

*На правах рукописи*

Пашковский Александр Александрович

Совершенствование системы удобрения картофеля  
в условиях радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых  
супесчаных почв юго-запада Нечерноземья

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение,  
защита и карантин растений

Автореферат диссертации на соискание учёной степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

БРЯНСК – 2025

Работа выполнена на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии  
ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

<b>Научный руководитель</b>	доктор сельскохозяйственных наук, доцент <b>Смольский Евгений Владимирович</b>
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Аканова Наталья Ивановна</b> доктор биологических наук, профессор ФГБНУ «ВНИИ агрохимии», лаборатория агрохимии органических, известковых удобрений и химической мелиорации, заведующая лабораторией
	<b>Марухленко Анна Васильевна</b> кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», лаборатория клонального микро размножения перспективных сортов, заведующая лабораторией
<b>Ведущая организация</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева»

Защита состоится «27» февраля 2026 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета 35.2.006.01 на базе ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу: 243365, Брянская область, Выгоничский район, с. Кокино, ул. Советская 2а, e-mail: ds35200601@bgsha.com, Тел. факс: +7 (48341) 24-7-21

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО Брянский ГАУ по адресу <http://www.bgsha.com>, на сайте ВАК Министерства науки и высшего образования Российской Федерации <https://vak.gisnauka.ru>.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2026 г.

Учёный секретарь  
диссертационного совета

Смольский  
Евгений Владимирович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Картофель универсальная культура, которая используется для обеспечения продовольственной безопасности, в кормлении сельскохозяйственных животных и производстве крахмала. Российская Федерация по возделываемым площадям картофеля 1,1 млн. га занимает шестое место, а по валовому сбору 19,3 млн. т клубней седьмое место в мире (Жевора, 2025). Вместе с тем средняя урожайность картофеля в России пока остаётся ниже среднемирового уровня, производство товарных клубней картофеля в настоящее время является высокорентабельным.

Для формирования высоких урожаев клубней картофеля необходимо применения научно-обоснованного минерального удобрения (макро и микроэлементов), известковых материалов и биологических препаратов совместно с высокой культурой земледелия и подбора сорта.

Однако в условиях юго-запада Брянской области почвенный покров представлен в основном низкоплодородными дерново-подзолистыми почвами лёгкого гранулометрического состава, а вследствие аварии на ЧАЭС при производстве продукции растениеводства необходимо решать задачи получения продуктов питания с допустимым содержанием <sup>137</sup>Cs, основного дозообразующего радионуклида региона.

Поэтому в сложившихся условиях совершенствование системы удобрения картофеля путём применения универсального удобрения и биологического препарата направленные на повышение урожайности клубней и их качества, а также обеспечение воспроизводства почвенного плодородия является весьма актуальным.

**Степень разработанности темы исследования.** Вопросы, связанные с возделыванием картофеля в условиях Нечерноземья и получение высоких урожаев клубней высокого качества посвящены исследованиям многих учёных (Н. М. Белоус (1992), А. А. Молявко (2000), Ю. Ю. Васин (2007), А. В. Кравченко (2008), А. Е. Секирников (2022) и других).

Трансформация погодных, почвенных и радиологических условий территории юго-запада Нечерноземья требуют совершенствования системы удобрения при возделывании картофеля, для решения задач повышения урожайности клубней и их качества, воспроизводства плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы, экономического обоснования используемых приёмов.

В научной литературе практически не изучено возможность управления урожайностью клубней картофеля в изменяющихся условиях окружающей среды. Мало исследованы возможности новых видов удобрений и биологических препаратов на урожайность и качество клубней картофеля в условиях низкоплодородных радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых почв лёгкого гранулометрического состава.

**Цель исследования** – обосновать эффективность совершенствования системы удобрения при производстве клубней картофеля сорта Леди Клер при возделывании в условиях низкоплодородных радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых супесчаных почв.

**Задачи исследования:**

- определить изменения погодных и радиологических условий территории исследования;
- обосновать совершенствование системы удобрения картофеля на изменение урожайности клубней и окупаемость минерального удобрения в увеличении прибавки урожая;
- оценить возможность реализации потенциала урожайности картофеля в зависимости от уровня применения средств химизации;
- определить действие совершенствование системы удобрения картофеля на изменение биохимических и радиологических показателей качества клубней, а также элементного состава;
- оценить баланс элементов питания при возделывании картофеля при совершенствовании системы удобрения;
- выявить значение совершенствования системы удобрения при возделывании картофеля на изменение агрохимических и радиологических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы;
- определить экономическую эффективность совершенствования системы удобрения при возделывании картофеля.

**Научная новизна.** Впервые в условиях низкоплодородных радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых супесчаных почв юго-запада Нечерноземья РФ установлена высокая результативность гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и биологического препарата Гумитон в достоверном увеличении урожайности до 33,6 т/га клубней при совершенствовании системы удобрения картофеля. Определено, что биопрепарат Гумитон повышает до 20 кг на кг д.в. окупаемость минерального удобрения прибавкой урожая. Использование различных средств химизации при возделывании картофеля обуславливает получение стабильных урожаев даже в неблагоприятных условиях изменяющейся окружающей среды. Установлены закономерности действия применения средств химизации на изменение биохимических и радиологических показатели качества клубней картофеля и его элементарного состава. Совершенствование системы удобрения картофеля повышает агрохимические показатели плодородия дерново-подзолистой супесчаной почвы.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Результаты проведенного исследования на низкоплодородной радиоактивно загрязненной дерново-подзолистой супесчаной почве определяют роль совершенствования системы удобрения картофеля в изменяющихся условиях окружающей среды в эффективном ведении картофелеводства и воспроизводства плодородия почвы.

Разработано и обоснованно применение гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия в сочетании с биологическим препаратом Гумитон при совершенствовании системы удобрения для широкого внедрения в практику картофелеводства на дерново-подзолистых супесчаных почвах, которое обеспечивает стабильно высокое производство клубней хорошего качества с накоплением  $^{137}\text{Cs}$  значительно ниже допустимого уровня. Результаты исследований прошли производственную проверку в ООО «Пуцко» Новозыбковского района Брянской области и внедрены в учебный процесс по дисциплинам «Агрохимия», «Система удобрения» и «Картофелеводство» преподаваемым в Брянском ГАУ.

**Методология и методы исследования.** Экспериментальные исследований проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве в период с 2020 по 2022 год на полях ООО ФХ «Пуцко» Новозыбковского района Брянской области. Программа исследования базировалась на теоретических достижениях и экспериментальных материалах отечественных и зарубежных исследователей в области агрохимии, картофелеводства и радиэкологии. Объект исследования – элементы системы удобрения картофеля (Гранулированная удобрительная смесь Боркалимагнезия, смесь ФосАгро, Гумитон). Эксперимент проводили в севообороте, предшественником картофеля была озимая пшеница. Возделывали картофель сорта Леди Клер, агротехника и система защиты растения типичная для региона. Повторность опыта трехкратная. Расположение делянок систематическое. Эксперимент включал следующие варианты применения средств химизации: 1. Контроль, N10P40K120 (фон – система удобрения хозяйства); 2. N10P40K120 + Гумитон (1 л/га в фазу бутонизации); 3. N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3; 4. N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон (1 л/га); 5. N10P40K120 + N40P100K150; 6. N10P40K120 + N40P100K150 + Гумитон (1 л/га). Фоном служила система удобрения в хозяйстве, калий хлористый – 200 кг/га ф.в. с осени; аммофос – 80 кг/га ф.в. Полевые, лабораторно-аналитические исследования проводили на кафедре агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ и лабораториях Федерального государственного бюджетного учреждения «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский» с использованием общепринятых методов. Полученные экспериментальные данные проходили статистическую обработку с использованием вариационного, корреляционного и дисперсионного анализов (Доспехов, 1985) с использованием персонального компьютера и программ Excel 7.0 и Straz. Экономическую эффективность рассчитывали на основе типовой технологической карты.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Реализация потенциала урожайности в изменяющихся условиях окружающей среды при возделывании картофеля на низкоплодородных радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых супесчаных почвах зависит от уровня минерального питания.

2. Совершенствование системы удобрения при возделывании картофеля повышает качество клубней и изменяет его элементный состав.

3. Ограничение перехода  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в продукцию картофелеводства под действием совершенствование системы удобрения при плотности радиоактивного загрязнения территории  $^{137}\text{Cs}$  111-418 кБк/м<sup>2</sup>.

4. Возможность регулирования баланса элементов питания и воспроизводства агрохимических показателей плодородия почвы при совершенствовании системы удобрения картофеля.

5. Экономическая целесообразность совершенствования системы удобрения картофеля в условиях возделывания на низкоплодородных радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых супесчаных почвах.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Достоверность основана на теоретически и методологически правильном планировании, постановки полевого опыта и проведения лабораторных анализов. Достоверность полученных результатов подтверждается практическими результатами и доказана результатами статистической обработки экспериментальных данных, объёмом, комплексом наблюдений, определений, анализов и учётов. Выводы соответствуют полученным экспериментальным исследованиям, а рекомендации внедрением полученных результатов в производство.

Результаты научных исследований прошли апробацию и получили одобрение заседаниях кафедры агрохимии, почвоведения и экологии, Учёного совета Агрономического института ФГБОУ ВО Брянский ГАУ в 2022–2025 гг., на Научные почвоведческие чтения (г. Брянск 2022 г.).

Положения диссертационной работы были отражены в 6 научных изданиях, в том числе в 5 статьях опубликованных в журналах из перечня изданий, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 129 страниц компьютерного текста, состоит из введения, 6 глав, заключения. Содержит 18 таблиц, 16 рисунков и 11 приложений. Список литературы включает 175 наименований источника.

**Личный вклад.** Соискатель для написания теоретического обоснования изучил научную литературу по теме исследования. Непосредственно участвовал в постановки цели и задач исследования, проводил полевые исследования в картофельном агроценозе на полях ООО «Пуцко» Новозыбковского района Брянской области и лабораторно-аналитические исследования в лабораториях «Центр химизации и сельскохозяйственной радиологии «Брянский», статистически обработал и проанализировал полученные экспериментальные данные, на основе которых сделал выводы. Подготовил к публикации результаты исследований в научных изданиях. Результаты исследования последовательно изложил в работе и подготовил автореферат. Личный вклад в объеме диссертационной работы составляет 90 %.

Соискатель выражает искреннюю благодарность научному руководителю д. с.-х. н., доценту Смоленскому Евгению Владимировичу за постоянные советы, замечания и направление в научной работе, а также д. с.-х. н. Прудникову Петру Витальевичу за содействие в постановки и проведении экспериментальных исследований. А также за помощь в проведении полевого эксперимента коллективу, студентам и магистрантам кафедры агрохимии, почвоведения и экологии Брянского ГАУ и сотрудникам Брянского филиала ФГБУ «РосАгрохимслужба».

## ГЛАВА 1 ФОРМИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ВЕДЕНИЯ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА

Картофель универсальная культура, которая используется для обеспечения продовольственной безопасности, в кормлении сельскохозяйственных животных и производстве крахмала. Лидерами по производству картофеля в 2023 году являются Брянская, Тульская, Московская и Нижегородская области. Импорт картофеля в РФ в 2019-2021 годах не превышал 5% от всего объёма произведённого внутри страны картофеля, что говорит о высоком уровне 95 – 97 % продовольственной безопасности.

Урожайность является интегральным показателем воздействия условий возделывания на рост и развития культуры, абиотические, биотические условия и антропогенный фактор оказывают на неё влияние, при этом это не простая сумма факторов воздействия, а сложная, взаимозависящая система связей между факторами окружающей среды, каждый из которых по-разному действует на растение.

Формирование высоких и стабильных урожаев клубней картофеля в изменяющихся условиях окружающей среды обеспечивается системой применения средств химизации, а не отдельных её элементов. Научно обоснованное применение средств химизации даёт возможность преодолеть негативные последствия от изменения климатических и почвенных условий и обеспечить страну товарной продукцией картофелеводства.

## ГЛАВА 2 ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Положение территории Брянской области в центральной части Русской равнины определило умеренно континентальный климат с тёплым летом и умеренно холодной зимой, с достаточным увлажнением. Продолжительность вегетационного периода 180-190 дней. Сумма активных температур возрастает с севера на юг от 2150 до 2450 °С. Среднегодовое количество осадков составляет 530-655 мм.

Величины метеорологических показателей, температуры воздуха и количества выпавших осадков, в период проведения эксперимента 2020-2022 годы и их среднееголетние показатели (климатическая норма), получены из сводных отчётов метеорологического поста Новозыбковской СХОС – филиал ФНЦ «ВИК им. В.Р. Вильямса».

Среднегодовое значение показателя (климатическая норма) средней температуры воздуха в течение вегетационного периода (май-август) территории исследования 18,1 °С. В период исследований 2020-2022 годов средняя температура за вегетационный период была выше на 1,9 градуса и колебалась от 19,4 до 20,7 °С.

В период исследований по обеспеченности теплом года расположились в следующей последовательности 2021 год средняя температура воздуха вегетационного периода 20,7 (сумма активных температур больше 10 – 2546 °С), 2022 год – 20,0 (сумма активных температур больше 10 – 2460 °С), 2021 год – 19,4 (сумма активных температур больше 10 – 2386 °С), то есть обеспеченность теплом в 2021 году было на 86 и 160 °С больше соответственно 2022 и 2020 годов, среднегодовое значение обеспеченность теплом вегетационного периода была 2226 °С.

Температурный режим территории исследования в период проведения эксперимента позволяет получать стабильно высокую урожайность полевых культур, в частности картофеля, также стоит отметить, что почвы опытного участка – супесчаные, они раньше прогреваются. При этом в период исследований было время с температурой выше 25,0 °С, при которой замедляется клубнеобразование, что непременно приведёт к снижению урожайности.

В период исследований по обеспеченности влагой вегетационного периода года расположились в следующей последовательности 2021 – выпало 103,9 мм осадков за месяц, 2020 – 69,9 мм и 2022 – 45,9 мм, среднегодовое значение обеспеченность 69,0 мм за месяц.

Влагообеспеченность территории исследования в период проведения эксперимента позволяет получать стабильно высокую урожайность полевых культур, в частности картофеля, однако стоит отметить, что почвы опытного участка – супесчаные, которые характеризуются высокой водопроницаемостью и низкой водоудерживающей способностью, они хорошо аэрируемы, что позитивно сказывается на урожайности картофеля, культуры, предъявляемые повышенные требования к аэрации почвы. Картофель в период цветения и образования клубней особенно нуждается во влаге, которое оказывает положительное действие на урожайность, избыток выпадение осадков может привести к снижению урожайности клубней.

Среднегодовое значение показателя ГТК за вегетационный период территории исследования 1,20, в период исследования ГТК вегетационного периода колебался от 0,78 до 1,76, от засушливых до условия избыточного увлажнения.

Агроклиматические ресурсы юго-западной части Брянской области обеспечивают благоприятные условия для формирования стабильно высоких урожаев клубней картофеля.

В 1986 году на территории Брянской области выпали «радиоактивные осадки» вследствие аварии на ЧАЭС, в результате по плотности выпадения радионуклидов область оказалась самой загрязнённой в Россий-



ской Федерации, особенно пострадали 7 (Новозыбковский, Красногорский, Клиновский, Климовский, Злынковский, Стародубский) юго-западных районов. Ведение сельского хозяйства, в частности картофелеводства, на радиоактивно загрязненных территориях обусловлено обеспечением продовольственной безопасности населения и в тоже время минимизации рисков получения дополнительной дозовой нагрузки от потребления продуктов питания полученных на данной территории.

В период мониторинговых наблюдений 1986-1988 годы после выпадения «чернобыльских осадков», основным дозообразующий радионуклидом которых был  $^{137}\text{Cs}$ , средневзвешенная плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  пашни Брянской области находилась на уровне 111,4 кБк/м<sup>2</sup>, по прошествии 37 лет данный показатель снизился в 2,6 раза, до 43,1 кБк/м<sup>2</sup>.

Средневзвешенная плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  пашни, 7 наиболее пострадавших юго-западных районов Брянской области, после аварии на ЧАЭС находилась на уровне 325,6 кБк/м<sup>2</sup>, по прошествии 37 лет данный показатель снизился в 2,8 раза, до 116,6 кБк/м<sup>2</sup>.

В настоящее время плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  почв пашни Брянской области снижается как по области в целом, так и по юго-западным районам, в основном за счёт радиоактивного распада радионуклидов.

Почвенный покров Брянской области представлен в основном почвами с низким естественным плодородием, которые без проведения мероприятий по повышению почвенного плодородия не позволяют в полной мере реализовать потенциал урожайности клубней картофеля, особенно данная проблема актуальна для дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почв юго-запада Брянской области.

Исследования по совершенствованию системы удобрения при возделывании картофеля на радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых супесчаных почвах проводили в первый период полураспада  $^{137}\text{Cs}$ , выпавшего в результате аварии на ЧАЭС в 1986 году, в подзоне дерново-подзолистых почв южной тайга, белорусской провинции дерново-подзолистых слабогумусированных почв и низинных болот.

Полевой опыт был заложен на дерново-подзолистой супесчаной почве в период с 2020 по 2022 год на полях ООО ФХ «Пуцко» Новозыбковского района Брянской области.

Агрохимические свойства почв пашни картофельного поля в зависимости от года исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние показатели основных агрохимических свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы картофельного поля

Год	pH <sub>KCl</sub> , ед.	Подвижный фосфор, мг/кг	Подвижный калий, мг/кг	Гумус, %
2020	5,6	263	216	1,68
2021	5,1	66	134	2,18
2022	5,9	468	215	1,40

Морфологическое строение дерново-подзолистой супесчаной почвы было типичным для региона исследований (Воробьев, 1993).

Плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территории проведения эксперимента изменялась в зависимости от года, картофель возделывался в условиях 2020 и 2021 году при плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  соответственно 283,0 и 418,3 кБк/м<sup>2</sup>, в 2022 году плотность загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  – 111,0 кБк/м<sup>2</sup>.

Объект исследования – элементы системы удобрения картофеля (гранулированная удобрительная смесь Боркалимагнезия, смесь ФосАгро, Гумитон), схема опыта представлена на рисунке 1.

Эксперимент проводили в севообороте, предшественником картофеля была озимая пшеница. Возделывали картофель сорта Леди Клер, агротехника и система защиты растения типичная для региона, посадку проводили в первой декаде мая, уборку урожая проводили в последней декаде августа.

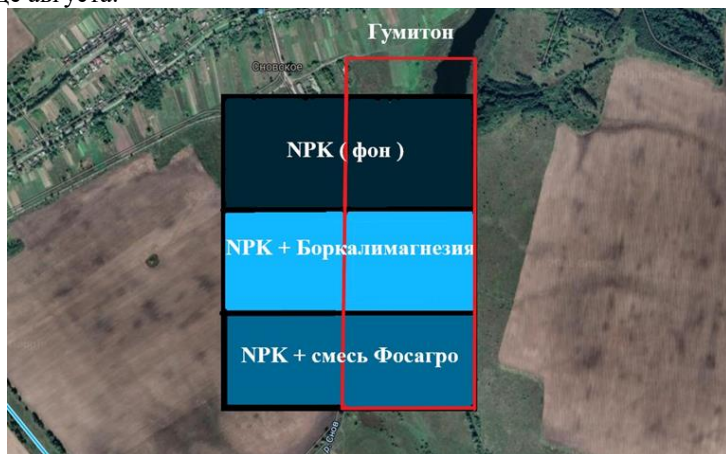


Рисунок 1 – Схема эксперимента на опытном участке

Повторность опыта трёхкратная. Расположение делянок систематическое.

Эксперимент включал следующие варианты применения средств химизации: 1. Контроль, N10P40K120 (фон – система удобрения хозяйства); 2. N10P40K120 + Гумитон (1 л/га в фазу бутонизации); 3. N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3; 4. N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон (1 л/га); 5. N10P40K120 + N40P100K150; 6. N10P40K120 + N40P100K150 + Гумитон (1 л/га).

Фоном служила система удобрения в хозяйстве, калий хлористый – 200 кг/га ф.в. с осени; аммофос – 80 кг/га ф.в.

Гранулированная удобрительная смесь Боркалимагнезия – это удобрение, которое содержит в себе бор, калий и магний, применяется для по-

вышения плодородия почвы, улучшения роста растений и увеличения урожайности.

Азотно-фосфорно-калийное удобрение марки NPK 8:20:30, производитель ООО «ФосАгро», комплексное, твёрдое, сложное, гранулированное азотно-фосфорно-калийное удобрение.

Гумитон – органо-минеральное комплексное удобрение, которое содержит в качестве гуматсодержащих веществ торф, минеральные компоненты и питательные микроэлементы.

Лабораторно-аналитические исследования растительных и почвенных образцов проводили в соответствии гостированными методиками в соответствующих лабораториях Брянского филиала ФГБУ «РосАгрохим-служба».

Полученные экспериментальные данные проходили статистическую обработку с использованием вариационного, корреляционного и дисперсионного анализов (Доспехов, 1985) с использованием персонального компьютера и программ Excel 7.0 и Straz.

Динамику адаптивные особенности посадок картофеля в зависимости от применения средств химизации по годам исследования рассчитывали на основе следующих методических указаний (Корзун, Бруйло, 2011).

Экономическая эффективность систем удобрения, при возделывании картофеля, рассчитывалась на основе типовых технологических карт.

### ГЛАВА 3 СРЕДСТВА ХИМИЗАЦИИ В ФОРМИРОВАНИИ УРОЖАЙНОСТИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

Российская Федерация на протяжении длительного периода времени остаётся одним из лидеров производства картофеля в мире, занимая шестое место по возделываемым площадям (1,1 млн. га) и седьмое по валовому сбору (19,3 млн. т). Вместе с тем средняя урожайность картофеля в России пока остаётся ниже среднемирового уровня. По объёму производства в России картофель занимает второе место после зерновых культур и имеет стратегическое значение для продовольственной безопасности страны (Жёвора, 2025).

Биологические особенности картофеля сорта Леди Клер, агроклиматические ресурсы, плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы и система удобрения, в норме N10P40K120, применяемая в хозяйстве при его возделывании, в период исследований обеспечивает среднюю урожайность клубней картофеля на уровне 25,1 т/га (рис. 2).

Отдельное применение биопрепарата Гумитон, Боркалимагнезия и смеси ФосАгро в системе удобрения картофеля, применяемой в хозяйстве, в период исследований обуславливает повышения урожайности соответственно до 27,6, 30,5 и 27,6 т/га клубней.

Применение биопрепарата Гумитон совместно с Боркалимагнезия и смесью ФосАгро в системе удобрения картофеля, применяемой в хозяйстве, обуславливают достоверное повышение соответственно до 33,6 и 33,3 т/га.

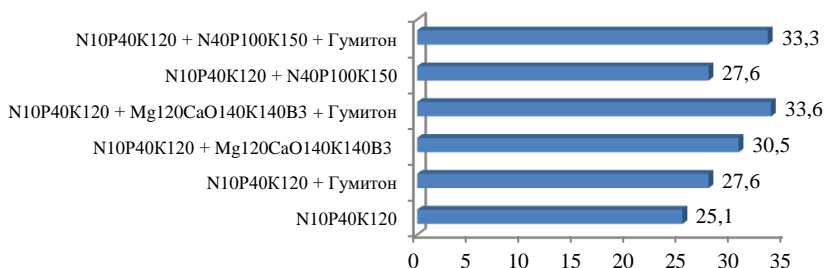


Рисунок 2 – Урожайность клубней картофеля под действием средств химизации, т/га ( $HCp_{05} = 3,4$ ).

Установили значимый эффект от применения Боркалимагнезия, как совместно с биопрепаратом Гумитон, так и без него, в повышении урожайности клубней картофеля в условиях низкоплодородных дерново-подзолистых супесчаных почв.

Расчёт эффективности применения минерального удобрения отражает уровень химизации земледелия в области и сбалансированность вносимых питательных элементов. Эффективность системы удобрения в среднем за годы исследования оценивали на основе показателя окупаемости основных элементов питания прибавкой урожая картофеля (табл. 2).

Таблица 2 – Окупаемость НРК прибавкой урожая клубней картофеля

Система удобрения	Прибавка, т/га		Окупаемость, кг/ кг д.в.	
	минеральное удобрение	Гумитон	минеральное удобрение	Гумитон
N10P40K120	–	2,5	–	–
N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3	5,4	8,5	38,6	60,7
N10P40K120 + N40P100K150	2,5	8,2	8,6	28,3

В условиях низкоплодородных дерново-подзолистых супесчаных почв рекомендуем применять совместно с системой удобрения хозяйства гранулированную удобрительную смесь Боркалимагнезия с биопрепаратом Гумитон, обеспечивающие прибавку урожай клубней до 8,5 т/га, с окупаемостью НРК 60,7 кг прибавки урожая клубней картофеля на 1 кг д. в. внесённого полного минерального удобрения в норме Mg120CaO140K140B3.

Проведя анализ возможности реализации продуктивного потенциала картофельного поля по критерию «урожайности» при различном уровне применения средств химизации установили возможность управления потенциалом продуктивности даже при экстремальных условиях среды.

Определили, что индекс условий среды при возделывании картофеля колебался от  $-4,50$  до  $4,05$ , 2022 год был наиболее благоприятным, а 2021 год наименее благоприятным, что связано с высокой температурой воздуха ( $+25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) и большим количеством осадков ( $103,4\text{ мм}$ ) в июле.

Изменчивость показателя урожайности клубней картофеля под действием применением химизации в изменяющихся условиях окружающей среды была значительной ( $22,3\%$ ). Совершенствование системы удобрения картофеля в хозяйстве снижало влияние окружающей среды до незначительной ( $6,4\%$ ) изменчивости показателя урожайности клубней при совместном применении гранулированной удобрительной смеси Борка-лимагnezия и биопрепарата Гумитон.

При применении N10P40K120 + Гумитон агроценоз картофеля наиболее отзывчив на изменяющиеся климатические условия годов исследования, коэффициент экологической пластичности равен  $1,39$ .

Наименее отзывчив агроценоз картофеля на изменяющиеся условия окружающей среды при использовании N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон, коэффициент экологической пластичности равен  $0,45$ . Применение средств химизации N10P40K120 + N40P100K150 и N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 обуславливает повышение экологической стабильности агроценоза картофеля, соответственно показатель равен  $0,33$  и  $0,01$ .

Выявили, что при применении N10P40K120 + N40P100K150 и N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 агроценоз в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв юго-запада Брянской области слабо реагирует на улучшение условий окружающей среды, но продуцирует достаточно высокую стабильную урожайность.

Использование биопрепарата Гумитон обуславливает тренд к повышению стабильности урожайности клубней картофеля, при этом действие биопрепарата Гумитон зависит от применяемых средств химизации, так при применении Борка-лимагnezия стабильность урожайности повышалась в  $5$  раз, а при использовании со смесью ФосАгро в  $1,2$  раза сравнении с вариантами без его применения.

#### ГЛАВА 4 СРЕДСТВА ХИМИЗАЦИИ В ИЗМЕНЕНИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

Разработка современных систем удобрения или совершенствование применяемых в хозяйствах при производстве клубней картофеля с внедрением биологических препаратов и универсальных средств химизации в условиях радиоактивного загрязнения территории весьма актуально в аспекте изучения содержания основных биохимических показателей клубней картофеля (крахмал, зола, протеин, клетчатка), элементного состава клубней и накопление в них  $^{137}\text{Cs}$ .

Совершенствование системы удобрения картофеля в хозяйстве изменяло биохимические показатели качества клубней картофеля (табл. 3):

1) содержание сухого вещества в клубнях изменялось от 19,6 до 19,9 %, применение Гумитона оказывало положительный эффект в увеличении показателя, достоверной разницы в изменении содержания сухого вещества не обнаружили;

2) содержание крахмала в клубнях изменялось от 13,3 до 13,7 %, применение Гумитона оказывало положительный эффект в увеличении показателя, обнаружили достоверное повышение только при применении N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон;

3) содержание золы в клубнях изменялось от 5,18 до 5,37 %, применение Гумитона оказывало отрицательный эффект в повышении показателя, выявили достоверное снижение только при применении N10P40K120 + Гумитон;

4) содержание протеина в клубнях изменялось от 9,33 до 9,75 %, обнаружили достоверное увеличение показателя под действие совершенствования системы удобрения;

5) содержание клетчатки в клубнях изменялось от 4,66 до 5,06 %, применение Гумитона оказывало положительный эффект в увеличении показателя, выявили достоверное повышения показателя только при применении N10P40K120 + N40P100K150 + Гумитон.

Таблица 3 – Действие средств химизации на биохимические показатели клубней картофеля (среднее за 2020-2022 годы исследования)

Система удобрения	Сухое вещество	Крахмал	Зола	Протеин	Клетчатка
	% на сухое вещество				
N10P40K120 (фон)	19,7	13,3	5,36	9,01	4,68
Фон + Гумитон	19,8	13,4	5,18	9,33	4,78
Фон + Mg120CaO140K140B3	19,8	13,6	5,33	9,46	4,51
Фон + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон	19,9	13,7	5,25	9,71	4,66
Фон + N40P100K150	19,6	13,3	5,37	9,75	4,87
Фон + N40P100K150 + Гумитон	19,8	13,4	5,30	9,60	5,06
<i>HCP<sub>05</sub></i>	0,4	0,3	0,15	0,22	0,27

Совершенствование системы удобрения картофеля в хозяйстве изменяло элементный состав клубней картофеля (табл. 4):

1) содержание азота в клубнях изменялось от 1,50 до 1,55 %, совершенствование систему удобрения картофеля достоверно повышало показатель;

2) содержание фосфора в клубнях изменялось от 0,27 до 0,30 %, применение Гумитона оказывало положительный эффект в увеличении показателя, обнаружили достоверное повышение при использовании приёмов совершенствования N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон, N10P40K120 + N40P100K150 и N10P40K120 + N40P100K150 + Гумитон;

3) содержание калия в клубнях изменялось от 2,52 до 2,68 %, обнаружили достоверное повышение при использовании приёмов совершенствования N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон, N10P40K120 + N40P100K150 и N10P40K120 + N40P100K150 + Гумитон;

4) содержание кальция в клубнях изменялось от 0,09 до 0,11 %, обнаружили достоверное повышение только при использовании N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон.

Таблица 4 – Действие средств химизации на элементный состав клубней картофеля (среднее за 2020-2022 годы исследования)

Система удобрения	Азот	Фосфор	Калий	Кальций
	% на сухое вещество			
N10P40K120 (фон)	1,43	0,26	2,48	0,08
Фон + Гумитон	1,50	0,27	2,55	0,09
Фон + Mg120CaO140K140B3	1,51	0,28	2,52	0,10
Фон + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон	1,55	0,30	2,65	0,11
Фон + N40P100K150	1,55	0,30	2,68	0,10
Фон + N40P100K150 + Гумитон	1,53	0,30	2,67	0,09
<i>HCP<sub>05</sub></i>	0,04	0,02	0,07	0,02

Выявили тенденцию к повышению или достоверное повышение содержание макроэлементов в клубнях от совершенствования системы удобрения картофеля, обнаружили в зависимости от года исследования и норм минерального удобрения разнонаправленное действие Гумитона в изменении элементного состава продукции картофелеводства.

Совершенствование системы удобрения картофеля, применение биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро, как отдельно, так и совместно, в дополнение к используемой системе удобрения значительно влияли на изменение показателя удельной активности <sup>137</sup>Cs клубней.

Наибольшую 11,5 Бк/кг удельную активность <sup>137</sup>Cs клубней картофеля обнаружили в 2021 году при использовании системы удобрения применяемой в хозяйстве.

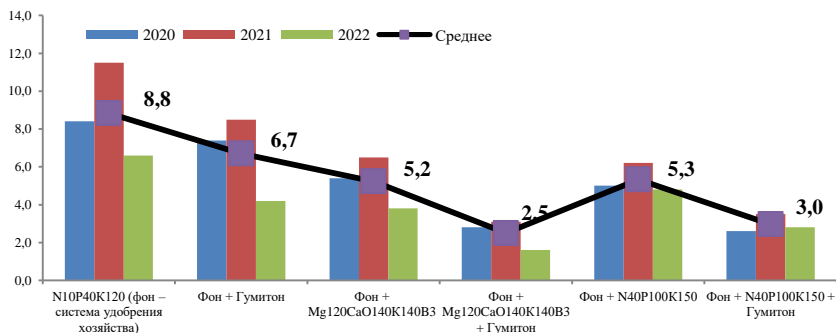


Рисунок 3 – Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  клубней картофеля в зависимости от уровня минерального питания ( $\text{HCP}_{05} = 1,7$ ), Бк/кг

Совершенствование системы удобрения картофеля в хозяйстве по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро, как отдельно, так и совместно достоверно снижали удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  клубней картофеля от 6,7 до 2,5 Бк/кг. Установили достоверное снижение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  клубней картофеля под действием биопрепарата Гумитон (рис. 3).

В условиях юго-запада Брянской области, в изменяющихся агро-климатических и почвенных условиях выявили достоверное снижение накопления  $^{137}\text{Cs}$  клубнями картофеля под действием совершенствования системы удобрения, обнаружили значимую роль природных условия в накоплении  $^{137}\text{Cs}$  растениями, выявили значимое действие Гумитона в снижении перехода  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в продукцию картофелеводства.

## ГЛАВА 5 ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УДОБРЕНИЯ НА АГРОХИМИЧЕСКИЕ И РАДИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОЧВЫ

В современных условиях производство картофеля – получение высоких и стабильных урожаев клубней, высокого качества обуславливает вынос элементов питания с товарной и побочной продукцией и если побочная продукция ботва и корни остаётся на картофельном поле, минерализуется, и элементы питания возвращаются в почву. Вынос макроэлементов с клубнями – главная расходная статья баланса, которая зависит от двух переменных – урожайности картофеля и качества клубней, то есть содержания основных элементов питания – азота, калия, фосфора.

В нашей работе вынос элементов рассчитывали на основе средней урожайности и элементного состава клубней картофеля, полученные опытным путём. Расчёт выноса и прихода проводили на элемент питания.

Возделывание картофеля по системе удобрения используемой в хозяйстве обуславливает вынос с клубнями азота 71, фосфора 13 и калия



123 кг/га. Совершенствование системы удобрения картофеля по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро в дополнение к используемой системе удобрения повышало вынос с урожаем клубней азота от 82 до 104, фосфора от 15 до 20 и калия от 139 до 177 кг/га (табл. 5).

Таблица 5 – Роль системы удобрения в балансе макроэлементов при возделывании картофеля

Система удобрения	Вынос, кг/га			Поступление, кг/га			Баланс, кг/га		
	N	P	K	N	P	K	N	P	K
$N_{10}P_{40}K_{120}$ – фон	71	13	123	25	17	100	-46	5	-23
$N_{10}P_{40}K_{120}$ + Гумитон	82	15	139	25	17	100	-57	3	-39
Фон + $Mg_{120}CaO_{140}K_{140}B_3$	91	17	152	25	17	217	-66	1	64
Фон + $Mg_{120}CaO_{140}K_{140}B_3$ + Гумитон	104	20	177	25	17	217	-79	-3	39
Фон + $N_{40}P_{100}K_{150}$	84	16	145	65	61	225	-19	45	80
Фон + $N_{40}P_{100}K_{150}$ + Гумитон	101	20	176	65	61	225	-36	41	49

Главной статьёй прихода азота, фосфора и калия при возделывании картофеля служили средства химизации, в расчёте также учитывали, что свободноживущие азотфиксирующие микроорганизмы образуют 10 кг/га азота в год, а 5 кг/га азота в год поступает с атмосферными осадками.

Баланс элементов питания, при возделывании картофеля, по системе удобрения используемой в хозяйстве составил азота –46, фосфора 5, калия –23 кг/га. Применение гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия в дополнение к используемой системе удобрения вело к увеличению отрицательного баланса азота до –66 кг/га, снижению фосфора до 1 кг/га и росту калия до 64 кг/га. Смесь удобрения ФосАгро обусловила снижения отрицательного баланса азота до –19 кг/га, повышению фосфора до 45 кг/га и росту калия до 80 кг/га. Использование биопрепарата Гумитон при совместном действии с минеральными удобрениями негативно влияло на баланс элементов питания в сравнении с их отдельным применением.

Совершенствование системы удобрения картофеля вело к повышению показателей содержания гумуса в почве до 1,99 %, обменной кислотности до 6,1, содержания подвижного фосфора и калия соответственно до 458 и 329 мг/кг.

В различных условиях годов исследования система удобрения картофеля хозяйства и приёмы её совершенствования разнообразно влияли на содержание подвижных форм микроэлементов и только гранулированная удобрительная смесь Боркалимагнезия как отдельно, так и совместно с биопрепаратом Гумитон, повышал содержания бора в дерново-подзолистой супесчаной почвы до высокого уровня.

Удельная активность  $^{137}Cs$  дерново-подзолистой супесчаной почвы по годам исследования до проведения мероприятий по применению

удобрений колебалась от 601 до 1205 Бк/кг, а после – от 575 до 1120 Бк/кг и завесила главным образом от количества выпавших радиоактивных осадков в результате аварии на ЧАЭС и естественного распада радионуклидов. Средства химизации не влияют на удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  почвы, а создают условия получения продукции растениеводства с допустимым содержанием  $^{137}\text{Cs}$ .

## ГЛАВА 6 ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЯ ПРИ РАЗНОМ УРОВНЕ ХИМИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНО ЗАГРЯЗНЁННЫХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВ

Системе удобрения отводится ведущая роль в повышении урожайности картофеля и преодолению негативных последствий действия окружающей среды на рост и развития сельскохозяйственной культуры. Экономическая эффективность применения новых видов удобрений при возделывании картофеля определяется по результатам их внедрения в производство на основе расчёта показателей прибыли и уровня рентабельности.

В Брянской области до сих пор не потеряла своей актуальности проблема снижения негативных последствий Чернобыльской катастрофы, решение которой требует значительных усилий и финансовых затрат. При этом большое внимание следует уделять экономическому обоснованию защитных мер. Они должны быть направлены как на уменьшение поступления радионуклидов в сельскохозяйственную продукцию, так и на снижение её себестоимости и повышение качества. В наших исследованиях изучали совершенствование системы удобрения картофеля в хозяйстве Новозыбковского района Брянской области по средствам применения гуминового органоминерального препарата Гумитон и смеси удобрения ФосАгро NPK 8:20:30 и гранулированной удобрительной смеси Боркалимagneзия на дерново-подзолистой супесчаной почве (табл. 6).

Таблица 6 – Экономическая оценка применения средств химизации при возделывании картофеля

Показатель Система удобрения	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Себестоимость 1 кг продукции, руб.	Чистый доход, руб.	Рентабельность, %
$\text{N}_{10}\text{P}_{40}\text{K}_{120}$ – фон	376500	164800	6,57	211700	128
$\text{N}_{10}\text{P}_{40}\text{K}_{120}$ + Гумитон	414000	168665	6,11	245335	145
Фон + $\text{Mg}_{120}\text{CaO}_{140}\text{K}_{140}\text{B}_3$	457500	187300	6,14	270200	144
Фон + $\text{Mg}_{120}\text{CaO}_{140}\text{K}_{140}\text{B}_3$ + Гумитон	504000	194165	5,78	309835	160
Фон + $\text{N}_{40}\text{P}_{100}\text{K}_{150}$	414000	185050	6,70	228950	124
Фон + $\text{N}_{40}\text{P}_{100}\text{K}_{150}$ + Гумитон	499500	195915	5,88	303585	155

Расчёт экономической эффективности производства клубней картофеля при разном уровне химизации выполняли на 1 га, цена реализации 1 кг клубней составляла 15 руб.

Возделывание картофеля сорта Леди Клер, на дерново-подзолистых супесчаных почвах, с применением системы удобрения используемой в хозяйстве обеспечивает получение валовой продукции стоимостью 376,5 тыс. рублей с 1 гектара (табл. 6).

Анализ экономической эффективности выявил, что применение системы удобрения используемой в хозяйстве при возделывании картофеля сорта Леди Клер обеспечивает рентабельность производства на уровне 128 %. Совершенствование системы удобрения картофеля обеспечивает увеличение рентабельности производства с максимумом 160 % при использовании биологического препарата Гумитон и гранулированной удобрительной смеси Боркалимагnezия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведённых исследований и полученных результатов по эффективности совершенствования системы удобрения при возделывании картофеля на низкоплодородных радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых супесчаных почвах в изменяющихся условиях окружающей среды 2019-2021 годов Новозыбковского района Брянской области при плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территории 111-418 кБк/м<sup>2</sup> и лабораторно-аналитических исследований полученной продукции картофелеводства, статистической обработке полученных данных, выявили следующие тенденции и закономерности действия элементов совершенствования системы удобрения на урожайность и качество клубней при производстве картофеля, а также показатели плодородия почвы:

1. Совершенствование системы удобрения картофеля обуславливает достоверное повышение урожайности до 33,6 т/га при совместном применении гранулированной удобрительной смеси Боркалимагnezия и биологического препарата Гумитон, установили значимый эффект Гумитона в повышении на 5,7 т/га урожайности клубней при совместно использовании со смесью удобрения ФосАгро. Боркалимагnezия + биопрепарат Гумитон при совершенствовании системы удобрения обеспечивает наибольшую 8,5 т/га прибавку урожая клубней и окупаемость используемых средств химизации на уровне 60,7 кг на кг д.в. NPK. Определили, что использование Гумитона повышает окупаемость средств химизации прибавкой урожая до 20 кг на кг д. в. при совершенствовании системы удобрения.

2. Определили, что индекс условий среды при возделывании картофеля колебался от -4,50 до 4,05, 2022 год был наиболее благоприятным, а 2021 год наименее благоприятным, что связано с высокой температурой воздуха (+25 °C) и большим количеством осадков (103,4 мм) в июле. Изменчивость показателя урожайности клубней картофеля под действием применением химизации в изменяющихся условиях окружающей среды

была значительной (22,3 %). Совершенствование системы удобрения картофеля в хозяйстве снижало влияние окружающей среды до незначительной (6,4 %) изменчивости показателя урожайности клубней при совместном применении гранулированной удобрительной смеси Боркалимгнезия и биопрепарата Гумитон.

При применении N10P40K120 + Гумитон агроценоз картофеля наиболее отзывчив на изменяющиеся почвенно-климатических условия годов исследования, коэффициент экологической пластичности равен 1,39. Наименее отзывчив агроценоз картофеля на изменяющиеся условия окружающей среды при использовании N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон, коэффициент экологической пластичности равен 0,45. Применение средств химизации N10P40K120 + N40P100K150 и N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 обуславливает повышение экологической стабильности агроценоза картофеля, соответственно показатель равен 0,33 и 0,01. Выявили, что при применении N10P40K120 + N40P100K150 и N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 агроценоз в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв юго-запада Брянской области слабо реагирует на улучшение условий окружающей среды, но продуцирует достаточно высокую стабильную урожайность.

Проведя анализ возможности реализации продуктивного потенциала картофельного поля по критерию «урожайности» при различном уровне применения средств химизации в условиях низкоплодородных почв юго-запада Брянской области установили возможность управления потенциалом продуктивности агроценоза посредством применения различных доз и сочетаний элементов питания в удобрении даже при экстремальных условиях среды.

3. Совершенствование системы удобрения картофеля в хозяйстве по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимгнезия и смеси удобрения ФосАгро, как отдельно, так и совместно изменяло биохимические показатели качества продукции картофелеводства: повышало содержание сухого вещества в клубнях до 19,9 %, выявили тренд к увеличению показателя, достоверной разницы в изменении содержания сухого вещества не обнаружили; повышало среднее содержание крахмала в клубнях до 13,7 %, выявили тренд к увеличению показателя, обнаружили достоверную разницу в изменении содержания крахмала при применении N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон; не изменяло содержание золы в клубнях, выявили достоверную разницу в снижении содержания до 5,18 % золы при применении N10P40K120 + Гумитон; достоверно повышало содержания протеина до 9,75 %, обнаружили значимое действие биопрепарата Гумитон в повышении протеина в клубнях картофеля в сравнении с применением N10P40K120 и N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3; достоверно повышали содержания клетчатки до 5,06 % только при применении N10P40K120 + N40P100K150 + Гумитон,

обнаружили тенденцию в повышении клетчатки в клубнях картофеля под действием биопрепарата Гумитон.

4. Совершенствование системы удобрения картофеля в хозяйстве по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро, как отдельно, так и совместно изменяло элементный состав клубней картофеля: достоверно повышало содержание азота от 1,50 до 1,55 %; повышало содержания фосфора и калия соответственно от 0,27 до 0,30 % и от 2,52 до 2,68 %, достоверное повышение обнаружили при применении  $N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + \text{Гумитон}$ ,  $N10P40K120 + N40P100K150$  и  $N10P40K120 + N40P100K150 + \text{Гумитон}$ ; повышало содержание кальция от 0,09 до 0,11 %, достоверное повышение обнаружили при применении  $N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + \text{Гумитон}$ .

5. Производство картофеля в условиях радиоактивного загрязнения полевого опыта при применении системы удобрения применяемой в хозяйстве обуславливает получение клубней с удельной активностью  $^{137}\text{Cs}$  8,8 Бк/кг. Совершенствование системы удобрения картофеля в хозяйстве по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро, как отдельно, так и совместно достоверно снижало удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  клубней картофеля от 6,7 до 2,5 Бк/кг. Установили достоверное снижение удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  клубней картофеля под действием биопрепарата Гумитон.

6. В условиях юго-запада Брянской области, в изменяющихся агроклиматических, почвенных и радиационных условиях применение средств химизации снижает биологический вынос  $^{137}\text{Cs}$  с урожаем, переход  $^{137}\text{Cs}$  из почвы в клубни картофеля, выявили синергизм Гумитона и минерального удобрения в снижении накопления  $^{137}\text{Cs}$  продукцией картофелеводства.

7. Установили, что вынос азота, фосфора и калия зависел от урожайности клубней картофеля и их элементного состава, которые в свою очередь завесили от уровня минерального питания. Совершенствование системы удобрения картофеля позволяет улучшить фосфорный и калийный режимы дерново-подзолистой супесчаной почвы, даёт возможность поддерживать баланс фосфора и калия на положительном уровне, что в условиях радиоактивного загрязнения территории приобретает особую значимость.

8. Совершенствование системы удобрения картофеля по средствам применения биологического препарата Гумитон, гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия и смеси удобрения ФосАгро в зависимости от погодных и почвенных условий повышало содержание гумуса, снижало обменную кислотность, повышало содержание подвижного фосфора и калия. Применение гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия как отдельно, так и совместно с биопрепаратом Гуми-

тон, повышало содержания бора в дерново-подзолистой супесчаной почве до высокого уровня.

9. Удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  дерново-подзолистой супесчаной почвы по годам исследования до проведения мероприятий по применению удобрений колебалась от 601 до 1205 Бк/кг, а после – от 575 до 1120 Бк/кг и зависела главным образом от количества выпавших радиоактивных осадков в результате аварии на ЧАЭС и естественного распада радионуклидов. Средства химизации не влияют на удельную активность  $^{137}\text{Cs}$  почвы, а создают условия получения продукции растениеводства с допустимым содержанием  $^{137}\text{Cs}$ .

10. Анализ экономической эффективности выявил, что применение системы удобрения используемой в хозяйстве при возделывании картофеля сорта Леди Клер обеспечивает рентабельность производства на уровне 128 %. Совершенствование системы удобрения картофеля обеспечивает увеличение рентабельности производства с максимумом 160 % при использовании биологического препарата Гумитон и гранулированной удобрительной смеси Боркалимагнезия.

### РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях низкоплодородных дерново-подзолистых супесчаных почв при плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  территории 111-418 кБк/м<sup>2</sup> для получения экономически оправданных стабильно высоких урожаев клубней картофеля до 33 т/га в изменяющихся условиях окружающей среды необходимо применять системы удобрения N10P40K120 + Mg120CaO140K140B3 + Гумитон или N10P40K120 + N40P100K150 + Гумитон. Использование, которых позволит улучшить биохимические показатели качества, повысить элементный состав клубней и снизить накопление  $^{137}\text{Cs}$  в продукции, а также улучшить агрохимические показатели плодородия почвы.

### ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В дальнейшем для углубления темы исследований необходимо определить значение различных видов регуляторов роста в увеличении урожайности и качества клубней картофеля. Исследовать содержания различных форм  $^{137}\text{Cs}$  в пахотном горизонте. Провести исследование по изучению роли органического удобрения в изменении урожайности и накоплении  $^{137}\text{Cs}$  продукцией картофелеводства. Исследовать другие формы минерального удобрения при возделывании картофеля.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

*в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:*

1. Прудников, П. В. Агроэкологическая характеристика почв, экономическая эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области / П. В. Прудников, **А. А. Пашковский**, Е. Н. Лелянова // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 11. – С. 10-20.

2. **Пашковский, А. А.** Динамика свойств дерново-подзолистой супесчаной почвы при совершенствовании системы удобрения картофеля / А. А. Пашковский, П. В. Прудников, Е. В. Смольский // Вестник Брянской ГСХА. – 2025. – № 4(110). – С. 8-15.

3. **Пашковский, А. А.** Влияние совершенствования системы удобрения картофеля на элементный состав клубней и баланс элементов питания / А. А. Пашковский, Е. В. Смольский // International Agricultural Journal. – 2025. – Т. 68, № 4. – С. 1055-1068.

4. **Пашковский, А. А.** Влияние совершенствования системы удобрения картофеля на качественные показатели клубней в условиях дерново-подзолистых супесчаных почв / А. А. Пашковский, Е. В. Смольский // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 6. – С. 51-56.

5. **Пашковский, А. А.** Эффективность совершенствования системы удобрения картофеля в условиях радиоактивно загрязнённых дерново-подзолистых супесчаных почв / А. А. Пашковский, П. В. Прудников, Е. В. Смольский // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2025. – № 211. – С. 351-361.

*в других изданиях:*

6. Прудников, П. В. Агроэкологическая характеристика почв, экономическая эффективность применения средств химизации и новых комплексных удобрений в Брянской области / П. В. Прудников, **А. А. Пашковский**, Е. Н. Лелянова // Научные почвоведческие чтения: Выпуск 4. – Брянск. обл. науч. универс. б-ка им. Ф.И. Тютчева. – Брянск, 2022. – С. 9-26.

---

Подписано к печати 17.12.2025 г. Формат 60х84 1/16.  
Бумага печатная, усл. п. л. 1,00. Тираж 100 экз. Изд. № 7998

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ