

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель директора по научной работе Сибирского
научно-исследовательского института сельского
хозяйства и торфа – филиала Федерального
государственного бюджетного учреждения науки
Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий Российской академии наук

к.б.н. _____ Романова М.С.

«_____» _____ 2018 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертационную работу Фарзах Фаваз Салим Фатах по теме:

«Биологическая очистка сточных вод города Владимира на основе технологии
вермифльтрации», представленную к защите на соискание ученой степени кандидата
биологический наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология)

Актуальность темы

Одной из наиболее масштабных проблем современности является постоянно нарастающий дефицит пресной воды. По данным Всемирной организации здравоохранения к середине 21 столетия половина жителей планеты будет испытывать острую нехватку пресной воды. Одновременно с все возрастающим потреблением воды растет и ежегодный объем сточных вод коммунальных, сельскохозяйственных и промышленных предприятий. При этом объемы ежегодно используемой воды более чем на порядок превосходят объемы очищаемых сточных вод.

К числу основных антикризисных водоохранных мероприятий относятся способы предотвращения загрязнения водных объектов сточными водами и поверхностными стоками с водосборной площади, обустройство водоохранных зон и прибрежных защитных полос. В последнее время особенно актуальными становятся специальные водоохранные технологии, предлагающие для снижения объемов забора воды из природных источников увеличить объемы потребления воды, прошедшей рециркуляцию. При этом все больший интерес проявляется к разработке методов очистки сточных вод путем вермифльтрации, предполагающей использование технологичных линий дождевых червей вида *Eisenia fetida*. Технология вермифльтрации малозатратна и экологична, так как исключает образование осадков и выделение вредных газов. Это особенно важно для небольших населенных пунктов, где отсутствуют современные дорогостоящие системы очистки сточных вод. Органические отходы в составе сточных

вод, извлекаются из воды и, пройдя через пищеварительную систему червей, превращаются в удобрения, содержащие питательные элементы в доступной для растений форме и, к тому же обладающие зернистой структурой, устойчивой к размывающему действию воды.

Таким образом, наряду с охраной природных вод технология вермифильтрации позволяет одновременно решать еще одну острую проблему современности – восстановления почвенного плодородия. Учитывая вышеперечисленные аргументы, актуальность проблемы, поставленной в диссертации Фарзах Фаваз Салим Фатах, не вызывает сомнения.

Научная новизна

Автором диссертации впервые в модельных экспериментах изучен процесс вермифильтрации сточных вод с использованием культуры дождевых червей *Eisenia fetida*; установлено, что одним из важнейших параметров продуктивного функционирования системы является скорость вермифильтрации, регулируемая на основе контроля влажности вермифильтра, которая не должна превышать 80%. Показано, что эффективность процесса очистки сточной воды возрастает при наличии периода предварительного пропускания через установку сточной воды, необходимого для формирования на твердом носителе биопленки микроорганизмов.

Теоретическая и практическая значимость работы

Полученные диссертантом результаты исследований вносят вклад в разработку теоретических основ технологии вермифильтрации и могут быть использованы для внедрения данной технологии очистки сточных вод в практику сельскохозяйственных и небольших коммунально-бытовых предприятий Султаната Оман.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, обзора научной литературы по рассматриваемой проблеме, описания объектов и методов исследования, главы, посвященной результатам экспериментов и их обсуждению, выводов и библиографического списка, содержащего 167 источников.

Во **введении** диссертантом дана общая характеристика работы, обоснована актуальность выбранного научного направления, отмечены практическая значимость и новизна исследований, представлены цель и задачи исследований, а также основные положения, выносимые на защиту.

В **обзоре литературы** обобщены литературные данные, освещающие основные характеристики хозяйственно-бытовых и промышленных сточных вод, суть способа очистки сточных вод методом вермифильтрации и ключевые факторы, влияющие на

процесс вермифльтрации, приведены технологические схемы установок для вермифльтрации, уже эксплуатируемых в различных странах. Кроме того приводится описание сути метода дезинфекции очищенных сточных вод с использованием электрохимически активированной воды Анолит АНК.

Во второй главе «Материал и методы» приводится краткое описание основных объектов исследования и использованных методик оценки качества сточных вод до и после очистки, рассматриваются основные характеристики материалов для вермифилтра и используемого в качестве дезинфицирующего средства Анолит АНК.

В главе 3 «Результаты и обсуждение» рассматриваются результаты модельных экспериментов, в рамках которых отрабатываются основные технологические параметры очистки муниципальных сточных вод г. Владимира на сконструированных диссертантом вермифилтрах.

В разделе 3.1 «Конструкция лабораторной установки для вермифльтрации сточных вод» в ходе первого эксперимента рассматривается эффективность процесса вермифльтрации для очистки сточных вод молокозавода г. Владимира, отличающихся низким содержанием органического вещества (БПК – в диапазоне от 150 до 350 мг $O_2/дм^3$). Для конструирования биофилтра диссертант использовал пластиковые баки объемом 45 л с диаметром в верхней части 38 см и 30 см – в нижней. В дно бака был вмонтирован кран для сбора филтрага. В качестве носителя формирующейся микробной биопленки использовался дробленый гранит, который укладывался в два слоя толщиной 10 см (первый с размером частиц 20–25 мм, второй – 6–10 мм). На гранитный слой был нанесен 10 см слой древесных опилок. В качестве субстрата для дождевых червей использовался слой «садовой земли». В результате площадь зоны вермифилтра составила 0,11 м², а объем – 0,011 м³.

Результаты эксперимента показали, что при соблюдении оптимально подобранных параметров скорости филтрации и плотности популяции компостных червей, эффективность вермифльтрации, оцениваемая по таким показателям как БПК, ХПК, общий азота и фосфор, ОВВ, составила не менее 50%.

Далее во втором эксперименте автором продемонстрирована не менее высокая эффективность установки фермифльтрации при очистке сточной воды, характеризующейся очень высоким значением БПК (в диапазоне от 800 до 1500 мг $O_2/дм^3$).

В разделе 3.2 «Конструкция лабораторной установки для длительной вермифльтрации сточных вод» приводится подробное описание лабораторной установки, рабочая зона которой составляла 100 см с диаметром 16 см. Соотношение высоты рабочей

зоны установки к её диаметру составляло 6,25, а общий объём установки – 19,0 л. В качестве фильтрующих компонентов диссертант использовал три слоя гравия (25–35 мм для нижнего слоя, 10–25 мм – для среднего и 4–6 мм – для верхнего слоя), древесные опилки и слой органического субстрата, заселенного дождевыми червями *Eisenia fetida*.

Для того чтобы установка работала более эффективно в течение первых одной-двух недель через нее пропускали сточные воды, что способствовало формированию биопленки. Для поддержания оптимальной для жизнедеятельности дождевых червей влажности субстрата (80%) сточную воду подавали на вермифильтр капельно при постоянном регулировании скорости пропускания.

Результаты эксперимента показали, что при оптимально подобранных параметрах скорости фильтрации и количества компостных червей, эффективность вермифильтрации в колонках со сформированной микробиотой, оцениваемая по величинам ОВВ, БПК и ХПП, составила от 45 до 60%. Показатель коли-титра бактерий группы кишечной палочки снизился на 3 порядка.

В разделе 3.3 «Определение фитотоксичности и ростовых свойств вермифильтрата» изучение свойств вермифильтрата показало, что он не обладает фитотоксическими свойствами, а, напротив, обеспечивает более чем 30% прибавку проростков пшеницы, выращиваемой на фильтре, смоченном вермифильтратом, по сравнению с семенами, выращенными на дистиллированной воде.

В разделе 3.4 «Использование электрохимически активированной воды Анолит АНК для удаления остаточной микрофлоры в вермифильтрате», посвященном изучению приемов дезинфекции вермифильтрата, диссертант изучал эффективность использования для этих целей электро-активированной воды (анолит АНК), добавляемой к сточной воде в соотношениях 99:1 и 95:5. Результаты показали, что под воздействием анолита АНК титры фекальных колиформ в вермифильтрате снизились с 10^6 КОЕ /10 мг до 10^2 КОЕ/100 мг – при использовании 1% раствора и до нуля – при использовании 5% раствора Анолита АНК.

В разделе 3.5 диссертантом рассматриваются основные преимущества, недостатки и ограничения технологии очистки сточных вод с помощью вермифильтрации.

В разделе 3.6 «Автоматизированная система вермифильтрации для очистки сточных вод» диссертантом решается задача разработки автоматизированной системы вермифильтрации сточных вод, способной обеспечить минимизацию затрат физического труда и времени для очистки сточных вод в зависимости от типа, мощности и конструктивного исполнения установки, контролирования режимов гидравлического удерживания и гидравлической нагрузки в системе, а также контролирования самого

процесса очистки сточной воды по основным ее показателям для обеспечения максимальной простоты, надежности и безопасности процесса.

Данная задача решается диссертантом за счет введения в состав вермифилтра дополнительного блока, содержащего автогенераторные измерительные преобразователи и систему управления, осуществляющую сбор, хранение и анализ информации методами статистики в реальном масштабе времени.

В разделе 3.7 «Заключение» приводится краткое обобщение полученных диссертантом результатов исследований.

Обоснованность и достоверность научной информации, полученной в диссертационной работе Фарзах Фаваз Салим Фатах, обусловлена соблюдением диссертантом основных правил закладки и проведения модельных лабораторных исследований и статистической обработкой полученных данных с помощью пакета сервисных унифицированных программ. Достоверность полученных результатов также подтверждена апробацией работы на 8 научных конференциях и публикацией результатов исследований в 3 научных журналах, включенных в перечень ВАК.

К числу **основных достижений диссертационной работы** Фарзах Фаваз Салим Фатах относятся:

1. Оценка эффективности вермифльтрации муниципальных сточных вод г. Владимира культурой *Eisenia fetida*, проведенной в режиме стационарного многодневного мониторинга.
2. Анализ возможности и эффективности использования электрохимически активированной воды «Анолит АНК» для дезинфекции получаемого вермифилтрат.
3. Научные основы для разработки проекта технологии вермифльтрации муниципальных и хозяйственных сточных вод для небольших сельскохозяйственных и коммунально-бытовых предприятий Султаната Оман.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы.

В целом диссертация заслуживает высокой оценки. Вместе с тем, имеются следующие вопросы и замечания:

1. Первое защищаемое положение «*В условиях жаркого климата, дефицита водных ресурсов и при небольших объемах сточных вод вермифльтрация может использоваться в качестве альтернативы традиционным способам очистки сточных вод*» представляется некорректным, так как является простым предположением автора, основанным на результатах модельных исследований, проведенных в лабораторных условиях.

2. В главе «Объекты и методы» указывается, что *«физико-химические, агрохимические и микробиологические анализы образцов сточных вод ... исследовались в сертифицированной аналитической лаборатории воды МУП «ВладимирВодоканал» (г. Владимир)»*. Однако остается совершенно непонятно:

– автор сам выполнял все вышеуказанные исследования на базе аналитической лабораторией МУП «ВладимирВодоканал» или все данные были ему предоставлены;

– по каким конкретно методикам были проведены анализы содержания общего азота и фосфора, а также бактериологический анализ сточной воды.

3. В диссертации довольно часто встречаются фрагменты текста, авторство которого не очевидно. Так, например, на стр. 82 содержится текст: *«Было показано, что изменение высоты вермифилтра оказывает существенное влияние на уровни БПК и ХПК, содержание общего фосфора, на численность популяции дождевых червей и численность актиномицетов. Высокая эффективность удаления поллютантов, активность дождевых червей и численность микроорганизмов достигались, когда суммарная высота слоёв фильтрующих материалов была не менее 60 см.»* Поскольку в самой работе все исследования проводились на вермифилтрах одной высоты, возникает вопрос, кем были установлены вышеуказанные зависимости, диссертантом или другими авторами? В последнем случае необходима ссылка на источник.

4. На стр. 84 указывается, что *«Результаты, представленные в таблице 3, позволяют заключить, что Показатель КОЕ/100 снижается на 3 порядка»*. Возможно, вместо таблицы 3 речь идет о таблице 5?

5. На стр. 85 говорится, что *«При изучении микробиологических процессов было показано, что необходимо в течение первых трёх недель пропускать сточные воды для акклиматизации дождевых червей в зоне вермифилтра и колонизации микроорганизмами фильтрующих материалов и обрастания их биопленкой»*. Однако нигде в работе не приводятся результаты *«микробиологических исследований»* биопленки, формирующейся на вермифилтре в течение первых 3-х недель запуска вермифилтра. По этой причине вышеприведенное утверждение является простым предположением автора, а не результатом предпринятых им микробиологических исследований.

6. В разделе 3.5 рассматриваются *«основные преимущества, недостатки и ограничения технологии очистки сточных вод с помощью вермифилтрации»*, но абсолютно отсутствуют какие-либо ссылки на результаты исследований других авторов. При этом текст раздела начинается со слов *«Многими исследователями считается...»*.

Создается впечатление, что в разделе используются данные только самого диссертанта, но при этом ссылки на научные труды самого автора тоже отсутствуют.

7. В тексте диссертации используются некорректные термины, такие, например, как «*ростовые свойства*», «*скорость проращивания семян*», «*патентная заявка*». Возможно, речь идет о «*ростостимулирующих свойствах*» и «*энергии прорастания семян*» и «*заявке на патент*»? Латинское название дождевого червя *Perionyx excavatus* написано с ошибкой (стр. 22).

8. По тексту встречаются стилистически неудачные выражения, наподобие «*образование запахов*» (стр. 46), «*имела существенное снижение показателя...*» (стр. 48) и «*играют критическую роль*», а также рассогласования слов в предложениях (например, на стр. 83 и 86). На подписи к рисунку 8 не понятна фраза «*подзарядка подземных вод*».

9. В тексте не везде соблюдаются правила оформления рукописи, а именно: названия разделов, таблиц и рисунков выделены жирным шрифтом; в конце подписей к рисункам и таблицам, а также после номеров разделов стоят точки; таблицы выровнены по центру (нужно по левому краю); в скобках со ссылками на источники имя автора не везде отделено запятой от года. В подписи к рисунку 8 указываются обозначения букв «*а*» и «*в*», однако на самом рисунке их нет.

10. Список использованной литературы оформлен не по ГОСТ, некоторые источники, приведенные в списке литературы, не встречаются в основном тексте работы.

11. Вывод 2, в соответствии с которым «*Установлено, что одним из важнейших параметров продуктивного функционирования установки для вермифльтрации является скорость подачи сточных вод, регулируемая на основе мониторинга влажности вермифилтра, которая не должна превышать 80%*» некорректен. В тексте диссертации на стр. 79 указывается, что «*Влажность в зоне вермифилтра не превышала 75-80%*». Следовательно, исследования «*продуктивного функционирования установки для вермифльтрации*» при меньшей или большей скорости подачи сточных вод не проводились. Данных о состоянии самих червей и о качестве вермифилтрата при значениях скорости подачи сточной воды, обеспечивающих другие параметры влажности, в диссертации нет. Если параметр оптимальной влажности в 80% взят из данных других исследователей, во-первых, должны быть ссылки на их работы, во-вторых – в этом случае данный вывод не является результатом исследований самого диссертанта.

12. Вывод 3 также некорректен. Чтобы сделать заключение о том, что *«Эффективность процесса вермифльтрации возрастает при пропускании через установку сточной воды в течение 10–14 дней, что способствует обрастанию наполняющих ее материалов биопленкой из микроорганизмов»* необходимо:

– во-первых, провести параллельные исследования эффективности вермифльтрации при отсутствии предварительного периода для формирования биопленки или при другом количестве времени, используемом для запуска вермифилтра.

– во-вторых, необходимо подтвердить наличие данной биопленки после 10–14 суток пропускания сточной воды при помощи хотя бы простого микроскопирования.

На основании того, что, как пишет диссертант на стр. 85 *«в наших экспериментах в течение одной недели были достигнуты хорошие результаты очистки муниципальных сточных вод по основным показателям качества воды...»* никак нельзя сделать вывод о том, что 10–14 суток – это достаточный срок для формирования биопленки и о том, что биопленка вообще сформировалась.

Заключение

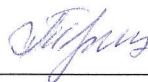
Высказанные замечания не умаляют достоинств рассматриваемой диссертации. Диссертационная работа Фарзах Фаваз Салим Фатах «Биологическая очистка сточных вод города Владимира на основе технологии вермифльтрации», является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной научной задачи разработки ключевых технологических параметров вермифльтрации сточных вод, имеющей существенное значение для развития экологически безопасных и экономически оправданных водосберегающих технологий. Результаты научных исследований Фарзах Фаваз Салим Фатах можно рекомендовать для применения в практике небольших предприятий сельскохозяйственного профиля и для очистки коммунально-бытовых стоков небольших населенных пунктов.

Диссертация соответствует требованиям п.п. 9 – 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Фарзах Фаваз Салим Фатах, заслуживает присуждения искомой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – Экология (биология).

Отзыв подготовлен доктором биологических наук, главным научным сотрудником Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства и торфа – филиала Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии

наук Н.Н. Терещенко, обсужден и одобрен на заседании межлабораторного семинара научного отдела СибНИИСХиТ – филиала СФНЦА РАН, протокол № 1 от 05 февраля 2018 года.

Главный научный сотрудник
СибНИИСХиТ – филиал СФНЦА РАН
д.б.н. (03.02.08 – Экология (биология))
Терещенко Наталья Николаевна



Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и торфа – филиал
Федерального государственного бюджетного учреждения науки Сибирского
федерального научного центра агробιοтехнологий Российской академии наук
634050, г. Томск, ул. Гагарина, 3
E-mail: sibniit@mail.tomsknet.ru
8-(382-2)-53-50-93

05.02.2018

Подпись Терещенко Н.Н. заверено

ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИСТ
ПО КАДРАМ

Терещенко Н.Н. заверено

