

ОТЗЫВ

официального оппонента, доктора технических наук (05.20.01. – Технологии и средства механизации сельского хозяйства), профессора Калинина Андрея Борисовича на диссертационную работу Тетерина Владимира Сергеевича «Совершенствование технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля», представленную в диссертационный совет 35.2.031.01 при федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университет имени П.А. Костычева» к защите на соискание ученой степени доктора технических наук по научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса.

1. Актуальность темы исследования

Ввиду того, что картофель является продуктом повседневного потребления в структуре питания населения нашей страны, то важной задачей является повышение урожайности данной культуры при снижении затрат на ее производство. Одним из путей реализации данной задачи может служить применение органоминеральных удобрений в качестве дополнительной меры обеспечения сбалансированного режима питания растений. Диссертационная работа Тетерина Владимира Сергеевича, посвященная вопросам механизации ряда элементов технологии производства картофеля, включая процессы подготовки жидких органоминеральных удобрений с заданными технологическими свойствами, разработки средств для рационального распределения минеральных удобрений с одновременным внесением органоминеральных удобрений во время гребнеобразования перед посадкой картофеля, а также технических средств для комбинированной защиты растений является весьма актуальной, так как позволяет решить комплексную задачу высокоэффективного применения органоминеральных удобрений в картофелеводстве.

2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Положения, выводы и практические рекомендации, сформулированные в рецензируемой диссертации, основаны на материалах теоретических, лабораторных и полевых исследований, выполненных автором. Данная работа полностью соответствует паспорту заявленной научной специальности, а полученные соискателем результаты позволяют в полной мере решить поставленные задачи. Научные положения и рекомендации, представленные к защите автором, аргументированы, логически вытекают из проведенных исследований и обладают новизной. Обзор и критический анализ значительного объема материалов исследований, выполненных в нашей стране и за ее пределами, позволил автору точно сформулировать цели и задачи диссертационной работы, определить пути достижения поставленной цели.

Заключение исследования содержит пять общих выводов, отражающих решение поставленных задач.

Вывод первый определяет основные этапы рационального применения органоминеральных удобрений, включая их подготовку с заданными технологическими характеристиками, внесения совместно с минеральными удобрениями при предпосадочной подготовке почвы, а также совместного применения совместно с пестицидами во время выполнения мероприятий по защите растений.

Вывод второй корреспондируется со второй задачей, расширенно поясняя возможность оптимизации процессов функционирования технических средств, входящих в состав двухступенчатой системы подготовки жидких органоминеральных удобрений, на основе многоуровневого алгоритма автоматического управления с использованием искусственной нейронной сети.

Вывод третий отражает решение третьей задачи, направленной на теоретическое обоснование рациональных параметров технических средств для совместного локально-ленточного внесения органоминеральных и

минеральных удобрений при выполнении предпосадочной подготовки почвы. При решении данной задачи автором был научно обоснован и предложен оригинальный способ возделывания картофеля с использованием гребнеобразующего культиватора-подкормщика, для рабочих органов которого были теоретически обоснованы и практически подтверждены рациональные параметры, обеспечивающие равномерное распределение удобрений в зоне размещения картофельного куста.

Вывод четвертый полностью соответствует решению четвертой задачи, направленной на обоснование технических средств совместного применения пестицидов и жидких органоминеральных удобрений при выполнении мероприятий по защите растений в период их вегетации. Автор обосновал способ совместной аэрозольной обработки посадок картофеля и обосновал параметры системы формирования аэрозоля с заданными размерами капель на базе генератора горячего тумана BF-150.

Вывод пятый отражает результаты технико-экономической оценки мероприятий по совершенствованию технологии возделывания картофеля с применением органоминеральных удобрений, согласно которых окупаемость предлагаемого способа и технических средств для подготовки органоминеральных удобрений произойдет на третий год эксплуатации оборудования, внедрение гребнеобразующего культиватора-подкормщика окупится в течение одного года, а применение аэрозольного опрыскивателя пропашных культур на второй год при их применении на площади 100 га.

3. Научная новизна и практическая ценность полученных результатов диссертационной работы

Научная новизна настоящей диссертационной работы заключается:

- в разработке алгоритма управления техническими средствами двухступенчатой подготовки органоминеральных удобрений на основе создания искусственной нейронной сети;

- в разработке компьютерной модели (цифрового двойника) дозирующего устройства;

- в получении зависимости равномерности подачи удобрений от параметров дозирующего устройства аналитическим методом;
- в получении аналитической модели распределения гранул минеральных удобрений, связанной с параметрами рассеивателя;
- в получении автором номограммы, позволяющей выполнять выбор средней скорости движения агрегата в зависимости от объёмного расхода генерируемого аэрозоля и геометрических параметров тоннельного укрытия.

Теоретическая значимость работы заключается в использовании методов построения искусственной нейронной сети для решения прикладных задач оптимизации процессов подготовки органоминеральных удобрений, а также получении аналитических зависимостей, используемых для определения рациональных параметров технических средств, обеспечивающих равномерное распределение твердых минеральных и жидких органоминеральных удобрений.

Новизна предлагаемых технических решений подтверждена десятью патентами на изобретения и полезные модели, а также четырьмя свидетельствами о регистрации программы для ЭВМ.

Практическая ценность настоящей работы заключается в

- теоретически и экспериментально обоснованных параметров технических средств для двухступенчатой подготовки и внесения органоминеральных удобрений;
- результатах оценки эффективности обработки поверхности листьев генератором горячего тумана BF-150 с тоннельным укрытием;
- результатах технико-экономической оценки предложенных технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений в технологии возделывания картофеля.

Достоверность полученных данных обеспечивается применением современных методик, сертифицированного оборудования, стандартных процедур статистической обработки данных, а также воспроизводимости результатов экспериментальных исследований.

Практическая значимость работы подтверждается:

- успешной производственной проверкой предлагаемого технического решения для подготовки органоминеральных удобрений из органического сырья на предприятии ООО «Гуматы» Курганской области;
- производственной проверкой гребнеобразующего культиватора-подкормщика в ООО «Авангард» Рязанского района, Рязанской области;
- производственной проверкой аэрозольного тоннельного опрыскивателя пропашных культур для совместной аэрозольной обработки органоминеральными удобрениями и пестицидами в Институте семеноводства и агротехнологий – филиале ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (Рязанская область).

4. Оценка содержания диссертации, ее завершенности в целом, внутреннее единство структуры работы

Диссертация имеет оригинальную структуру, где на основе обширного аналитического обзора научно-исследовательских работ поставлены цель и задачи исследования, а затем для каждого из выбранного направления по совершенствованию технологии возделывания картофеля на основе подготовки и применения органоминеральных удобрений проведены теоретические исследования выбранных объектов, позволивших обосновать рациональные режимы работы и параметры усовершенствованных технических средств. Для каждого объекта были проведены лабораторные и полевые экспериментальные исследования, которые позволили дать объективную оценку качества выполнения технологических процессов, а также получить материал для технико-экономического обоснования предлагаемых технологических решений.

Рассматриваемая диссертационная работа состоит из введения, пяти глав, выводов к каждой главе, заключения, списка использованных источников из 300 наименований, включая 70 на иностранном языке. Работа изложена на 390 страницах, содержит 107 рисунков, 10 таблиц и 11 приложений.

Во введении представлены актуальность работы, степень разработанности темы исследования, научная гипотеза, сформулированы цель и задачи диссертационной работы, описаны научная новизна, теоретическая и

практическая значимость работы, методология и методы исследования, положения, выносимые на защиту, а также описаны личный вклад соискателя, структура и объём диссертации.

В первой главе диссертации «Анализ способов и технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля» представлено подробное описание применяемых технологий и методов возделывания картофеля, тенденции совершенствования технологий возделывания картофеля, обзор работ, посвященных технологиям возделывания картофеля. Выполнен анализ способов подготовки органоминеральных удобрений, технических средств для их производства, способов использования в качестве подкормки растений, внесения в почву, а также аэрозольного внесения в период вегетации картофеля.

В этом же разделе был представлен подробный анализ ранее выполненных научных исследований по теме диссертации, а в завершении главы сделаны основные выводы, представлен анализ проблемы, определены цель и задачи исследования.

Во второй главе «Аспекты подготовки органоминеральных удобрений» были представлены теоретические предпосылки к совершенствованию подготовки органоминеральных удобрений, конструктивно-технологическая схема линии их подготовки, а также теоретическое обоснование параметров технических средств, включенных в технологический процесс. Для технических средств, используемых в линии подготовки органоминеральных удобрений, было выполнено экспериментальное обоснование параметров рабочих органов и режимов их работы, направленное на получение заданных технологических свойств жидких удобрений. Автором был выполнено обоснование системы автоматизации производственных процессов на основе создания модели нейронной сети, которая определяет рациональные параметры работы технологической линии по подготовке органоминеральных удобрений из различных видов органического сырья. Основным преимуществом данного метода является применение алгоритмов, позволяющих выбрать из множества возможных вариантов лучший, сводя к

минимуму ошибки в работе системы. Дальнейшее экспериментальное обоснование параметров технических средств, используемых для подготовки жидких органоминеральных удобрений позволили дать оценку влияния ступеней очистки на наличие балластных примесей, снижающих качество продукции. Автором были представлена схема автоматизированной линии подготовки органоминеральных удобрений и результаты ее производственной проверки на предприятии ООО «Гуматы». По итогам производственной проверки предлагаемого технического решения по автоматизации управления линии подготовки жидких органоминеральных удобрений установлена возможность получения безбалластных удобрений высокого качества. По итогам второй главы также представлены выводы.

В третьем разделе «Теоретические основы внесения органоминеральных удобрений в процессе предпосадочной обработки почвы» автором представлены теоретические предпосылки по совершенствованию локально-ленточного внесения удобрений, на основе которых предложена конструктивно-технологическая схема гребнеобразующего культиватора-подкормщика. Для этого технологического приема было выполнено теоретическое обоснование параметров гребнеобразующего культиватора-подкормщика для совместного локально-ленточного внесения органоминеральных и минеральных удобрений. С этой целью было выполнено обоснование конструкции шнекового дозирующего устройства и моделирование процесса дозирования им твердых минеральных удобрений, в результате которого получены графики производительности предложенного дозирующего устройства и равномерности высева в зависимости от режимов дозирования.

Для равномерного распределения удобрений в гребнях, подготовленных под посадку картофеля, автором было выполнено обоснование конструктивных параметров лапы-сошника гребнеобразующего культиватора-подкормщика. В результате данных теоретических исследований получены траектории движения гранул минеральных удобрений при использовании предложенного рассеивателя, а также получены

аналитические зависимости стабилизации хода культиваторной лапы при поперечных смещениях.

Экспериментальные исследования шнекового дозирующего устройства совместно с сошником, оснащенным распределителем, показали высокую степень равномерности распределения минеральных удобрений внутри гребня. Полевые исследования совместного локально-ленточного внесения стимуляторов роста, органоминеральных и минеральных удобрений показали увеличение биологической урожайности на 28% по сравнению с контрольным вариантом. При производственных испытаниях гребнеобразующего культиватора-подкормщика для совместного локально-ленточного применения минеральных и органоминеральных удобрений отмечено повышение урожайности на 16%.

По итогам третьей главы были представлены выводы.

В четвертой главе «Теоретико-технологические основы внесения органоминеральных удобрений в период вегетации картофеля» приведены теоретические предпосылки совместного внесения органоминеральных удобрений и пестицидов при выполнении мероприятий по защите растений. В результате этих исследований установлено, что наиболее эффективный методом обработки листового аппарата картофеля является нанесение аэрозолей на нижнюю часть листа, где находится преобладающая часть устьиц, поглощающих воду и питательные вещества.

Для нанесения аэрозолей на картофель была предложена оригинальная схема аэрозольного опрыскивателя пропашных культур, для которого выполнено теоретическое обоснование параметров его рабочих органов для совместного внесения органоминеральных удобрений и пестицидов. В результате теоретических расчетов автором была получена номограмма для выбора средней скорости движения агрегата в зависимости от объёмного расхода аэрозоля, получаемого с использованием генератора горячего тумана, и геометрических параметров тоннельного укрытия. Экспериментальные исследования по оценке качества обработки посадок картофеля при распределении аэрозоля рабочего раствора в тоннельном укрытии

аэрозольного опрыскивателя показали высокую равномерность распределения капель аэрозоля на верхнюю и нижнюю поверхность листьев по сравнению с навесным штанговым опрыскивателем, оснащенным щелевыми распылителями. Оценка качества выполнялась уникальным методом с применением сканера с высоким разрешением и программы Adobe Photoshop. Производственные исследования совместного внесения органоминеральных удобрений и пестицидов в период вегетации картофеля показали, что купольная система защиты позволяет создать вокруг обрабатываемых кустов безветренную зону, в которой минимизируется снос капель аэрозоля ветром или восходящими потоками воздуха.

Помимо обеспечения высокого качества обработки картофеля предлагаемым аэрозольным опрыскивателем пропашных культур тоннельного типа преобладание мелких капель, средний размер которых составляет 17 мкм, делает возможным снижение нормы внесения дорогостоящих химических препаратов до 25-50% без ухудшения биологической эффективности действия препаратов. По завершению раздела автором сделаны выводы по нему.

В пятой главе «Результаты внедрения и технико-экономические оценки технических средств для подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля» автором проведена оценка экономической эффективности от внедрения линии подготовки органоминеральных удобрений, внедрения гребнеобразующего культиватора-подкормщика для внутрипочвенного внесения минеральных удобрений и аэрозольного опрыскивателя пропашных культур.

В общих выводах (заключении) автор представил основные результаты исследования, которые в полной мере соответствуют поставленным цели и задачам.

Работа характеризуется внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты. Адекватность представленной математической модели подтверждает достоверность полученных результатов. Представленный к защите материал и результаты

практической реализации предлагаемых решений по совершенствованию технологии возделывания картофеля свидетельствуют о личном вкладе автора в развитии данного научного направления.

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

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 38 печатных работах, в том числе в 16 публикациях в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных перечнем ВАК РФ, 2 публикациях в изданиях, рецензируемых в базе данных Scopus, 1 монографии, 10 патентах и 4 свидетельствах 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.

Автореферат составлен корректно и в полной мере отражает основное содержание диссертации. Структура и содержание автореферата соответствуют представленной диссертационной работе.

Текст диссертации, выставленный на сайте, идентичен представленному для оппонирования экземпляру.

6. Степень завершенности диссертации в целом и качество оформления

Диссертационная работа Тетерина Владимира Сергеевича представляет собой полноценное и законченное научное исследование. Работа оформлена в соответствии с требованиями, предъявляемыми к докторским диссертациям. Соискателем на высоком уровне проведен анализ и обобщение теоретического и экспериментального материала, что соответствует стандартам ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

В работе представлен достаточный и качественный иллюстративный материал (рисунки, графики, таблицы), который адекватно отображает процесс и результаты исследований. По всем разделам работы сделаны обоснованные выводы.

Материал в диссертации изложен последовательно и логично. Основные научные положения и результаты исследований были успешно апробированы во время выступления автора на ряде научных и научно-практических конференций, в том числе с международным участием.

7. Замечания по диссертационной работе

1. При обозначении цели исследований автор использовал не совсем корректный целевой показатель – результативность возделывания картофеля. Требуется более четкое понимание того, что является результатом при возделывании картофеля.

2. В положениях, выносимых на защиту, автор существенно сузил сущность первых трех пунктов, упомянув о параметрах исследуемых технических средств, в то время, когда речь идет о предложенных методиках получения рациональных параметров.

3. Не совсем корректно назван раздел 1.1 «Тенденции возделывания картофеля», т.к. автор представил структурную оценку и описание существующих технологий возделывания картофеля, не показав тенденции их развития или совершенствования.

4. На странице 15 автор ввел в оборот термин «полумеханизированной» технологии возделывания картофеля, хотя речь идет о частичной механизации трудоемких процессов.

5. На странице 18 автор допускает спорное утверждение о том, что локальное внесение минеральных удобрений обеспечивает сокращение их дозы до 30% без указания ссылок на исследования по данной теме.

6. На странице 19 автор вводит в оборот термин «пропашное возделывание», что является не совсем корректным определением. Скорее всего, речь идет о возделывании пропашных культур.

7. На странице 66 автор дважды указал название машины Strip Master EN и неверно указал название Maschio.

8. Из текста не до конца ясно, на каких массивах данных предполагается обучать искусственную нейронную сеть, а также каким

образом планируется расширять обучающую выборку в процессе эксплуатации, хотя именно репрезентативность, полнота и возможность пополнения данных критически влияют на качество управления технологической линией.

9. Автор не акцентирует внимание на то, что его исследования посвящены подготовке органоминеральных удобрений в жидкой форме.

10. Название главы 3 не совсем корректно отражает суть выполненных исследований. Прежде всего, основная часть исследований посвящена повышению равномерности дозирования и качества распределения минеральных удобрений, а во-вторых, в данном разделе приведены результаты теоретических, лабораторных и полевых экспериментальных исследований, а также результаты производственной проверки.

11. При определении траектории движения культиваторных лап в поперечной плоскости (страница 183) не был учтен фактор случайного влияния реакции оператора на траекторию посадок картофеля,

12. Не понятно, каким образом на бортовом компьютере картофелеуборочного комбайна SE 150-60 (страница 208) отражается урожайность картофеля и как автор оценивает биологическую урожайность при комбайновой уборке, ввиду определенных потерь мелких клубней при сепарации вороха.

13. Название главы 4 также не совсем корректно отражает суть выполненных исследований. В названии данной главы нет упоминания о совместном внесении органоминеральных удобрений и пестицидов, а помимо результатов теоретических исследований также приведены результаты лабораторных и полевых экспериментальных исследований.

14. Из представленной работы не ясно, какой вид распылителей был установлен на штанговом опрыскивателе ОП 18-1000 во время проведения сравнительных испытаний с предложенным аэрозольным опрыскивателем пропашных культур.

15. Характеристики сорта картофеля Санте (страница 249) и описание содержания в почве основных элементов питания (страница 250) представляют собой излишнюю детализацию условий проведения производственных исследований по совместному внесению органоминеральных удобрений и пестицидов в период вегетации картофеля

16. В названии пятой главы не хватает конкретики в формулировке технических средств, для которых автор проводит технико-экономическую оценку. Вернее было бы вставить термин «усовершенствованных» или «предлагаемых».

17. В представленной работе не структурирована информация о методиках проведения лабораторных и полевых экспериментальных исследований, а также о приборах и оборудовании, используемых при выполнении данных исследований. Искомая информация «размазана» по тексту диссертации.

18. В работе допущен ряд незначительных грамматических ошибок и допущены неверные ссылки на литературные источники.

Необходимо отметить, что указанные замечания ни в коей мере не снижают научную и практическую ценность представленной к защите диссертации.

Заключение

Диссертационная работа Тетерина Владимира Сергеевича на тему «Совершенствование технических средств подготовки и внесения органоминеральных удобрений при возделывании картофеля» по научной специальности 4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса является завершенной научно-квалификационной работой. По своей актуальности, объему выполненных исследований, научному содержанию, новизне и практической значимости результатов, диссертация соответствует требованиям пунктов 9,10,11,13,14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г.,

