

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Эксплуатация и ремонт машин» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский государственный аграрный университет» Калимуллина Марата Назиповича, на диссертационную работу Тетерина Владимира Сергеевича «Совершенствование технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля», 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 доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Актуальность темы исследования

Картофель остается одним из самых востребованных и потребляемых продуктов как в мире, так и в России. Он внесен в перечень социально значимых продуктов России ввиду его не высокой стоимости и большому содержанию в нем питательных веществ минералов и витаминов необходимых человеческому организму. Помимо этого, картофель широко применяется как техническая культура, а в настоящее время проводятся исследования об использовании компонентов картофеля в медицине.

Несмотря на все это для получения стабильного и качественного урожая необходимо проводить ряд технологических операций, таких как применение пестицидов для защиты от вредителей и болезней и внесение минеральных удобрений для развития картофеля. Однако существующие технологии не в полной мере отвечают экономическим и экологическим критериям производства, оказывая негативное воздействие на окружающую среду в результате перерасхода удобрений и пестицидов или не полного их усвоения, а применение пестицидов угнетает культурное растение и зачастую сказывается на качестве конечного продукта. Следовательно, применяемые технологии, а также машины для их осуществления требуют глубокой модернизации, комбинации или переработки. Таким образом выбранная автором тема исследований несет в себе актуальную и важную комплексную задачу по обеспечению отрасли картофелеводства современными технологиями подготовки и комбинированного

применения органоминеральных удобрений с минеральными удобрениями и средствами защиты растений, а также внедрение в цепочку технологических операций технических средств для подготовки органоминеральных удобрений, их совместного с минеральными удобрениями локально-ленточного внесения и применения в виде аэрозоля с пестицидами. Данные исследования в совокупности способствуют увеличению урожайности и улучшению качества картофеля за счет наиболее полного качественного обеспечения растений необходимыми питательными веществами, снизит антропогенную нагрузку на почву и водные объекты, позволит производить и применять безбалластные органоминеральные удобрения, повышая их эффективность и снижая неисправности техники, связанные с балластом при их применении, а также положительно скажется на экономической составляющей данного процесса.

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

Достоверность и обоснованность научных положений диссертационной работы подтверждаются использованием современных теоретических и экспериментальных методов исследований с применением эффективных способов моделирования.

Выводы, рекомендации, а также основные положения диссертационной работы основаны на большом объеме теоретических и экспериментальных исследований, которые обеспечены анализом литературных источников и изучением теоретических положений научных работ по выбранной тематике.

В рамках исследования В. С. Тетериным было произведено комплексное изучение вопросов совершенствования технических средств, используемых для подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля. Сочетание теоретического и экспериментального подходов обеспечило высокую степень достоверности сформулированных выводов и рекомендаций.

Ключевые результаты, полученные автором диссертации сформулированы в пяти основных выводах, каждый из которых основан на результатах проведенных исследований:

Первый вывод диссертации вытекает из решения первой задачи исследования, базируется на первой главе диссертации и констатирует основные подходы к совершенствованию подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля.

Второй вывод подтвержден теоретическими и экспериментальными исследованиями, представленными во второй главе и состоит из двух пунктов. В первом предлагается способ и линия подготовки органоминеральных удобрений из органического сырья защищенные патентом РФ, а также описаны характеристики и целесообразность применения двухступенчатой системы очистки на основе гидроциклона и сепаратора, обеспечивающей 99% очистку конечного продукта, с содержанием балластных частиц в нем размерностью менее 10 мкм.

Второй пункт вывода подтверждает, что использование в системе автоматизации линии для производства органоминеральных удобрений искусственной нейронной сети способствовало суммарному увеличению солей гуминовых и фульвовых кислот на 12,85 % в конечном продукте в сравнении с существующей технологией.

Третий вывод отражает решение третьей задачи исследования и состоит из трех пунктов. В первом пункте описаны гребнеобразующий культиватор-подкормщик и шнековое дозирующее устройство предложенные автором. Описана имитационная модель зависимости изменения производительности шнекового дозирующего устройства в зависимости от сечения выгрузного окна и частоты вращения шнека. Установлено, что при диапазоне сечений от 100 до 400 мм² рост производительности имеет линейный характер, тогда как при увеличении сечения до 600 мм² функция принимает вид квадратичной, а максимальная согласованность результатов достигается в диапазоне частоты вращения шнека 40-60 об/мин. Результаты достоверны и подтверждены высокой сходимостью теоретических и экспериментальных данных порядка 95%.

Во втором пункте вывода установлено, что наилучшая равномерность распределения минеральных удобрений по ширине и глубине гребня при использовании предлагаемого автором сошника с рассеивателем и разнонаправленными зубьями достигается при угле наклона зубьев 6° и диаметре рассеивателя 150 мм.

В третьей части вывода приводятся результаты от применения предлагаемого автором способа возделывания картофеля, осуществляемого при помощи гребнеобразующего культиватора-подкормщика. Приводятся результаты полевых исследований, которые подтверждают, что локально-ленточное внесение твердых минеральных удобрений (KCl) с нормой 250 кг/га позволило увеличить урожайность на 8,7%, а совместное локально-ленточное

внесение твердых минеральных удобрений (KCl) с той же нормой и рабочего раствора (гумата калия) с концентрацией 0,08% и нормой расхода 250 л/га способствовало увеличению урожайности на 16,3 % в сравнении со стандартной технологией сплошного внесения KCl с нормой 460 кг/га.

Этот вывод базируется на материалах третьей главы диссертации и основан на проведенных автором теоретических и экспериментальных исследованиях.

Четвертый вывод разбит на три пункта, которые отражают информацию, приведенную в четвертой главе диссертации, и являются результатом решения четвертой задачи поставленной автором исследования.

В первом пункте предложена запатентованная автором конструкция аэрозольного опрыскивателя пропашных культур, для совместного внесения аэрозоля органоминеральных удобрений и пестицидов. Установлено, что для оптимальной всесторонней обработки растения необходимо полноценное заполнение тоннельных укрытий туманом, для обеспечения этого рабочая скорость движения агрегата должна находиться в диапазоне от 1,5 м/с до 3,5 м/с.

В пункте два приведены результаты лабораторных сравнительных исследований по применению стандартной технологии с опрыскивателем ОП-1000/18 и предлагаемым автором аэрозольным опрыскивателем пропашных культур с тоннельными укрытиями. В результате исследований автором выявлено, что при работе генераторов горячего тумана происходит распределение тумана от 96% до 99% по укрытию, что обеспечивает высокую равномерность покрытия листьев растений, так доля обработки нижней поверхности листьев составляет 92% от её общей площади. В стандартной технологии этот показатель не превышает 4%. Что говорит о высокой эффективности предлагаемых автором решений.

В третьем пункте вывода описаны результаты применения в полевых условиях предлагаемого автором запатентованного способа совместной аэрозольной обработки пестицидами и гуматами картофеля. Так при совместной обработке гуматом калия в концентрации 0,005% и пестицидами с нормой внесения препаратов 0,5 и 0,25 от дозы, применяемой в хозяйстве урожайность картофеля повысилась на 57,8% и 75% соответственно в сравнении с контролем. Данные результаты говорят о перспективности предлагаемой автором технологии.

Пятый вывод базируется на материалах пятой главы диссертации и является решением 5 задачи поставленной автором исследований. В выводе

приводится технико-экономическая оценка по критерию чистой приведенной стоимости, которая показывает, что несмотря на значительные вложения максимальный срок окупаемости наступит на третий год для способа и технических средств для подготовки органоминеральных удобрений, при этом дополнительная прибыль к концу года составит 94.83 тыс. руб. Окупаемость гребнеобразующего культиватора-подкормщика предлагаемого автором произойдет на первый год эксплуатации при объеме работ 100 Га и приведёт к получению значения чистой приведённой стоимости в 5532,66 тыс. руб. Окупаемость аэрозольных опрыскивателей при той же площади обработки произойдет на второй год, а значение чистой приведённой стоимости составит 794,16 тыс. рублей.

Значимость для науки и практики полученных результатов

Научная новизна заключается в установленных автором теоретических, аналитических и экспериментальных зависимостях, параметрах и режимах работы, и геометрических характеристиках технических средств для подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля.

Новизна технических решений средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений для возделывания картофеля подтверждена патентами РФ на изобретение и полезную модель № 2727637, № 2727193, №2762212, №2645765, №2780210, №213790, №2810531, №2804071, №2814712 и свидетельствами о регистрации программы для ЭВМ №2021660616, №2022665285, №2025686849.

Теоретическая значимость заключается в полученных зависимостях для определения параметров технических средств и машин подготовки и внесения органоминеральных удобрений, а также применения искусственной нейронной сети для определения параметров технических средств подготовки органоминеральных удобрений.

Практическая значимость:

- теоретически и экспериментально обоснованные параметры технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений;
- результаты оценки эффективности обработки поверхности листьев генератором горячего тумана ВФ-150 с тоннельным укрытием;
- результаты технико-экономической оценки предложенных технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля.

Оценка содержания диссертации, ее завершенность в целом и замечания по ее оформлению.

Диссертационная работа изложена на 390 страницах и состоит из введения, пяти глав, выводов, заключения. Работа содержит 107 рисунков, 10 таблиц и 11 приложений. Список литературы состоит из 300 наименований, в том числе 70 – иностранных источников

Во введении представлена актуальность темы исследований описана степень ее разработанности, сформулирована цель и поставлены задачи исследования, описана научная новизна и практическая значимость выполненной работы. Определены методология и методы исследования, основные положения, выносимые на защиту, приведены достоверность результатов и их апробация. Представлена информация о внедрениях в производство и личный вклад автора.

В первой главе диссертации *«Анализ способов и технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля»* автором рассмотрены основные тенденции в возделывании картофеля. Проведен анализ способов внесения органоминеральных удобрений и рассмотрены технические средства их внесения в почву. Представлен анализ технических средств аэрозольного внесения органоминеральных удобрений в период вегетации картофеля. Рассмотрены существующие технологии подготовки органоминеральных удобрений и технические средства их производства.

Во второй главе диссертации *«Аспекты подготовки органоминеральных удобрений»* автором определены теоретические предпосылки к совершенствованию технологии подготовки органоминеральных удобрений. Представлена конструктивно-технологическая схема линии подготовки органоминеральных удобрений, и дано ее полное описание. Приведено теоретическое обоснование параметров технических средств подготовки органоминеральных удобрений. Обоснована двухступенчатая система очистки органоминеральных удобрений от нерастворимых примесей и система автоматизации линии подготовки органоминеральных удобрений.

Представлено экспериментальное обоснование параметров технических средств подготовки органоминеральных удобрений. Даны методика и результаты экспериментальных исследований по определению параметров системы очистки органоминеральных удобрениях от балластных примесей, а

также исследований системы автоматизации линии подготовки органоминеральных удобрений. Изложены программа и методика, а также результаты производственных исследований линии подготовки органоминеральных удобрений.

В третьей главе диссертации «Теоретические основы внесения органоминеральных удобрений в процессе предпосадочной обработки почвы» Автор рассматривает теоретические предпосылки к совершенствованию локально-ленточного внесения удобрений, и предлагает конструктивно-технологическую схему гребнеобразующего культиватора-подкормщика.

Дано теоретическое обоснование параметров гребнеобразующего культиватора-подкормщика для совместного локально-ленточного внесения органоминеральных и минеральных удобрений. Приведено обоснование конструкции шнекового дозирующего устройства с последующим моделированием процесса дозирования твердых минеральных удобрений в нем. Представлены теоретическое обоснование параметров сошника для распределения удобрений в гребне и экспериментальное обоснование параметров гребнеобразующего культиватора-подкормщика.

Представлены программа и методика проведения экспериментальных исследований шнекового дозирующего устройства, сошника и системы дозирования для оценки распределения удобрений по площади, а также сошника для распределения удобрений в гребне. Приведены результаты экспериментальных исследований.

Автором осуществлены полевые исследования совместного локально-ленточного внесения стимуляторов роста, органоминеральных и минеральных удобрений и производственные исследования гребнеобразующего культиватора-подкормщика, представлены программа и методика, а также результаты исследований.

В четвертой главе диссертации «Теоретико-технологические основы внесения органоминеральных удобрений в период вегетации картофеля» Тетериным В.С. рассмотрены теоретические предпосылки совместного внесения органоминеральных удобрений во время пестицидной обработки. Разработана и представлена технологическая схема аэрозольного опрыскивателя пропашных культур, дано теоретическое обоснование его параметров с последующим экспериментальным обоснованием.

Теоретические параметры подтверждены проведенными

экспериментальными исследованиями по оценке распределения аэрозоля, его дисперсности и равномерности распределения в тоннельном укрытии исследуемым опрыскивателем и при обработке растений картофеля.

Автором проведены сравнительные исследования равномерности распределения рабочего раствора при обработке растений картофеля штанговым опрыскивателем и аэрозольным генератором с тоннельным укрытием.

Представлены программа и методика производственных исследований совместного внесения органоминеральных удобрений и пестицидов в период вегетации картофеля с приведением результатов.

Пятая глава диссертации *«Результаты внедрения и технико-экономические оценки технических средств для подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля»* отражает результаты оценки экономического эффекта от внедрения технических средств предлагаемых автором.

В диссертационной работе приведен обширный библиографический список на 300 источников, цитируемых автором. В приложении к диссертации представлены акты внедрения, авторские свидетельства, технологические карты, технико-технологические характеристики используемых приборов и сельскохозяйственных машин, алгоритмы, а также сертификаты участника и дипломы автора.

Замечания по диссертационной работе

На рисунках 2.17, 2.18 2.20 отсутствует масштабная линейка (шкала), позволяющая определить реальный размер частиц не растворимых примесей в рассматриваемых образцах органоминеральных удобрений.

На странице 63 и в выводе (стр. 79) автор предлагает разработку научно-обоснованных подходов рационального применения органоминеральных удобрений, однако не ясно в чём заключается экологический эффект?

. Из анализа 3 главы не ясно почему автором при разработке дозирующего устройства была выбрана конструкция шиберной заслонки диафрагменного типа.

В разделе 3.3. автором описывается конструкция предложенного дозирующего устройства, однако не ясна причина использования двух систем дозирования в одном устройстве.

. При описании моделирования процесса дозирования гранул твердых

минеральных удобрений (рисунок 3.13, стр. 164) не учитывалась разрушаемость и разнокалиберность гранул по форме и размеру.

Из содержания главы 4 не ясно какие препараты могут быть использованы для совместной обработки картофеля аэрозольным опрыскивателем?

Из раздела 4.4.1(стр. 235) не ясно на каком основании автором было отмечено, что «равномерность распределения горячего тумана по ширине укрытия составляет от 96% до 99%, что свидетельствует о высокой эффективности работы генератора».

. Почему автор для оценки технико-экономической эффективности использовал метод чистой приведённой стоимости?

Оценка диссертационной работы в целом

Диссертационная работа Тетерина Владимира Сергеевича «Совершенствование технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля» представляет собой законченную, целостную научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научно-технической проблемы, имеющей важное народно-хозяйственное значение для агропромышленного комплекса Российской Федерации. Работа полностью соответствует критериям, изложенным в паспорте специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса. Она выполнена на актуальную тему и обусловлена необходимостью импортозамещения, повышением эффективности картофелеводства и снижением антропогенной нагрузки на окружающую среду за счет внедрения ресурсосберегающих технологий и высокоточных машин. Работа имеет новизну, которая заключается в разработке новых теоретических положений, аналитических и экспериментальных зависимостей, описывающих процессы подготовки и внесения органоминеральных удобрений. Автором впервые обоснованы параметры работы комплекса технических средств (линии подготовки удобрений с нейросетевым управлением, гребнеобразующего культиватора-подкормщика со шнековым дозатором и аэрозольного опрыскивателя с тоннельными укрытиями). Новизна технических решений надежно защищена 10 патентами РФ на изобретения и полезные модели, а также работы подтверждается актами внедрения и оценкой экономической эффективности предложенных решений. Полученные соискателем результаты

подтверждают эффективность предлагаемых решений и в полной мере соответствуют исследованиям уровня докторской диссертации.

Подтверждение опубликованных основных результатов в научной печати и соответствие автореферата диссертации

По теме диссертации опубликовано 38 печатных работ, в том числе 16 публикаций в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ, 2 публикации в изданиях, рецензируемых в базе данных Scopus, 1 монография, 10 патентов и 4 свидетельства о государственной регистрации программы для ЭВМ. Общий объем публикаций по теме диссертации составил 21,05 п.л., из них соискателю принадлежит 16,85 п.л.

Диссертационная работа и автореферат изложены технически грамотным языком.

Содержание автореферата соответствует предъявляемым требованиям, в достаточной и полной мере отражает основные положения и научные результаты диссертации, выносимые на защиту.

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

1. Диссертационная работа Тетерина Владимира Сергеевича «Совершенствование технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля», представляет собой самостоятельно выполненную научно-квалификационную работу, в которой содержатся технические и технологические решения, имеющие важное научное и практическое значение для развития сельскохозяйственной отрасли и соответствует паспорту специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

2. Диссертационная работа Тетерина Владимира Сергеевича «Совершенствование технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля» по актуальности, научной новизне, практической значимости, объему выполненных исследований и достоверности полученных результатов полностью соответствует критериям пп. 9, 10, 11, 13 и 14 Положения о присуждении ученых степеней (Постановление Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

Проанализировав диссертационную работу и автореферат, считаю, что работа отвечает критериям «Положения о присуждении ученых степеней», а

соискатель Тетерин Владимир Сергеевич заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки).

Официальный оппонент

Калимуллин Марат Назипович

доктор технических наук, доцент,

профессор кафедры «Эксплуатация и ремонт машин»

ФГБОУ ВО Казанский ГАУ



« 30 » марта 20 26 г.

Ученое звание, ученую степень, должность и подпись Калимуллина М.Н. заверяю.

Калимуллин Марат Назипович, научная специальность 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Казанский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)

420015, Республика Татарстан, г.Казань, ул. К.Маркса, 65

Тел.: +7(908)331-39-80

E-mail: marat-kmn@yandex.ru

