

На правах рукописи

СКРЯБИН ИВАН АРКАДЬЕВИЧ

**УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ПОД
ВЛИЯНИЕМ НЕКОРНЕВОЙ ПОДКОРМКИ КОМПЛЕКСНЫМИ И
МАГНИЙСОДЕРЖАЩИМИ ВОДОРАСТВОРИМЫМИ УДОБРЕНИЯМИ
В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ**

Специальность 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Ижевск – 2024

Диссертационная работа выполнена на кафедре агробиотехнологий в ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет» в 2021-2024 гг.

Научный руководитель: **Елисеев Сергей Леонидович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры агробиотехнологий ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ

Официальные оппоненты: **Васильев Александр Анатольевич**, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела картофелеводства Южно-Уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства - филиала ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»

Павлов Максим Николаевич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия»

Ведущая организация: ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха»

Защита диссертации состоится «21» ноября 2024 года в 11³⁰ часов на заседании диссертационного совета 35.2.043.02 на базе ФГБОУ ВО Удмуртский ГАУ по адресу: 426069, г. Ижевск, ул. Студенческая, д. 11.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Удмуртский государственный аграрный университет», на сайте университета <https://udsau.ru/> и на сайте ВАК при Минобрнауки РФ <https://vak.minobrnauki.gov.ru>

Отзывы в двух экземплярах, заверенные печатью, направлять по адресу: 426069, Удмуртская Республика, г. Ижевск, ул. Студенческая 11, e-mail: nir210@mail.ru

Автореферат разослан «___» _____ 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета 35.2.043.02
кандидат сельскохозяйственных наук

Рябова Татьяна Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Картофель – широко культивируемая культура в Российской Федерации, которая наряду с пшеницей, является одним из основных источников углеводов. Важной проблемой картофелеводства Пермского края до сих пор остаётся низкая урожайность картофеля, которая, по всем категориям хозяйств, составляет в среднем 12 – 14 т/га [Пермский край в цифрах..., 2023]. Однако потенциал культуры раскрыт не полностью. В современных технологиях возделывания картофеля, последняя механизированная обработка с подкормкой производится до всходов при формировании гребней. Далее поле закрывается гербицидным экраном, и механические обработки с корневыми подкормками становятся нежелательными. Этот пробел в минеральном питании растений можно восполнить некорневыми подкормками легкорастворимыми удобрениями, содержащими макро и микроэлементы. Некорневые подкормки являются достаточно экономичным приемом ухода, так как позволяют применять одновременно раствор удобрения и пестицидов в баковой смеси. При этом наблюдается снижение потерь удобрений, по сравнению с их внесением в почву. В этой связи, изучение влияния доз комплексных водорастворимых макро- микро и магнийсодержащих удобрений, в сортовой агротехнике картофеля на дерново-подзолистых супесчаных почвах Среднего Предуралья, является актуальным вопросом земледелия.

Степень разработки темы. В Среднем Предуралье проблемой некорневых подкормок макро и микроэлементами занимался А.А. Скрыбин на тяжелых почвах и одном сорте картофеля. На супесчаной почве, и сортах разных групп спелости подобных исследований в регионе не проводили. Так же многие ученые занимались изучением минерального питания и технологий возделывания картофеля в Предуралье и на Урале: Г. В. Наугольных, А. М. Смолин, Д. В. Кузякин, И.Л. Маслов (Пермский край), М. А. Павлов, П. Ф. Сутыгин и И. Г. Мухаметшин (Удмуртия), С. К. Мингалев (Свердловская область), М. М. Хайбуллин (Башкортостан), А. А. Васильев (Челябинская область), результаты их исследований нашли отражение в данной работе.

Цель исследований заключалась в усовершенствовании технологии возделывания сортов товарного картофеля Люкс и Гала применением некорневых подкормок водорастворимыми удобрениями с микроэлементами Акварин 5, Акварин 12 и сульфата магния на дерново-подзолистой супесчаной почве Среднего Предуралья.

Задачи исследований:

1. Выявить влияние некорневых подкормок удобрениями Акварин 5, Акварин 12 и сульфат магния на урожайность сортов картофеля.
2. Обосновать формирование урожайности картофеля ее структурой и показателями фотосинтетической деятельности.
3. Определить фракционный состав, содержание крахмала, нитратов и витамина С в клубнях, NPK в листьях и магния в листьях и клубнях картофеля.
4. Дать энергетическую и экономическую оценку и провести производственную проверку применения некорневых подкормок на картофеле.

Научная новизна. Впервые на дерново-подзолистой супесчаной почве Среднего Предуралья, дано научное обоснование эффективности применения некорневых подкормок водорастворимыми комплексными удобрениями с микроэлементами Акварин 5, Акварин 12 и сульфат магния, в технологии ухода на сортах товарного картофеля урожайностью, ее структурой, показателями фотосинтетической деятельности посева, качеством клубней и экономической оценкой.

Теоретическая и практическая значимость. Выявлены новые закономерности формирования урожайности и качества сортов картофеля при применении некорневых подкормок водорастворимыми удобрениями.

Производству на дерново-подзолистых супесчаных почвах рекомендован комплекс некорневых подкормок: сульфат магния 6 кг/га – 1-я подкормка в фазе ветвления картофеля (через две недели после всходов) при высоте растений 20-25 см; Акварин 5 – 3,2 кг/га – 2-я подкормка в сочетании с подкормкой сульфатом, либо при отдельном применении так же в фазе ветвления; сульфат магния 6 кг/га – 3-я подкормка через 14-20 дней после первой в фазе бутонизации; Акварин 5 – 3,2 кг/га – 4-я подкормка в сочетании с подкормкой сульфатом магния, либо при отдельном применении в фазе бутонизации через 14-20 дней после предыдущей подкормки Акварином; Акварин 12 – 2,0 кг/га – 5-я подкормка в фазе созревания картофеля (1-я декада августа). Внедрение комплекса некорневых подкормок в ИП ГКФХ Скрябин И.А обеспечило годовой экономический эффект 15334 руб./га.

Результаты исследования используются в учебном процессе по дисциплине «Картофелеводство» в ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ.

Методология и методы исследований. В опыте использовали полевые, лабораторные, теоретические и статистические методы исследования и современные общепринятые методики. Полевые исследования, определение показателей агрохимических свойств почвы, содержания витамина С, нитратов, NPK и магния в листьях и клубнях в лабораторных условиях проводили по современным методикам и соответствующим ГОСТам.

Положения, выносимые на защиту.

1. Некорневые подкормки сульфатом магния и удобрениями Акварин 5 и Акварин 12 в дозах 3,2+3,2+2,0 кг/га, повышают урожайность сортов картофеля, выявлен синергетический эффект между удобрениями.

2. Повышение урожайности сортов картофеля обусловлено увеличением выживаемости растений, средней массы клубня, максимальной площади листьев растения, фотосинтетического потенциала посева и чистой продуктивности фотосинтеза.

3. Некорневые подкормки сульфатом магния и удобрениями Акварин 5 и Акварин 12, улучшают фракционный состав и повышают содержание нитратов и витамина С в клубнях картофеля, оптимизируют содержание NPK и магния в листьях и клубнях картофеля.

4. Применение некорневых подкормок сульфатом магния и удобрениями Акварин 5 и Акварин 12 в дозах 3,2+3,2+2,0 кг/га энергетически и экономически эффективно.

Степень достоверности и апробация результатов. Достоверность полученных данных обеспечивается большим объёмом полученного материала с использованием современных методов исследований и программного обеспечения. Полученные данные обоснованы с использованием методов математического анализа, и в период с 2021–2023 гг. озвучивались в отчётах на кафедре агробиотехнологий, в рамках исполнения государственной темы (№ госрегистрации 121041500100-5).

Результаты исследований представлены на международных и всероссийских научных конференциях: «Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации» (Пермь, 2021, 2023), «Молодежная наука: технологии, инновации» (Пермь, 2022, 2023), «III-я Всероссийская научно-практическая конференция, посвященная 70-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры общего земледелия и защиты растений, Почётного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, Почётного работника агропромышленного комплекса России, лауреата региональной премии им. профессора В.Н. Прокошева в области биологии и сельского хозяйства, заведующего кафедрой общего земледелия и защиты растений Ю.Н. Зубарева» (Пермь, 2022), «Развитие современных систем земледелия и животноводства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды» (Пермь, 2023), «Актуальные вопросы современной науки» (Уфа, 2023). По результатам исследовательской работы опубликовано двенадцать научных статей, в том числе три в журналах рекомендованных ВАК Минобрнауки России.

Личный вклад автора. Автором разработана схема опыта, проведены полевые наблюдения и исследования, лабораторные исследования, математическая обработка, анализ и обобщение полученных данных.

Объем и структура работы Диссертационная работа изложена на 137 страницах, состоит из введения, основной части (4 главы, 34 таблицы, 23 рисунка), заключения и предложений производству, списка литературы (217 наименований, в том числе 38 иностранных источников) и 56 приложений.

1 НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ КАРТОФЕЛЯ ВОДОРАСТВОРИМЫМИ УДОБРЕНИЯМИ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Изложен аналитический обзор научных источников, о применении водорастворимых комплексных и магний содержащих удобрений на картофеле, дана оценка их влияния на урожайность ее структуру, качество продукции, показатели фотосинтетической деятельности.

2 МЕСТО, ОБЪЕКТ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевой опыт был заложен в 2021–2023 гг. на полях ИП ГКФХ Скрябин И.А., расположенных возле с. Усть-Качка Пермского района Пермского края. Объекты исследования сорта картофеля: раннеспелый сорт Люкс, среднеранний сорт Гала.

Опыт закладывали на дерново-подзолистой супесчаной окультуренной почве с содержанием гумуса в почве 1,05-2,2 %, рН_{сол.} 4,7-5,3, содержание обменных форм калия и фосфора 280-440 мг/кг, магния 64-107 мг/кг.

Метеорологические условия вегетационных периодов закладки опыта отличались сильной неоднородностью, с колебаниями от благоприятных для картофеля условий температур и влажности в 2021 г. с ГТК 1,7-4,0, до экстремальной засухи в сочетании с высокими температурами, пришедшимися на критические по водопотреблению фазы развития картофеля: бутонизацию и цветение в 2022-23 гг. с колебаниями ГТК в эти периоды 0,1-0,9, что сильно повлияло на формирование урожайности.

Полевой опыт закладывали по схеме:

Фактор А – сорт картофеля: А₁ – Люкс (контроль); А₂ – Гала;

Фактор В – доза подкормки сульфатом магния, кг/га: В₁ – без подкормки (контроль); В₂ – подкормка в фазе ветвления 6 кг/га + подкормка в фазе бутонизации 6 кг/га (6+6 кг/га);

Фактор С – доза подкормки удобрением Акварин 5 и Акварин 12, кг/га: С₁ – без подкормки (контроль); С₂ – подкормка в фазе ветвления Акварин 5 –

3,2 кг/га + подкормка в фазе бутонизации Акварин 5 – 3,2 кг/га + подкормка в фазе созревания Акварин 12 – 2,0 кг/га, (3,2 + 3,2 + 2,0 кг/га); С₃ – подкормка в фазе ветвления Акварин 5 – 5,2 кг/га + подкормка в фазе бутонизации Акварин 5 – 5,2 кг/га + подкормка в фазе созревания Акварин 12 – 3,2 кг/га, (5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га); С₄ – подкормка в фазе ветвления Акварин 5 – 7,2 кг/га + подкормка в фазе бутонизации Акварин 5 – 7,2 кг/га + подкормка в фазе созревания Акварин 12 – 4,4 кг/га, (7,2 + 7,2 + 4,4 кг/га);

Опыт трехфакторный, заложен методом расщепленных делянок. Размещение вариантов систематическое. Повторность четырехкратная. Площадь делянки первого порядка – 240 м²; второго порядка – 120 м²; третьего порядка общая – 30 м², учетная – 15 м².

Некорневую подкормку сульфатом магния проводили навесным тракторным опрыскивателем ОН-600, расход рабочего раствора 400 л/га. Обработка двукратная: первая подкормка проведена через две недели после всходов, фаза ветвление, вторая подкормка – через 14-20 после первой, в фазе бутонизации. Доза на одну подкормку 6,0 кг/га.

Некорневую подкормку удобрениями Акварин 5 и Акварин 12 проводили в три срока. Первый, фаза ветвление удобрением Акварин 5. Вторым, в фазе бутонизации удобрением Акварин 5, (в системе ухода за картофелем первой шла подкормка сульфатом магния затем с разрывом 2-3 дня подкормка удобрением Акварин 5). Третий, фаза созревание в первую декаду августа, удобрением Акварин 12. Подкормку удобрением Акварин 5 и Акварин 12 проводили ручным бензиновым опрыскивателем SOLO 433 при постоянном давлении 10 атмосфер. Дозы удобрений Акварин в соответствии со схемой опыта. Общий расход рабочего раствора 400 л/га. При подкормке применяли биоприлипатель Биолипостим - 200 мл/га.

Характеристики комплексных водорастворимых и магниевых удобрений:

Акварин 5 с равным содержанием элементов питания для начальных периодов роста картофеля N₁₈P₁₈K₁₈Mg₂S_{1,5}.

Акварин 12 с повышенным содержанием калия, для подкормок картофеля в фазе созревание, для устранения возможного дефицита калия N₁₂P₁₂K₃₅Mg₁S_{0,7}.

Сульфат магния семиводный – эпсомит (MgSO₄ x 7H₂O). Содержание MgO – 16,7 %, S – 13,5 %, Fe не более 0.001 %, Mn не более 0,003 % нерастворимый в воде осадок – 0,05 %.

Агротехника в опыте соответствовала зональной системе земледелия. Система удобрений на расчетную урожайность 35-40 т/га включала:

- внесение минеральных удобрений весной под предпосевную обработку почвы, фиксированной дозой, из расчета N₇₅P₇₀K₂₄₁. Формы удобрений:

комплексное минеральное удобрение FertiM ($N_5P_4K_{35}S_6Ca_7$), комплексное минеральное удобрение азофоска ($N_{16}P_{16}K_{16}$).

- подкормка азотным удобрением при формировании гребней через две недели после посадки. Форма: аммиачная селитра (34 %) в дозе N_{86} кг/га;

- некорневые подкормки водорастворимыми удобрениями согласно схеме опыта.

Уборку проводили после отмирания ботвы картофелекопателем КТН-2В с подбором вручную, поделяночно.

Полевой опыт проводили согласно Методике полевого опыта [Доспехов Б. А., 1985], лабораторные исследования по общепринятым методикам. Агрохимический анализ почвы: содержание гумуса – по И. В. Тюрину в модификации ЦИНАО [ГОСТ 26213-2021]; содержание подвижного фосфора и калия – по Кирсанову в модификации ЦИНАО [ГОСТ Р 54650-2011]; обменная кислотность ($pH_{\text{сол}}$ – потенциометрическим методом [ГОСТ Р 58594-2019]; гидролитическая кислотность – по Каппену потенциометрическим методом в модификации ЦИНАО [[ГОСТ 26212 – 91]]; сумма обменных оснований – по Каппену – Гильковицу [ГОСТ 27821 – 88]; содержание обменного магния [ГОСТ 26487-85]. Содержания сухого вещества и крахмала [Методика физиолого-биохимических исследований картофеля, 1989]; показатели структуры урожайности [Методика исследований по культуре картофеля, 1967]; содержание витамина С [ГОСТ 24556-89]; содержание в листьях общего азота [ГОСТ 13496.4-2019], фосфора [ГОСТ 26657-97] , калия [ГОСТ 30504-97]; содержание магния в листьях и клубнях [ГОСТ 32343-2013]; содержание нитратов в клубнях картофеля [ГОСТ 29270-95]; показатели фотосинтетической деятельности по методикам изложенным А. А. Ничипоровичем [1961]. Статистическая обработка результатов исследований методами дисперсионного и корреляционного анализа [Доспехов Б. А., 1985].

3 УРОЖАЙНОСТЬ И ЕЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПРИ РАЗНЫХ ДОЗАХ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ УДОБРЕНИЙ

Наиболее сильное влияние на урожайность картофеля за три года исследований оказали погодные условия, а именно недостаток влаги в периоды 2022-2023 гг. На планируемые уровни урожайности, за время исследований, удалось выйти только в благоприятных условиях 2021 г., сорт Гала достиг величины 39,7 т/га, Люкс - 35,9 т/га, в обоих случаях в варианте сульфат магния и Акварин в дозах 3,2+3,2+2,0 кг/га. В 2022-23 годах урожайность сортов колебалась от 6,9 до 14,5 т/га. Средние за годы исследований величины урожайности находятся в пределах 14,7-21,1 т/га (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность сортов картофеля в зависимости от подкормки удобрениями, т/га, среднее за 2021-2023 гг.

Сорт картофеля (А)	Доза подкормки сульфатом магния, кг/га (В)	Доза подкормки удобрениями Акварин 5 и Акварин 12, кг/га				Среднее АВ	Среднее В	Среднее А
		С ₁ -б/п (к)	С ₂ -3,2+3,2+2,0	С ₃ -5,2+5,2+3,2	С ₄ -7,2+7,2+4,4			
А ₁ -Люкс (к)	В ₁ -б/п* (к)	14,7	17,0	16,0	14,8	15,6	16,8	16,9
	В ₂ -б+б	16,6	19,6	18,7	17,4	18,1	18,4	
Среднее по А ₁ С		15,6	18,3	17,4	16,1	16,9	-	18,4
А ₂ -Гала	В ₁ -б/п (к)	16,9	18,7	19,3	17,2	18,0		
	В ₂ -б+б	17,6	21,1	18,9	17,5	18,8		
Среднее по А ₂ С		17,3	19,9	19,1	17,3	18,4		
Среднее по С		16,5	19,1	18,2	16,7	-		
Среднее по В ₁ С		15,8	17,9	17,7	16,0			
Среднее по В ₂ С		17,1	20,4	18,8	17,4			
НСР ₀₅ гл.эфф.	А	2,1	НСР ₀₅ част. разл.	А	6,0			
	В	1,5		В	4,3			
	С	0,8		С	1,7			
* без подкормки								

Рассматривая действие удобрений в среднем за три года видно, что подкормки сульфатом магния показали существенную прибавку урожайности картофеля на величину 1,6 т/га или 9 %. Сортую реакцию на подкормку сульфатом магния показал только сорт Люкс, средняя прибавка урожайности от подкормки составила 2,5 т/га, или 16 %. Сорт Гала показал тенденции к повышению урожайности от сульфата на 0,8 т/га.

Подкормки удобрениями Акварин в комбинациях доз 3,2 + 3,2 + 2,0 и 5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га в одинаковой степени повышают урожайность картофеля на величину 2,6 и 1,7 т/га или 16 и 10 %. Если рассматривать частные различия по сортам на фоне без подкормки сульфатом магния, то сорт Люкс показал прибавку в варианте доз Акваринов 3,2 + 3,2 + 2,0 кг/га, на величину 2,3 т/га, сорт Гала показала прибавку в вариантах доз 3,2 + 3,2 + 2,0 и 5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га на уровне 1,8-2,4 т/га соответственно. На фоне подкормки сульфатом магния, сорт Люкс дал прибавки на дозах 3,2 + 3,2 + 2,0 и 5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га, на уровне 3,0-2,1 т/га соответственно, а у сорта Гала на дозах 3,2 + 3,2 + 2,0 кг/га прибавка 3,5 т/га. Во всех случаях между этими вариантами нет существенной разницы в урожайности (НСР₀₅ частных различий по С = 1,7 т/га), поэтому можно говорить, что некорневая подкормка Акваринами в дозах 3,2 + 3,2 + 2,0 или 5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га обеспечивает прибавку урожайности от 10 до 20 %. Оба сорта реагируют на подкормку удобрениями Акварин одинаково.

При совместном применении сульфата магния и удобрений Акварин наблюдается синергетический эффект. Если при дозах Акваринов 3,2 + 3,2 + 2,0 кг/га, на фоне без применения сульфата магния, прибавка по сравнению с контролем у обоих сортов картофеля составляет 1,8-2,3 т/га (10,6-15,6 %), то на фоне с сульфатом магния 3,0-3,5 т/га или 18,1-19,9 %. Прибавка от эффекта в среднем по сортам составляет 1,2 т/га, или 6 % (рисунок 1).

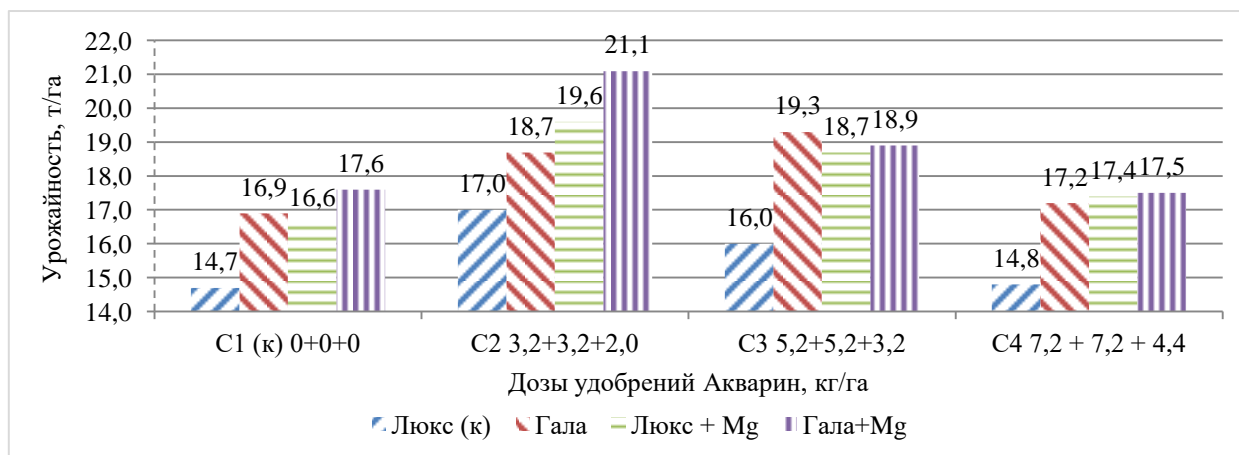


Рисунок 1 – Урожайность сортов картофеля в зависимости от доз некорневой подкормки сульфатом магния и удобрениями Акварин 5 и Акварин 12, т/га, среднее за 2021-2023 гг.

На урожайность в первую очередь оказали влияние показатели выживаемости растений к уборке, которые в разной степени зависели от выбранных удобрений. Подкормка сульфатом магния не оказала существенного влияния на густоту и выживаемость растений к уборке. Подкормки Акваринами напротив повлияли на выживаемость растений, и наибольшая выживаемость (99 %), достигнута в дозах 3,2 + 3,2 + 2,0 кг/га, в среднем плюс 1,3 % к контрольному варианту. Оба сорта картофеля проявили повышенную выживаемость под воздействием удобрений Акварин, при этом сорт Гала показал наилучшие результаты. Отмечаются устойчивые тенденции увеличения густоты стояния растений перед уборкой под влиянием подкормок удобрениями Акварин на 0,5 шт./м².

Некорневые подкормки в первую очередь оказали влияние на такие важные для формирования урожайности элементы структуры, как масса клубней с куста и масса одного клубня. Эти показатели подтверждают полученные данные по урожайности.

Подкормка сульфатом магния оказала влияние на массу клубня, в среднем за три года отмечается существенное увеличение массы до 68,1 г, на 6,9 г или 11 %. Масса клубня у сорта Люкс имела тенденцию к увеличению до 77,8 г, на 8,4 г или 12%, сорта Гала на 5,2 г или 10 % (таблица 2).

Таблица 2 – Масса одного клубня в зависимости от подкормки удобрениями, г, среднее за 2021-2023 гг.

Сорт картофеля (А)	Доза подкормки сульфатом магния, кг/га (В)	Доза подкормки удобрениями Акварин 5 и Акварин 12, кг/га				Среднее АВ	Среднее В	Среднее А
		С ₁ -б/п (к)	С ₂ -3,2+3,2+2,0	С ₃ -5,2+5,2+3,2	С ₄ -7,2+7,2+4,4			
А ₁ -Люкс (к)	В ₁ -б/п* (к)	63,7	74,4	73,6	65,8	69,4	61,2	73,6
	В ₂ -6+6	68,3	86,3	81,3	75,5	77,8	68,1	
Среднее по А ₁ С		66,0	80,3	77,4	70,6	73,6	-	55,7
А ₂ -Гала	В ₁ -б/п (к)	51,3	52,8	55,8	52,4	53,1		
	В ₂ -6+6	53,2	60,1	61,3	58,5	58,3		
Среднее по А ₂ С		52,3	56,5	58,5	55,5	55,7		
Среднее по С		59,1	68,4	68,0	63,0	-		
Среднее по В ₁ С		57,5	63,6	64,7	59,1			
Среднее по В ₂ С		60,8	73,2	71,3	67,0			
НСР ₀₅ гл. эфф.	А	8,8	НСР ₀₅ част. разл.	А	24,8			
	В	5,5		В	15,7			
	С	3,6		С	7,7			
* без подкормки								

От подкормок удобрениями Акварин отмечено существенное увеличение массы клубня по всем трем вариантам доз их применения. Наибольшие и одинаковые прибавки получены в вариантах доз 3,2 + 3,2 + 2,0 или 5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га, с массой клубня 68,4 и 68,0 г прибавки составили 9,3 и 8,9 г, или 16 % и 15 % к контрольному. Рассматривая сортовые реакции от подкормок Акваринами на массу клубня видно, что сорт Люкс существенно прибавил по всем трем вариантам доз, наибольшие и одинаковые прибавки так же получены в вариантах доз 3,2 + 3,2 + 2,0 или 5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га со средними прибавками на уровне 21 % и 17 % к контрольному варианту. Сорт Гала отреагировала на Акварин менее выразительно и существенные прибавки получены только по вариантам доз 3,2 + 3,2 + 2,0 или 5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га, с прибавками на уровне 8 % и 12 % к контрольному.

Масса одного клубня подтверждает синергизм удобрений, так прибавка к массе одного клубня, от подкормки удобрениями Акварин на фоне сульфата магния, по всем вариантам доз, по сравнению с контролем составляет 7,2-12,4 г (10,2-20,3 %). В варианте без подкормки сульфатом, прибавки к массе клубня у Акварин в вариантах доз 3,2 + 3,2 + 2,0 и 5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га, составляют 6,1-7,2 г (10,6-12,5 %).

Подкормка сульфатом магния существенно повлияла на массу клубней с куста только у сорта Люкс на 62,5 г или 12,5 %, масса куста сорта Гала в

среднем за три года имеет только тенденцию увеличения на 14,1 г или 2,5 % (таблица 3).

Таблица 3 – Масса клубней с куста в зависимости от подкормки удобрениями, г, среднее за 2021-2023 гг.

Сорт картофеля (А)	Доза подкормки сульфатом магния, кг/га (В)	Доза подкормки удобрениями Акварин 5 и Акварин 12, кг/га				Среднее АВ	Среднее В	Среднее А
		С ₁ -б/п (к)	С ₂ -3,2+3,2+2,0	С ₃ -5,2+5,2+3,2	С ₄ -7,2+7,2+4,4			
А ₁ -Люкс (к)	В ₁ -б/п* (к)	455,5	525,8	517,5	471,4	492,5	521,5	523,8
	В ₂ -6+6	513,6	604,2	568,2	534,1	555,0	559,8	
Среднее по А ₁ С		484,5	565,0	542,9	502,7	523,8	-	557,6
А ₂ -Гала	В ₁ -б/п (к)	523,6	558,6	584,1	535,9	550,5		
	В ₂ -6+6	529,3	622,7	565,2	541,2	564,6		
Среднее по А ₂ С		526,4	590,7	574,6	538,5	557,6	-	
Среднее по С		505,5	577,8	558,7	520,6			
Среднее по В ₁ С		489,5	542,2	550,8	503,6			
Среднее по В ₂ С		521,4	613,5	566,7	537,7			
НСР ₀₅ гл. эфф.	А	44,7	НСР ₀₅ част. разл.	А	126,5			
	В	42,7		В	120,8			
	С	27,9		С	55,8			
* без подкормки								

Подкормки удобрениями Акварин 5 и Акварин 12 показывает существенное их влияние на массу клубней с куста, во все годы исследований, как по главным эффектам, так и в сортовых различиях. Оба сорта, так же как и в случае с урожайностью, одинаково реагируют на Акварины, показывая существенное повышение массы куста в основном по вариантам доз 3,2 + 3,2 + 2,0 или 5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га, на величину 72,3 г и 53,2 г или 14,3 % и 10,5 % соответственно.

Так же, изменения масс клубней с куста, подтверждают наблюдающийся на урожайности синергизм действия удобрений. Прибавки к массе от удобрений Акварин на фоне сульфата магния составляют 45,3-92,1 г (8,7-17,6 %), в вариантах доз Акваринов 3,2 + 3,2 + 2,0 и 5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га. Прибавки к массе от Акваринов на фоне без сульфата магния, составляют 52,7-61,3 г (10,7-12,5 %), так же в вариантах доз 3,2 + 3,2 + 2,0 и 5,2 + 5,2 + 3,2 кг/га.

Средняя прибавка массы клубня от синергетического эффекта в дозе Акваринов 3,2+3,2+2,0 кг/га, составляет 6,3 г или 9,8 %, а массы клубней в кусте — 39,4 г или 6,9% к разделительному внесению удобрений.

Увеличение урожайности сортов картофеля в среднем на 2,6 т/га, обусловлено увеличением средней массы клубня на 9,3 г (15,7 %) и массы клубней с куста на 72, 3 г (14,3 %). Эти данные подтверждаются показателями корреляционной связи урожайности с массой одного клубня, и клубней с куста (таблица 4).

Таблица 4 – Корреляционная таблица связи массы клубней с урожайностью, среднее за 2021-2023 гг.

Элементы сравнения	Сорт картофеля, коэффициент корреляции, (ошибка коэффициента), г (S_r)				Общий коэффициент корреляции по всем вариантам, г (S_r)
	Люкс		Гала		
	сульфат магния	Акварин	сульфат магния	Акварин	
с массой одного клубня					
Урожайность	0,76 (±0,17)	0,79 (±0,16)	0,90 (±0,12)	0,91 (±0,11)	0,76 (±0,08)
с массой куста					
Урожайность	0,94 (±0,09)	0,98 (±0,05)	0,96 (±0,07)	0,93 (±0,10)	0,96 (±0,04)

Корреляционные зависимости между массой куста и урожайностью находятся у обоих сортов в пределах $r=0,93-0,98$, или сильная зависимость, общая корреляционная зависимость во всех вариантах применения удобрений $r=0,96$. Такие сильные, близкие к единице, зависимости урожайности от массы куста обусловлены тем, что масса куста является основным базовым элементом структуры урожайности. Корреляционные связи массы одного клубня и урожайности так же сильные, у сорта Люкс $r=0,76-0,79$, у сорта Гала $r=0,90-0,91$, и в общем зависимость урожайности от массы клубня $r=0,76$.

Подкормки удобрениями оказали влияние на показатели фотосинтеза: площадь листьев и фотосинтетический потенциал. Подкормка сульфатом магния, в среднем за три года, оказала влияние на площадь листьев картофеля, приводя к её снижению относительно контролей в фазе цветения. Сорт Люкс в фазе цветения уменьшил площадь в варианте с подкормкой сульфатом до 3310 см^2 , по сравнению с контролем 3571 см^2 на 261 см^2 или на 8 %. В фазе цветения площадь листьев сорта Гала уменьшилась до 2814 см^2 , по сравнению с контролем 3293 см^2 на 479 см^2 или 17 % ($\text{НСР}_{05}=189 \text{ см}^2$).

Наибольшее влияние подкормки Акваринами оказали на площади листьев в вариантах доз $3,2+3,2+2,0$ и $5,2+5,2+3,2$ кг/га (рисунок 2). Сорт Люкс дал существенную прибавку в этом варианте доз до 3801 см^2 на 470 см^2 или 14 %, и в варианте доз $5,2+5,2+3,2$ кг/га до 3690 см^2 на 359 см^2 или 11 % по сравнению с контролем 3331 см^2 . Сорт Гала существенно увеличил площади

листьев только в варианте доз Акваринов 3,2+3,2+2,0 кг/га, до 3753 см² на 659 см² или 13 % по сравнению с контролем (3094 см²) (НСР₀₅=148 см²).

Некорневые подкормки сульфатом магния, в среднем за три года опытов, повлияли на ФП только сорта Гала. Сорт Люкс не проявил существенной реакции, а только тенденции повышения ФП в период всходы-цветение, в варианте с подкормкой сульфатом магния, и дальнейшее понижение ФП вплоть до уборки. Гала существенно уменьшила ФП по фазам развития стеблевание-цветение и цветение-созревание картофеля в варианте с подкормкой сульфатом магния. В период стеблевание-цветение произошло наибольшее реальное уменьшение площади до 205 тыс. м² × сутки /га, на 29 тыс. м² × сутки /га или 14 % к контролю (234 тыс. м² × сутки /га) (НСР₀₅=14), и в период цветение-созревание до 224 тыс. м² × сутки /га на 18 тыс. м² × сутки /га или 8 % к контролю (242 тыс. м² × сутки /га) (НСР₀₅=12 тыс. м² × сутки /га).

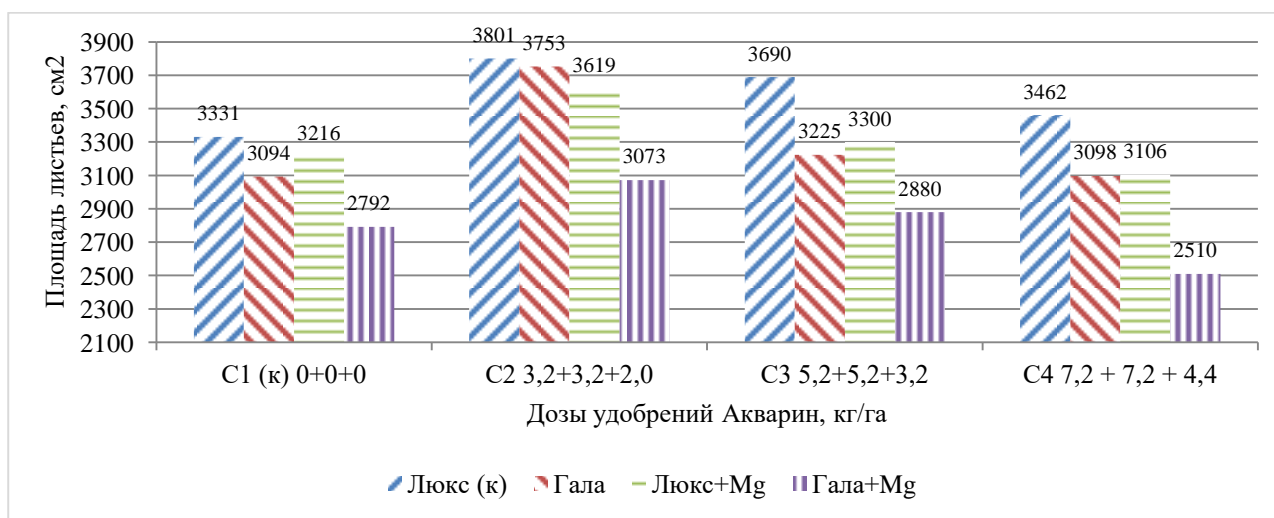


Рисунок 2 – Площадь листьев одного растения, в фазу максимального развития (цветение), в зависимости от доз некорневой подкормки сульфатом магния и удобрениями Акварин 5 и Акварин 12, см², среднее за 2021-2023 гг.

Подкормки Акваринами, повлияли на ФП только в период цветение-созревание в варианте доз 3,2+3,2+2,0 кг/га, существенно увеличив до 246 тыс. м² × сутки /га, на 17 тыс. м² × сутки /га или 7 % по сравнению с контролем (229 тыс. м² × сутки /га) (НСР₀₅=17 тыс. м² × сутки /га) (рисунок 3).

Подкормки сульфатом магния и Акваринами, не оказали математически доказанного влияния на ЧПФ картофеля, но его повышение под влиянием подкормок в период цветение-созревание наблюдаются у обоих сортов. Сорт Люкс повысил ЧПФ до 2,9 г/м²×сутки, на 1,4 г/м²×сутки или 93 %. Сорт Гала, в варианте с подкормкой сульфатом магния, в этот период повысил ЧПФ до 8,9 г/м²×сутки, на 1,9 г/м²×сутки или 27 %.

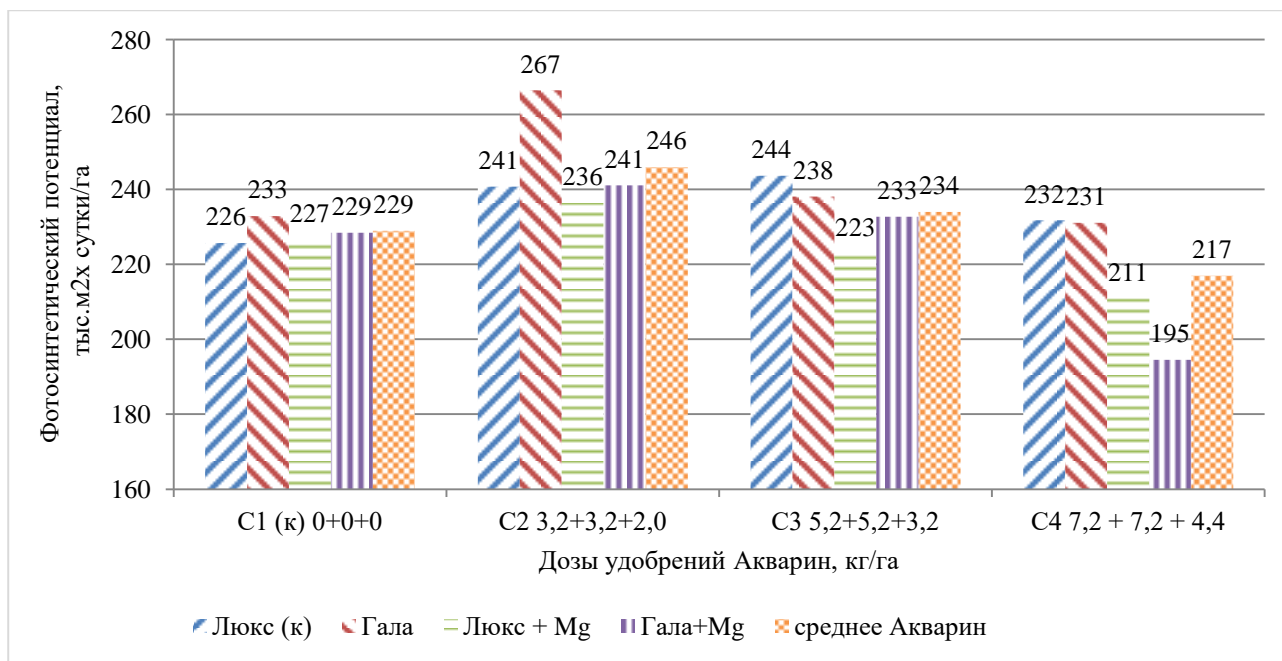


Рисунок 3 – Фотосинтетический потенциал сортов картофеля за период цветение-созревание, в зависимости от доз некорневой подкормки сульфатом магния и удобрениями Акварин 5 и Акварин 12, тыс. м² × сутки /га, среднее за 2021-2023 гг.

Корреляционные связи показателей фотосинтеза и урожайности картофеля в большинстве своем имеют сильный и средний характер связи (таблица 5).

Таблица 5 – Корреляционная таблица сравнения показателей фотосинтеза с урожайностью сортов картофеля

Показатель	Люкс		Гала	
	Акварин	Акварин+ магний	Акварин	Акварин+ магний
Площадь листьев фаза цветение	0,97(±0,06)	0,84(±0,15)	0,56(±0,22)	0,87(±0,13)
Площадь листьев фаза созревание	0,33(±0,25)	0,67(±0,20)	0,56(±0,22)	0,48(±0,23)
ФП (стеблевание-цветение)	0,36(±0,25)	0,49(±0,23)	0,58(±0,22)	0,91(±0,11)
ФП (цветение-созревание)	0,55(±0,22)	0,85(±0,14)	0,53(±0,23)	0,72(±0,19)
ЧПФ (стеблевание-цветение)	0,71(±0,19)	0,80(±0,16)	0,31(±0,25)	0,13(±0,26)
ЧПФ (цветение-созревание)	0,83(±0,15)	0,94(±0,09)	0,21(±0,26)	0,16(±0,26)

Наибольшие значения получены у обоих сортов с площадями листьев в фазе цветения, у сорта Люкс на уровне $r=0,97-0,84$ в вариантах с одними удобрениями Акварин и на фоне сульфата магния, связи сильные в обоих случаях. У Галы в этих случаях $r=0,56-0,87$ средние и сильные связи. С показателем ФП в период стеблевание – созревание у сорта Гала средняя и сильная связь на уровне $r=0,53-0,91$. С ЧПФ у сорта Люкс в этот период сильный характер связей $r=0,71-0,96$.

Некорневые подкормки удобрениями оказали влияние на показатели качества: содержание товарной фракции и отходов картофеля, витамина С, содержание нитратов в картофеле.

Подкормки сульфатом магния в среднем за 2021-2023 гг. исследований, повлияли только на содержание товарной фракции сорта Гала существенно увеличив до 41,6 %, что на 4,2 % выше контрольного варианта (37,4 %), ($НСР_{05}=3,4$ %). На содержание отходов подкормки сульфатом магния существенного влияния не оказывают. Некорневые подкормки удобрениями Акварин не оказали существенное влияние на содержание товарной фракции, и показали лишь тенденции к её повышению. Главные эффекты от подкормки Акваринами существенно уменьшают отходы в вариантах доз 3,2+3,2+2,0 и 5,2+5,2+3,2 кг/га, до 22,3-22,4 % на 5,7-5,6 % к контролю (28,0 %), ($НСР_{05}=5,4$ %). Подкормки удобрениями Акварин, снижают содержание отходов у сорта Люкс до 11,0 %, что на 11,2 % ниже контроля (22,2%), у сорта Гала до 25,7 %, что на 12,9 % ниже контроля (38,6 %), ($НСР_{05}=10,7$ %).

Подкормки удобрениями не оказали влияния на содержание крахмала в клубнях картофеля (таблица б).

Подкормки сульфатом магния не оказывают влияния на содержание витамина С в клубнях. Подкормки Акваринами повлияли на содержание витамина С, повышая его содержание по всем вариантам доз применения на величину 12,9-24,9 %. Максимальные прибавки получены в вариантах доз 3,2+3,2+2,0 кг/га, у сорта Гала до 4,93 мг/100 г, что на 1,29 мг/100 г или 35 % выше контрольного варианта (3,64 мг/100 г), у сорта Люкс до 4,19 мг/100 г, что на 0,54 мг/100 г или 15 % выше контроля (3,65 мг/100 г) ($НСР_{05}=0,4$ мг/100 г).

Подкормки сульфатом магния повлияли на содержание нитратов, повысив их содержание у обоих сортов картофеля, у сорта Люкс до 137 мг/кг на 24 мг/кг или 21 % выше контроля (113 мг/кг), у сорта Гала до 162 мг/кг на 22 мг/кг или 16 % выше контроля (140 мг/кг) ($НСР_{05}=13$ мг/кг). Подкормки Акваринами не повлияли на содержание нитратов в клубнях картофеля.

Сортовые реакции по содержанию питательных веществ в листьях и клубнях картофеля одинаковы. Исследуемые удобрения оказали параллельное влияние на содержание питательных веществ. Сульфат магния повысил в зависимости от сорта, содержание магния в листьях до 1505,6-1568,3 мг/кг или на 11-16 %, и клубнях до 206,7-212 мг/кг или на 11-19 %, при этом не повлияв на содержание NPK в листьях. Подкормки удобрениями Акварин привели к повышению содержания NPK в листьях картофеля в среднем на величину: азот на 0,53 %, фосфор на 0,18 %, калия на 15,1 %.

Таблица 6 – Содержание крахмала, витамина С и нитратов, в зависимости от доз некорневой подкормки сульфатом магния и удобрениями Акварин 5 и Акварин 12, среднее 2021-2023 гг.

Удобрения	Дозы подкормок удобрениями, кг/га (С)	Качественные показатели		
		крахмал, %	витамин С, мг/100 г	нитраты, мг/кг
сорт Люкс				
Акварин (С)	С ₁ -б/п* (к)	12,9	3,65	123
	С ₂ -3,2+3,2+2,0	12,6	4,19	138
	С ₃ -5,2+5,2+3,2	12,6	4,13	124
	С ₄ -7,2+7,2+4,4	12,3	4,15	116
сульфат магния (В)	В ₁ -б/п (к)	12,4	4,00	113
	В ₂ -6+6	12,7	4,06	137
сорт Гала				
Акварин (С)	С ₁ -б/п (к)	13,5	3,64	149
	С ₂ -3,2+3,2+2,0	13,2	4,93	154
	С ₃ -5,2+5,2+3,2	12,9	4,47	150
	С ₄ -7,2+7,2+4,4	12,9	4,08	151
сульфат магния (В)	В ₁ -б/п (к)	13,1	4,34	140
	В ₂ -6+6	13,1	4,22	162
НСР ₀₅ В, АВ		0,6	0,64	13
НСР ₀₅ С, АС		0,8	0,37	16
* без подкормки				

На содержание магния удобрения Акварин не влияют, хотя содержат 0,7-1,5 % магния, проявив только тенденции к его увеличению с ростом доз.

4 ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОВЕРКА ПРИЁМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

Анализ экономической эффективности показывает наибольшие уровни рентабельности при подкормке одними удобрениями Акварин в дозах 3,2+3,2+2,0 и 5,2+5,2+3,2 кг/га 19,8-18,2 % что на 8,7-7,2 % выше контроля. В этих же вариантах доз удобрений Акварин наблюдается наибольший коэффициент энергетической эффективности (КЭЭ) 0,78-0,76, и наименьшие затраты энергии на получение продукции 4,88-5,02 ГДж/т на 0,51-0,37 ГДж/т ниже контрольного варианта.

Подкормки удобрениями Акварин на фоне сульфата магния в дозах 3,2+3,2+2,0 кг/га, повышают уровень рентабельности до 30,1 % что на 13,5 % выше контроля, затраты энергии на тонну 4,48 ГДж/т самые низкие в опыте на

0,67 ГДж/т ниже контроля в сочетании с самым высоким полученным значением КЭЭ 0,85.

Подкормка только сульфатом магния повышает уровень рентабельности до 16,6 % на 5,5 % выше контроля, с понижением совокупных затрат до 5,1 ГДж/т на 0,24 ГДж/т и увеличением КЭЭ до 0,74.

Внедрение комплекса некорневых подкормок в в ГКФХ «Скрябин И. А.» на площади 6 га обеспечило прибавку урожайности 9,1 % и получение чистой прибыли 15334 руб./га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. На окультуренных дерново-подзолистых супесчаных почвах Среднего Предуралья в благоприятные по увлажнению годы, возможно получать урожайность картофеля 35 т/га, применяя в системе ухода некорневые подкормки легкорастворимыми удобрениями сульфат магния и Акварин 5 и Акварин 12.

2. Подкормки сульфатом магния повышают урожайность картофеля на 1,6 т/га или 9 %. Оптимальными дозами некорневых подкормок удобрениями Акварин 5 и Акварин 12 следует считать 3,2+3,2+2,0 кг/га, обеспечивающие получение средней прибавки урожайности сортов картофеля 2,6 т/га или 16%. Выявлен синергетический эффект повышения урожайности от сочетания подкормок сульфатом магния и удобрениями Акварин в дозах 3,2+3,2+2,0 кг/га, с прибавкой 1,2 т/га или 6 % к отдельному их применению.

3. Повышение урожайности картофеля на фоне подкормки сульфатом магния обусловлено увеличением средней массы клубня на 11 %. На фоне подкормок удобрениями Акварин в дозах 3,2+3,2+2,0 кг/га, максимальная площадь листьев растения увеличивается на 13-14 %, выживаемость растений – на 1,3 %, средняя масса клубня – на 15,7 %, масса клубней в кусте – на 14,3 %. При сочетании подкормок сульфатом магния и Акваринами в дозах 3,2+3,2+2,0 кг/га, средняя масса клубня увеличивается на 9,8 %, масса клубней в кусте – на 6,9 % к отдельному их применению. Выявлены средние и сильные корреляционные связи урожайности с площадью листьев в фазе цветения, у сорта Люкс на уровне $r=0,97-0,84$, у сорта Гала – $r=0,56-0,84$, с фотосинтетическим потенциалом в период стеблевания – созревание у сорта Гала на уровне $r=0,53-0,91$, с чистой продуктивностью фотосинтеза, у сорта Люкс – $r=0,71-0,96$.

4. Подкормки сульфатом магния повышают массу товарной фракции сорта Гала на 4,2 %, содержание нитратов в клубнях картофеля на 17,3 %. Подкормки удобрениями Акварин, снижают содержание отходов у сорта Люкс на 11,2 %, у сорта Гала – на 12,9 %, повышают содержание витамина С в клубнях картофеля на 25 %. Содержание крахмала не зависит от изучаемых технологических прие-

мов. Подкормки удобрениями Акварин, повышают содержание общего азота в листьях картофеля на 0,53 %, фосфора на 0,18%, калия на 0,67 %. Подкормки сульфатом магния повышают содержание магния в листьях на 13 % в клубнях на 15,1 %.

5. Применение некорневых подкормок сульфатом магния и удобрениями Акварин в дозах 3,2+3,2+2,0 кг/га обеспечивает увеличение биоэнергетического коэффициента технологии возделывания картофеля на 0,13-0,16, по сорту Гала получение дополнительного чистого дохода 48,9 тыс. руб./га и повышение рентабельности на 16,8 %, по сорту Люкс соответственно 57,6 тыс. руб./га и 21,4 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В технологии возделывания товарного картофеля на дерново-подзолистой окультуренной супесчаной почве в условиях Среднего Предуралья применять следующий комплекс некорневых подкормок: сульфат магния 6 кг/га – 1-я подкормка в фазе ветвления картофеля (через две недели после всходов); Акварин 5 – 3,2 кг/га – 2-я подкормка в сочетании с подкормкой сульфатом магния, либо при отдельном применении так же в фазе ветвления; сульфат магния 6 кг/га – 3-я подкормка через 14-20 дней после первой в фазе бутонизации; Акварин 5 – 3,2 кг/га – 4-я подкормка в сочетании с подкормкой сульфатом магния, либо при отдельном применении в фазе бутонизации, через 14-20 дней после предыдущей подкормки удобрением Акварин 5; Акварин 12 – 2,0 кг/га – 5-я подкормка в фазе созревания картофеля (1-я декада августа).

Перспективы дальнейших разработок по теме исследований

Данная тема актуальна для дальнейших исследований влияния новых линеек отечественных препаратов, специально разрабатываемых для некорневых подкормок различных культур, их доз и сочетаний, сроков применения, на урожайность и показатели качества картофеля.

СПИСОК РАБОТ , ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ:

1. Скрябин, И.А. Влияние некорневых подкормок комплексными водорастворимыми удобрениями на урожайность картофеля разных групп спелости в среднем Предуралье / И.А. Скрябин, С.Л. Елисеев, А.А. Скрябин // Пермский аграрный вестник. - 2023. - № 1 (41). - С. 72 -78.

2. Скрябин, И.А. Влияние климатических условий и некорневых подкормок удобрением сульфат магния на фотосинтетические показатели

сортов картофеля разной спелости в среднем Предуралье / И.А. Скрыбин, С.Л. Елисеев // Пермский аграрный вестник. - 2024. - № 1(45). - С. 49 - 58.

3. Скрыбин, И.А. Влияние некорневых подкормок удобрениями сульфат магния и Акварин на урожайность и качество сортов картофеля в Среднем Предуралье / И.А. Скрыбин, С.Л. Елисеев // Пермский аграрный вестник. - 2024. - № 3. - С.

Статьи в журналах, материалах конференций:

1. Скрыбин, И.А. Влияние некорневых подкормок растворимыми удобрениями на содержание нитратов и аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля сортов Люкс и Гала / И.А. Скрыбин, С.Л. Елисеев // Электронный научный журнал «Дневник науки». - 2024. - № 2. - URL: https://dnevniknauki.ru/images/publications/2024/2/agriculture/Scriabin_Eliseev.pdf

2. Скрыбин, И.А. Содержание магния в листьях и клубнях картофеля в зависимости от некорневой подкормки удобрением сульфат магния в условиях среднего Предуралья/ И.А. Скрыбин // Электронный научный журнал «Дневник науки». - 2023. - № 12. - URL: <https://dnevniknauki.ru/images/publications/2023/12/agriculture/SkryabinIA.pdf>

3. Скрыбин, И.А. Влияние некорневой обработки сульфатом магния на фотосинтетическую активность и урожайность сортов картофеля / И.А. Скрыбин, С.Л. Елисеев, А.А. Скрыбин // Электронный научный журнал «Дневник науки». - 2022. - № 1. - URL: https://dnevniknauki.ru/images/publications/2022/1/agriculture/Skryabin_Eliseev_

4. Скрыбин, И.А. Продуктивность сортов картофеля в зависимости от некорневого применения удобрения Акварин в среднем Предуралье / И.А. Скрыбин, С.Л. Елисеев, А.А. Скрыбин // E-scio. - 2021. - №12. - URL: <https://e-scio.ru/wp-content/uploads/2021/12.pdf>

5. Скрыбин, И. А. Влияние доз некорневых подкормок водорастворимыми удобрениями на содержание аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля в среднем Предуралье / И. А. Скрыбин, С. Л. Елисеев, А. А. Скрыбин // Технологии земледелия и защиты растений: интеллектуальные, инновационные и цифровые ресурсы - 2022: Материалы III-й Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 70-летию доктора сельскохозяйственных наук, профессора кафедры общего земледелия и защиты растений, Почётного работника высшего профессионального образования Российской Федерации, Почётного работника агропромышленного комплекса России, лауреата региональной премии им. профессора В.Н. Прокошева в области биологии и сельского хозяйства, заведующего кафедрой общего земледелия и защиты растений, Ю.Н. Зубарева, Пермь, 13-14 октября 2022 года. - Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2023. - С. 111-113.

6. Скрябин, И. А. Показатели урожайности картофеля сортов Люкс и Гала при листовой подкормке водорастворимыми удобрениями в среднем Предуралье / И. А. Скрябин, С. Л. Елисеев, А. А. Скрябин // Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 110-летию Пермского НИИСХ, Пермь, 05-07 июля 2023 года / Науч. редколлегия: К.Н. Корляков. - Пермь: Издательство "От и До", 2023. - С. 357 - 360.

7. Скрябин, И. А. Урожайность и фотосинтетическая деятельность картофеля сорта Гала в зависимости от некорневых подкормок комплексными удобрениями в среднем Предуралье / И. А. Скрябин, С. Л. Елисеев // Актуальные вопросы современной науки: Сборник научных статей по материалам III Международной научно-практической конференции, Уфа, 21 ноября 2023 года. - Уфа: ООО "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2023. - С. 214 - 219.

8. Скрябин, И. А. Урожайность картофеля сорта Гала в зависимости от некорневого применения комплексных водорастворимых удобрений в среднем Предуралье / И. А. Скрябин, С. Л. Елисеев, А. А. Скрябин // Агротехнологии XXI века: стратегия развития, технологии и инновации : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Пермь, 16-18 ноября 2021 года / ФГБОУ ВО «Пермский государственный аграрно-технологический университет имени академика Д. Н. Прянишникова». - Пермь: ИПЦ Прокрость, 2021. - С. 39 - 41.

9. Скрябин, И. А. Влияние некорневого применения комплексных водорастворимых удобрений на урожайность картофеля в среднем Предуралье / И. А. Скрябин // Молодежная наука 2021: технологии, инновации : материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и обучающихся, посвященной Году науки и технологий в Российской Федерации, Пермь, 09 -12 марта 2021 года. - Часть 1. - Пермь: ИПЦ Прокрость, 2021. - С. 152 - 154.