

На правах рукописи



МИГУЛЕВ СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ

**ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В
УСЛОВИЯХ ЦРНЗ РФ**

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство
(сельскохозяйственные науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2024

Диссертационная работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ
Усанова Зоя Ивановна

Официальные оппоненты: **Старовойтова Оксана Анатольевна,**
доктор сельскохозяйственных наук, ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», ведущий научный сотрудник отдела технологии и инновационных проектов

Ивенин Алексей Валентинович,
доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет» (ФГБОУ ВО Нижегородский ГАТУ), доцент кафедры «Земледелие и растениеводство»

Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального исследовательского центра "Почвенный институт имени В.В. Докучаева"

Защита диссертации состоится «25» сентября 2024 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета: 35.2.019.05 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 (гл. корпус, 1 этаж, ауд. 106).

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», по адресу 350044, г. Краснодар, ул. им. Калинина 13 и на сайтах: <http://www.kubsau.ru> и Высшей аттестационной комиссии – <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «29» июля 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. с.-х. наук



А.В. Коваль

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Картофель - важнейшая полевая культура (Г.С.Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др., 2015; З.И. Усанова, А.К. Осербает, К.И. Зияев, М.Н. Павлов, 2018). По разносторонности хозяйственного использования урожая и сбору сухого вещества с единицы площади он занимает одно из первых мест среди других сельскохозяйственных культур. Благодаря разнообразному использованию клубней он по праву считается универсальной культурой (З.И. Усанова, А.К. Осербает, К.И. Зияев, М.Н. Павлов, 2018).

В России картофель занимает более 2,1 млн га, средняя урожайность его составляет 14 т/га, валовый сбор – 30,2 млн т. В мировом производстве доля отечественного производства картофеля составляет около 10 %. Значимость картофеля постоянно возрастает в связи с увеличением потребностей рынка. В связи с этим, актуальными остаются вопросы повышения его урожайности, от чего будут зависеть также объёмы сырья, поступающего на переработку (В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, 2015).

В настоящее время высокая урожайность картофеля (40 – 60 т/га) достигается при выращивании его по высокой и интенсивной технологиям в современных картофелеводческих агрофирмах, в том числе в Тверской области, что позволяет полнее удовлетворять потребности населения в продуктах питания и перерабатывающей промышленности в сырье. Вместе с тем, урожайность картофеля в целом по стране остается невысокой, требуют изучения многие вопросы технологии возделывания. В частности, не достаточно выявлена реакция разных сортов на применение биопрепаратов, комплексных удобрений, комплексонатов микроэлементов, применяемых в виде некорневых подкормок, а так же эффективность самих препаратов. Это является актуальным (З.И. Усанова, А.К. Осербает, 2004).

Степень разработанности темы. Влияние регуляторов роста и удобрений на продуктивность и качество клубней картофеля изучено разными авторами применительно к отдельным регионам страны (С.Г.Алиев, И.Р. Вильдфлуш, 2011; В.М. Ефимов, Л.Г. Шашкаров, 2009; Т.Н. Мартинчик, Е.Г. Сапалева, 2009; А.А. Молявко, Л.А. Еренкова, А.В. Марухленко, Н.П. Борисова, 2015; З.И. Усанова, Н.В. Самоаева и др., 2013; А.Э. Шабанов, А.И. Киселев, С.Н. Зебрин, Н.П. Попова, 2016). Однако их действие недостаточно изучено на разных сортах картофеля, в том числе, в Верхневолжье.

Цель и задачи исследований. Цель исследований – разработать экономически выгодный вариант технологии выращивания сортов картофеля с применением некорневых подкормок разными препаратами, выявить сорта, наиболее реагирующие на применение некорневых подкормок.

Программой исследований предусматривалось решение следующих задач:

1. Изучить влияние некорневой подкормки ростстимулирующими препаратами и удобрениями на рост и развитие 4-х сортов картофеля;

2. Исследовать фотосинтетическую деятельность разных сортов картофеля в разных вариантах некорневой подкормки удобрениями;

3. Выявить устойчивость сортов картофеля к болезням при применении некорневых подкормок;

4. Определить влияние изучаемых факторов на структуру урожая и урожайность сортов картофеля;

5. Исследовать качество урожая картофеля и выход питательных веществ с гектара посадок при некорневой подкормке различными ростстимулирующими препаратами и удобрениями;

6. Изучить корреляционные связи продуктивности картофеля с показателями фотосинтетической деятельности растений в агроценозе;

7. Определить экономическую эффективность производства разных сортов картофеля с использованием в технологии возделывания некорневых подкормок различными препаратами.

Научная новизна. Впервые в результате комплексных исследований в условиях Верхневолжья выявлены особенности формирования урожайности и качества урожая - сортов картофеля Коломба, Королева Анна, Ред Скарлетт и Гала при применении некорневых подкормок регуляторами роста, комплексными удобрениями и комплексонатами микроэлементов в технологии возделывания; выявлены наиболее экономически выгодные варианты технологии и сорта наиболее реагирующие на некорневые подкормки.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретически обоснована возможность повышения урожайности сортов картофеля при применении некорневых подкормок различными препаратами.

Производству рекомендовано:

- выращивание по интенсивной технологии сорта Гала в вариантах с применением некорневых подкормок биопрепаратом Циркон или комплексонатами микроэлементов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК, которые обеспечивают получение урожайности 32,2 т/га клубней высокого качества с содержанием сухого вещества 18,8 %, крахмала 13,1 и 13,5 %, сырого протеина 10,6 и 10,4 %, условно чистого дохода 367,5 и 367,9 тыс.руб./га и уровня рентабельности – 132,9 – 133,3 %.

- для получения наибольших прибавок урожая от применяемых для некорневой подкормки препаратов выращивать сорт Ред Скарлетт, который позволяет накапливать дополнительно при использовании Циркона 5,7 т/га, комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК 4,8 т/га клубней или 21,7 и 18,2 % к контролю (обработка водой).

Методология и методы исследований. Методология исследований заключается в проведении полевого опыта и лабораторных исследований по традиционным методикам, применяемым в растениеводстве, земледелии, агрохимии. Математическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием дисперсионного и корреляционного анализов (Б.А.Доспехов, 1985) в программе STRAZ.

Основные положения, выносимые на защиту:

- оптимизация фотосинтетической деятельности растений в посадках сортов картофеля под влиянием некорневых подкормок разными биопрепаратами и комплексными удобрениями;
- наибольшее повышение продуктивности отдельных сортов картофеля под влиянием биопрепарата Циркон и комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК в условиях Центрального Нечерноземья;
- лучшие приемы агротехнологии, способствующие повышению урожайности и качества урожая картофеля;
- получение дополнительной прибыли и повышение рентабельности производства при применении в технологии возделывания картофеля некорневых подкормок биопрепаратами и комплексными удобрениями.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных результатов подтверждена использованием проверенных методик, а также статистической обработкой экспериментальных данных.

Материалы диссертации доложены на восьми конференциях, проходивших в 2019 - 2022 гг: Международная научно-практическая конференция «Научные приоритеты в АПК: инновации, проблемы, перспективы развития» (Тверь, 2019); Международная научно-практическая конференция «Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени» (Тверь, 2020); Национальная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в АПК региона: достижения, проблемы, перспективы развития» (Тверь, 2021); Всероссийская научно-техническая конференция молодых учёных «XXVII Каргинские чтения» (Тверь, 2021); Международная научно-практическая конференция «Интеграция науки, производства и аграрного образования в условиях развития экспортно-ориентированного сельского хозяйства» (Костанай, 2021); Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в АПК: проблемы и перспективы» (Тверь, 2021); Всероссийская (национальная) научно-практическая конференция «Образование, инновации, цифровизация: взгляд регионов» (Тверь, 2022); Международная научно-практическая конференция «Развитие научно-инновационного потенциала аграрного производства: проблемы, тенденции, пути решения» (Тверь, 2022).

Публикации. По материалам диссертации опубликованы 13 научных работ, в том числе 3 статьи в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 1 - в журнале базы Scopus. Получен патент РФ на изобретение № 2781973.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 139 страницах, содержит 31 таблицу, 41 рисунок, состоит из 3 глав, заключения, предложений производству, библиографического списка использованной литературы, который включает 177 наименований, в том числе 15 на иностранных языках, 4 приложения.

Благодарности: Автор выражает глубокую признательность своему научному руководителю, заслуженному деятелю науки РФ, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Усановой Зое Ивановне, а также

сотрудникам кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования за методическую помощь в работе над диссертацией.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 Влияние сорта, регуляторов роста и удобрений на продуктивность картофеля (обзор литературы). Проведен анализ научной литературы по разнообразию сортов картофеля, влиянию удобрений и регуляторов роста на его продуктивность и формирование урожайности. Дается заключение о необходимости углубления исследований по действию некорневых подкормок комплексными удобрениями и биопрепаратами на рост, развитие формирование урожайности разных сортов картофеля применительно к условиям Верхневолжья.

2 Место, условия и методика проведения исследований. Исследования проводили в 2019 – 2021 гг. в полевом двухфакторном опыте на опытном поле Тверской ГСХА на дерново – среднеподзолистой легкосуглинистой хорошо окультуренной почве. До закладки опыта в почве содержалось гумуса 1,7 % (по Тюрину), 298,0 мг/ кг P_2O_5 и 90 мг/кг K_2O (по Кирсанову), $pH_{\text{сол.}}$ – 4,9.

Погодные условия в годы исследований различались распределением тепла и влаги в течение вегетации в разные годы исследований. За период “посадка – уборка” сумма температур составила в 2019 г. – 1660,5 $^{\circ}C$ (+1,2 $^{\circ}C$ к норме), в 2020 г. – 1674,1 $^{\circ}C$ (+ 80,0 $^{\circ}C$ к норме), в 2021 г. – 1840,6 $^{\circ}C$ (+256,7 $^{\circ}C$ к норме). Осадков соответственно по годам выпало 246,4 мм (94,7 % от нормы), 351,7 мм (140,6 %), 200,5 (80,6%). Гидротермический коэффициент (по Селянинову) равнялся по годам 1,48; 2,10; 1,09 при норме 1,57. Наиболее благоприятным для формирования урожайности картофеля был 2020 г.

Схема опыта включала факторы:

Фактор А – Сорт: 1 – Коломба, 2 – Королева Анна, 3 – Ред Скарлетт, 4 – Гала.

Фактор В – Некорневые подкормки препаратами: 1 - Контроль (обработка водой, 300 л/га), 2 – Циркон (30 мл/га), 3 – Эпин-Экстра (15 мл/га), 4 – Фолирус Премиум (7 л/га), 5 – Аквамикс (220 г/га), 6 – Водный раствор комплексонатов Zn-ЭДДЯК (концентрация 0,933 г/л) + Cu-ЭДДЯК (концентрация 0,933 г/л), расход рабочей жидкости 300 л/га.

Обработку препаратами проводили дважды: при высоте растений картофеля 20 – 25 см. (1.07.2019 г., 1.07.2020 г., 5.07.2021 г.) и в фазу начала бутонизации (19.07.2019 г., 20.07.2020 г., 20.07.2021 г.). Площадь учетной деланки по фактору А – 84 м², по фактору В – 14 м². Повторность в опыте 3-х кратная. Размещение вариантов – систематическое.

Объекты исследования – сорта картофеля: Коломба, Королева Анна, Ред Скарлетт, Гала; препараты: Циркон, Эпин – экстра, Фолирус Премиум, Аквамикс, Водный раствор комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК.

Исследования проводили по современным методикам: показатели фотосинтетической деятельности определяли по методике И.С. Шатилов, М.К. Каюмов, 1978, З.И. Усанова, 2015; распространённость болезней по методике- В.Н. Танский и др., 1998; содержание сырого протеина по ГОСТ. 13496,4 -93; сухого вещества по ГОСТ 3 52838- 2007, нитратов по ГОСТ 13496.19 – 93; крахмала в клубнях по ГОСТ 7184-81.

Математическая обработка результатов выполнена методом дисперсионного, регрессионного и корреляционного анализа с использованием программы STRAZ по методике Б.А.Доспехова (1985).

Оценка экономической эффективности производства картофеля проведена на основе материально-технических затрат, цен на продукцию, ГСМ, посадочные клубни, удобрения и др. расходы. Для расчета использовались технологические карты, составленные с учетом всех технологических операций, проведенных на опыте.

Агротехника в опыте. В опытных посадках соблюдали интенсивную технологию. Предшественник картофеля – зерновые культуры. Удобрения вносили в дозе $N_{120}P_{140}K_{180}$ в виде аммиачной селитры, диаммофоски и хлористого калия весной перед нарезкой гребней. Основная обработка почвы включала в себя дискование в два следа (БДТ-3) и вспашку (ПЛН-3-35). Предпосадочная обработка почвы - две культивации (первая при помощи КПШ – 3, вторая – КПС – 4,0 + БЗСС – 1,0). Посадку проводили с междурядьями 70 см картофелесажалкой КСМ-4 клубнями средней фракции (50 – 80 г) на глубину 8 – 10 см. Перед посадкой произвели нарезку гребней высотой 20 см, шириной основания 65 – 70 см с использованием культиватора - окучника КОН 2,8. Создана оптимальная густота посадки, произведено протравливание клубней инсектофунгицидом Эместо Квантум, КС (0,35 л/т клубней). Уход за посадками состоял из 2-х междурядных обработок (КОН-2,8 ПМ), 3-х кратного опрыскивания фунгицидами (с интервалом в 7 дней в июле: Танос, ВДГ – 0,6 кг/га; Рапид Голд, СП – 1,5 кг/га; Инфинито, КС – 1,2 л/га) и однократного опрыскивания гербицидом Сойл, ВДГ (0,8 кг/га) с расходом рабочего раствора 300 л/га, двукратной некорневой подкормки по схеме опыта (при высоте растений 15 – 20 см и в фазу бутонизации). Производилось удаление ботвы за 4 дня до уборки. Учет урожая проводился вручную в сентябре. Затем произвели механизированную уборку оставшегося урожая.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3 Реакция сортов картофеля на некорневые подкормки и условия минерального питания

Наибольшее влияние на прохождение фенологических фаз картофеля оказывали агрометеорологические условия в годы исследований. Применяемые препараты для некорневой подкормки слабо влияли на развитие растений и продолжительность межфазных периодов (таблица 1).

Таблица 1 - Продолжительность межфазных периодов сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата в 2019 – 2021 гг.

Год	Сорт	Посадка - всходы	Всходы - бутонизация	Бутонизация - цветение	Цветение - созревание	Вегетационный период
2019	Коломба	22	24	6	25	77
	Королева Анна	25	27	-	-	105
	Ред Скарлетт	23	23	6	25	77
	Гала	23	23	6	25	77
2020	Коломба	21	12	15	10	58
	Королева Анна	23	25	-	-	-
	Ред Скарлетт	21	15	12	10	58
	Гала	21	12	15	10	58
2021	Коломба	15	16	15	21	67
	Королева Анна	15	16	15	21	67
	Ред Скарлетт	15	16	15	21	67
	Гала	15	14	17	21	67

В более влажном и умеренно теплом 2020 году отмечено более раннее наступление большинства фаз развития и меньшая продолжительность межфазных периодов «всходы - бутонизация» и «цветение - созревание».

Общий вегетационный период от посадки до полного созревания картофеля слабо зависел от скороспелости сорта и составил в разные по агроклиматической обеспеченности годы: у очень раннего сорта Коломба, раннеспелого сорта Ред Скарлетт и среднераннего сорта Гала 58 - 77 дней, раннеспелого сорта Королева Анна – 67 – 105 дней.

К недостаткам картофеля как сельскохозяйственной культуры относится низкая резистентность к различным заболеваниям. Одна из самых вредоносных и распространенных болезней – фитофтороз. В наших исследованиях пораженность растений данным заболеванием зависела как от агрометеоусловий вегетационного периода, так и от сорта и применяемого препарата (таблица 2).

В 2020 году благодаря применению фунгицидов в июле, пораженность растений фитофторозом была незначительной и в среднем по опыту составила по распространенности – 29,0 %, по развитию болезни 17,4 %. В 2021 году развитие болезни в среднем по опыту превышало показатель 2020 года всего на 4,9 %.

Более устойчивыми к фитофторозу оказались сорта Ред Скарлетт и Гала. Наименьшие показатели распространенности и развития болезни отмечены при применении регулятора роста Эпин - экстра и смеси

комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК, что вероятно связано с усилением иммунитета растений.

Таблица 2 - Пораженность сортов картофеля фитофторозом (по ботве) в зависимости от применяемого препарата (среднее за 2020 - 2021 гг.), %

Некорневые подкормки	Сорт, группа спелости				
	Коломба, 01	Королева Анна, 03	Ред Скарлетт, 03	Гала, 04	Среднее
Распространенность болезни					
Вода (контроль)	57,5	65,0	50,0	55,0	56,9
Циркон	52,5	52,5	42,5	57,5	51,3
Эпин - экстра	47,5	32,5	32,5	37,5	37,5
Фолирус-Премиум	50,0	47,5	40,0	42,5	45,0
Аквамикс	52,5	42,5	37,5	27,5	40,0
Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК	45,0	37,5	32,5	22,5	34,4
Среднее	50,8	46,3	39,2	40,4	44,2
НСР ₀₅ для сорта	4,7				
НСР ₀₅ для препарата	3,9				
Развитие болезни					
Вода (контроль)	30,8	35,0	21,5	18,5	26,4
Циркон	28,3	24,5	18,3	27,5	24,6
Эпин - экстра	18,5	11,5	10,3	12,5	13,2
Фолирус-Премиум	24,0	22,5	20,0	20,8	21,8
Аквамикс	28,0	19,5	15,8	10,5	18,5
Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК	21,0	17,5	13,8	6,8	14,8
Среднее	25,1	21,8	16,6	16,1	19,9
НСР ₀₅ для сорта	2,4				
НСР ₀₅ для препарата	3,6				

Сорта существенно различались по формированию площади листьев агроценоза (таблица 3).

Более высокую максимальную и среднюю площадь листьев в среднем за 3 года создавал сорт Ред Скарлетт (41,0 и 21,1 тыс.м²/га), а более низкую – сорт Королева Анна (29,8 и 12,4 тыс.м²/га).

Применение некорневых подкормок в большинстве случаев повышало максимальную и среднюю площадь листьев, в среднем за 3 года, соответственно на 1,3 – 10,5 и 0,7 – 4,1 тыс.м²/га. Из регуляторов роста созданию наибольшей ассимилирующей поверхности способствовал препарат Циркон, а из комплексных удобрений – смесь комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК.

Таблица 3 - Площадь листьев агроценоза сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата (среднее за 2019 – 2021 гг.), тыс.м²/га

Некорневые подкормки	Сорт				
	Коломба	Королева Анна	Ред Скардлетт	Гала	Среднее
Максимальная площадь листьев					
Контроль (вода)	31,9	31,6	37,1	35,7	34,1
Циркон	42,5	36,8	41,1	37,8	39,5
Эпин-экстра	41,6	28,4	45,0	35,7	37,7
Фолирус-Премиум	34,5	28,9	41,0	41,4	36,5
Аквамикс	33,7	27,0	40,7	35,0	34,1
Комплексонаты Zn+Cu	34,1	26,1	41,0	36,1	34,3
Среднее	36,4	29,8	41,0	36,9	36,0
НСР ₀₅ для сорта	0,8				
НСР ₀₅ для препарата	0,7				
Средняя площадь листьев					
Контроль (вода)	13,4	12,3	20,7	15,8	15,6
Циркон	17,5	15,6	22,1	19,2	18,6
Эпин-экстра	17,1	11,7	16,5	17,6	15,7
Фолирус-Премиум	14,0	12,1	22,5	15,9	16,1
Аквамикс	13,3	11,5	22,0	14,8	15,4
Комплексонаты Zn+Cu	15,1	11,4	22,7	16,0	16,3
Среднее	15,1	12,4	21,1	16,5	16,3
НСР ₀₅ для сорта	0,9				
НСР ₀₅ для препарата	0,7				

Величина фотосинтетического потенциала агроценоза (ФПП) картофеля находилась в той же зависимости от изучаемых факторов, что и площадь листьев (таблица 4).

Величина фотосинтетического потенциала агроценоза картофеля (ФПП) находилась в той же зависимости от биологических особенностей сорта и препарата, что и площадь листьев. Разница между сортами достигала 844 тыс. м² х сутки/га, прибавка от некорневых подкормок – 396 тыс. м² х сутки/га.

Наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) наблюдалась у сортов Коломба и Гала (4,34 и 4,40 г/м² х сутки), что на 0,84 – 0,90 г/м² х сутки выше, чем у других сортов.

Из регуляторов роста наибольшую величину этого показателя обеспечил препарат Эпин-экстра, а из комплексных удобрений – Аквамикс, что объясняется созданием менее мощного ФПП.

Таблица 4 - Фотосинтетический потенциал агроценоза картофеля (ФПП) и чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) в зависимости от применяемого препарата (среднее за 2019 – 2021 гг.)

Некорневые подкормки	Сорт				
	Коломба	Королева Анна	Ред Скардлетт	Гала	Среднее
Фотосинтетический потенциал (ФПП), тыс. м ² * сутки/га					
Контроль (вода)	1272	1162	1994	1514	1485
Циркон	1668	1478	2125	1835	1776
Эпин-экстра	1636	1123	1582	1702	1511
Фолирус-Премиум	1335	1153	2158	1515	1540
Аквамикс	1283	1088	2125	1419	1479
Комплексопаты Zn+Cu	1430	1092	2176	1512	1552
Среднее	1437	1183	2026	1583	1557
НСР ₀₅ для сорта	80				
НСР ₀₅ для препарата	65				
Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), г/м ² x сутки					
Контроль (вода)	4,02	2,95	4,02	4,12	3,78
Циркон	4,33	2,93	4,16	3,93	3,84
Эпин-экстра	4,33	3,52	4,20	4,65	4,18
Фолирус-Премиум	4,28	3,38	3,53	4,41	3,90
Аквамикс	5,15	4,18	4,19	4,83	4,59
Комплексопаты Zn+Cu	3,94	4,02	3,38	4,46	3,95
Среднее	4,34	3,50	3,91	4,40	4,04
НСР ₀₅ для сорта	0,51				
НСР ₀₅ для препарата	0,42				

К показателям продуктивности и производительности агроценоза относят урожай сухой фитомассы и производительность ФПП. Исследованиями выявлено существенное влияние всех изучаемых факторов на величину данных показателей (таблица 5).

Урожай абсолютно сухой фитомассы является результатом фотосинтетической деятельности растений в агроценозе.

Преимущество по данному показателю имели сорта Ред Скардлетт и Гала, сбор сухого вещества у которых был выше, чем у сорта Коломба, в среднем по вариантам некорневой подкормки соответственно на 10,7 и 12,8 ц/га.

Применение некорневых подкормок различными препаратами в большинстве вариантов способствовало более высокому выходу сухой фитомассы с гектара. Наиболее эффективными у сортов Коломба, Ред Скардлетт и Гала были препараты Циркон и смесь комплексопатов Zn+Cu ЭДДЯК. Прибавка урожая составила 4,4 – 13,7 ц/га.

Таблица 5 - Продуктивность и производительность агроценоза сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата (среднее за 2019 – 2021 гг.)

Некорневые подкормки	Сорт				
	Коломба	Королева Анна	Ред Скарлетт	Гала	Среднее
Урожай сухой фитомассы, ц/га					
Контроль (вода)	47,1	33,0	53,2	55,3	47,1
Циркон	51,7	40,2	67,0	63,6	55,6
Эпин-экстра	48,0	36,3	57,9	62,7	51,2
Фолирус-Премиум	44,2	35,2	58,5	61,7	49,9
Аквамикс	49,3	43,8	59,0	60,6	53,2
Комплексопаты Zn+Cu	51,5	39,7	60,3	64,3	53,9
Среднее	48,6	38,0	59,3	61,4	51,8
НСР ₀₅ для сорта	4,7				
НСР ₀₅ для препарата	3,9				
Производительность ФПП, кг клубней на 1 тыс. единиц					
Контроль (вода)	19,5	14,7	13,2	19,3	16,7
Циркон	16,8	15,1	15,0	17,6	16,1
Эпин-экстра	15,8	17,6	18,7	18,3	17,6
Фолирус-Премиум	19,6	16,4	13,6	19,4	17,3
Аквамикс	21,9	21,2	14,1	21,2	19,6
Комплексопаты Zn+Cu	20,8	19,4	14,3	21,3	19,0
Среднее	18,9	17,2	14,6	19,4	17,5
НСР ₀₅ для сорта	0,49				
НСР ₀₅ для препарата	0,04				

Сорта характеризовались разной производительностью листового фотосинтетического потенциала (ЛФП или ФПП). Более высоким выходом клубней на 1 тысячу единиц ФПП отличался сорт Гала – 19,4 кг. Этот сорт сформировал не самый высокий ФПП, он равнялся, в среднем за 3 года, 1583 тыс.м² х сутки/га. Самой низкой производительностью ФПП характеризовался сорт Ред Скарлетт (14,6 кг), который создал наибольший из всех сортов ФПП (2026 тыс.м² х сутки/га).

Изучаемые препараты некорневой подкормки оказали неодинаковое влияние на производительность ФПП. По большинству сортов (Коломба, Королева Анна и Гала) более высоким выходом клубней на 1 тыс. единиц ФПП отличались варианты с некорневой подкормкой Аквамиксом и комплексопатами микроэлементов Zn + Cu ЭДДЯК. Так, по сорту Коломба прибавки к контролю составили 2,4 и 1,3 кг, по сорту Королева Анна 6,5 и

4,7 кг, по сорту Гала 1,9 и 2,0 кг. Как правило в этих вариантах был сформирован менее мощный ФПП.

Сорта обладали высоким коэффициентом хозяйственной эффективности фотосинтеза, который практически не изменялся по вариантам некорневой подкормки и составил при полном созревании в среднем по сортам 0,96 – 0,97. Меньшими значениями Кхоз отличался сорт Королева Анна (0,94).

Определение густоты стояния перед уборкой (таблица 6) свидетельствует о том, что она существенно снизилась во многих вариантах.

Таблица 6 - Густота стояния растений сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, тыс.раст./га (среднее за 2019 – 2021 гг.)

Сорт (А)	Препарат (В)	2019 г.	2020 г.	2021 г.	ср. за 3 г.
Коломба	Контроль (вода)	35,0	22,9	22,6	26,8
	Циркон	39,1	22,9	23,8	28,6
	Эпин-экстра	36,5	22,4	21,4	26,8
	Фолирус-Премиум	36,5	22,4	21,4	26,8
	Аквамикс	42,9	24,3	22,6	29,9
	Комплексонаты Zn+Cu	36,5	25,2	26,2	29,3
В среднем по сорту		37,8	23,3	23,0	28,0
Королева Анна	Контроль (вода)	28,6	20,0	27,4	25,3
	Циркон	30,5	25,7	34,5	30,2
	Эпин-экстра	31,0	27,1	27,4	28,5
	Фолирус-Премиум	32,4	24,8	32,1	29,8
	Аквамикс	33,4	27,1	35,7	32,1
	Комплексонаты Zn+Cu	30,5	25,7	34,5	30,2
В среднем по сорту		31,1	25,1	31,9	29,4
Ред Скардлетт	Контроль (вода)	31,5	28,1	35,7	31,8
	Циркон	38,1	28,6	41,7	36,1
	Эпин-экстра	35,3	31,0	36,9	34,4
	Фолирус-Премиум	32,4	34,3	38,1	34,9
	Аквамикс	33,2	35,2	40,5	36,3
	Комплексонаты Zn+Cu	33,2	32,4	41,7	35,8
В среднем по сорту		33,9	31,6	39,1	34,9
Гала	Контроль (вода)	30,5	31,0	38,1	33,2
	Циркон	33,4	28,6	42,9	34,9
	Эпин-экстра	32,4	33,8	38,1	34,8
	Фолирус-Премиум	32,8	31,4	38,1	34,1
	Аквамикс	32,4	33,3	41,7	35,8
	Комплексонаты Zn+Cu	38,1	34,8	41,7	38,2
В среднем по сорту		33,3	32,1	40,1	35,2
НСР ₀₅ для сорта		4,3	2,5	2,6	3,1
НСР ₀₅ для препарата		3,5	2,0	2,1	2,5

Так, в 2019 году наименьшая величина показателя отмечена у сортов Королева Анна, Ред Скардлетт и Гала (от 31,1 до 33,9), в 2020 – 2021 гг. – у сорта Коломба (от 23,0 до 23,3 тыс. растений на гектаре).

На густоту стояния существенное положительное влияние оказали некорневые подкормки различными препаратами. У сортов Коломба, Королева Анна и Ред Скардлетт большее увеличение густоты стояния наблюдалось при обработке растений микроэлементным удобрением Аквамикс (на 3,1 – 6,7 тыс./га).

У сорта Гала наибольшее влияние на этот показатель оказали комплексонаты Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК.

Применение некорневых подкормок оказало влияние на структуру урожая сортов картофеля (таблица 7).

Таблица 7 - Структура урожая сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата в среднем на 1 растение (среднее за 2019 – 2021 гг.)

Сорт (А)	Препарат (В)	Клубней, шт./раст.	Масса клубней, г	Масса 1 клубня, г
Коломба	Контроль (вода)	14,3	1135	80
	Циркон	12,5	1536	122
	Эпин-экстра	14,0	1492	108
	Фолирус-Премиум	14,7	1439	99
	Аквамикс	12,3	1386	114
	Комплексонаты Zn+Cu	12,1	1338	111
В среднем по сорту		13,3	1388	105
Королева Анна	Контроль (вода)	9,3	1288	138
	Циркон	10,2	1320	129
	Эпин-экстра	9,3	1273	137
	Фолирус-Премиум	9,0	1317	146
	Аквамикс	7,9	1291	165
	Комплексонаты Zn+Cu	10,2	1267	125
В среднем по сорту		9,3	1293	140
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	13,1	1198	92
	Циркон	12,9	1284	100
	Эпин-экстра	14,1	1283	91
	Фолирус-Премиум	11,2	1168	106
	Аквамикс	12,5	1210	97
	Комплексонаты Zn+Cu	13,0	1327	102
В среднем по сорту		12,8	1245	98
Гала	Контроль (вода)	13,1	1215	93
	Циркон	15,2	1336	88
	Эпин-экстра	13,5	1206	88
	Фолирус-Премиум	14,2	1184	83
	Аквамикс	13,3	1133	86
	Комплексонаты Zn+Cu	14,6	1156	79
В среднем по сорту		14,0	1205	86
НСР ₀₅ для сорта		0,7	70	8,9
НСР ₀₅ для препарата		0,6	58	7,3

Так, на число клубней у сорта Коломба наибольшее положительное влияние оказал препарат Фолирус-Премиум, у сортов Королева Анна и Гала – Циркон и смесь комплексонатов Zn - ЭДДЯК + Cu - ЭДДЯК, у сорта Ред Скарлетт - Эпин-экстра.

Изменение показателей фотосинтетической деятельности и характеристик структуры урожая в зависимости от сорта, препарата и агрометеорологических условий года исследований сказалось на урожайности картофеля (таблица 8).

Таблица 8 - Урожайность клубней сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, т/га

Сорт	Препарат	2019 г.	2020 г.	2021 г.	ср. за 3 г.
Коломба	Контроль (вода)	19,5	33,8	21,2	24,8
	Циркон	21,4	37,1	25,5	28,0
	Эпин-экстра	19,4	34,0	24,3	25,9
	Фолирус-Премиум	19,3	35,2	23,9	26,1
	Аква-Микс	20,5	38,3	25,7	28,1
	Комплексонаты Zn+Cu	21,8	40,1	27,2	29,7
В среднем по сорту		20,3	36,4	24,6	27,1
Королева Анна	Контроль (вода)	10,8	29,0	11,4	17,1
	Циркон	12,9	38,7	15,4	22,4
	Эпин-экстра	9,2	36,8	13,2	19,7
	Фолирус-Премиум	9,6	32,5	14,6	18,9
	Аква-Микс	12,2	39,4	17,6	23,1
	Комплексонаты Zn+Cu	10,9	36,4	16,4	21,2
В среднем по сорту		10,9	35,5	14,8	20,4
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	14,3	38,7	26,0	26,3
	Циркон	17,7	45,1	33,1	32,0
	Эпин-экстра	17,5	43,1	27,9	29,5
	Фолирус-Премиум	17,5	42,4	27,9	29,3
	Аква-Микс	16,7	43,0	30,1	29,9
	Комплексонаты Zn+Cu	18,5	44,5	30,2	31,1
В среднем по сорту		17,0	42,8	29,2	29,7
Гала	Контроль (вода)	19,7	36,6	31,1	29,2
	Циркон	20,0	41,6	35,2	32,2
	Эпин-экстра	20,3	41,2	32,0	31,2
	Фолирус-Премиум	19,5	37,1	31,4	29,3
	Аква-Микс	20,2	37,0	32,9	30,0
	Комплексонаты Zn+Cu	22,3	37,9	36,3	32,2
В среднем по сорту		20,3	38,6	33,1	30,7
Среднее по сортам	Контроль (вода)	16,1	34,5	22,4	24,4
	Циркон	18,0	40,6	27,3	28,7
	Эпин-экстра	16,6	38,8	24,4	26,6
	Фолирус-Премиум	16,5	36,8	24,5	25,9
	Аква-Микс	17,4	39,4	26,6	27,8
	Комплексонаты Zn+Cu	18,4	39,7	27,5	28,6
В среднем по опыту		17,2	38,3	25,4	27,0
НСР ₀₅ для сорта		0,9	1,4	2,5	3,0
НСР ₀₅ для препарата		0,8	1,2	1,8	2,4

В 2019 г. в связи с неблагоприятными погодными и фитосанитарными условиями, а также снижением площади листьев и ФПП урожайность картофеля была ниже, чем в последующие годы.

Максимальная урожайность клубней получена в 2020-м году (в среднем по опыту на 21,1 т/га больше, чем в 2019 г.), что связано с наиболее благоприятными агрометеорологическими условиями, а наименьшей распространенностью и развитием фитофтороза.

Наиболее продуктивным оказался сорт Гала, у которого, в среднем за 3 года и по вариантам, урожайность была на 3,6 т/га (13,3 %) больше, чем у сорта Коломба.

Менее урожайным был сорт Королева Анна, который уступил наиболее продуктивному сорту Гала в среднем по вариантам на 10,3 т/га (50,5 %).

Улучшение характеристик структуры урожая сортов от действия различных препаратов положительно сказались на урожайности картофеля

Все применяемые препараты повышали урожайность. Наибольшие прибавки урожая обеспечили: из регуляторов роста - Циркон (прибавка по разным сортам составила 3,1 – 5,7 т/га), из удобрений смесь комплексонатов Zn ЭДДЯК +Cu ЭДДЯК (прибавка по разным сортам составила 3,0 – 4,7 т/га). В среднем по сортам прибавки от данных препаратов составили 4,3 - 4,4 т/га (17,7 – 18,1 %).

Качество урожая картофеля зависело как от генетических особенностей сортов, так и от некорневых подкормок различными препаратами (таблица 9).

Более высоким содержанием сухого вещества в среднем за 2019 – 2021 гг. характеризовались сорта Ред Скарлетт и Гала, у которых этот показатель был выше, чем у сорта Коломба, на 1,6 - 1,7 %. Эти же сорта отличались более высоким содержанием крахмала в клубнях, которое превышало контроль на 1,1 – 2,8 %. По количеству сырого протеина в клубнях преимущество имел сорт Королева Анна, который накопили его на 1,7 % больше, чем сорт Коломба.

Изучаемые препараты оказали неодинаковое влияние на качество урожая разных сортов. По содержанию сухого вещества и крахмала наибольшие прибавки у сорта Гала получены от некорневых подкормок Эпин-Экстра, Фолирус-Премиум и Аквамикс (0,7 – 1,4 % и 1,9 %). Циркон и Комплексонаты Zn + Cu ЭДДЯК увеличили содержание сырого протеина на 0,7 – 0,9 % у сорта Коломба.

Помимо увеличения урожайности и качества получаемой продукции применение удобрений может приводить к накоплению в органах растений токсичных соединений. Поэтому, при использовании высоких доз азотных удобрений при возделывании картофеля на продовольственные и кормовые цели важно знать содержание нитратов в клубнях. Временные допустимые уровни (ВДУ) для клубней картофеля по нитратам – 250 мг/кг сырой массы (Г.С.Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др., 2015).

Таблица 9 - Качество урожая сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата (среднее за 2019 – 2021 гг.), %

Сорт	Препарат	Сухое вещество, %	Сырой протеин, % а.с.в.	Крахмал, %
Коломба	Вода (контроль)	18,1	9,1	12,6
	Циркон	17,6	9,8	11,6
	Эпин - экстра	17,8	9,2	12,1
	Фолирус-Премиум	16,5	9,6	10,8
	Аква-Микс	16,8	9,5	11,1
	Комплексонаты Zn+Cu	16,8	10,0	11,2
В среднем по сорту		17,3	9,5	11,5
Королева Анна	Вода (контроль)	18,3	10,9	12,2
	Циркон	17,4	10,6	11,2
	Эпин - экстра	17,5	10,4	10,7
	Фолирус-Премиум	17,8	11,9	11,5
	Аква-Микс	17,4	11,8	12,4
	Комплексонаты Zn+Cu	18,9	11,4	12,2
В среднем по сорту		17,9	11,2	11,7
Ред Скарлетт	Вода (контроль)	18,9	9,9	14,3
	Циркон	20,0	9,4	14,0
	Эпин - экстра	18,5	10,1	13,1
	Фолирус-Премиум	18,4	10,6	12,9
	Аква-Микс	19,0	10,6	13,2
	Комплексонаты Zn+Cu	18,8	10,7	12,8
В среднем по сорту		18,9	10,2	13,4
Гала	Вода (контроль)	18,3	10,8	11,6
	Циркон	18,8	10,1	13,1
	Эпин - экстра	19,7	10,4	12,6
	Фолирус-Премиум	19,4	10,0	13,5
	Аква-Микс	19,0	9,3	13,5
	Комплексонаты Zn+Cu	18,8	10,4	13,5
В среднем по сорту		19,0	10,2	13,0
Среднее по сортам	Вода (контроль)	18,4	10,2	12,7
	Циркон	18,5	10,0	12,5
	Эпин - экстра	18,4	10,0	12,1
	Фолирус-Премиум	18,0	10,5	12,2
	Аква-Микс	18,1	10,3	12,6
	Комплексонаты Zn+Cu	18,3	10,6	12,4
В среднем по опыту		18,3	10,3	12,4
НСР ₀₅ для сорта		0,4	0,5	0,4
НСР ₀₅ для препарата		0,3	0,4	0,3

Выявлено, что продукция всех сортов по содержанию нитратов в клубнях является экологически безопасной (рисунок 1).

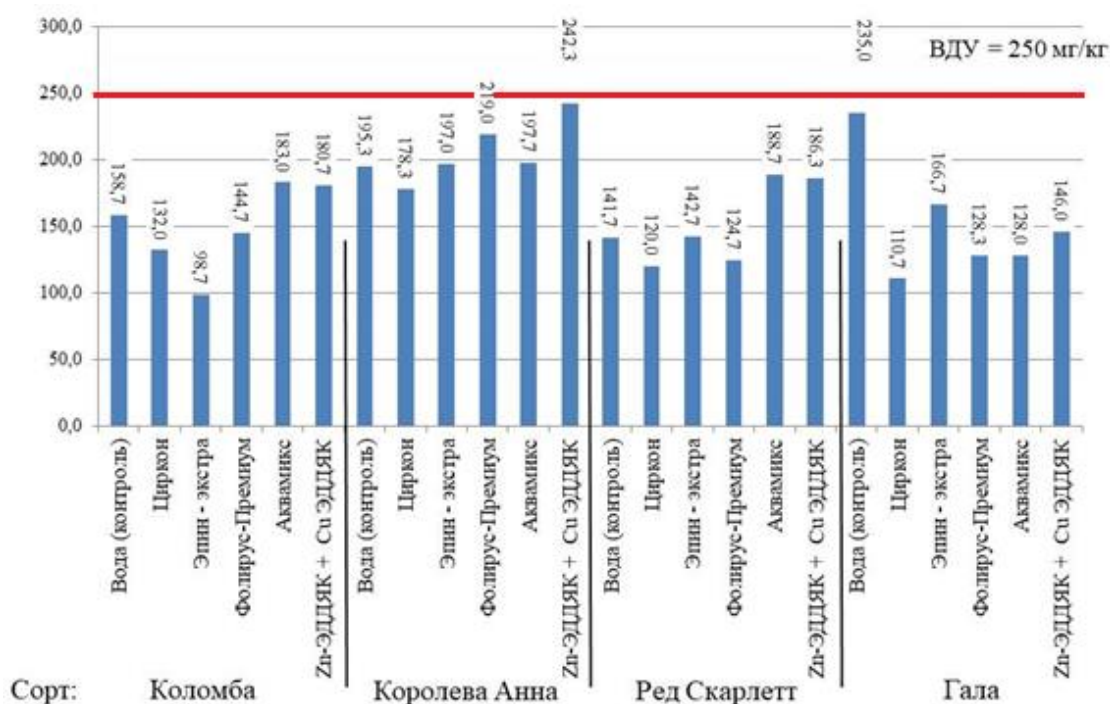


Рисунок 1 - Содержание нитратов в клубнях картофеля (среднее за 2019 – 2021 гг.), мг/кг

Больше всего (242,3 мг/кг) нитратов накопил сорт Королева Анна в варианте с некорневой подкормкой комплексонатами Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК при временно допустимом уровне 250 мг/кг.

Варианты с биопрепаратом Циркон отличались самым низким содержанием нитратов в клубнях (125,35 мг/кг).

Выявлено влияние как сорта, так и препарата на выход абсолютно сухого вещества и крахмала с гектара посадок (рисунок 2).

Среди сортов преимущество по данным показателям имели Ред Скардлетт и Галя. Выход сухого вещества с гектара у них был выше, чем у сорта Коломба, в среднем по вариантам некорневой подкормки, соответственно на 9,4 и 11,5 ц/га.

Применение некорневых подкормок различными препаратами в большинстве вариантов способствовало более высокому выходу сухой фитомассы с гектара.

По выходу крахмала с гектара отмечена схожая закономерность: преимущество сортов Ред Скардлетт и Галя и препаратов Циркон и смеси комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК.

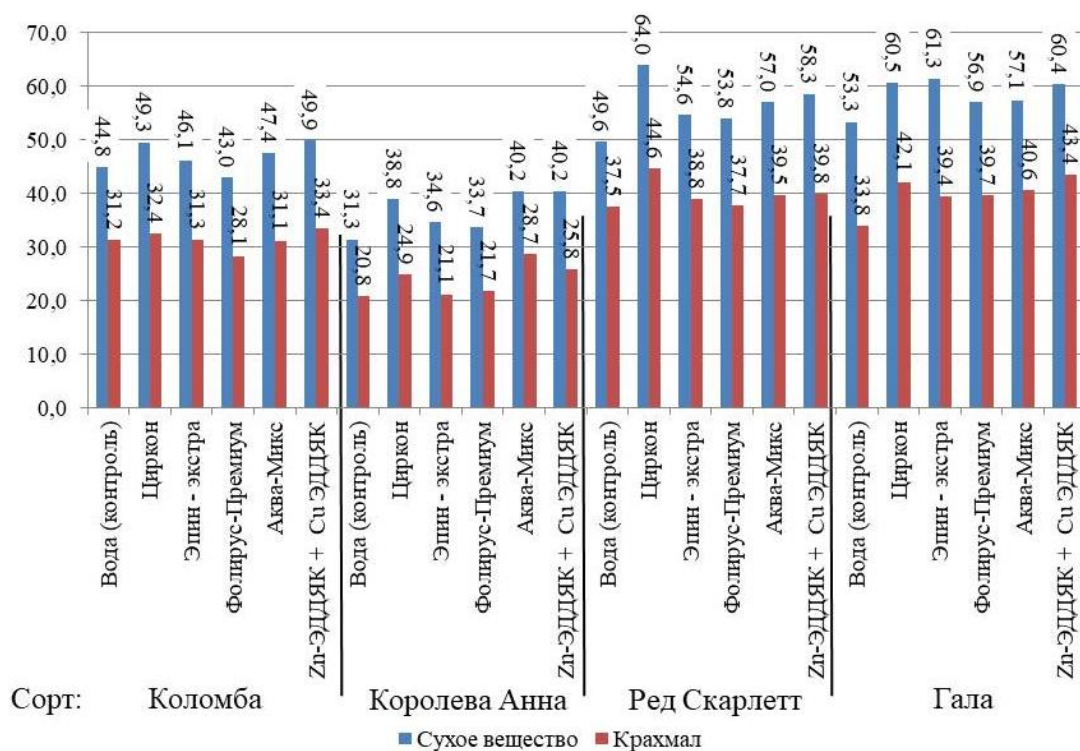


Рисунок 2 - Выход сухого вещества и крахмала с клубнями сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, (среднее за 2019 – 2021 гг.), ц/га.

НСР₀₅ по сухому веществу: для сорта – 5,9 ц/га, для препарата – 4,7 ц/га; НСР₀₅ по крахмалу: для сорта – 2,4 ц/га, для препарата – 1,9 ц/га.

Данная закономерность сохранилась и по выходу с гектара сырого протеина (рисунок 3).

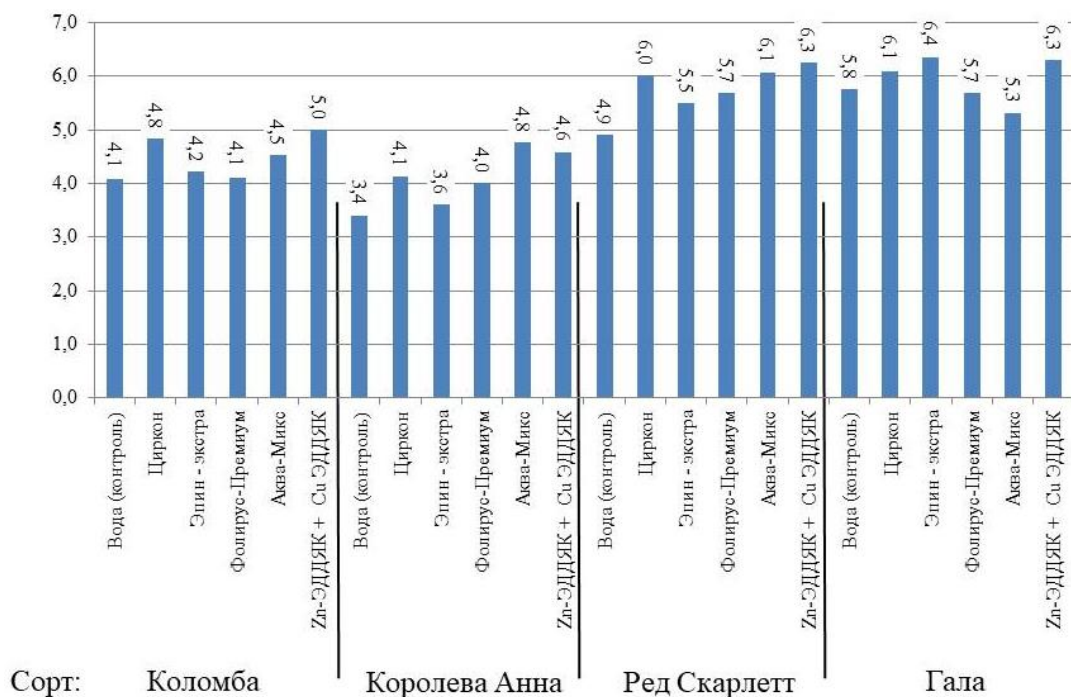


Рисунок 3 - Выход сырого протеина с клубнями сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, (среднее за 2019 – 2021 гг.), ц/га.

НСР₀₅ для сорта – 0,7 ц/га, НСР₀₅ для препарата – 0,5 ц/га.

Сорта Ред Скардлетт и Гала превышали сорт Коломба по величине показателя на 1,3 - 1,5 ц/га, а препараты Циркон и смеси комплексонов Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК – повышали его по сравнению с контролем на 0,5 – 1,2 ц/га.

Корреляционный анализ выявил сильную положительную связь урожайности абсолютно сухой биомассы картофеля с фотосинтетическим потенциалом агроценоза ($r = 0,81$), среднюю – урожайности клубней с максимальной площадью листьев и ФПП ($r = 0,43$ и $0,69$), а так же между урожайностью абсолютно сухой биомассы с максимальной площадью листьев ($r = 0,58$) (таблица 10).

Таблица 10 - Корреляционная зависимость конечной продуктивности картофеля от показателей фотосинтетической деятельности

Переменные		R	$t_{\text{факт}}$ при $T_{05}=2,0$	$F_{\text{факт}}$ при $F_{05}=8,6$	Надежные уравнения регрессии
Зависимые	Независимые				
Y ₁ - урожайность клубней	X ₁ - L _{макс}	0,43	4,0	15,9	$Y_1=0,20*X_1 + 19,92$ (1)
	X ₂ - ФПП	0,69	8,1	65,4	$Y_1=0,0079*X_2 + 14,69$ (2)
	X ₃ - ЧПФ	-0,21	-1,8	3,27	-
Y ₂ - урожайность абсолютно сухой биомассы	X ₁ - L _{макс}	0,58	6,0	35,5	$Y_2=0,56*X_1 + 31,49$ (3)
	X ₂ - ФПП	0,81	11,4	129,2	$Y_2=0,0195*X_2 + 21,4$ (4)
	X ₃ - ЧПФ	-0,30	-2,7	7,2	-

Критерии $t_{\text{факт}}$ и $F_{\text{факт}}$ были выше табличных, что позволяет сделать вывод о надежности полученных уравнений регрессии.

При внедрении в производство новых препаратов значение имеют расчеты экономической эффективности производства продукции, полученной в результате их применения. Расчет экономической эффективности в нашем опыте выполнен по средней за 2019 – 2021 г. урожайности (таблица 11).

Наиболее экономически выгодным вариантом возделывания картофеля является применение препарата Циркон, которое обеспечивает в среднем по сортам получение с гектара 297,8 тыс.руб условно чистого дохода с уровнем рентабельности 108,0 %.

Применение препарата Фолирус-Премиум является наименее экономически эффективным, поскольку снижает условно чистый доход и уровень рентабельности у сорта Гала соответственно на 82,2 тыс. руб./га и 35,7 %, не позволяя окупить стоимость препарата урожаем.

Выращивание сорта Гала в вариантах с применением некорневых подкормок биопрепаратом Циркон и (или) комплексоновати микроэлементов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК обеспечивает получение наибольшего условно –

чистого дохода (367,5 и 367,9 тыс.руб./га) и уровня рентабельности (132,9 – 133,3 %).

Таблица 11 - Экономическая эффективность производства картофеля (в среднем за 2019 – 2021 гг.)

Некорневые подкормки	Сорт				
	Коломба	Королева Анна	Ред Скарлетт	Гала	Среднее
Условно чистый доход, тыс. руб./га					
Контроль (вода)	229,242	81,227	259,866	316,176	221,628
Циркон	284,437	175,700	363,604	367,487	297,807
Эпин-экстра	244,578	125,689	315,978	348,988	258,808
Фолирус-Премиум	236,308	98,001	299,941	233,922	217,043
Аквамикс	287,539	191,950	323,988	325,930	282,352
Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК	319,395	154,348	346,579	367,938	297,065
Среднее	266,917	137,819	318,326	326,740	262,450
Уровень рентабельности, %					
Контроль (вода)	85,9	31,1	97,6	118,1	83,2
Циркон	103,2	64,5	131,6	132,9	108,0
Эпин-экстра	89,5	46,8	115,3	126,9	94,6
Фолирус-Премиум	82,7	35,0	104,9	82,3	76,2
Аквамикс	104,8	71,1	118,2	118,9	103,3
Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК	116,3	57,2	125,8	133,3	108,2
Среднее	97,1	51,0	115,6	118,7	95,6
Себестоимость 1 ц клубней картофеля (в среднем за 2019 – 2021 гг.), руб.					
Контроль (вода)	1075,635	1524,989	1011,916	917,205	1132,436
Циркон	984,154	1215,625	863,739	858,736	980,563
Эпин-экстра	1055,682	1361,985	928,887	881,449	1057,001
Фолирус-Премиум	1094,607	1481,477	976,312	1096,827	1162,306
Аквамикс	976,729	1169,046	916,428	913,568	993,943
Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК	924,597	1271,945	885,598	857,336	984,869
Среднее	1018,567	1337,511	930,480	920,853	1051,853

Наименьшая себестоимость отмечена у сорта Гала (на 97,7 руб. ниже сорта Коломба), что связано с высокой его урожайностью.

Более высокая себестоимость производства клубней отмечена у сорта Королева Анна. Она была выше, чем у сорта Коломба на 318,9 руб./ц.

Из некорневых подкормок наименьшую себестоимость обеспечил препарат Циркон (на 151,9 руб. ниже, чем в контроле).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В Центральном Нечерноземье (Верхневолжье) выращивание картофеля с применением некорневых подкормок биопрепаратами и комплексными удобрениями экономически выгодно. Оно обеспечивает получение дополнительно по лучшим сортам до 5,7 т/га (21,7 %) клубней, 103,7 тыс.руб/га условно чистого дохода (39,9 %), повышение рентабельности производства на 34 %, снижение себестоимости клубней на 148,2 руб./ц (14,6 %).

2. Наибольшее влияние на прохождение фенологических фаз и продолжительность межфазных периодов картофеля оказывали агрометеорологические условия в годы исследований. Применяемые препараты для некорневой подкормки слабо влияли на развитие растений. В более влажном 2020 году отмечено более раннее наступление большинства фаз развития.

Общий вегетационный период от посадки до полного созревания картофеля не различался по сортам и колебался в разные по агроклиматической обеспеченности годы от 58 до 77 дней.

3. Более высокую максимальную и среднюю площадь листьев в среднем за 3 года создавал сорт Ред Скарлетт (41,0 и 21,1 тыс.м²/га), а более низкую – сорт Королева Анна (29,8 и 12,4 тыс.м²/га).

Применение некорневых подкормок в большинстве случаев повышало максимальную и среднюю площадь листьев, в среднем за 3 года соответственно на 1,3 – 10,5 и 0,7 – 4,1 тыс.м²/га. Из регуляторов роста созданию наибольшей ассимилирующей поверхности способствовал препарат Циркон, а из комплексных удобрений – смесь комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК.

4. Величина фотосинтетического потенциала агроценоза картофеля (ФПП) находилась в той же зависимости от биологических особенностей сорта и препарата, что и площадь листьев. Разница между сортами достигала 844 тыс. м² x сутки/га, прибавка от некорневых подкормок – 396 тыс. м² x сутки/га.

5. Наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) наблюдалась у сортов Коломба и Гала (4,34 и 4,40 г/м² x сутки), что на 0,84 – 0,90 г/м² x сутки выше, чем у других сортов.

Из регуляторов роста наибольшую величину этого показателя обеспечил препарат Эпин-экстра, а из комплексных удобрений – Аквамикс, что объясняется созданием менее мощного ФПП.

6. Урожай абсолютно сухой фитомассы является результатом фотосинтетической деятельности растений в агроценозе. Преимущество по данному показателю имели сорта Ред Скардлетт и Гала, сбор сухого вещества у которых был выше, чем у сорта Коломба, в среднем по вариантам некорневой подкормки соответственно на 10,7 и 12,8 ц/га.

Применение некорневых подкормок различными препаратами в большинстве вариантов способствовало более высокому выходу сухой фитомассы с гектара. Наиболее эффективными у сортов Коломба, Ред Скардлетт и Гала были препараты Циркон и смесь комплексонатов Zn+Cu ЭДДЯК. Прибавка урожая составила 4,4 – 13,7 ц/га.

7. Сорта обладали высоким коэффициентом хозяйственной эффективности фотосинтеза, который практически не изменялся по вариантам некорневой подкормки и составил при полном созревании в среднем по сортам 0,96 – 0,97. Меньшими значениями Кхоз отличался сорт Королева Анна (0,94).

8. Устойчивее к фитофторозу оказались сорта Ред Скарлетт и Гала. Наименьшие показатели распространенности и развития болезни отмечены при применении регулятора роста Эпин - экстра и смеси комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК, что вероятно связано с усилением иммунитета растений.

9. Наиболее продуктивным оказался сорт Гала, у которого, в среднем за 3 года, накоплено на 3,6 т/га (13,3 %) клубней больше, чем у сорта Коломба, а самым низкоурожайным - Королева Анна, который уступил сорту Гала на 10,3 т/га (50,5 %).

Наибольшую прибавку урожая обеспечила некорневая подкормка регулятором роста Циркон и смесью комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК, которые в среднем по сортам составили 4,3 - 4,4 т/га (17,7 – 18,1 %).

10. Более высоким содержанием сухого вещества в среднем за 2019 – 2021 гг. характеризовались сорта Ред Скарлетт и Гала, у которых этот показатель был выше, чем у сорта Коломба, на 1,6 - 1,7 %. Эти же сорта отличались более высоким содержанием крахмала в клубнях, которое превышало контроль на 1,1 – 2,8 %. По количеству сырого протеина в клубнях преимущество имел сорт Королева Анна, который накопили его на 1,7 % больше, чем сорт Коломба.

Изучаемые препараты оказали неодинаковое влияние на качество урожая разных сортов. По содержанию сухого вещества и крахмала наибольшие прибавки у сорта Гала получены от некорневых подкормок Эпин-Экстра, Фолирус-Премиум и Аквамикс (0,7 – 1,4 % и 1,9 %). Циркон и Комплексонаты Zn + Cu ЭДДЯК увеличили содержание сырого протеина на 0,7 – 0,9 % у сорта Коломба.

11. Продукция всех сортов по содержанию нитратов в клубнях является экологически безопасной. Больше всего (242,3 мг/кг) нитратов накопил сорт Королева Анна в варианте с некорневой подкормкой комплексонатами Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК при временно допустимом уровне 250 мг/кг.

Варианты с биопрепаратом Циркон отличались самым низким содержанием нитратов в клубнях (125,35 мг/кг).

12. Экономически выгоднее возделывание картофеля сорта Гала при применении некорневой подкормки препаратом Циркон и смесью комплексонатов Zn + Cu ЭДДЯК, которое обеспечивало получение с гектара 367,487 и 367,938 тыс.руб. условно чистого дохода с уровнем рентабельности 132,9 и 133,3 % и себестоимостью 1 ц клубней 858,736 и 857,336 руб.

Близкие показатели экономической эффективности получены в этих же вариантах некорневой подкормки с сортом Ред Скарлетт.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

На окультуренных дерново-подзолистых почвах Центрального Нечерноземья Российской Федерации рекомендуется:

1. Выращивание по интенсивной технологии сорта Гала в вариантах с применением некорневых подкормок биопрепаратом Циркон или комплексонатами микроэлементов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК, которые

обеспечивают экономически эффективное получение урожайности 32,2 т/га клубней высокого качества.

2. Для получения наибольших прибавок урожая от применяемых для некорневой подкормки препаратов Циркона и комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК выращивать сорт Ред Скарлетт.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ Статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:

1. Усанова, З.И. Эффективность применения некорневых подкормок в повышении продуктивности и качества урожая сортов картофеля в ЦРНЗ РФ / З.И. Усанова, **С.П. Мигулев**, М.Н. Павлов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2023. – № 194 (10). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2023/10/pdf/32.pdf>

2. Усанова, З.И. Продуктивность сортов картофеля при применении некорневых подкормок в технологии возделывания в условиях ЦРНЗ РФ / З.И. Усанова, **С.П. Мигулев**, М.Н. Павлов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - 2023. - № 109. - С. 88-94.

3. Усанова, З.И. Продуктивность сортов картофеля при применении некорневых подкормок в условиях Верхневолжья / З.И. Усанова, **С.П. Мигулев**, М.Н. Павлов // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2022. – № 4. – Режим доступа: http://agroecoinfo.ru/STATYI/2022/4/st_421.pdf. - DOI: <https://doi.org/10.51419/202124421>.

Публикации в Scopus:

4. Usanova, Z.I. Export-oriented intensification of potato production in the central non-chernozem region of Russia / Z.I. Usanova, **S.P. Migulev**, M.N. Pavlov // BIO Web of Conferences. - 2021. - № 36. - URL: https://www.bioconferences.org/articles/bioconf/pdf/2021/08/bioconf_fsraaba2021_08008.pdf - DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20213608008>

Патенты:

5. Патент на изобретение № 2781973 Российская Федерация, МПК А01G 22/25 (2018.01), А01N 65/00 (2009.01). Способ повышения продуктивности картофеля. Зарегистрирован в Государственном реестре изобретений РФ 21 октября 2022 г. Приоритет изобретения 29 марта 2022 г. Авторы: Усанова З.И., **Мигулев С.П.**, Павлов М.Н., Смирнова Т.И.

Научные статьи в других изданиях:

6. Усанова, З.И. Формирование урожайности сортов картофеля при применении различных препаратов в технологии возделывания / З.И. Усанова, **С.П. Мигулев**, М.Н. Павлов // Научные приоритеты в АПК: инновации, проблемы, перспективы развития: Сборник научных трудов по

материалам Международной научно-практической конференции (Тверь, 22 октября 2019 г.). - 2019. - С. 18-22.

7. Усанова, З.И. Перспективы применения микроудобрений для повышения продуктивности сортов картофеля / З.И. Усанова, **С.П. Мигулев**, М.Н. Павлов // Зеленый журнал - Бюллетень ботанического сада Тверского государственного университета. - 2019. - № 7. - С. 21-23.

8. Усанова, З.И. Продуктивность картофеля при использовании различных микроудобрений и регуляторов роста / З.И. Усанова, **С.П. Мигулев**, М.Н. Павлов // Цифровизация в АПК: технологические ресурсы, новые возможности и вызовы времени: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции (Тверь, 11–13 февраля 2020 г.). – Тверь: Тверская ГСХА, 2020. - С. 61-64.

9. Усанова, З.И. Продуктивность картофеля при использовании различных регуляторов роста в ЦРНЗ РФ. / З.И. Усанова, **С.П. Мигулев**, М.Н. Павлов // Инновационные технологии в АПК региона: достижения, проблемы, перспективы развития: Сборник научных трудов по материалам Национальной научно-практической конференции (Тверь, 09–11 февраля 2021 г.). - Тверь: Тверская ГСХА, 2021. - С. 107-110.

10. **Мигулев, С.П.** Влияние некорневых подкормок регуляторами роста и удобрениями на продуктивность сортов картофеля в условиях Верхневолжья / **С.П. Мигулев** // XXVII Каргинские чтения: Тезисы докладов Всероссийской научно-технической конференции молодых учёных, посвященной Году науки и технологий (Тверь, 01–02 апреля 2021 г.). – Тверь: ТвГУ, 2021. - С. 110.

11. Усанова, З.И. Разработка инновационной технологии производства картофеля в Центральном Нечерноземье / З.И. Усанова, **С.П. Мигулев**, М.Н. Павлов // Инновационные технологии в АПК: проблемы и перспективы: Материалы Международной научно-практической конференции (Тверь, 12–14 октября 2021 г.). - Тверь: Тверская ГСХА, 2021. - С. 43-47.

12. Усанова, З.И. Формирование урожайности сортов картофеля при использовании различных препаратов для некорневых подкормок / З.И. Усанова, **С.П. Мигулев**, М.Н. Павлов, Л.В. Алексеев // Образование, инновации, цифровизация: взгляд регионов: Сборник научных трудов по материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции (Тверь, 15 февраля 2022 г.). - Тверь: Тверская ГСХА, 2022. - С. 46-50.

13. Усанова, З.И. Продуктивность сортов картофеля в ЦРНЗ РФ / З.И. Усанова, **С.П. Мигулев**, М.Н. Павлов, Л.В. Алексеев // Развитие научно-инновационного потенциала аграрного производства: проблемы, тенденции, пути решения: Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции (Тверь, 25 октября 2022 г.). - Тверь: Тверская ГСХА, 2022. - С. 115-118.

Научное издание

Мигулев Сергей Павлович

**ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
НЕКОРНЕВЫХ ПОДКОРМОК В ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ В
УСЛОВИЯХ ЦРНЗ РФ**

Подписано в печать 2024 г. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. – 1,0. Тираж 100 экз. Заказ №

Типография Кубанского государственного аграрного университета.
350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13