

## ОТЗЫВ

**официального оппонента на диссертацию Фарзах Фаваз Салим Фатах на тему: «Биологическая очистка сточных вод города Владимира на основе технологии вермифльтрации», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология)**

Актуальность исследования определяется с одной стороны необходимостью очистки канализационных сточных вод, а с другой разработкой технологий, позволяющих использовать технологические процессы с целью снижения энергозатрат для очистки сточных вод. Использование технология вермифльтрации, исключающей образование осадков сточных вод и выделение вредных газов позволяет решить экологические и технологические вопросы очистки сточных вод в сельских поселениях.

Цель и задачи исследования. В связи с этим основной целью исследования соискателя являлось решение экологических и физико-химических аспектов вермифльтрации сточных вод г. Владимира культурой *Eisenia fetida* в эксперименте. Основными задачами исследований были: а) оценка эффективности вермифльтрации технических сточных вод молокозавода культурой *Eisenia fetida* в эксперименте; б) оценка эффективности вермифльтрации муниципальных сточных вод г. Владимира культурой *Eisenia fetida* в эксперименте; в) изучение технических и экономических предпосылок для использования электрохимически активированной воды «Анолит АНК» для дезинфекции вермифилтратата; г) разработка рекомендаций по внедрению технологии вермифльтрации хозяйственных и бытовых сточных вод в султанате Оман.

Научная новизна исследования. Диссертантом впервые изучен процесс вермифльтрации сточных вод с использованием культуры *Eiseniafetida*; проведены исследования по динамике снижения уровня токсикантов в процессе вермифльтрации, выявлена возможность использования вермифилтратата в сельском хозяйстве. Установлено, что одним из важнейших параметров продуктивного функционирования системы вермифльтрации является

скорость вермифльтрации, регулируемая на основе мониторинга влажности вермифилтра, которая не должна превышать 80%. Показано, что эффективность процесса возрастает при длительном пропускании через установку сточной воды вследствие обрастания сорбентов биопленкой из микроорганизмов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Полученные результаты исследований вносят вклад в разработку теоретических основ технологии вермифльтрации и обоснования рекомендаций по практическому использованию ее при очистке сточных вод.

Представленные в диссертации экспериментальные данные являются основой для разработки и внедрения в практику технологии очистки сточных вод с применением технологии вермифльтрации в Султанате Оман.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследований соискателя обеспечивается репрезентативностью экспериментальных выборок, корректным использованием методов статистического анализа и современных аналитических методик.

Личный вклад соискателя (репрезентативность). Представленная диссертация свидетельствует о личном участии соискателя Фарзах Фаваз Салим Фатах в выполнении данной работы. Автором получен информативный материал, детально проанализированный и грамотно представленный. Результаты исследований были представлены на Международных научных конференциях (8 тезисов и статей в материалах конференций). По теме диссертации опубликовано 12 статей, в том числе 3 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, подана патентная заявка на полезную модель РФ и патентная заявка на изобретение в Султанате Оман.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 119 страницах, иллюстрирована 27 рисунками, содержит 7 таблиц. Работа состоит из 3 глав, выводов и списка использованной литературы, содержащего 167 источников, из них 122 – на иностранном языке.

Оценка содержания диссертационной работы.

*Во введении* обосновывается актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи, определены научная новизна и практическая значимость работы, приводятся основные положения, выносимые на защиту, охарактеризованы степень достоверности и апробация результатов исследования.

*В первой главе* - представлен обзор отечественной и зарубежной литературы по теме диссертационной работы. Автор определил основные экологические и технологические проблемы связанные с очисткой сточных вод. Обобщен опыт и представлены перспективы использования технологии вермифильтрации, а также механизмов действия дождевых червей при данной технологии очистки сточных вод. Соискателем подробно рассмотрены ключевые факторы, влияющие на процесс вермифильтрации сточных вод. К ним соискатель относит виды дождевых червей, наиболее адаптируемые для данной технологии, оптимальная численность популяции компостных червей, аэробность системы, качество сточных вод, их оптимальные характеристики, выбор фильтрующих компонентов. В обзоре литературы соискатель детально рассмотрел результаты современных исследований по данной проблематике. Кроме того рассмотрены также примеры практического использования крупномасштабных систем вермифильтрации для очистки сточных вод, а также выявлено преимущество данной технологии перед традиционными системами очистки сточных вод.

Достоинствами теоретического раздела работы являются отмеченные соискателем преимущества и возможности использования технологии вермифильтрации для очистки технологически различных сточных вод на основе глубокого теоретического анализа современных исследований.

*Во второй главе* диссертации - «Материалы и методы» дана характеристика и обоснован выбор объектов исследования. Приведено описание методологической базы исследования, описаны условия проведения исследований.

*В третьей главе* «Результаты и обсуждение» приведен эксперимен-

тальный материал по результатам исследований с использованием, разработанных соискателем лабораторных установок для вермифльтрации сточных вод. В качестве наполнителя и фильтрующего материала для зоны биофильтра соискателем был выбран дробленый гранит фракции 20-25 мм и 6-10 мм, также древесные опилки с мелкой стружкой, которые были предварительно отделены от древесной пыли. При оценке эффективности вермифльтрации в процессе пропускания сточной воды через биофильтр использовались пластиковые баки объёмом 45 л. В качестве субстрата для дождевых червей использовали слой «садовой земли». Площадь зоны вермифильтра составляла  $0,11 \text{ м}^2$ , а объём -  $0,011 \text{ м}^3$ . Величину популяции дождевых червей на один бак рассчитывали таким образом, чтобы их численность составила 10 000 взрослых особей/м<sup>2</sup>.

Для подачи сточной воды использовались баки ёмкостью 30 л, из которых они поступали на слой вермифильтра капельно через перфорированные ПВХ-трубки. Скорость фильтрации определялась в зависимости от эффективности очистки сточных вод и физиологического состояния червей в зоне вермифильтра. Влажность в зоне вермифильтра не превышала 75-80%. На первом этапе исследований соискателем рассмотрена эффективность вермифльтрации технических сточных вод молокозавода в зависимости от содержания в них органических веществ. По результатам исследований были сформированы две группы по величинам БПК<sub>5</sub>: от 150 до 350  $\text{O}^2/\text{дм}^3$  и от 800 до 1500  $\text{мг O}^2/\text{дм}^3$ . Согласно полученным результатам, делается вывод, что при оптимально подобранных параметрах скорости фильтрации и количества компостных червей, эффективность вермифльтрации оцениваемая по основным показателям составляет около 50% для БПК<sub>5</sub>, ХПК, общего азота и ОВВ.

На следующем этапе эксперимента оценивалась возможность использования технологии вермифльтрации для сточных вод с высоким содержанием органических веществ, обладающих максимальной удобрительной активностью. Полученные результаты выявили возможность использования

данной технологии для очистки сточных вод с очень высоким уровнем содержания органических веществ, когда показатель БПК<sub>5</sub> находится в диапазоне величин от 1000 до 1500 мг O<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. С целью изучения динамики эффективности вермифльтрации в условиях многодневного эксперимента, достижения более эффективного процесса очистки сточных вод соискателем была создана установка с суммарной высотой слоёв биофильтра 45 см при соотношении высоты к диаметру 1,18. Для этого была использована пластиковая ПВХ канализационная труба диаметром 16 см. Предпосылкой к использованию другой высоты упакованных слоёв в вермифильтрующей установке является ее непосредственное влияние на показатели ХПК, удаление аммиака NH<sub>3</sub>-N и общего азота, кроме того по мнению ряда авторов регулирование высоты упаковочных слоёв в вермифилт্রে приводит к различным аэробно-анаэробным процессам в микросреде. В качестве наполнителя вермифильтров данной установке был использован строительный щебень. В верхний слой садовой земли заселяли популяцию дождевых червей (150 взрослых особей).

Полученные соискателем результаты позволили заключить, что при оптимально подобранных параметрах скорости фильтрации и количества компостных червей, эффективность вермифльтрации в колонках с сформированной микробиотой, оцениваемая по величинам ОВВ, БПК<sub>5</sub> и ХПП составляет от 45 до 60%. Показатель КОЕ/100 снижается на 3 порядка. Полученные в результате экспериментов результаты позволили заключить, что эффективность процесса вермифльтрации возрастает при пропуске через установку сточной воды в течение 7 дней в результате обрастания наполняющих ее материалов биопленкой из микроорганизмов.

Вермикультура в составе вермифильтра при взаимодействии с почвенными микроорганизмами, иммобилизованными на биофильтре, удаляет из сточных вод органические и неорганические загрязнители в результате их поглощения и биодegradации. С целью определения фитотоксичности и ростовых свойств очищенной вермифльтрацией препарата сточной воды был

проведен тест на проращивание семян. Было выявлено, что вермифильтрат сточных вод обладает рост-стимулирующей активностью для семян тритикале. В эксперименте с использованием электрохимически активированной воды «Анолит АНК» для удаления остаточной микрофлоры в вермифильтрате с целью его дезинфекции было выявлено, что использование электроактивированной воды «Анолит АНК» является новым, безопасным и дешевым способом для дезинфекции сточных вод. В заключении соискатель детально анализирует полученные результаты исследований. Отмечается, что рассмотренная в представленных соискателем экспериментах технология вермифилтрации не является альтернативой очистки сточных вод в аэротенках, это способ получения технической воды, пригодной для ирригации, обогащенной органическими веществами, продуктами метаболизма дождевых червей.

Результаты исследований показывают, что вермифилтрация может использоваться в качестве альтернативы традиционным способам очистки сточных вод. Отмечается, что в ходе проведения экспериментов была разработана автоматизированная система вермифилтрации по очистке сточных вод, которая должна обеспечивать минимальные затраты физического труда и времени при очистке сточных вод в зависимости от типа сточных вод, мощности и конструктивного исполнения установки; контролирования режимов гидравлического удерживания и гидравлической нагрузки в системе.

Диссертационная работа Фарзах Фаваз Салим Фатах завершена выводами, которые логично вытекают из поставленных цели и задач, ясно отражают результаты проведенных исследований. Выводы соответствуют содержанию работы, достоверны и обоснованы. Автореферат полностью отражает структуру и содержание диссертации. Диссертация написана грамотно, оформлена в соответствии с требованиями государственного стандарта, главы диссертации логически связаны. Основные научные результаты соискателя опубликованы в рецензируемых изданиях, рекомендуемых ВАК, в тексте диссертации имеются ссылки на публикации, входящие в библиографиче-

ский список.

Основные идеи и выводы, представленные в диссертации изложены в автореферате.

Таким образом, проведенные соискателем лабораторные исследования по разработке способа биологической очистки сточных вод г. Владимира на основе технологии вермифильтрации, квалифицированная интерпретация результатов исследований в сочетании с детальным аналитическим обзором подтверждает высокую значимость проведенных исследований, продолжающих экологическое и биологическое направления в проблематике исследований связанных с биологической очисткой сточных вод. Все это свидетельствует о серьезной научной подготовке соискателя. В тоже время по диссертационной работе имеется ряд замечаний.

1) В содержании диссертации соискатель излишне детально приводит наименование подразделов диссертации, особенно в литературном обзоре, материалах и методах исследований.

2) Соискатель в актуальности исследований акцентирует внимание на использовании рассмотренной на основе лабораторных экспериментов технологии вермифильтрации в сельских поселениях. В диссертации же данная технология раскрывается на примере очистки сточных вод г. Владимира.

3) Соискатель в экологической части исследований не рассматривает влияние технологии вермифильтрации на микроэлементный состав очищенных сточных вод и субстрата (садовой земли, опилок).

4) Соискатель в работе акцентирует внимание на изучении микробиологических процессов при обработке бытовых сточных вод с помощью вермифильтрации, в то же время кроме ХПК, БПК<sub>5</sub> и КОЕ/100 мл им более ничего из микробиологии патогенной микрофлоры в сточной воде и субстрате не рассматривается.

5) Представленные в задачах исследований рекомендации по внедрению технологии вермифильтрации хозяйственных и бытовых сточных вод в султанате Оман в диссертации представлены кратко в заключении.

Приведенные замечания носят частный характер и не снижают значимости проведенного исследования.

Заключение. По актуальности темы, степени ее экспериментальной и теоретической значимости для проблемы биологической очистки сточных вод, а также стилю изложения и оформлению диссертация Фарзах Фаваз Салим Фатах на тему: «Биологическая очистка сточных вод города Владимира на основе технологии вермифильтрации» является законченной исследовательской работой, выполненной на высоком экспериментальном уровне.

**Диссертационная работа полностью соответствует требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата биологических наук, а ее автор –Фарзах Фаваз Салим Фатах заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.02.08 – экология (биология).**

Ведущий научный сотрудник

ФГБНУ ВНИИОУ доктор с.-х наук

(06.01.04. – агрохимия), профессор

 – В.А. Касатиков

Подпись В.А. Касатикова заверяю

Начальник отдела кадров

ФГБНУ ВНИИОУ



\_\_\_\_\_ О.В. Евдокимова

Касатиков Виктор Александрович

ФГБНУ ВНИИОУ

601390, Владимирская область,

Судогодский район, п. Вяткино

Тел: 8(4922) 42-61-50

e-mail: kasv47@yandex.ru

*19.02.2018*