

На правах рукописи

УДК 535.21:631.8(043.3)

СЕКИРНИКОВ Алексей Евгеньевич

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ И
КАЧЕСТВА КЛУБНЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ
СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ЮГО-ЗАПАДЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО
РЕГИОНА РОССИИ**

Специальность 06.01.04-агрохимия

**АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук**

Брянск – 2022

Диссертационная работа выполнена в Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции – филиал ФНЦ «ВИК им. В. Р. Вильямса» в 2013-2017 гг.

Научный
руководитель

Белоус Николай Максимович
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
кафедры агрохимии, почвоведения и экологии
ФБГОУ ВО Брянский ГАУ

Официальные
оппоненты:

Шитикова Александра Васильевна
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, за-
ведующая кафедрой растениеводства и луго-
вых экосистем федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования РГАУ-МСХА имени
К.А. Тимирязева

Прудников Пётр Витальевич
доктор сельскохозяйственных наук, директор
ФГБУ «Центр химизации и сельскохозяй-
ственной радиологии «Брянский»

Ведущая
организация

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Федеральный исследова-
тельный центр картофеля имени А.Г. Лорха»

Защита состоится «16» сентября 2022 года в «10-00 » часов на за-
седании диссертационного совета Д 220.005.01 при ФБГОУ ВО
«Брянский ГАУ» по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский
район, с. Кокино, ул. Советская 2а, корпус 4, конференц-зал. E-mail:
uchsovet@bgsha.com, факс: (80483) 24-721.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФБГОУ ВО
«Брянский ГАУ» и на сайте организации по адресу
<http://www.bgsha.com>.

Автореферат разослан «__» _____ 2022 и размещен на
сайте Высшей аттестационной комиссии Министерства образования и
науки Российской Федерации: <http://vak.minobrnauki.gov.ru>

Ученый секретарь
диссертационного совета

Дьяченко
Владимир Викторович

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Картофель – важнейшая продовольственная, кормовая и техническая культура. Среди продовольственных культур картофель занимает второе место после зерновых и является одной из наиболее востребованных в потребительской корзине населения страны, используется для производства разнообразных продуктов питания. Производство товарных клубней картофеля в настоящее время является высокорентабельным. К важнейшему фактору высокой конкурентности картофеля его целевого использования относится ряд качественных показателей, которые определяются биохимическим составом клубней (Альсмик, 1979; Михайлова и др., 2012; Шпаар и др., 2016).

Для повышения продуктивности картофеля очевидна необходимость разработки и применения научно-обоснованных агротехнологических приемов, включающих оптимальные дозы минеральных удобрений, использование современных пестицидов и гуминовых препаратов (Сычев, 2003). Гуминовые препараты – природные биологически-активные вещества, которые способны стимулировать прорастание семян, улучшают минеральное питание растений, принимают участие в окислительно-восстановительных процессах на клеточном уровне, снижают поступление в растения радионуклидов и тяжелых металлов, повышают устойчивость, активизируют антистрессовый механизм в растениях (Макаров и др., 2016; Справцева и др., 2017).

В этой связи весьма актуальны исследования, направленные на изучение и агроэкологическую оценку применения различных доз, сочетаний и соотношений удобрений в комплексе с другими средствами химизации, включая новейшие биопрепараты, повышающие урожайность и качество клубней картофеля на дерново-подзолистой песчаной радиоактивно загрязненной почве.

Степень разработанности темы исследования. Вопросы совершенствования технологических приемов возделывания картофеля, где одним из главенствующих факторов повышения продуктивности и качества продукции является оптимизация применяемых средств химизации, в разное время посвятили свои работы многие ученые: Писарев Б.А., 1990; Федотова и др., 2002; Кузякин Д.В., 2006; Лала В.В., 2010; Анисимов и др., 2012; Постников В.Е. и др., 2012; Ивенин В.В. и др., 2012; Шевченко и др., 2013; Белоус Н.М. и др., 2015; Лебедева Т.Н. и др., 2016; Молявко А.А., 2017; Молявко и др., 2018).

Исключительно важным элементом современных технологий возделывания картофеля является применение новейших биологически активных препаратов, как одного из факторов интенсификации и биологизации земледелия в целом, и картофелеводства в частности. В этом направлении проводили свои исследования ряд ученых: Будыкина Н.Т. и др., 2007; Касимова Л.В. и др., 2012; Петриченко В.Н. и др., 2013; Федотова и др., 2014; Шитикова А.В. и др., 2015; Жевора С.В., 2015.

Важнейшим направлением исследований в растениеводстве в насто-

ящее время является разработка мероприятий, направленных на производство экологически чистых продуктов питания, включая картофель, на радиоактивно загрязненных территориях. На решение этой проблемы в течение последних трех десятилетий были направлены исследования Ратникова А.Н., 1999; Алексахина Р.М., 2006; Богдевича И.М., Подоляка А.Г., 2006; Белоуса Н.М. и др., 2009; Прудникова П.В., 2014; Воробьева В.А., 2015.

Исходя из этого выбранное направление исследований в условиях радиоактивно загрязненных дерново-подзолистых почв легкого гранулометрического состава своевременно и актуально, что и явилось основополагающей целью проводимого многолетнего полевого эксперимента.

Цель исследований – изучить и научно обосновать действие органических, органоминеральных, минеральных удобрений, химических средств защиты растений в комплексе с гуминовым биопрепаратором Гумистим на урожайность и качество клубней картофеля при возделывании в условиях радиоактивного загрязнения почвы.

Задачи исследований:

- дать агрохимическую оценку и выявить эффективность влияния органических, органоминеральных, минеральных удобрений, химических средств защиты растений и биопрепарата Гумистим на формирование высоких урожаев клубней картофеля на радиоактивно загрязненной почве;

- выявить закономерности изменения биометрических показателей роста и развития растений картофеля от комплексного применения средств химизации;

- установить роль применяемых систем удобрений, химических средств защиты растений при комплексном применении с биопрепаратором Гумистим на основные показатели качества клубней раннего картофеля;

- определить роль различных систем удобрений, химических средств защиты растений и биопрепарата Гумистим как фактора, определяющего размеры накопления тяжелых металлов и ^{137}Cs в урожае конечной продукции картофеля;

- изучить влияние различных систем удобрений на изменение основных показателей агрохимических свойств пахотного слоя дерново-подзолистой песчаной почвы;

- оценить агрономическую и экономическую эффективность применяемых систем удобрений, химических средств защиты растений в комплексе с биопрепаратором Гумистим при возделывании картофеля в плодосменном севообороте на радиоактивно загрязненной почве;

- руководствуясь принципом системного подхода обосновать и сформулировать практические рекомендации сельхозпроизводителям различных форм собственности по возделыванию картофеля при обширном радиоактивном загрязнении сельхозугодий юго-запада Центрального региона РФ.

Научная новизна исследований. Впервые в условиях юго-запада Центрального региона РФ при радиоактивном загрязнении дерново-подзолистой песчаной почвы в плодосменном севообороте выявлены закономерности

роста и развития раннего картофеля, изучено действие комплексного применения удобрений, средств защиты растений и регулятора роста на продуктивность картофеля. Установлены закономерности действия комплексного применения различных систем удобрения, химических средств защиты растений и биопрепарата Гумистим на изменение элементов структуры урожая и показатели качества клубней картофеля. Даны оценка агрономической эффективности различных систем удобрений картофеля. Проведена производственная проверка изучаемых приемов возделывания ранних сортов картофеля в условиях Брянской области.

Теоретическая и практическая значимость и реализация результатов исследований. Теоретическая значимость работы заключается в расширении трактовки теоретических и методических подходов, лежащих в основе агрономического обоснования новых технологических агроприемов возделывания раннего картофеля на радиоактивно загрязненной территории.

На основе результатов экспериментальных исследований в полевом опыте, проведенных на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной песчаной почве, разработана и предложена для широкого внедрения в практику сельскохозяйственного производства зоны, агрономически обоснованная органоминеральная система удобрения в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратором Гумистим, которая дает возможность получать стабильно высокий урожай клубней картофеля хорошего качества с удельной активностью в нем ^{137}Cs значительно ниже санитарно-гигиенического норматива СанПин 2.3.2.1078-01. Результаты исследований прошли производственную проверку в сельскохозяйственном предприятии Брянской области, включены в учебный процесс.

Методология и методы исследования. Методологической основой экспериментальных исследований послужило изучение и глубокий анализ источников научной литературы отечественных и зарубежных авторов по изучаемой тематике, разработка цели и задач исследований. Основой диссертационной работы явились результаты полевых и лабораторно-аналитических исследований за пятилетний период. При постановке и проведении полевых исследований руководствовались методикой полевого опыта Б.А. Доспехова (1985), статистической обработкой результатов и их обобщении.

Положения, выносимые на защиту:

- Сравнительная оценка влияния комплексного применения удобрений, химических средств защиты растений и биопрепарата Гумистим на формирование урожая и показатели качества клубней картофеля в условиях радиоактивного загрязнения почвы.

- Закономерности формирования фотосинтетического аппарата, роста и развития растений картофеля позволяют оценить роль видов и доз удобрений, применяемых в комплексе со средствами защиты растений и регулятором роста на изменение биометрических показателей.

- Изменение агрономических свойств пахотного слоя дерново-подзолистой песчаной почвы под влиянием различных систем удобрений.

- Агроэкономическая оценка возделывания раннего картофеля в плодосменном севообороте при комплексном применении удобрений, химических средств защиты растений и биопрепарата.

Степень достоверности результатов исследований. Основой степени достоверности полученных результатов проведенных исследований явилось теоретическое обоснование темы, базирующееся на углубленном анализе множественных литературных источников по изучаемой проблеме. Достоверность результатов исследований также подтверждена большим объемом экспериментальных данных, полученных в полевых опытах и лабораторно-аналитических исследованиях с использованием современных широко известных и апробированных физико-химических методов анализа, математической обработкой экспериментальных данных с использованием метода корреляционно-регрессионного анализа и программного обеспечения. Результаты исследований получили освещение в открытой печати и внедрены в практику сельскохозяйственного производства на радиоактивно загрязненных сельхозугодиях.

Апробация результатов исследования. Результаты исследований докладывались на расширенных заседаниях кафедры агрохимии, почвоведения и экологии в 2017-2019 гг., на XV и XVI Международных научных конференциях «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (Брянск, 2018, Брянск, 2019).

Публикация результатов исследования. По итогам диссертационной работы опубликовано 7 статей, из них 4 в изданиях по списку ВАК Министерства науки и высшего образования РФ.

Личный вклад автора. Основой диссертационной работы явились результаты собственных исследований автора, выборе методов, разработке программы согласно поставленной цели и задач исследований, закладке полевого эксперимента, проведения наблюдений и учетов, лабораторно-аналитических исследований, анализе и обобщении полученного экспериментального материала, написании и публикации научных статей, оформлении диссертационной работы и составляет около 93%.

Структура и объем диссертационной работы. Материалы по диссертационной работе изложены на 166 страницах компьютерного текста, включая 12 таблиц, 4 рисунка, 39 приложений. Структурно состоит из введения, 4 глав, заключения, рекомендаций производству. Список литературы включает 324 наименования, из них 13 на иностранных языках.

ГЛАВА I. МЕСТО, УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования по теме диссертационной работы проводили в 2013-2017 гг. на опытном поле Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса» в плодосменном севообороте: картофель – овес – люпин на зеленый корм – озимая рожь.

Климат зоны проведения исследований характеризуется как умеренно-континентальный с теплым летом и умеренно холодной зимой. Среднегодовое количество атмосферных осадков составляет в среднем 531-655 мм. Продолжительность вегетационного периода составляет 176-195 суток. Сумма положительных температур (выше +5°C) за этот период составляет в пределах 2450-2750°C. За период активной вегетации сумма активных температур изменяется в пределах 2200-2420°C.

Метеорологические условия в годы проведения исследований

За годы проведения исследований погодные условия в весенне-летний период вегетации характеризовались разнообразием. Температура воздуха во все годы исследований превышала среднемноголетние значения. За вегетационные периоды 2013-2017 гг. ГТК в отдельные месяцы варьировал от 0,1 до 1,8 (рис. 1).

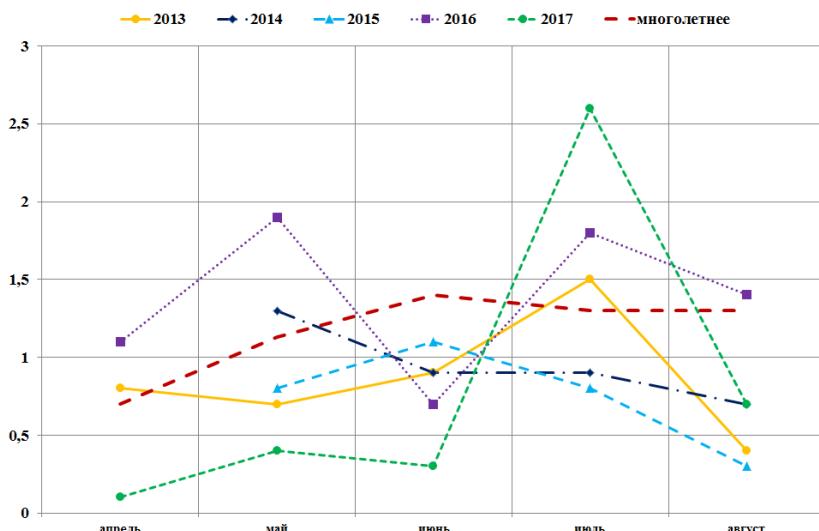


Рисунок 1 – Среднемесячное значение ГТК весенне-летнего периода вегетации за 2013-2017 гг.

Наиболее благоприятными по условиям увлажнения и температурному режиму были 2014, 2016 годы, слабозасушливым был 2017 год, засушливыми были 2013 и 2015 годы, которые характеризовались крайне низкими запасами продуктивной влаги в почве, дефицитом осадков и неравномерностью их выпадения.

Методика исследований

Полевые исследования проведены на опытном поле Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции – филиала ФНЦ «ВИК им. В.Р. Ви-

льямса» в 2013-2017 гг. Почва опытного участка дерново-среднеподзолистая песчаная. Почвообразующая порода водно-ледниковые пески мощностью 1,5-2,0 м. Агрохимические показатели пахотного слоя (0-18 см) перед закладкой опыта были следующими: содержание органического вещества (по Тюрину) 1,9-2,3 %, pH_{KCl} – 6,7-6,9, Нг = 0,51-0,56 ммоль-экв. на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований 10,0-16,4 ммоль-экв. на 100 г. почвы. Содержание обменного калия и подвижного фосфора (по Кирсанову) 71,0-106,0 и 370-395 мг на 1 кг почвы соответственно. Плотность загрязнения почвы цезием-137 составляла в среднем 526-666 кБк/мг (14-18 КИ/км²).

Посевная площадь делянки – 90 м², учетная – 70 м².

Опыт закладывали в трехкратной повторности при систематическом расположении делянок. Объекты исследования: растения картофеля (сорт Куряж), органические удобрения (подстилочный навоз КРС), химические средства защиты растений, азотные, фосфорные, калийные удобрения, биопрепарат Гумистим.

Подстилочный навоз крупного рогатого скота в среднем следующего химического состава: азот- 0,53%, фосфор- 0,23%, калий- 0,57%, влажность- 72,5%. Применяли минеральные удобрения: Na (34,4%); Рсд (48% P_2O_5), Kх (56% K_2O). Расчетные дозы удобрений вносили весной под предпосадочную обработку почвы. Для защиты посадок картофеля от вредителей и болезней применяли следующие пестициды: против сорняка- Зенкор 50% СП- 0,7 кг/га до появления всходов культуры, препарат Титус- 50 г/га- после окучивания в фазу цветения; инсектицид Актара ВДГ- 0,06 кг/га против колорадского жука и других вредителей; против фитофтороза и других грибковых заболеваний- Ридомил голд МЦ, ВДГ – 2,5 кг/га, акробат МЦ ВДГ – 2,0 кг/га, танос- 0,6 кг/га. В течение периода вегетации проводили 2-3 обработки против болезней картофеля. Обработку посадок картофеля в опыте биопрепаратором Гумистим производства ООО «ЕСХП Женьшень» Унечского района Брянской области, который содержит в своем составе живую бактериальную флору, включает макро- и микроэлементы, янтарную кислоту, проводили совместная с первой обработкой против вредителей и болезней в фазу бутонизации из расчета расхода препарата Гумистим 6 л/га на 300 л воды + инсектицид + фунгицид. Вторую некорневую подкормку картофеля осуществляли при окончании фазы цветения картофеля, применяя препарат из расчета 6 л/га на 300 л/га воды + фунгицид. В исследовании использовали принцип системного подхода методом сравнения и объективной оценки 14 вариантов технологических агроприемов выращивания картофеля с различным уровнем интенсификации.

Схема полевого эксперимента

1. Контроль (без удобрений); 2. Навоз 80 т/га; 3. Навоз 40 т/га + $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$; 4. $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$; 5. $\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$; 6. $\text{N}_{225}\text{P}_{90}\text{K}_{270}$; 7. Навоз 40 т/га + $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ + пестициды; 8. $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ + пестициды; 9. $\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$ + пестициды; 10. $\text{N}_{225}\text{P}_{90}\text{K}_{270}$ + пестициды; 11. Навоз 40 т/га + $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ + пестициды + Гумистим; 12. $\text{N}_{75}\text{P}_{30}\text{K}_{90}$ + пестициды + Гумистим; 13. $\text{N}_{150}\text{P}_{60}\text{K}_{180}$ + пестициды +

Гумистим; 14. $N_{225}P_{90}K_{270}$ + пестициды + Гумистим. Клубни картофеля на опыте высаживали после внесения и запашки удобрений (органических и минеральных), картофелесажалкой СН- 4Б в третьей декаде апреля, с густотой посадки 55 тысяч клубней на гектар. Уборка картофеля на опыте – ручная, сплошная, поделяночная, учет урожая – весовой. Определение структуры урожая проводили путем выкопки 25 кустов в двукратной повторности с разделением клубней по фракциям. С каждого варианта отбирали образцы клубней для проведения лабораторно-аналитических исследований для определения в них показателей качества в Центре коллективного пользования научным оборудованием и приборами Брянского ГАУ.

Показатели агрохимической характеристики пахотного слоя почвы определяли следующими методами: содержание органического вещества – по Тюрину (ГОСТ 26213-91); рН_{KCl} – ионометрически (ГОСТ 24483-84); содержание P₂O₅ и K₂O – по Кирсанову (ГОСТ 26207-84); Н_r - по методике ЦИНАО (ГОСТ 26213-84), сумму поглощенных оснований (ГОСТ 2782-88). Определение показателей качества клубней картофеля: содержание сухих веществ (ГОСТ 28561-90), сахаров и крахмала (ГОСТ 26176-91), содержание аскорбиновой кислоты в свежевыкопанных клубнях по методу Н.К. Мурри, остаточное количество нитратов (ГОСТ 13496-86). Сырой белок расчетом N_{общ} · 6,25. Удельную активность Цезия-137 в клубнях определяли на измерительном комплексе УСК «Гамма+» с программным обеспечением «Прогресс- 2000» в геометрии Маринелли. Тяжелые металлы определяли по методике ЦИНАО (1992). Аминокислотный состав осуществляли методом капиллярного электрофореза с использованием анализатора «Капель-105». При определении площади листовой поверхности использовали метод высечек (методика ВНИИ КХ). Достоверность различий определяли на основании результатов статистической обработки опытных данных методом дисперсионного анализа (Б.А. Доспехов, 1985) с использованием ПК. Экономическая эффективность агротехнических мероприятий рассчитана на основе разработанных технологических карт по методике Всероссийского НИИ экономики сельского хозяйства.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

ГЛАВА 2. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРТОФЕЛЯ

Биометрические показатели, структура урожая и урожайность картофеля в зависимости от применяемых средств химизации

Проведенными исследованиями установлено, что высота растений картофеля изменялась в зависимости от применяемых средств химизации. В среднем за годы исследований наименьшей высотой отличались растения картофеля в контрольном варианте (табл. 1).

Отмечено заметное увеличение высоты растений картофеля под влиянием изучаемых систем удобрения, которая изменялась по вариантам опыта

в пределах 32,7-56,3 см. В среднем за годы проведения опытов наибольшая высота растений картофеля была зафиксирована в варианте с применением полного минерального удобрения (NPK) в дозе $N_{225}P_{90}K_{270}$. Установлено положительное влияние биопрепарата Гумистим на формирование высоты растений картофеля, при этом достоверное увеличение высоты растений в среднем за годы исследований отмечено при комплексном применении средств химизации в варианте навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды + Гумистим и $N_{225}P_{90}K_{270}$ + пестициды + Гумистим. В среднем за годы проведения исследований высота растений картофеля в этом варианте составила 57,1 см. С повышением уровня интенсификации средств при комплексном их применении (вар. 12, 13, 14) отмечена тенденция к повышению высоты растений картофеля.

Таблица 1 – Биометрические показатели роста и развития картофеля в зависимости от применяемых средств химизации (2013-2017 гг.)

Вариант	Показатели (на куст)				Площадь листьев, тыс.м ² на 1 га
	высота растений, см.	количество стеблей, шт.	количество листьев, шт.	масса ботвы, г.	
1 Контроль (без удобрений)	32,7	4,3	68	233	23,3
2 Навоз 80 т/га	41,2	5,5	81	343	30,6
3 Навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$	49,0	5,8	92	563	32,1
4 $N_{75}P_{30}K_{90}$	49,5	5,4	86	462	31,5
5 $N_{150}P_{60}K_{180}$	52,2	6,1	115	683	32,9
6 $N_{225}P_{90}K_{270}$	53,6	6,8	126	772	33,1
7 Навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды	51,2	6,6	122	742	33,7
8 $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды	46,6	5,9	114	532	31,6
9 $N_{150}P_{60}K_{180}$ + пестициды	52,7	6,4	134	817	33,8
10 $N_{225}P_{90}K_{270}$ + пестициды	55,4	7,2	139	906	34,1
11 Навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды + Гумистим	57,1	7,8	147	1012	35,1
12 $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды + Гумистим	48,4	6,6	126	699	32,6
13 $N_{150}P_{60}K_{180}$ + пестициды + Гумистим	54,1	7,4	143	990	34,7
14 $N_{225}P_{90}K_{270}$ + пестициды + Гумистим	56,3	7,9	140	908	33,8
НСР₀₅	2,3	0,54	15	50,5	0,6

Наименьшее количество стеблей картофеля 4,4 штук на куст в среднем формировалось в контрольном варианте. В среднем за 5 лет исследований наиболее высокая стеблеобразующая способность картофеля отмечена в вариантах: навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды + Гумистим и $N_{225}P_{90}K_{270}$ + пестициды + Гумистим. В среднем за годы исследований количество листьев картофеля по вариантам опыта изменялось от 66 до 146 штук/куст. Наибольшая облиственность растений картофеля отмечена в вариантах с комплексным применением средств химизации (вар. 13, 14). В этих вариантах максимальная площадь листовой поверхности 34,7-33,8 тыс. m^2 на 1га, а также отмечено накопление максимальной массы ботвы на куст.

Исследованиями установлено, что изучаемые системы удобрения как при отдельном применении, так и в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратором Гумистим оказали заметное влияние на фракционный состав клубней картофеля (рис. 2).

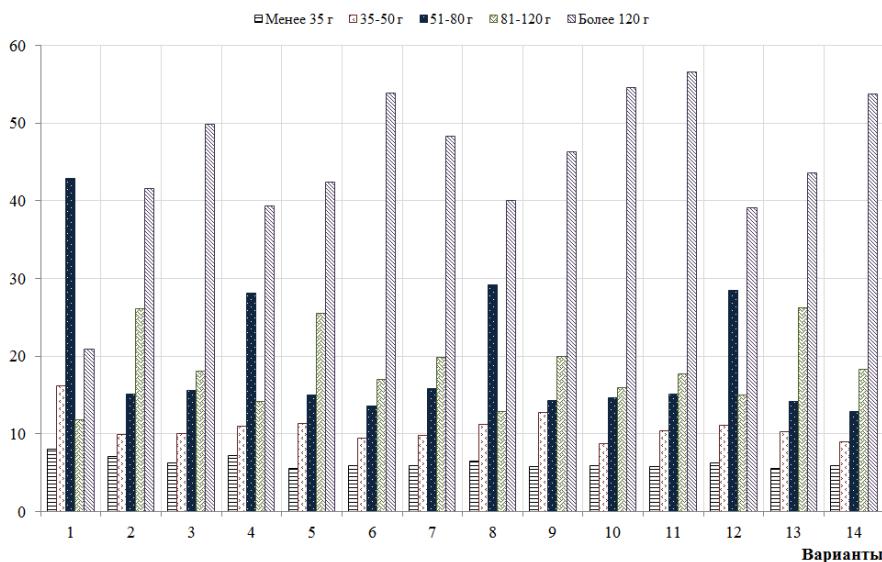


Рисунок 2 – Доля фракций в % от массы клубней (среднее за 2013-2017 гг.)

В контрольном варианте в среднем за годы исследований преобладала семенная фракция клубней массой 51-80 г. Самый высокий выход фракции товарных клубней (более 120 г), составляющей 56,6% отмечен при комплексном применении средств химизации в варианте навоз + $N_{75}P_{30}K_{90}$ + пестициды + Гумистим (вар. 11).

В наших опытах в среднем за годы проведения исследований в контрольном варианте урожайность клубней картофеля была на уровне 9,3 т/га. Применение подстилочного навоза в норме 80 т/га повышало урожайность

клубней до 20,5 т/га, прибавка урожайности относительно контроля составила 11,2 т/га.

Таблица 2 – Влияние средств химизации на урожайность клубней картофеля, т/га (среднее за 2013-2017 гг.)

Вариант	Урожайность			Прибавка урожайности		
	1	2	3	4	5	6
Контроль (без удобрений)	9,3	-	-	-	-	-
Навоз 80 т/га	20,5	-	-	11,2	-	-
Навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$	25,9	30,7	35,1	16,6	4,8	4,4
$N_{75}P_{30}K_{90}$	22,0	23,5	25,2	12,7	1,5	1,7
$N_{150}P_{60}K_{180}$	23,8	27,8	31,1	14,5	4,0	3,3
$N_{225}P_{90}K_{270}$	23,0	26,2	27,2	13,7	3,2	1,0

Примечание: 1 – без пестицидов, 2 – с пестицидами, 3 – с пестицидами и гумистом, 4 – от удобрений, 5 – от пестицидов, 6 – от гумистами

Применение органоминеральной системы удобрения (навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) в среднем за 5 лет обеспечило формирование урожайности клубней на уровне 25,9 т/га. Прибавка урожайности клубней относительно контрольного варианта составила 16,6 т/га, а в сравнении с органической системой удобрения (навоз 80 т/га) прибавка составила 6,7 т/га, что свидетельствует о более высокой степени доступности элементов минерального питания растениями картофеля в первый год внесения органоминерального удобрения.

Установлено, что внесение полного минерального удобрения в низкой дозе $N_{75}P_{30}K_{90}$ (1NPK) способствовало повышению урожайности клубней картофеля относительно контроля на 12,7 т/га. Применение средней дозы полного минерального удобрения $N_{150}P_{60}K_{180}$ (2NPK) повышало урожайность клубней по сравнению с низкой дозой $N_{75}P_{30}K_{90}$ в среднем на 2,2 т/га, а прибавка урожайности относительно контроля в среднем за 5 лет увеличилась на 14,5 т/га. Внесение повышенной дозы минерального удобрения $N_{225}P_{60}K_{180}$ (3NPK) также способствовало повышению урожайности клубней относительно контрольного варианта, но полученная прибавка оказалась на 0,8 т/га ниже по сравнению с прибавкой, полученной при внесении средней дозы $N_{150}P_{60}K_{180}$.

Нашиими исследованиями установлено, что урожайность картофеля в среднем за 5 лет проведения опытов при применении удобрений в комплексе с химическими средствами защиты (пестицидами) существенно возрасала. Урожайность клубней в вариантах с комплексным применением удобрений и пестицидов (вар. 7, 8, 9, 10) в сравнении с контрольным вариантом в среднем повышалась на 18,6-21,4 т/га, а непосредственно от пестицидов прибавки урожайности изменились от 1,5 до 4,8 т/га. Наиболее высокий эффект от применения пестицидов отмечен на фоне внесения органо-минерального удобрения (навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) – при урожайности клубней в этом варианте – 30,7 т/га.

Применение гуминового препарата Гумистим в комплексе с изучаемыми системами удобрения в зависимости от фона удобренности обеспечило повышение урожайности клубней с 27,2 до 35,1 т/га, прибавки урожайности от биопрепарата составили в среднем 1,0-4,4 т/га.

ГЛАВА 3. ИЗМЕНЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЯЕМЫХ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ

3.1. Влияние комплексного применения средств химизации на содержание и сбор крахмала, сухих веществ, аскорбиновой кислоты в урожае клубней картофеля

В среднем за годы проведения исследований содержание крахмала по изучаемым вариантам опыта варьировало в пределах 13,0-11,6%, сухих веществ от 18,4 до 19,8%. Под влиянием изучаемых средств химизации содержание крахмала в клубнях относительно контроля снижалось на 0,5-1,5%.

Наиболее высокий сбор крахмала с единицы площади 4,06 т/га получен при применении органоминерального удобрения в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратором Гумистим (рис. 3).

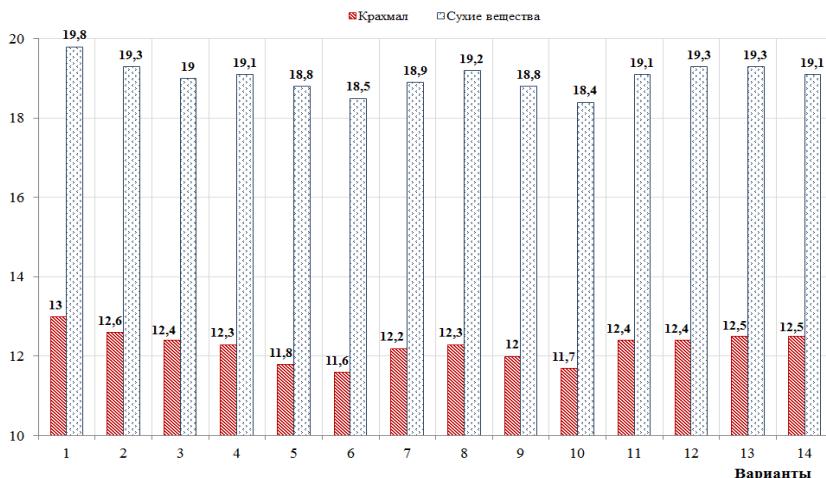


Рисунок 3 – Содержание крахмала и сухих веществ в клубнях картофеля, % (среднее за 2013-2017 гг.) НСР₀₅ – 0,37%

3.2. Товарность и содержание витамина С в зависимости от применяемых средств химизации

В наших исследованиях в среднем за 5 лет товарность клубней картофеля по изучаемым вариантам варьировала от 62 до 90% (рис. 4).

Под влиянием органического и органоминерального удобрения товарность клубней картофеля увеличилась в среднем на 20%. Последовательно возрастающие дозы минеральных удобрений повышали товарность клубней в среднем на 19,1-21,0%. Под влиянием стимулятора роста товарность клубней в среднем повышалась на 3-5%.

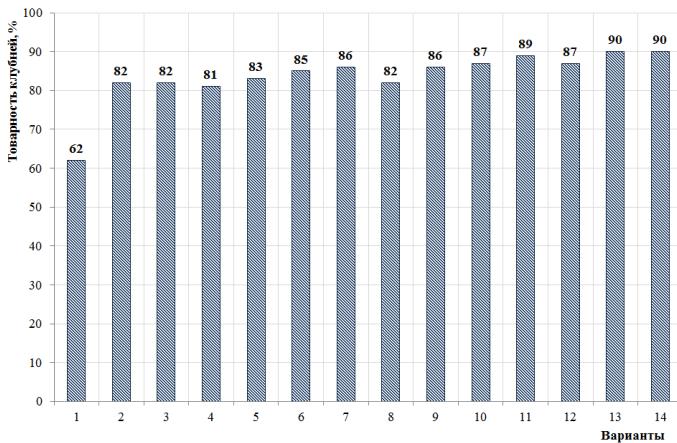


Рисунок 4 – Товарность клубней картофеля, % (среднее за 2013-2017 гг.)
 $HCP_{05} - 5\%$

Наиболее высокое содержание витамина С отмечено по органо-минеральной системе удобрения (навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) – 13,84% и минеральной ($N_{150}P_{60}K_{180}$) – 13,68% в комплексе с пестицидами и биопрепаратором Гумистим (рис. 5).

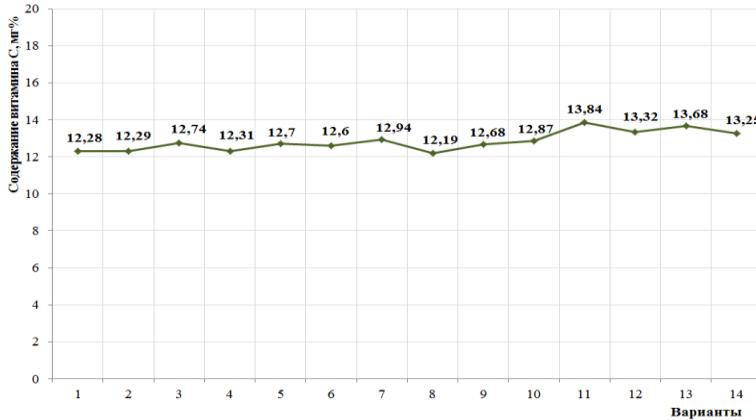


Рисунок 5 – Содержание витамина С в клубнях картофеля, мг % (среднее за 2013-2017 гг.) $HCP_{05} - 0,11\%$

3.3. Влияние средств химизации на содержание сырого белка и аминокислотный состав клубней картофеля

Проведенными лабораторно-аналитическими исследованиями установлено, что содержание сырого белка в клубнях картофеля по вариантам опыта

в зависимости от применяемых средств химизации в среднем изменялось от 2,06 до 2,51% (рис. 6).

Самое высокое содержание сырого белка в клубнях картофеля – 2,51%, а также максимальный его сбор 0,876 т/га в среднем за годы исследований отмечен при применении органоминеральной системы удобрения (навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) в комплексе со средствами защиты и биопрепаратором Гумистим.

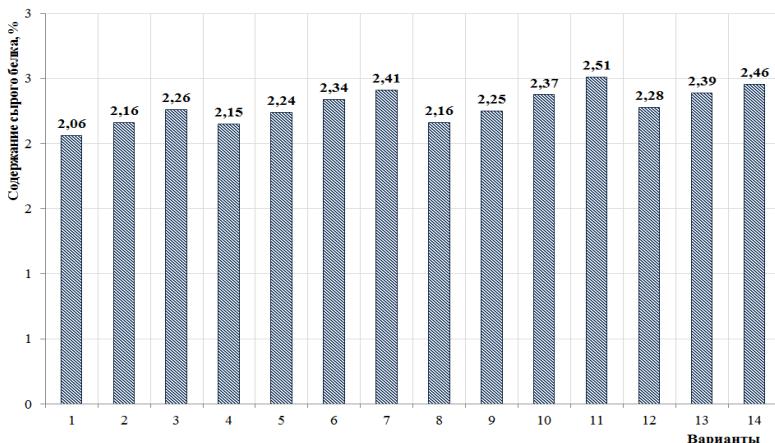


Рисунок 6 – Содержание сырого белка в клубнях картофеля в зависимости от применяемых средств химизации, % (среднее за 2013-2017 гг.) $HCP_{05} - 0,16\%$

Результаты биохимических анализов свидетельствуют о том, что в аминокислотном составе белков картофеля отмечены изменения количественного характера (табл. 3). Применяемые средства химизации способствовали поддержанию наиболее благоприятного аминокислотного состава белкового комплекса клубней картофеля.

Наибольшую сумму незаменимых аминокислот (37,9 и 38,5) обеспечивают органоминеральная система (навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратором Гумистим, а также минеральная система $N_{150}P_{60}K_{180}$ при комплексном использовании средств химизации (защитный комплекс + Гумистим).

3.4. Концентрация остаточных нитратов в клубнях картофеля в зависимости от применяемых средств химизации

В среднем за 5 лет исследований содержание остаточных нитратов по вариантам опыта изменялось от 68 до 221 мг/кг физической массы (рис. 7).

Самая высокая концентрация остаточных нитратов в клубнях картофеля в среднем за годы проведения исследований отмечена при внесении полного минерального удобрения в дозе $N_{225}P_{90}K_{270}$. Химические средства защиты растений

и биопрепарат Гумистим не оказали заметного влияния на концентрацию остаточных нитратов в клубнях картофеля относительно контрольного варианта.

Таблица 3 – Влияние средств химизации на содержание аминокислот в клубнях картофеля (т/кг сухого вещества), среднее за 2013-2017 гг.

Варианты Аминокислоты	Конт- роль	Навоз 40т/га + N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀	Навоз 40т/га + N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀ + пестициды	Навоз 40т/га+N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀ + пестициды + Гумистим	N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + пестици- ды + Гу- мистим
Аланин	5,82	5,76	5,48	6,88	5,86
Аргинин	4,46	4,53	4,62	4,66	4,68
Аспарагин	18,42	18,56	18,86	18,88	18,76
Валин*	5,82	5,58	5,64	5,91	5,86
Гистидин*	1,29	1,42	1,46	1,53	1,52
Глицин	3,71	3,84	3,88	3,93	3,92
Глутамин	5,09	5,13	5,18	5,22	5,26
Изолейнин*	3,32	3,48	3,53	4,12	3,86
Лейцин*	6,92	7,29	7,38	7,42	8,54
Лизин*	4,58	4,66	4,85	5,13	5,26
Метионин*	1,66	1,68	1,72	1,74	1,76
Промин	6,32	6,46	6,56	7,54	6,73
Серин	4,36	4,41	4,46	4,63	4,52
Тирозин	4,06	4,43	4,48	5,18	4,52
Тreonин	3,66	3,84	3,88	3,92	3,90
Триптофан*	4,36	4,43	4,52	5,21	4,58
Фенилаланин*	3,88	4,26	4,35	5,13	5,09
Сумма	87,73	89,73	90,85	95,43	94,62
Незаменимые амино- кислоты, % от суммы	36,3	36,6	36,8	37,9	38,5

Примечание: * показаны незаменимые аминокислоты

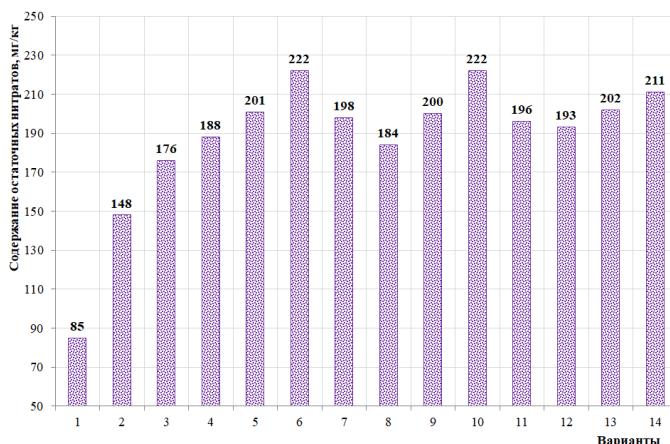


Рисунок 7 – Содержание остаточных нитратов в клубнях картофеля, мг/кг
(среднее за 2013-2017 гг.) НСР₀₅ – 10мг/кг

3.5. Действие средств химизации на содержание тяжелых металлов в клубнях картофеля

В наших исследованиях содержание тяжелых металлов в клубнях картофеля в контрольном варианте не превышало ПДУ (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние средств химизации на содержание тяжелых металлов в клубнях картофеля, мг/кг (среднее за 2013-2017 гг.)

Вариант	Содержание, мг/кг				
	Cd	Pb	Zn	Mn	Cu
1 Контроль (без удобрений)	0,01	0,11	3,86	11,21	1,35
2 Навоз 80 т/га	0,015	0,16	2,53	10,87	1,37
3 Навоз 40 т/га + N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀	0,015	0,12	2,36	12,04	1,22
4 N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀	0,015	0,08	3,18	9,16	1,32
5 N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₈₀	0,02	0,06	3,52	11,18	1,43
6 N ₂₂₅ P ₉₀ K ₂₇₀	0,025	0,22	3,75	11,56	1,46
7 Навоз 40 т/га + N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀ + пестициды	0,015	0,11	2,30	9,97	1,12
8 N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀ + пестициды	0,015	0,06	2,12	10,26	0,86
9 N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + пестициды	0,018	0,06	2,42	11,18	0,68
10 N ₂₂₅ P ₉₀ K ₂₇₀ + пестициды	0,025	0,13	2,48	12,45	1,32
11 Навоз 40 т/га + N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀ + пестициды +Гумистим	0,01	0,10	2,09	11,16	1,06
12 N ₇₅ P ₃₀ K ₉₀ + пестициды +Гумистим	0,012	0,06	2,18	10,17	0,74
13 N ₁₅₀ P ₆₀ K ₁₈₀ + пестициды +Гумистим	0,015	0,05	2,22	10,13	1,18
14 N ₂₂₅ P ₉₀ K ₂₇₀ + пестициды +Гумистим	0,02	0,10	2,34	9,60	1,26
ПДУ, мг/кг	0,03	0,5			

Концентрация меди в клубнях по изучаемым вариантам опыта изменялась в среднем от 1,35 до 1,46 мг/кг сухой массы. Под влияние изучаемых систем удобрения отмечалось повышение концентрации меди в клубнях картофеля относительно контроля, однако оно не превышало ПДУ. Средства защиты растений и стимулятор роста не оказали влияния на изменение содержания меди в клубнях картофеля относительно контроля.

Концентрация свинца (Pb) в клубнях картофеля в среднем за годы исследований по вариантам опыта изменялась в пределах 0,05-0,22 мг/кг. При комплексном применении средств химизации (вар. 7-14) отмечено снижение концентрации свинца в урожае клубней в сравнении с контролем, что видимо связано с эффектом биологического разбавления в связи с повышением урожайности клубней в этих вариантах опыта.

Наиболее высокая концентрация цинка в клубнях картофеля в среднем была отмечена в контрольном варианте – 3,86 мг/кг. Изучаемые системы удобрения картофеля как при отдельном применении, так и в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратором Гумистим не оказали существенного влияния на изменение концентрации цинка в клубнях картофеля в сравнении с контролем.

Содержание марганца в клубнях картофеля в среднем за годы исследований по вариантам опыта варьировало от 9,16 до 12,45 мг/кг при концентрации его в контроле 11,21 мг/кг. Токсическое действие марганца проявляется толь-

ко в случае, если его концентрация в растительной продукции превышает 300 мг/кг сухой массы.

Содержание кадмия в клубнях картофеля в среднем за годы исследований по вариантам опыта не превышало порогового значения (0,03 мг/кг), т.е. было в пределах ПДУ.

Таким образом, концентрация тяжелых металлов в клубнях картофеля не превышала ПДУ.

3.6. Влияние удобрений, пестицидов и стимулятора роста на удельную активность ^{137}Cs в урожае клубней картофеля

Проведенными исследованиями установлено, что в среднем за 5 лет опытов применение средств химизации способствовало уменьшению удельной активности ^{137}Cs в урожае клубней картофеля. Наибольшая удельная активность ^{137}Cs отмечена в контрольном варианте, которая в среднем за 5 лет исследований составляла 76 Бк/кг (норматив 120 Бк/кг) (рис. 8).

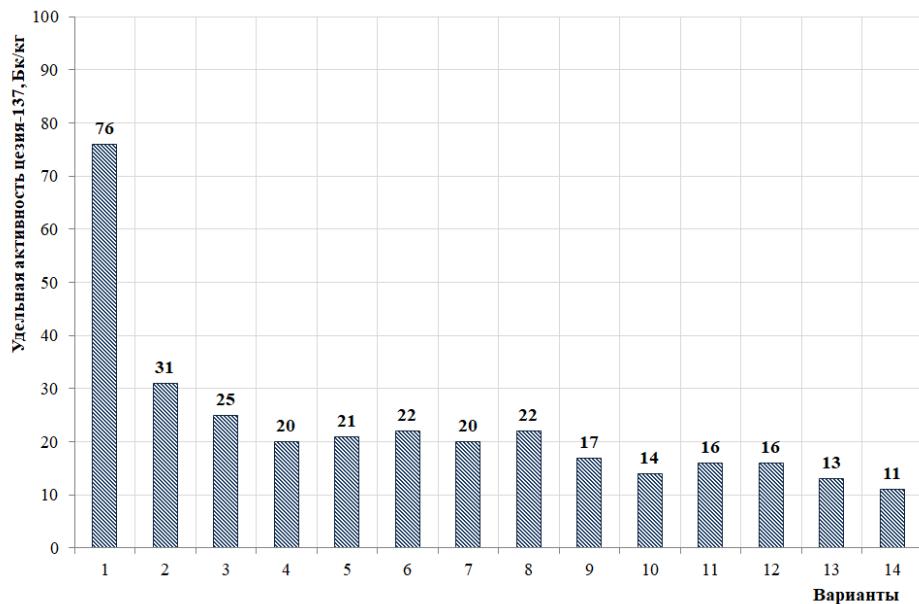


Рисунок 8 – Влияние средств химизации на удельную активность ^{137}Cs в клубнях картофеля, Бк/кг (сырая масса) НСР₀₅ – 4 Бк/кг

Более высокое влияние на размеры уменьшения удельной активности ^{137}Cs в клубнях картофеля отмечено при комплексном применении средств химизации (удобрения, пестициды, стимулятор роста), что способствовало в наибольшей степени повышению урожайности картофеля и тем самым за счет биологического разбавления снижало концентрацию ^{137}Cs в клубнях картофеля.

Наибольшее снижение удельной активности цезия-137 (в 8,0 раз) в среднем было получено при внесении полного минерального удобрения в дозе $N_{225}P_{90}K_{270}$ в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратором Гумистим (вар. 14). Таким образом урожай клубней картофеля, полученный в изучаемых вариантах опыта соответствует санитарно-гигиеническому нормативу и может быть использован на пищевые и кормовые цели без ограничений.

3.7. Влияние различных систем удобрения на изменение агрохимических свойств пахотного слоя почвы

Нами были установлены изменения агрохимической характеристики пахотного слоя почвы опытного участка за ротацию плодосменного севооборота (табл. 5).

Наиболее низкие показатели почвенного плодородия отмечены в контрольном варианте. Так за ротацию плодосменного севооборота на контрольном варианте зафиксировано уменьшение содержания органического вещества в среднем на 0,03 %, а также отмечено снижение содержания подвижных форм фосфора и обменного калия (на 31,0 и 8,0 мг/кг соответственно), а сумма поглощенных оснований уменьшилась на 0,8 ммоль/100 г почвы. Величина обменной кислотности возросла на 0,04 ед. рН.

Таблица 5 – Влияние систем удобрения на изменение агрохимических показателей почвы опытного поля за период одной ротации севооборота (2013-2016 гг.)

Внесено удобрений в сумме за ротацию севооборота	С орг, %		pH _{KCl}		Hr ммоль-экв/100 г				P ₂ O ₅		K ₂ O		
	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	2013	2016	
контроль	1,76	1,73	6,82	6,78	0,58	0,62	7,3	6,4	283	252	48	40	
Навоз 80 т/га	2,12	2,15	6,58	6,63	0,58	0,61	8,1	8,5	361	366	91	95	
Навоз 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$	2,09	2,10	6,55	6,68	0,54	0,56	6,4	6,8	395	399	103	108	
$N_{200}P_{100}K_{240}$	1,97	1,98	6,49	6,42	0,58	0,61	6,6	6,4	396	398	97	103	
$N_{400}P_{200}K_{480}$	2,48	2,49	6,78	6,53	0,62	0,65	9,6	9,3	340	348	110	114	
$N_{600}P_{400}K_{720}$	2,39	2,41	6,75	6,61	0,71	0,79	9,9	9,5	376	381	164	168	

Применение органических удобрений (навоз 80 т/га) способствовало повышению содержания органического вещества на 0,03 %. В то же время при применении органоминерального удобрения (навоз 40 т/га + $N_{200}P_{100}K_{240}$) содержание органического вещества поддерживалось на исходном уровне. Под влиянием органической и органоминеральной системы удобрения отмечено подщелачивание почвенного раствора. Под влиянием применяемых систем удобрения прослеживалась тенденция к повышению гидролитической кислотности почвы. Органическая и органоминеральная система удобрения по-

вышали сумму поглощенных оснований, а под влиянием минеральных систем удобрения сумма поглощенных оснований уменьшалась. Применяемые системы удобрения в целом способствовали повышению содержания в почве подвижных форм фосфора и обменного калия, особенно заметно при применении повышенных доз NPK.

В заключении можно констатировать: применяемые системы удобрения за ротацию плодосменного севооборота оказали положительные влияния на изменение агрохимических свойств дерново-подзолистой почвы.

ГЛАВА 4. АГРОЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

Проведенными расчетами установлено, что наиболее высокая окупаемость 1 кг NPK (с учетом коэффициента использования NPK органического удобрения) прибавкой урожая картофеля получена по органоминеральной системе удобрения (навоз 40 т/га + N₇₅P₃₀K₉₀) – 74,6 кг сырой массы клубней. Наиболее высокая окупаемость 1 т подстилочного навоза (206,6 кг) получена при комплексном применении средств химизации (навоз 40 т/га + N₇₅P₃₀K₉₀ + пестициды + Гумистим).

Анализ экономической эффективности выращивания картофеля показал, что в условиях проводимого эксперимента неоспоримые преимущества имела органоминеральная система при комплексном применении средств химизации (навоз 40 т/га + N₇₅P₃₀K₉₀ + пестициды + Гумистим), при этом производительная себестоимость составляла 2,41 тыс. руб. за 1 тонну при уровне урожайности 34,9 т/га, сумма производственных затрат в этом варианте составила 84,06 тыс. руб./га, чистый доход – 90,44 тыс. рублей, уровень рентабельности производства 107,6%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании произведенных в 2013 – 2017 гг. научных исследований и обобщения их результатов можем сделать следующие выводы:

1. В многолетних полевых опытах на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве юго-запада Центрального региона Нечерноземной зоны РФ при изучении влияния различных систем удобрений на урожайность клубней картофеля, выращиваемого в плодосменном севообороте, установлено, что наиболее эффективной является органоминеральная система удобрения в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратором Гумистим (навоз 40 т/га + N₇₅P₃₀K₉₀ + пестициды + Гумистим), обеспечивающая получение урожая клубней в среднем на уровне 34,9 т/га.

2. Наиболее высокие показатели роста и развития растений картофеля отмечены при комплексном применении химических средств защиты растений, биопрепаратора Гумистим и органоминеральной системы (навоз 40 т/га + N₇₅P₃₀K₉₀), применение которой обеспечило в среднем высоту растений 57,1 см, стеблеобразующую способность на уровне 7,8 шт. на куст, количество листьев 147 шт. на куст, массу ботвы 1012 г на куст при общей площади листо-

вой поверхности – 35,1 тыс. мг на 1 га. Комплексное применение средств химизации обеспечило повышение выхода клубней фракций 81-120 г и более 120 г. В оптимальном варианте навоз 40 т/га + N₇₅P₃₀K₉₀ + пестициды + Гумистим в клубнях преобладала фракция 120 г и более, составляющая 56,6%.

3. В годы, благоприятные по условиям увлажнения (2013, 2014, 2016) получено более высокое содержание крахмала и сбор его с единицы площади. Применяемые средства химизации способствовала снижению содержания крахмала и сухих веществ на 0,4-14 и 0,5—1,3% соответственно в сравнении с контролем. В среднем за годы исследований наибольший сбор крахмала с 1 га 4,16 т обеспечило применение органоминерального удобрения (навоз 40 т/га + N₇₅P₃₀K₉₀) в комплексе с пестицидами и препаратом Гумистим, при уровне товарности в этом варианте 89%. Под влиянием полного минерального удобрения в последовательно возрастающих дозах товарность картофеля повышалась на 20-22%.

4. Содержание аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля увеличивалось под влиянием применяемых средств химизации, самая высокая концентрация аскорбиновой кислоты 13,84 мг% в клубнях картофеля в среднем за годы исследований отмечена при внесении органоминерального удобрения (навоз 40 т/га + N₇₅P₃₀K₉₀) в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратором Гумистим.

5. Содержание сырого белка в клубнях картофеля и размеры его сбора с единицы площади напрямую зависели от уровня применяемых средств химизации и урожайности клубней картофеля. Самый высокий сбор сырого белка 0,876 т/га в среднем за годы исследований получен при применении органоминерального удобрения (навоз 40 т/га + N₇₅P₃₀K₉₀) в комплексе с пестицидами и препаратом Гумистим.

6. Применяемые системы удобрения благоприятствовали изменению аминокислотного состава белкового комплекса клубней картофеля. Совместное внесение 40 т/га подстилочного навоза в дозе N₇₅P₃₀K₉₀ и полного минерального удобрения в дозе N₁₅₀P₆₀K₁₈₀ способствовало увеличению содержания незаменимых аминокислот соответственно на 37,5 и 38,0 % от общей суммы в белковом комплексе клубней картофеля.

7. Концентрация остаточных нитратов в клубнях картофеля в среднем за годы проведения полевого опыта в зависимости от уровня применяемых средств химизации и состояния погодно-климатических условий вегетационных периодов варьировало по вариантам опыта от 85 до 222 мг/кг. Наиболее высокая концентрация нитратного азота отмечена как при отдельном применении, так и в комплексе с пестицидами и биопрепаратором Гумистим в вариантах N₁₅₀P₆₀K₁₈₀ и N₂₂₅P₉₀K₂₇₀. В целом концентрация нитратов в клубнях картофеля в годы проведения исследований не превышала уровня ПДК.

8. При возделывании раннего картофеля на дерново-подзолистой радиоактивно загрязненной почве в плодосменном севообороте применяемые удобрения, как при отдельном внесении, так и в комплексе со средствами защиты растений и биопрепаратором Гумистим не способствовали повышению

концентрации тяжелых металлов в урожае клубней картофеля до значений, превышающих ПДУ.

9. Удельная активность цезия-137 в клубнях картофеля в среднем за годы исследований по изучаемым вариантам опыта изменялась в пределах 76-11 Бк/кг. Под влиянием применяемых средств химизации отмечалось снижение удельной активности цезия – 137 в клубнях картофеля от 2,45 до 6,91 раз. В среднем за 5 лет проведения опыта удельная активность цезия-137 в клубнях картофеля по изучаемым системам удобрения, включая контрольный вариант, не превышала ПДУ (120 Бк/кг).

10. Применение систем удобрения в течение одной ротации плодосменного севооборота положительно влияли на изменение агрохимических показателей почвы опытного участка.

11. Проведенный экономический анализ возделывания раннего картофеля в плодосменном севообороте на дерново-подзолистой песчаной почве в условиях радиоактивного загрязнения показал, что наиболее высокий экономический эффект обеспечивает органоминеральная система удобрения (навоз 40 т/га + $N_{75}P_{30}K_{90}$) в комплексе с пестицидами и биопрепаратором Гумистим, применение которой гарантирует получение чистого дохода в размере 90,44 тыс. руб./га, рентабельности производства 107,6%, при уровне себестоимости 1 т 2,41 тыс. руб.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА

При возделывании раннего картофеля в плодосменном севообороте на дерново-подзолистой песчаной радиоактивно загрязненной почве для получения стабильно высоких, экологически чистых клубней картофеля рекомендуется совместное применение подстильного навоза 40 т/га и полного минерального удобрения в дозе $N_{75}P_{30}K_{90}$ в комплексе с пестицидами и биопрепаратором Гумистим. В зависимости от фитосанитарного состояния посадок и погодных условий необходимо проводить 2-3 обработки средствами защиты растений.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИОННОЙ РАБОТЫ

1. Продолжение более углубленных полевых экспериментов по изучению применения регуляторов роста растений нового поколения Бензикол, Стимулайф, Витизин, Новосил, Экогель при возделывании картофеля сортов отечественной и зарубежной селекции.

2. Определить степень влияния применяемых при возделывании картофеля средств химизации на биологическую активность дерново-подзолистой песчаной почвы.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ

1. **Sekirnikov, A.E.** Yield and quality of potato tubers depending on a complex of chemicals applied under radioactive contamination / **A.E. Sekirnikov**, V.V. Sedov, V.F. Shapovalov // Вестник Российской университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2019. – Т.14. – №2. – С.133-141.
2. **Секирников, А.Е.** Действие удобрений и биопрепарата Гумистим на продуктивность картофеля при радиоактивном загрязнении почвы / **А.Е. Секирников**, С.А. Бельченко, И.Я. Пигорев, В.Ф. Шаповалов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №6. – С.163-169.
3. **Секирников, А.Е.** Влияние комплексного применения средств химизации на продуктивность картофеля, возделываемого на радиоактивно загрязненной дерново-подзолистой песчаной почве / **А.Е. Секирников**, С.А. Бельченко, И.Я. Пигорев, В.Ф. Шаповалов // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – №7. – С.66-75.
4. **Секирников, А.е.** Эффективность возделывания раннего картофеля на радиоактивно загрязненной почве в отдаленный период после аварии на ЧАЭС/ **А.Е. Секирников**, В.В. Седов, Т.И. Васькина, В.Ф. Шаповалов, С.А. Бельченко// Плодородие. – 2020 - №5. – С. 68-71.

Статьи в прочих изданиях

1. Секирников, А.Е. Действие комплексного применения средств химизации на продуктивность картофеля на радиоактивно загрязненной почве / А.Е. Секирников // Материалы XV междунар. научн. конф. «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК». – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2018. – С. 159-167.
2. **Секирников, А.Е.** Эффективность средств химизации при возделывании картофеля в условиях радиоактивного загрязнения почвы / **А.Е. Секирников**, В.Ф. Шаповалов // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №4 (68). – С.13-21.
3. Секирников, А.Е. Влияние средств химизации на продуктивность и качество клубней картофеля в условиях радиоактивного загрязнения агроценозов / А.Е. Секирников // Материалы XVI междунар. научн. конф. «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК». – Брянск: Издательство Брянской ГСХА, 2019. – С. 163-169.

