

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук, профессора **Оськина Сергея Владимировича** на диссертационную работу «Совершенствование технологического процесса озонной дезинсекции зерна», представленную к публичной защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. – Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса в диссертационный совет 35.2.008.01 при ФГБОУ ВО «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I»

Актуальность темы диссертации

Зерно составляет основу продовольственной безопасности страны, являясь сырьем для пищевой промышленности и важнейшим экспортным ресурсом. Проблема сохранения качества зерна при длительном хранении остается одной из наиболее острых. Современное сельское хозяйство старается производить экологически чистую продукцию.

Известно, что применение фумигантов и инсектицидов приводит к накоплению токсичных остатков в зерне, что представляет прямую угрозу здоровью потребителей. Также установлено, что устойчивость вредителей к химическим препаратам требует постоянного увеличения дозировок или смены вида препарата. Эти факторы в совокупности приводят к необходимости поиска альтернативных, более безопасных методов защиты зерна.

Технология озонной обработки имеет высокий потенциал для практического применения. Будучи мощным окислителем, озон гарантированно уничтожает всех вредителей, а его короткий период жизни исключает какое-либо остаточное воздействие на окружающую среду и конечный продукт. Для практического применения необходима разработка доступной для сельскохозяйственных работников технологии озонирования с обоснованными параметрами. Существующие технологии озонирования энергоёмки, требуют специализированного оборудования и не адаптированы для сельскохозяйственного производства.

В связи с этим, актуальность диссертационной работы Пожидаева Ильи Алексеевича, направленной на совершенствование технологического процесса озонной дезинсекции зерна, является актуальной темой.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, их достоверность и новизна

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций работы обеспечивается применением современных методов исследования и подтверждается результатами теоретического и экспериментального анализа.

Практическая значимость работы подтверждается успешным внедрением результатов в производственную деятельность КФХ «Виктория», учебно-научно-технологический центр «Агротехнология» ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. Результаты исследований используют в учебном процессе ФГБОУ ВО "Воронежский ГАУ", а также применяются в ООО «Воронежсельмаш» при

разработке перспективных конструкций зернохранилищ консорциума «KOBlik GROUP».

По результатам диссертационной работы сформулированы девять основных выводов.

Первый вывод получен по результатам проведенного анализа литературных источников и содержит сравнительную характеристику современных способов дезинсекции зерна и показывает преимущества озонотехнологии. Однако не доказывает экономическую эффективность данной обработки. Вывод носит констатирующий, обобщающий характер и отвечает первой задаче исследований.

Второй вывод демонстрирует установленные зависимости для процессов диффузии и разложения озона в зерновой массе. Вывод имеет научную новизну, теоретическое подтверждение и связан со второй задачей исследований. В то же время не имеет цифрового материала, показывающего сравнительные скорости поглощения и разложения озона, что затрудняет определение значимости полученных результатов.

Третий вывод посвящен созданию программного обеспечения для автоматизации обработки экспериментальных данных, что отвечает третьей задаче исследований. Практическая ценность вывода подтверждается свидетельством о государственной регистрации программы для ЭВМ. Однако трудно подтвердить тезис «программа позволяет установить необходимую дозу озонной обработки с учётом параметров математического ожидания и стандартного отклонения, обеспечивающую 100% эффективность дезинсекции от конкретных зерновых вредителей». Практически невозможно доказать то, что программа обеспечит 100% эффективность дезинсекции.

Четвертый вывод раскрывает новые конструктивные особенности разработанного технического средства для озонотехнологии хранения зерна, что подтверждает полученный патент РФ на полезную модель. В то же время имеет слабую связь с четвертой задачей исследований, которая говорит, что нужно обосновать технологическую схему озонной дезинсекции зерна.

Пятый вывод получен на основе экспериментальных исследований четвертого раздела и содержит рекомендованные дозы озонотехнологии для различных видов вредителей. Частично отвечает пятой задаче исследований. Однако в нём отсутствуют данные по закономерностям гибели зерновых вредителей, как указано в задаче исследований. Вывод имеет важное практическое значение для сельхозпроизводителей.

Шестой вывод вытекает из результатов экспериментальных исследований и определяет эффективные дозы озона для подавления развития патогенов. Вывод содержит конкретные параметры, но такой задачи исследователь не ставил.

Седьмой вывод содержит информацию об оценке экономической целесообразности хранения зерна с возможностью периодического озонирования с целью дезинсекции. В выводе указано, что вместимость усовершенствован-

ного хранилища составляет 1000 тонн, но не указано: как часто проводится озонирование, каковы энергозатраты, какие изменения требуются в конструкции зернохранилища. Вывод имеет конкретные цифры, однако приведена излишняя точность: эффект рассчитан до копеек, что в современности не может быть достигнуто. Вывод не связан с задачами исследований.

Восьмой вывод направлен на дачу рекомендаций производству по применению устройства для хранения зерна (патент РФ на полезную модель № 230414) с проведением озоновой обработки с дозой озона не менее $4000 \text{ мг} \cdot \text{мин} / \text{м}^3$ с целью уничтожения вредителей и не менее $15800 \text{ мг} \cdot \text{мин} / \text{м}^3$ против грибковых заболеваний. В выводе говорится, что сократятся потери зерна, однако не приведён процент сокращения. Вывод не связан с задачами исследований.

Девятый вывод определяет перспективные направления дальнейших исследований по совершенствованию технологии озоновой обработки зерна от развивающихся в нём вредителей. Вывод не связан с задачами исследований.

Научная новизна и практическая значимость диссертационной работы

Научную значимость материалов диссертации составляют:

- зависимость скорости озонопоглощающей способности зерна на основе законов диффузии озона через поверхность зерна;
- зависимость скорости разложения озона в зерновом ворохе на основе законов диссоциации газа;
- закономерности гибели различных зерновых вредителей от дозы озоновой обработки.

Практическую значимость работы имеют:

- алгоритм и компьютерная программа обработки экспериментальных данных и определения режимов озоновой дезинсекции зерна;
- режимы дезинсекции зерна озоновоздушной смесью с рекомендованными дозами.

Большая часть научной новизны и практической значимости диссертационной работы подтверждается научными публикациями, изданными в открытой печати и апробацией на научных конференциях и всероссийских конкурсах.

Оценка содержания диссертации в целом

Диссертационная работа состоит из введения, пяти разделов, заключения, списка условных сокращений, списка литературы из 130 наименований и двух приложений. Диссертация изложена на 145 страницах, включая 31 рисунок и 27 таблиц.

Во введении обоснована актуальность темы диссертации, её научная и практическая значимость, сформулированы цель и задачи исследования, а также отражены основные научные положения, выносимые на защиту, сте-

пень достоверности и апробация результатов, представлен личный вклад соискателя, количество публикаций, структура и объём диссертации.

В первом разделе «Анализ способов дезинсекции зерна и обоснование применения озонной обработки при борьбе с зерновыми вредителями» для формирования цели и задач исследования автором осуществлен системный анализ литературных источников, затрагивающих проблематику исследований по диссертационной работе. Проведена систематизация и критическое осмысление научного опыта отечественных и зарубежных исследователей в области применения озоновых технологий в зерновом производстве.

Во втором разделе «Теоретические основы озонной дезинсекции зерна» выполнен анализ ранее известных исследований по изменению концентрации озона в газовой смеси при обработке зерна. Учитывая результаты предыдущих исследователей, разработан ряд теоретических зависимостей, вносящих вклад в развитие теории взаимодействия озонозооной среды с зерновой массой и вредителями.

В третьем разделе «Программа и методика экспериментальных исследований» подробно излагаются программа и методика экспериментальных исследований, а также проводится анализ полученных результатов.

В четвертом разделе экспериментальных исследований представлена разработанная и зарегистрированная программа для ЭВМ (свидетельство №2023611221), позволяющая рассчитывать необходимые дозы озонной обработки против вредителей зерна. Экспериментально подтвержден экспоненциальный закон разложения озона. Представлено устройство для хранения зерна и семян зерновых культур, защищенное патентом РФ на полезную модель (№230414), повышающее эффективность контроля зараженности зерна. Установлены необходимые дозы озона для уничтожения амбарного долгоносика, рисового долгоносика, булавосого хрущака, зернового точильщика, бабочек зерновой моли, гусениц зерновой моли, составляющие 1420, 1819, 2306, 2087, 1091 и 4006 мг·мин/м³ соответственно. Для подавления таких патогенов как *Alternaria*, *Fusarium* и *Helminthosporium* необходимая доза озона должна превышать значение 15795 мг·мин/м³.

В пятом разделе «Оценка экономической эффективности применения озонной дезинсекции зерна» установлено, что применение технологии озонной обработки зерна против вредителей целесообразно. Расчет показал, что при капитальных вложениях 940800 рублей годовой экономический эффект равен 548467,45 рублей при сроке окупаемости 2,8 года.

В заключении представлены выводы, с включением рекомендаций и перспектив дальнейшей разработки темы.

**Полнота опубликования основных результатов работы в печати и
соответствие содержания автореферата основным
положениям диссертации**

Основные положения диссертации опубликованы в 18 научных работах, в том числе 5 научных статей в изданиях из перечня ведущих рецензиру-

емых научных изданий, имеется два патента РФ на полезные модели и одно свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ.

Опубликованные материалы по результатам исследований достаточно полно отражают основное содержание диссертации.

Автореферат соответствует предъявляемым требованиям, содержит краткое изложение материала диссертации. Текст изложен в логичной последовательности, связанной с основной работой. Выводы не имеют отклонений от их изложения в диссертации. Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Замечания по диссертационной работе

1. В названии и в цели работы нужно было бы уточнить: на какие объемы продукции ориентирована данная технология. На мой взгляд, это не большие ёмкости до 5 т.

2. Вызывает сомнение последний пункт новизны по концентрации озона 5 мг/м^3 для уничтожения насекомых-вредителей. Данная концентрация обычно используется для стимуляции роста и повышения посевных качеств зерна. По данным профессора Нормова Д.А. и его учеников, для уничтожения необходима концентрация озона выше 100 мг/м^3 , а Штанько Р.И. предлагал $1,35 \text{ г/м}^3$.

3. В научной новизне не указаны особенности предлагаемой технологии: с какой периодичностью проводить обработку во время хранения, какая производительность озонатора и какой объём продукции он способен обрабатывать. Возможно, окажется, что для больших складов с такой энергетикой это будет экономически нецелесообразно.

4. В классификации на стр.19 не хватает механического способа обработки, который часто используют фермеры, например, перелопачивание.

5. В параграфе 1.2 мало уделено внимания технологиям озонной обработки, разработанным во ВНИПТИМЭСХ (г. Зеленоград) и в КубГАУ, где предлагалось проводить забуривание в бурты шнеков с отверстиями для подачи озона.

6. Анализ литературных источников, проведённый соискателем, подтверждает необходимость применения высоких концентраций озона, значительно выше предлагаемых автором (более чем в 500 раз). Увеличение времени обработки (достижение необходимой дозы) может не привести к положительному результату, так как скорости поглощения и разложения озона в зерновой массе высокие.

7. На стр. 44 приведена формула 2.12, но не указано для какого зерна это справедливо: пшеница, горох или кукуруза. Данное допущение можно рассматривать, если это отдельная зерновка, а не слой семян.

8. Соискатель на стр. 49 указывает, что пренебрегает химическими процессами, а это очень спорно. Например, в работах профессора Васильева А.Н., наоборот, говорится, что это основные процессы. При озонировании в работах Васильева А.Н. отмечается сильное изменение влажности зерна.

9. На стр. 51 соискатель говорит, что его исследования позволяют установить режим озонной дезинсекции на основе законов диффузии озона через поверхность зерновки. Хочется увидеть причем здесь дезинсекция.

10. Соискатель не объясняет, чем его не устраивают ранее полученные многими учёными скорости разложения озона (стр.52). Зачем проводить исследования для подтверждения гипотезы об экспоненциальном законе скорости разложения озона?

11. Почему соискатель в своих исследованиях не учитывает температуру (например, уравнение 2.54)? Ведь многие учёные дополнительно ставят блок охлаждения воздуха для большей эффективности. Кроме того, нужно учитывать и влажность воздуха.

12. Автор ставил цель усовершенствовать технологию озонной обработки, а в теоретической главе нет даже слов о технологии.

13. В методике 3.4.3 не указано: как определяли, что вредитель погиб; какое количество вредителей было в начале; как их высчитывали; было ли в каждом эксперименте изначально одинаковое количество вредителей; какого типа озонатор; с какой концентрацией подавался озон; с какой влажностью и температурой был воздух; какова влажность зерна и какая культура исследовалась.

14. Почему соискатель еще проводил эксперименты по микрофлоре зерна, ведь это отдельные глубокие исследования нужно проводить, и, тем более, он себе такой задачи исследований не ставил?

15. Все эксперименты нужно фиксировать и привязывать к объёму зерна, характеристикам озонатора и соответствующей энергетике. Так, с точки зрения энергетике, это может быть неосуществимо для больших объёмов продукции.

16. Судя по алгоритму на стр.69 (рис.3.2), программа не имеет обратной связи по фактическому состоянию зерна и концентрации озона в слое. Программа имеет блоки по статистике и вероятностным характеристикам (особенно по законам распределения), о которых соискатель не упоминал. Нет обоснования о принятом нормальном законе распределения случайных величин.

17. На стр. 51 соискатель справедливо делает вывод о том, что часть озонозовоздушной смеси абсорбируется самим зерном. Предыдущие исследователи установили, что это наиболее существенная часть. Автор данной работы не приводит своих показателей о том, какая часть будет поглощаться.

18. На стр. 48 сказано, что «При нормальных условиях хранения зёрен и семян в зернохранилище коэффициент диффузии, может считаться постоянным». Такое допущение очень грубое, так как известно, что семена дышат и могут изменять этот параметр.

19. В выводах главы 2 нет цифрового материала и отсюда непонятно, что соискатель собирается подтверждать экспериментом.

20. В своих теоретических исследованиях соискатель не учитывает самих вредителей и их количество, что может изменить полученные результаты.

21. На стр.83 нет объяснения расхождения теоретической и экспериментальной констант разложения озона.

22. В экспериментах отсутствуют самые главные данные по константам поглощения озона.

23. В экономической части нет данных по количеству озонаторных установок при обработке 1000 т зерна. Не указывается, сколько раз за сезон нужно будет проводить обработку по данной технологии. При этом наблюдается резкое потребление электроэнергии, что приведёт к увеличению себестоимости продукции. В экономической части не учитывается большое количество дополнительных затрат на сооружение систем подачи озона в бурты. При дисконтировании заложен низкий уровень банковской ставки (на сегодня 21%) и не учитывается инфляция.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней

Представленная диссертация Пожидаева Ильи Алексеевича «Совершенствование технологического процесса озонной дезинсекции зерна» соответствует паспорту специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса», а именно пунктам 1 «Свойства сельскохозяйственных сред и материалов, как объектов технологических воздействий, транспортировки и хранения» и 2 «Теория и методы технологического воздействия на объекты сельскохозяйственного производства (почву, растения, животных, зерно, молоко и др.)». Диссертация является законченной самостоятельной научно-квалификационной работой, в которой изложены новые, научно обоснованные технические решения по поддержанию качества зерна при хранении в зернохранилищах АПК, имеющие существенное значение для развития страны, что соответствует критериям, установленным п. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842.

Автореферат отражает содержание и основные положения диссертации.

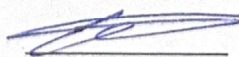
Пожидаев Илья Алексеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса».

Официальный оппонент:

заведующий кафедрой электрических машин и электропривода
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет
имени И.Т. Трубилина», профессор, доктор технических наук
по специальности 05.20.02 – «Электротехнологии и
электрооборудование в сельском хозяйстве»

Россия, 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13
тел: +7 (861) 221-59-02, e-mail: kgauem@yandex.ru

«24» ноября 2025 г.


(подпись)

Оськин Сергей Владимирович

ПОДПИСЬ
ЗАВЕРЯЮ
ЗАМ. НАЧАЛЬНИКА ОТДЕЛА
КАДРОВ О.А. АЗДРАКОВ

