачи находят

решение в теоретических положениях и практических разработках. Автореферат диссертации включает в себя основные ее научные положения и полностью отражают сущность работы.

Во время оппонирования диссертационной работы Субботиной Ю.М. критических и принципиальных замечаний не возникло. Однако, несмотря на высокую оценку рассматриваемой работы, необходимо задать вопросы уточняющего и дискуссионного характера, а также высказать некоторые замечания и задать вопросы:

1. Почему после обработки сточных вод на «ботанической площадке» сохраняются те же количественные характеристики зоопланктона? 0,4 г/м³ - это биомасса зоопланктона, характерная для олиготрофных водоемов. Вероятно, должны меняться не только количественные характеристики, но и видовой состав зоопланктона.

2. В работе отсутствует характеристика видового состава комплекса микроводорослей, нет этих данных и в разделе материалы и методы работы. В то же время это один из интереснейших аспектов организации процесса очистки. Хотелось бы уточнить, какие виды являются основными в этом комплексе? Какова роль хлореллы? Насколько комплекс микроводорослей является устойчивым при поддержании культуры?

3. При организации ботанических площадок использовались ли количественные оценки площадей зарастания и эффективности очистки? Есть ли данные по скорости очистки?

4. При оценке эффективности выращивания рыбы в рыбоводно-биологических прудах, что использовалось в качестве «контроля»? Отличались ли результаты у гибридных форм рыб по сравнению с чистыми видами?

5. Проводилась ли оценка качества рыбной продукции на содержание загрязняющих веществ?

Указанные вопросы замечания носят дискуссионный характер, отражают интерес к теме и ее значимость и не оказывают влияния на общую высокую положительную оценку диссертационной работы.

Заключение. На основании анализа рукописи диссертации «Научно – практическое обоснование процессов очистки сточных вод в рыбоводно - биологических прудах» и представленного автореферата, а также публикаций автора, считаю, что диссертация Субботиной Юлии Михайловны является самостоятельной, логически завершенной научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решена научная проблема очистки сточных вод в рыбоводно - биологических прудах, имеющая важное хозяйственное значение, в которой изложены новые научно обоснованные технические, технологические решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие агропромышленного комплекса

страны. По своей актуальности, уровню экспериментальных исследований, теоретического анализа полученных данных, научной новизне и практической значимости рассматриваемая диссертационная работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям, согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 24.09.2013г. №842 «О порядке присуждения ученых степеней» (вместе с «Положения о присуждении ученых степеней»), а ее автор, Субботина Юлия Михайловна, заслуживает присуждения ученой степени доктора биологических наук по специальности 4.2.2 Санитария, гигиена, экология, ветеринарно-санитарная экспертиза и биобезопасность.

доктор биологических наук, профессор,
заведующая кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура»
Федерального государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»
(ФГБОУ ВО «КГЭУ»)
03.00.10 Ихтиология, 1998 г.

Калайда Марина Львовна

М.Калайда

10.12.2025 г.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет»
Адрес: 420066, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Красносельская, 51.
Телефон: +7 (843) 519-43-53
E-mail: vbakgeu@mail.ru

Подпись доктора биологических наук, профессора, заведующей кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (ФГБОУ ВО «КГЭУ») Калайда Марины Львовны
Подпись Калайда Марины Львовны
заверяю

Ведущий специалист

должность заверяющего

М.А. Кадыбрахманова

ФИО заверяющего