ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, профессора, профессора кафедры «Технологические системы АПК», ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет» Дринча Василия Михайловича, на диссертационную работу Салапина Ильи Михайловича «Обоснование параметров протравливателя семян», представленную к защите в диссертационный совет 35.2.031.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П. А. Костычева» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Актуальность темы исследования

В технологии производства зерна важное место занимает предпосевная обработка семян для обеспечения их надежной защиты и проростков от широкого спектра грибных заболеваний и вредителей и являющаяся одним из наиболее точечных методов химической защиты с.-х. культур. Для нанесения оптимальных доз активных компонентов на поверхность семян - размер которых в ряде случаев сопоставим с кончиком шариковой ручки – используется специализированное оборудование.

В последнее время для нанесения химических и биологических препаратов применяют различные технологии и оборудование в т.ч. для нанесения искусственных оболочек на поверхность семян. Традиционное протравливание семян менее эффективно по сравнению с инкрустацией, дражированием, но в практике применяется более часто. Процесс протравливания семян в технологиях предпосевной подготовки семян является наиболее сложным и экологически не безопасным. Протравливающие машины, применяющиеся в отечественном производстве и зарубежом независимо от их типов конструкций не соответствуют требованиям равномерности покрытия зерновок обрабатываемыми препаратами, а многие из них, особенно мобильные протравливатели существенно травмируют семена в процессе обработки. Неравномерно обработанные и травмированные семена приводят к снижению урожая и его качества. В связи с этим диссертационная работа, направленная на повышение равномерности покрытия зерновок и снижения травмирования семян в процессе предпосевного химического протравливания, является безусловно актуальной научной и практически значимой задачей.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность и новизна

Научная обоснованность положений, выводов и рекомендаций диссертации не вызывает сомнений. Автор использовал методологический подход, сочетающий теоретическое моделирование и экспериментальные исследования, что позволило всесторонне рассмотреть поставленные задачи. В процессе

выполнения работы автор разработал натурный образец мобильного протравливателя, включающий предложенный смеситель барабанного типа, что позволило проверить полученные теоретические результаты и обоснованные его параметры в хозяйственных условиях. Разработка, изготовление и апробация натурного образца, а также последующая обработка и интерпретация полученных данных обеспечили надёжность результатов. Достоверность результатов подтверждается применением современных методов исследования, математического моделирования, статистической обработки данных и сопоставлением теоретических и экспериментальных результатов. К числу значимых научных достижений следует отнести теоретическое обоснование параметров барабанного смесителя, направленное на повышение равномерности покрытия семян препаратами и снижение повреждений семян. Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов при совершенствовании существующих мобильных протравливателей и повышении качества предпосевной обработки семян.

Таким образом, диссертационная работа характеризуется достаточной степенью научной обоснованности, достоверности, новизны и практической значимости.

Первый вывод сформулирован на основании анализа первой главы диссертации. Констатирует основной недостаток конструкций протравливателей – отсутствие стопроцентного покрытия семенного материала защитными средствами. В выводе «предложено внедрение барабанных протравливателей для обеспечения равномерного покрытия семян ядохимикатом».

Замечание по выводу. В выводе допущена терминологическая неточность. В работе исследован один тип протравливателей – камерный. Автором предложен барабанный смеситель к камерному протравливателю, но не отдельный барабанный протравливатель.

Второй вывод является итогом исследования, описанного во второй главе диссертации. По результатам теоретических исследований установлено, что движение семян зависит от радиуса барабана, условий взаимодействия частиц с поверхностью и частоты вращения. Также обоснованы подходы к оценке качества смешивания и определены параметры, обеспечивающие требуемую производительность установки.

Третий вывод представляет оптимальные параметры смесителя барабанного типа, установленного на камерном протравливателе.

Замечание по выводу. В выводе не указано на каких семенах проводились обоснования параметров и при какой производительности.

Четвертый вывод сформирован на основании четвертой главы диссертационного исследования. Представлены оптимальные параметры барабанного смесителя для производительности протравливателя 10 т/ч. Приведен размер «выходных отверстий…».

Замечание по выводу. Из вывода неясно, указанная производительность протравливателя 10 т/ч к каким семенам относится. Видимо в данном случае более уместен термин «выгрузных отверстий…» вместо «выходных отверстий…». Для большей полноты вывода видимо следовало бы указать количество выгрузных отверстий на смесительном барабане.

Пятый вывод. Указано, что «использование протравливателя семян с барабаном обеспечивает более равномерное покрытие защитными средствами». Приведена экономическая эффективность разработанного мобильного протравливателя с барабанным смесителем по сравнению с протравливателем ПС-10, отмечается увеличение урожайности на 11,5% при обработке семян на разработанном протравливателе.

Замечание по выводу. Видимо в первой части вывода следовало бы вместо «использование протравливателя семян с барабаном обеспечивает более равномерное покрытие защитными средствами» привести более конкретизированное предложение.

Значимость для науки и практики полученных результатов

Научная новизна исследования заключается в установлении:

-теоретических зависимостей движения семян в барабане протравливателя;

-аналитических зависимостей для обоснования параметров протравливателя семян.

Теоретическая значимость заключается в обосновании аналитических зависимостей определения рациональных параметров барабанного смесителя камерного протравливателя, позволяющие повысить равномерность распределения жидких протравителей на семенах, предварительно прошедших обработку в камере протравливателя.

Практическая значимость работы заключается в обосновании оптимальных конструктивно-технологических параметров мобильного камерного протравливателя, оснащенного барабанным смесителем.

Оценка содержания диссертации, её завершенность в целом и замечания по её оформлению

Структура диссертации включает введение, пять основных глав, заключение и список использованной литературы (144 наименования). Объем работы составляет 162 страницы, на которых размещены 109 рисунков и 19 таблиц.

Во введении диссертационной работы обоснована актуальность выбранной проблематики и проанализирована степень изученности вопроса. Сформулированы цель и задачи работы, охарактеризована методологическая база, а также раскрыты научная новизна и значимость исследования. Сформулированы ключевые положения, выносимые на защиту. Также представлены

сведения об апробации работы на профильных конференциях и публикационной активности автора.

Первая глава «Состояние вопроса и задачи исследования» посвящена анализу состояния проблемы предпосевной обработки семян. Рассмотрены конструктивные особенности существующих протравливателей и факторы, влияющие на качество их работы. Детально проанализировано транспортное оборудование, применяемое в технологиях послеуборочной обработки зерна и подготовки семян. Установлено, что актуальной задачей остается совершенствование рабочих органов с целью снижения повреждений семенного материала при сохранении высокой равномерности нанесения ядохимикатов. По итогам обзора обоснованы задачи исследования, направленные на повышение эффективности процесса протравливания.

Замечания по главе. В главе недостаточно освещены технологии и технические средства предпосевной обработки семян альтернативные к протравливанию.

На стр. 40 в третьей задаче исследований следовало бы конкретизировать ее в следующей редакции: 3. Обоснование и уточнение параметров смесительного барабана камерного протравливателя.

Во второй главе «Теоретические исследования движения зерна в барабане» рассматривается теоретическое обоснование работы барабанного протравливателя семян и анализ того, как зерно движется внутри вращающегося барабана. Описана конструкция барабанного смесителя. Особое внимание уделено параметрам, которые позволяют равномерно наносить препарат, уменьшать повреждение семян и обеспечивать нужную производительность. Движение частиц по внутренней поверхности барабана изучалось с помощью метода кинетостатики, и было установлено, что оно имеет пульсирующий характер. Расчёты показали, что при увеличении угла подъёма и неизменной частоте вращения скорость перемещения зерна снижается. Это позволило описать переходные режимы и закономерности перераспределения семян внутри устройства. Кроме того, в главе предложен вероятностный подход к оценке полноты покрытия семян на основе цепей Маркова, и показана возможность моделирования процесса в Python. Также разработана модель истечения семян через разгрузочные отверстия, на основе которой определены их размеры и режим работы для обеспечения необходимой производительности.

Замечания по главе. На стр. 58 из приведенного графика на рис. 2.8 не ясно на каком зерне были проведены расчеты и при каких параметрах барабанного смесителя была получена данная зависимость.

В первом параграфе (сверху) на стр. 58 указано, что для обеспечения пропускной способности около 10 тонн в час необходимы отверстия размером 0,05 на 0,10 метров. Видимо при этом необходимо указать и количество отверстий.

В третьей главе «Программа и методика экспериментальных исследований протравливателя» описаны программа экспериментальных

исследований и методы, с помощью которых оценивали его работу. Основное внимание уделялось подбору параметров барабана, таких как угол наклона и частота вращения, чтобы определить их влияние на полноту покрытия семян и их повреждения. Для этого применяли лабораторные установки, фотофиксацию, микроскопический анализ и программную обработку изображений, в том числе в ImageJ. Приведены методики исследования физико-механических свойств семян, включая коэффициент трения, прочностные свойства. Для исследования неравномерности распределения препарата в смесителе барабана применен цифровой анализ фотографий и цветовых характеристик. Приведена методика проведения полевых испытаний.

Замечания по главе. На стр. 61 в табл. 3.1. приведена матрица планирования эксперимента по полноте покрытия и проценту повреждения. Из данной матрицы не ясно какие опыты, их количество и в какой последовательности они были выполнены в соответствии с этой матрицей. Не ясно какие повторности опытов при определении полноты покрытия и поврежденности семян.

Из методики определения физико-механических свойств семян (стр. 64) неясно какой объем выборок семян (количество штук) и каким образом они были взяты из обрабатываемого материала.

Четвёртая глава «Результаты экспериментальных исследований транспортирующих и смесительных устройств протравливателя семян» посвящена экспериментальному обоснованию рациональных параметров барабанного протравливателя. В ходе лабораторных исследований установлено, что на полноту покрытия семян протравливающим составом и их повреждения наиболее существенно влияют угол наклона и частота вращения барабана. Определены рациональные параметры угла наклона смесительного барабана к горизонту 14° и частота его вращения 35 об/мин. Установлена зависимость коэффициента трения, прочности и деформации семян от их влажности, что имеет важное значение для выбора параметров транспортирования и смешивания. На основе проведённых испытаний определены параметры, обеспечивающие требуемую производительность барабана на уровне 10 т/ч. Применение фотоколориметрического метода и программного комплекса ImageJ позволило объективно оценить равномерность и полноту протравливания семян. Полевые испытания подтвердили, что опытный образец протравливателя обеспечивает качественную обработку семян и повышение урожайности по сравнению с протравливателем семян ПС-10, который выпускается отечественной промышленностью.

Замечания по главе. На стр. 79 приведено уравнение регрессии, представляющее зависимость полноты покрытия семян от частоты вращения барабана и его угла наклона к горизонту. Однако, не ясно учитывалась ли при этом эффективность обработки семян в камере протравливания (т.е. обработки их до того, как они поступают в смесительный барабан).

Пятая глава «Экономическая эффективность применения модернизированного протравливателя семян» посвящена оценке экономического эффекта внедрения разработанного оборудования в производственный процесс. В работе проведён сравнительный анализ модернизированного

протравливателя и серийной машины ПС-10 по основным технико-экономическим показателям при обработке семян на площади сева 200 га. Показано, что при равной производительности новый агрегат обеспечивает снижение прямых затрат за счёт меньшей балансовой стоимости, уменьшения расходов на амортизацию и ремонт. Дополнительно учтён экономический эффект от повышения урожайности, который формирует основную часть годовой выгоды от применения модернизированного протравливателя. Расчёты показали, что годовой экономический эффект составляет 1 032,8 тыс. руб., а срок окупаемости капитальных вложений — около 5 месяцев.

Замечания по главе. Из материалов главы не ясно почему экономический эффект рассчитывали исходя из площади посева 200 га.

В диссертации представлен библиографический перечень использованных источников. В приложениях к работе содержатся расчетные параметры производительности барабана, протоколы проведенных испытаний и акт о внедрении протравливателя в производство.

Оценка диссертационной работы в целом

Представленная диссертационная работа соответствует требованиям паспорта специальности 4.3.1 «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса» и направлена на решение важной задачи – совершенствования процесса предпосевной обработки семян путем повышения полноты покрытия семян препаратом и снижения их повреждаемости в процессе обработки. Научная новизна работы представлена во второй главе, содержащей теоретическое обоснование динамики движения семян в смесительном барабане и математические зависимости для определения оптимальных параметров устройства. Достоверность выводов подтверждена экспериментами и полевыми исследованиями с использованием современных методов фотоколориметрии и цифрового анализа. Сравнительный анализ с серийным протравливателем ПС-10 показал, что разработанный камерный протравливатель со смесительным барабаном обеспечивает стабильную производительность до 10 т/ч и высокое качество равномерного нанесения распыленных капель препарата. Экономическая эффективность внедрения подтверждает практическую значимость исследования. Работа является завершенным научным трудом, имеющим высокий потенциал для практического применения в АПК

Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации

Основные положения диссертации отражены в четырех научных статьях, опубликованных в рецензируемых изданиях из перечня ВАК РФ. Суммарный объем публикаций составляет 7,3 п.л., личный вклад соискателя – 3,6 п.л. Текст диссертации и автореферата написан на высоком научно-техническом уровне. Содержание автореферата полностью отвечает установленным требованиям и в полной мере раскрывает ключевые научные результаты, представленные к защите.

Заключение о соответствии диссертации критериям,

установленным Положением о присуждении ученых степеней

Диссертация И. М. Салапина, на тему «Обоснование параметров протравливателя семян» представляет собой законченную научно-квалификационную работу. В ней успешно решена актуальная для агропромышленного комплекса научная задача повышение равномерности обработки семян в процессе протравливания и снижение повреждаемости семян. Тематика исследования полностью отвечает требованиям паспорта специальности 4.3.1. «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса».

Представленная работа по уровню научной новизны, практической значимости и полноте проведенных исследований в полной мере соответствует критериям, предъявляемым к кандидатским диссертациям согласно Положению о присуждении ученых степеней (постановление Правительства РФ № 842). Илья Михайлович Салапин достоин присуждения искомой степени кандидата технических наук по указанной специальности.

Официальный оппонент:
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры «Технологические
системы АПК» ФГБОУ ВО Арктический ГАТУ

12.11.2026 г. Дринча Василий Михайлович

Подпись Дринча Василия Михайловича заверяю:

Дринча Василий Михайлович, научная специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Арктический государственный агротехнологический университет»

677008, Республика Саха /Якутия/, город Якутск, ш. Сергеляхское 3 км, д. 3

Тел.: 8-916-836-90-27

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Арктический государственный агротехнологический университет»

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ
Начальник отдела кадров
12 . 11 2026 г.