

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи



Бронштейн Павел Маркович

**ВЛИЯНИЕ ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ
НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ
В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ**

4.1.1 Общее земледелие и растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Спиридонов Анатолий Михайлович

Санкт-Петербург – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ЗА СЧЁТ ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ И НОВЫХ СОРТОВ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)	9
1.1 Морфологические особенности картофеля	9
1.2 Минеральное питание картофеля	12
1.3 Пищевая ценность картофеля.....	18
1.4 Значение сорта в повышении эффективности картофелеводства.....	19
1.5 Роль хелатных удобрений при возделывании картофеля и сельскохозяйственных культур.....	24
ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	35
2.1 Объекты исследований	35
2.2 Характеристика применяемых удобрений	38
2.3 Схема и методика проведения опытов.....	39
2.4 Агроклиматическая характеристика области и метеорологические условия в годы проведения исследований	42
2.5 Характеристика почвы опытного участка	45
ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ.....	47
3.1 Влияние хелатных удобрений на сроки созревания сортов картофеля различных групп спелости	47
3.2 Влияние хелатных удобрений на урожайность сортов картофеля различных групп спелости.....	49
3.3 Влияние хелатных удобрений на структуру урожая сортов картофеля различных групп спелости	56
3.4 Влияние хелатных удобрений на содержание сухого вещества в клубнях сортов картофеля различных групп спелости	60

3.5 Влияние хелатных удобрений на содержание крахмала в клубнях сортов картофеля различных групп спелости	65
3.6 Влияние хелатных удобрений на содержание витамина С в клубнях картофеля различных групп спелости	69
3.7 Влияние хелатных удобрений на содержание сахаров в клубнях картофеля различных групп спелости	73
3.8 Влияние хелатных удобрений на содержание нитратов в клубнях картофеля различных групп спелости	77
ГЛАВА 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ	79
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	84
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ	87
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	88
ПРИЛОЖЕНИЯ	107
Приложение А – Технологическая карта производства картофеля.....	108
Приложение Б – Справка о внедрении в производство в ООО «Всеволожская селекционная станция»	117
Приложение В – Справка о внедрении в производство в ООО «Семеноводство»	118
Приложение Г – Общий вид полевого опыта.....	119
Приложение Д – Лабораторные исследования клубней картофеля	119

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Современное состояние картофелеводства на Северо-Западе России характеризуется ежегодным сокращением площадей возделывания и сравнительно невысокой урожайностью. В связи с этим, поиск путей повышения урожайности картофеля весьма актуален в современной практике растениеводства. Одним из основных путей повышения урожайности этой важной культуры является совершенствование технологии возделывания и, в частности, за счёт использования районированных сортов и удобрений.

Разработка сортовых технологий актуальна для картофеля – наиболее распространённой в мире пропашной овощной культуры. В Реестре селекционных достижений ежегодно появляются новые сорта картофеля, в том числе и иностранной селекции, но всё же преобладают сорта отечественной селекции. Сортовые технологии возделывания, специфичные для каждого региона возделывания, разработаны ещё далеко не по всем сортам. В настоящее время в сельхозпредприятиях региона применяются несколько технологий выращивания картофеля с использованием различных удобрений, основной целью которых является увеличение урожайности и сокращение сроков выращивания качественной продукции при минимизации затрат на производство. Преимуществом обладают комплексные водорастворимые удобрения хелатной формы, за счёт которой необходимые питательные вещества быстро поглощаются и полнее усваиваются растением. Одними из таких препаратов являются комплексное минеральное удобрение Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro и микроудобрение REXOLIN ABC. В перспективе преимуществом будут пользоваться препараты комплексного содержания макро- и микроэлементов и малой дозы при использовании для некорневых подкормок растений. Исследование влияния комплекса данных препаратов на рост и развитие районированных по Северо-Западному региону РФ сортов картофеля с различными сроками созревания в условиях Ленинградской области проводилось

впервые.

Цель и задачи исследований. Целью исследования являлось изучить влияние комплекса минеральных удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro на урожайность и качество клубней картофеля различных сортов.

В задачи исследований входило:

1. Выявить влияние различных доз внесения комплекса минеральных удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro на урожайность и структуру урожая сортов картофеля различного срока созревания;
2. Установить влияние препаратов REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro на биохимические показатели клубней: содержание сухого вещества, крахмала, витамина С, редуцирующих сахаров;
3. Установить влияние комплекса удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro на накопление нитратов в клубнях картофеля;
4. Изучить влияние сорта как элемента технологии на урожайность картофеля и качество клубней;
5. Дать экономическую оценку приемам применения хелатных удобрений на сорта картофеля различных групп спелости.

Объект и предмет исследования. Объектом исследования являлись районированные в Северо-Западном регионе РФ сорта картофеля отечественной и зарубежной селекции различных сроков созревания. Предметом исследований служили дозы внесения комплексных минеральных удобрений хелатной формы, их влияние на урожайность, качественные и биохимические показатели клубней картофеля.

Научная новизна. Впервые в условиях дерново-карбонатных среднесуглинистых почв Ленинградской области проведена сравнительная оценка влияния комплексного удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro на урожайность и качество клубней большого разнообразия сортов картофеля, районированных во втором регионе. Проведена оценка влияния различных доз комплекса используемых хелатных препаратов на урожайность,

товарные качества и биохимический состав клубней картофеля сортов различных групп спелости. Рассчитана экономическая эффективность и рентабельность совершенствования технологии выращивания картофеля путём использования комплексных минеральных удобрений.

Теоретическая и практическая значимость работы. На основе экспериментальных исследований полевых опытов выявлена положительная реакция сортов картофеля трёх различных групп спелости на применение комплекса препаратов хелатной формы REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro, выразившаяся в повышении урожайности и положительного воздействия на биохимический состав клубней картофеля. Выявленные особенности и закономерности, при изучении реакции сортов картофеля на действие комплекса данных удобрений, являются вкладом в получение урожайности высокого уровня и качества продукции. По результатам лабораторных и полевых опытов отмечается эффективность применения используемого комплекса минеральных удобрений на основе хелатов. Внесение комплекса препаратов REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro повысило урожайность ранних сортов до 50%, среднеранних – до 60%, а среднеспелых – до 30%. У групп среднеранних и среднеспелых сортов отмечается повышение С-витаминной активности, увеличение процента сухого вещества в клубнях на фоне использования рекомендуемой производителем дозы препаратов.

Результаты проведенных исследований по совершенствованию агротехнологии выращивания сортов картофеля различных групп спелости путём применения комплекса водорастворимых минеральных удобрений хелатной формы REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro могут быть использованы в картофелеводческих предприятиях для повышения продуктивности картофеля, а также повышения рентабельности производства за счёт высокой эффективности данных удобрений.

Внедрение результатов исследований проводили на полях Ленинградской области в 2020-2022 гг.: на площади 5,5 га в ООО «Всеволожская селекционная станция» (Ленинградская область, Кировский район, пос. Молодцово) и на

площади 40 га в ООО «Семеноводство» (Ленинградская область, Гатчинский район, п. Суйда). Рентабельность рекомендуемой технологии с использованием предложенных элементов составила 54,8-60,6% и 48-75% соответственно по предприятиям (приложение Б, В).

Методология и методы исследования. Методология исследования состояла из изучения научной литературы и статей, постановки цели, задач и программы исследований, а также методов эмпирического исследования – полевых опытов и наблюдений, лабораторных и математических анализов экспериментальных результатов исследования.

Основные положения, выносимые на защиту:

- положительная реакция сортов картофеля различных групп спелости на варианты дозы комплекса минеральных удобрений, выразившаяся в формировании повышенной урожайности и улучшении качества клубней;

- использование комплекса минеральных удобрений хелатной формы REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro эффективно на различных группах сортов картофеля по срокам созревания;

- хелатные минеральные препараты оказывают существенное влияние на биохимический состав клубней картофеля, содержание витамина С, сухого вещества, крахмала и редуцирующих сахаров;

- использование районированных сортов картофеля и применение на них хелатных форм минеральных удобрений для повышения урожайности и качества продукции экономически эффективно.

Степень достоверности и апробация результатов. Экспериментальные данные, полученные в полевых и лабораторных исследованиях, статистически обработаны с использованием методов дисперсионного анализа.

Основные положения диссертации были доложены на научно-практических конференциях международного уровня: Международная научно-практическая конференция «Современные технологии в мировом научном пространстве» (г. Уфа, 2019 г.); Международная научно-практическая конференция «Интеграция науки, общества, производства и промышленности» (г. Тюмень, 2019 г.);

Международная научно-практическая конференция молодых ученых и обучающихся «Роль молодых учёных и исследователей в решении актуальных задач АПК» (г. Санкт-Петербург, 2019 г.); Международная научно-практическая конференция молодых ученых и обучающихся «Роль молодых учёных и исследователей в решении актуальных задач АПК» (г. Санкт-Петербург, 2020 г.); Международная научно-практическая конференция «Экологические проблемы продовольственной безопасности» (г. Воронеж, 2022 г.).

Результаты исследований ежегодно были заслушаны в 2018–2022 гг. на заседаниях кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции ФГБОУ ВО СПбГАУ.

Материалы научно-квалификационной работы опубликованы в 11 печатных работах, из них 4 работы в рецензируемых изданиях из перечня ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации.

Личное участие автора. Личный вклад автора состоит в обосновании актуальности темы; анализе литературных данных; подготовке и проведении полевых опытов и лабораторных исследований; анализе, обработке полученных результатов за 2018-2020 гг., формулировке выводов и предложений производству; написании диссертации и автореферата.

Объём работы. Диссертационная работа изложена на 119 страницах, состоит из введения, 4 глав, заключения, предложений производству, списка литературы из 159 наименований, в том числе 23 зарубежных авторов, включает 25 таблиц, 7 рисунков и 5 приложений.

ГЛАВА 1. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ЗА СЧЁТ ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ И НОВЫХ СОРТОВ (обзор литературы)

1.1 Морфологические особенности картофеля

Картофель относится к семейству Пасленовые (*Solanaceae*). Данное семейство включает в себя порядка 90 родов и более 2500 видов, широко распространенных в тропических, субтропических и умеренных областях, преимущественно в Центральной и Южной Америке.

Сельскохозяйственную значимость представляют два вида культурного картофеля – *S. tuberosum* L. и *S. andigenum* Juz. et Buk. (Коршунов с соавт., 2001).

Картофель относится к роду *Solanum* L. Растение травянистое, высотой от 30 до более 1,5 метров, представляющее собой куст из 3-5 и более стеблей. Наибольшая высота куста достигается к фазе цветения. Стебель голый, ребристый. На подземной части стебля образуются удлиненные побеги. По форме стебли чаще всего многогранны и реже округлы, в зависимости от сорта картофеля (Вавилов, 1986).

Картофель является многолетним, клубненосным и травянистым растением. В культуре возделывается как однолетнее, так как процесс от момента прорастания клубня и окончания образования и формирования созревших клубней, происходит за один вегетационный цикл.

Одним из показателей сроков созревания сорта является пространственное расположение корней. В основном, у ранних сортов корневая система менее уходит в стороны, в отличие позднеспелых сортов.

На культуру картофеля оказывает благотворное влияние умеренный климат. Однако, за счёт своей пластичности, имея сортовое разнообразие по длине вегетационного периода (от 60 до 180 суток) и антропогенной деятельности, производство картофеля можно адаптировать в различном диапазоне почвенно-климатических условий. В Российской Федерации картофель приносит устойчивые урожаи в средних широтах страны.

Прорастание клубней начинается при температуре почвы от $+9^{\circ}\text{C}$, в то время как рост почек происходит уже с $+5^{\circ}\text{C}$. Оптимальной температурой для нормального роста картофеля считается $+20^{\circ}\text{C}$. При температуре воздуха свыше $+25^{\circ}\text{C}$ продуктивность роста растения картофеля снижается, за счёт высыхания надземной части. При таких высоких температурах снижается качество урожая, и клубни останавливают свой рост (Шпаар с соавт., 2004; Постников с соавт., 2006).

Формирование корневой системы картофеля происходит при температуре не ниже $+7^{\circ}\text{C}$. Первые всходы при $+11...+13^{\circ}\text{C}$ образуются на 22-ые сутки, при $+15...+17^{\circ}\text{C}$ – на 17-ые сутки, при $+20...+24^{\circ}\text{C}$ – на 13-ые сутки и при $+28...+30^{\circ}\text{C}$ – на 6-ые сутки.

Предпосадочная подготовка клубней имеет очень важное значение в технологии возделывания картофеля. Клубни, которые прошли процесс яровизации (проращивание) быстрее формируют всходы в отличие от непророщенных (Танаков, 2013; Спиридонов с соавт., 2021).

Начало формирования надземной части происходит при температуре от $+9^{\circ}\text{C}$, а появление первых листьев $+14^{\circ}\text{C}$. Ботва картофеля способна преодолеть кратковременные температурные понижения до $+5^{\circ}\text{C}$. Оптимальной температурой для активного прироста листьев, стеблей и цветения считается от $+18$ до $+24^{\circ}\text{C}$. Клубни, при температуре -2°C , замерзают и загнивают.

В зависимости от группы скороспелости, сумма активных температур за весь вегетационный период, для достижения высокой урожайности - у ранних и среднеранних сортов не менее 1400°C , а у среднепоздних и позднеспелых не менее 1600°C .

Картофель – светлюбивая культура, короткого светового дня. Недостаточное количество света приводит к остановке процесса фотосинтеза в растении, что отрицательно сказывается на урожайности. При плохом освещении происходит вытягивание стеблей, ботва приобретает желтую окраску и останавливается процесс цветения. Правильное размещение растений и выбор шага посадки клубней особенно важны для наиболее полного поглощения фотосинтетически активной радиации. При нехватке освещения, растения

картофеля испытывают дефицит углекислого газа и перестают накапливать органические составляющие. Необходимо многостороннее освещение, так как при затенении снижается урожайность клубней картофеля.

Картофель – культура рыхлых почв, главным показателем которых является плодородие. При правильной агротехнике картофель можно выращивать практически на любых почвах, но наибольший рост и урожайность растений достигается при возделывании на достаточно аэрированных, легко прогреваемых, хорошо окультуренных рыхлых почвах. Это связано с чувствительностью корневой системы растений картофеля к дефициту кислорода в почве (Федотова, 2003).

Картофель – культура водо- и воздухопроницаемых, плодородных, влагоёмких, высоко окультуренных почв. Учитывая слабо развитую корневую систему и формирование в почве клубней, растения картофеля очень требовательны к воздушному режиму почв. Наибольшую потребность в кислороде испытывают столоны. Для оптимального роста и развития растения картофеля, содержание кислорода в почве должно быть не менее 20%. Особенно это важно в период интенсивного роста. Для обеспечения почвы кислородом необходимо поддерживать её в рыхлом состоянии (Дубровин с соавт., 2012).

Нехватка воздуха в почве является причиной гибели проростков клубней, а в более поздние фазы, и взрослых растений. Суточная потребность корневой системы в кислороде составляет порядка 1,1 мг/г сухого вещества. Для достаточного воздушного насыщения корневой системы растения, количества кислорода должно быть порядка 4%, для формирования и роста клубней – не менее 18,5% от объёма почвенного воздуха (Киселев с соавт., 2005).

Влажность почвы является одним из основных показателей для нормального роста и развития растений. Транспирационный коэффициент (количество воды, которое требуется для производства 1 кг сухой массы), у картофеля, равен 500 л/кг сухой массы. В зависимости от фаз развития, потребность во влаге у растений картофеля различна. Так, в начальный период, до появления всходов, растения не особо нуждаются в дополнительном увлажнении, получая необходимое количество

влаги из материнского клубня. С ростом и развитием надземной части, потребность во влаге увеличивается, особенно в период бутонизации и цветения. Недостаточное количество влаги в данные периоды приводит к значительному снижению урожайности, влияя на количество образовавшихся клубней. В период цветения, из-за отсутствия необходимого количества увлажнения, снижается масса клубней. Однако, в период клубнеобразования, переизбыток влаги приводит к увеличению прироста клубней, но из-за низкого содержания сухого вещества, у таких клубней относительно короткая лежкость и низкое качество (Григоров с соавт., 2006).

Картофель очень чувствителен к резким температурным перепадам и влажности. Для получения качественного урожая в засушливых регионах, следует обеспечить дополнительный полив растений особенно в фазу образования клубней. Суточная доза потребления влаги растением картофеля непосредственно из почвы составляет 5...6 мм воды.

Переувлажнение, как и недостаток влаги отрицательно сказывается на росте и развитии растения. Клубни становятся наиболее подвержены грибным болезням. В отсутствии достаточного увлажнения растение прекращает рост, который не восстанавливается при последующих осадках.

1.2 Минеральное питание картофеля

Как и ряд сельскохозяйственных культур, картофель очень требователен к питательным веществам и физическому состоянию почвы, что обуславливается медленным развитием корневой системы и высокой чувствительностью к плотности почвы в период образования клубней. Для достижения высокой урожайности, питательные вещества должны быть и вноситься в доступной форме и в необходимом объеме. Основными элементами питания картофеля служат макроэлементы – азот, фосфор и калий, и микроэлементы – кальций и магний. Также растениям картофеля, для нормального роста и развития, требуются марганец, медь, цинк, бор, железо и другие элементы, так как недостаток или

полное отсутствие какого-либо микроэлемента может значительно снизить урожайность картофеля (Ягодин, 1995; Карманов с соавт., 1988).

Вынос элементов питания на 1 тонну клубней составляет: 5 кг азота, 2 кг фосфора, 9 кг калия, порядка 4 кг кальция и 2 кг магния. На начальном этапе роста и развития, картофель получает необходимые питательные элементы из маточного клубня. В период бутонизации и цветения, растения картофеля особенно нуждаются в почвенном питании и дополнительных удобрениях, поскольку происходит активное развитие надземной части и образование клубней. По окончании вегетационного периода происходит спад поступления питательных элементов, а при засыхании надземной части, процесс прекращается (Державин, 1992; Бронштейн с соавт., 2020; Спиридонов с соавт., 2019).

Учитывая сортовые особенности и целевое назначение картофеля, требуется внимательно подходить к обеспечению минерального питания и выбору удобрений.

Из всех элементов питания клубни картофеля богаты калием, несмотря на то что в реальных полевых условиях азот является лимитирующим урожайность элементом. Эффективность применения удобрений изначально определялась по урожайности клубней и содержанию крахмала в них.

Азот требуется растениям в больших количествах на стадии формирования листьев, а также для оптимального роста клубней и повышения урожайности. Своевременное внесение правильных доз азотных удобрений крайне важно для получения хорошего урожая, оптимального размера клубней и достижения необходимых качественных характеристик.

При нехватке азота рост растений замедляется, происходит снижение продуктивности фотосинтеза, что отрицательно сказывается на урожайности и количестве крахмала в клубнях. Симптомами хлороза у растений картофеля, вызванным недостатком азота, являются бледно-зеленая/желтая окраска листьев, которые в процессе отмирают и опадают; замедляется рост и развитие корневой системы; формируются лишь несколько тонких стеблей (Замотаев, 1989; Пуздря, 1998).

Перенасыщение азотом приводит к чрезмерному росту надземной части, где нижние листья бурют и их обожженные края загибаются. Избыток азота одна из причин увеличения вегетационного периода картофеля, так как происходит задержка развития клубней. Снижается содержание крахмала и вкусовые качества (Kurzinger, 1998; Nisch, 1992).

Признаки нехватки азота проявляются, если почвы с низким или высоким уровнем pH; песчаные или легкие почвы (выщелачивание); низкое содержание органических веществ; засушливые условия; дождливые районы (выщелачивание/вымывание) или районы с обильным орошением; добавление больших количеств неразложившихся органических материалов/удобрений (например, соломы); скороспелые сельскохозяйственные культуры. Похожие симптомы могут быть вызваны недостатком серы, корневыми паразитами, глубокой посадкой клубней, ночными заморозками, недостатком влаги и токсичностью тяжелых металлов (Rohrichr, 1992).

При нормальном азотном питании картофель продуктивнее усваивает минеральные элементы, что положительно сказывается на увеличении листовой площади, повышению содержания сухого вещества и белка в клубнях.

Фосфор является стимулятором ускорения завязывания клубней и повышения урожайности. Фосфорные удобрения необходимы для получения клубней одинакового размера, увеличения содержания сухого вещества и уровня крахмала в клубнях, увеличения срока хранения клубней и снижения подверженности заболеваниям при хранении. Фосфор так же оказывает положительное влияние на вкусовые качества картофеля, сокращает сроки созревания и способствует уплотнению кожуры клубней, повышает пригодность картофеля к механизированной уборке. Фосфорное голодание приводит к замедлению роста и развития растений картофеля. Стебли становятся тонкими, а листья приобретают тусклый темно-зеленый цвет. Основание стеблей темнеет. Края листьев выгибаются вверх. Прекращается развитие боковых корней и снижается урожайность. Данные симптомы нехватки фосфора ухудшаются в кислых дерново-подзолистых, серых лесных суглинистых или крайне щелочных

(карбонатных) почвах. При взаимодействии с активным алюминием и железом, содержащимся в почве, фосфор принимает форму труднорастворимых фосфатов полуторных окислов, которые не поглощаются растением. Для снижения в почве концентрации алюминия и железа применяется известкование. Низкая влажность и падение температуры ниже 8°C так же затрудняет поступление фосфора для растений картофеля (Шпаар, 1999).

Калийные удобрения способствует повышению урожайности и качества картофеля, увеличению размеров клубней, повышению устойчивости к заболеваниям. Повышая тургор клеток, калий, является одним из важных компонентов в водном режиме растений (Allison, 2001).

Дефицит калия вызывает деформацию листьев. Края и кончики нижних листьев желтеют, а в последствие становятся некротическими. Листья увядают и отмирают, что существенно замедляет рост растения. При недостатке калия у клубней образуются черные пятна, в основном у сосудистого кольца столона клубня. При разрезании клубни быстро темнеют (Куаналиева с соавт., 2015).

Калийное голодание особо ощущается на пойменных почвах и торфяниках, песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах.

В сочетании с высокими концентрациями лимонной кислоты и витамина С в клубнях картофеля, калий снижает риск поражения их мякоти черной пятнистостью.

Применяя калийные удобрения, можно снизить уровень сахаров в клубнях, который особенно важен для технических сортов, идущих на переработку на чипсы и картофель фри. Для производства чипсов содержание сахаров не должно быть выше 0,15%, а для картофеля фри – не более 0,25%. Избыток калия отрицательно сказывается на картофеле, предназначенном для производства крахмала.

Для нормального роста и развития, повышения урожайности и улучшения качества клубней, растения картофеля помимо азота, фосфора и калия, нуждаются в достаточном количестве магния, серы, кальция и других микроэлементов (Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo).

Магний (Mg) – является основным элементов хлорофилла и необходим для фотосинтеза растения. Недостаток магния особенно проявляется на кислых почвах, по причине его быстрого вымывания. При магниевом голодании происходит снижение процесса синтеза белков, нарушается углеводный обмен в растении, снижается качество клубней и урожайность.

Магний, как и калий, имеет свойство перемещаться в растении из старых органов в более молодые. Так, в результате оттока магния из нижних листьев к верхним, последние содержат больше магния и хлорофилла и окраска листьев более зеленая.

Кальций (Ca) – является основным строительным элементом клеток и укрепления их структуры. Кальций необходим растению картофеля и способствует повышению урожайности и качества клубней, улучшает их сохранность и важен для качественной вегетативной массы. При его недостатке возникают внутренние побурения клубней и образование в них полостей. У молодых побегов скручиваются верхушки и происходит остановка развития листьев.

Серное голодание (S) проявляется на растениях картофеля хлорозом. Происходит пожелтение листовых пластин и замедляется рост растения.

Межжилковый хлороз является причиной нехватки железа (Fe). Молодые листья желтеют, в то время как жилки остаются тёмно-зелёными или полностью белеют в случае полного отсутствия хлорофилла.

Бор (B) способствует улучшению углеводно-белкового обмена в растении; обеспечивает лучшее передвижение ростовых веществ и аскорбиновой кислоты из листьев в клубни; способствует эффективному использованию кальция в процессах обмена веществ, способствует повышению содержания крахмала в клубнях.

При борном голодании происходит деформация пластин молодых листьев, растение развивается неравномерно; клубни подвержены парше; кожица клубней трескается, что усиливает вероятность заражения болезнями.

Марганец (Mn) играет большую роль в накоплении крахмала и витамина С в клубнях и способствует правильному развитию растений и раннему цветению. Недостаток марганца проявляется, прежде всего, у основания молодых листьев в

виде темных некротических пятен (хлороз), так как марганец слабо передвигается в растении.

При марганцевом голодании происходит задержка в цветении растения, концы корневой системы утолщаются, и снижается содержание крахмала в клубнях картофеля. Усиление голодания происходит при избыточном содержании доступного железа.

Медь (Cu) – повышает содержание хлорофилла в листьях, что способствует активному клубнеобразованию. При недостатке меди растение наиболее подвержено фитофторе, поражению черной ножкой картофеля, паршой и пятнистостью. Замедляется рост и развитие растения, листья теряют тургор и повышается риск хлороза листьев. При переизбытке меди, корневая система картофеля замедляет своё развитие.

Молибденовое (Mo) голодание свойственно кислым почвам, где он переходит в труднорастворимую форму. При недостатке молибдена ослабляется зелёная окраска листьев и в следствии нарушения азотного обмена на них образуются хлорозные пятна.

Дефицит цинка (Zn) вызывает деформацию и уменьшение листовых пластин, молодые листья подвержены межжилковому хлорозу, что ведёт к замедлению роста растения.

Следовательно, морфологические, физиологические и биологические особенности картофеля характеризует его как культуру, требовательную к условиям произрастания, особенно к почвам, их гранулометрическому составу, обеспечению элементами питания, водо- и воздухопроницаемости, а также обеспеченности влагой и теплом. Поэтому, для формирования высоких урожаев и качества клубней картофеля необходимо обеспечивать достаточно высокий агрофон: вносить макро- и микроэлементы с удобрениями в зависимости от планируемого урожая картофеля и обеспеченности почв этими элементами и их доступностью.

1.3 Пищевая ценность картофеля

Картофель одна из основных сельскохозяйственных культур в питании человека. Клубни картофеля обладают высокими питательными и вкусовыми качествами.

В клубнях картофеля содержится до 75% воды и до 36% сухих веществ, среди которых 13-21 % крахмала, 1,2-3,0 % белка, около 1% - минеральных соединений и 0,2-0,4% жиров. Процент содержания крахмала зависит от сорта и его срока созревания. В состав белковых веществ, содержащихся в клубнях, входят аминокислоты, которые не подвержены трансформации в организме животных и человека. Количество содержания крахмала в клубнях является сортовым свойством. В более поздних сортах, показатель крахмала выше, чем у ранних. Также на количество крахмала влияют такие факторы как погодные условия, применение различных удобрений, почвенные показатели, водный режим и наличие болезней и вредителей. Содержание крахмала в картофеле уменьшается со временем хранения, где крахмал гидролитически распадается до сахаров. Основной составляющей этого процесса является температура. Протекающие в клубнях процессы углеводного обмена изменяют содержания сахарозы: осахаривание крахмала, синтез крахмала из сахаров и окислительный распад сахаров в процессе дыхания. Данные процессы происходят одновременно с различной скоростью и регулируются соответствующими ферментными системами. Высокое содержание сахаров имеет отрицательное влияние на качество клубней. При варке свойственно потемнение из-за образования меланоидинов, вкус картофеля становится сладким (Вечер с соавт., 1973).

Большее содержание сухих веществ расположено в зоне сосудистых пучков картофеля, постепенно уменьшаясь к сердцевине. По количеству содержания сухих веществ в клубнях, сорта разделяют на 3 группы – более 25% - высокое содержание, среднее - 22...25% и низкое – менее 22%. Содержание крахмала составляет 70...80% от всех сухих веществ клубня картофеля.

Содержание клетчатки в клубнях картофеля около 1%. Наибольшее ее количество находится в перидерме.

Картофель – главный источник витамина С. В 600 грамм картофеля содержится его суточная норма необходимая человеку. Также клубни содержат витамины группы В (В1, В2, В6), РР. Особенно насыщены витаминами прежде всего, молодые клубни. В процессе хранения содержание витаминов снижается до 20% от начального количества.

Картофель служит хорошим сырьем в перерабатывающей промышленности, где используется для производства глюкозы, спирта, каучука и т.д. Картофельный крахмал активно применяется в пищевом, бумажном и текстильном производстве.

Важное сельскохозяйственное значение, картофель имеет как кормовая культура. На кормовые цели применяются как клубни, так и надземная часть (ботва). Пищевая ценность характеризуется следующими показателями (энергетических кормовых единиц в 100 кг корма): сырые клубни – 28 э.к.е. и 1 кг перевариваемого протеина, в ботве – 14 э.к.е. и 1,6 кг перевариваемого протеина (Замотаев с соавт., 1989; Занкин, 1987).

Таким образом, картофель является ценным продуктом питания и важнейшим сырьём для переработки на картофелепродукты. При этом, качеством клубней картофеля можно управлять технологически, используя те или иные специальные сорта, а также регулируя условия минерального питания.

1.4 Значение сорта в повышении эффективности картофелеводства

Сорт – это отдельная группа растений, имеющая общие морфологические признаки и биологические свойства и созданная с использованием одного из методов селекции для возделывания в конкретной природно-климатической зоне с целью получения высоких урожаев и качества продукции при наименьших экономических затратах (Вавилов, 1986; Дорожкин, 2004).

При выборе сорта возделываемого картофеля, до определённого времени, преимущество отдавалось среднеспелым сортам, поэтому их площадь посадок

достигала 80%. Однако, множественные опыты на среднеспелых и среднепоздних сортах картофеля оказались экономически не рентабельны, особенно в районах с холодным климатом, в виду того, что происходит смещение сроков уборки урожая, которое выпадает на период пониженных температур и высокой влажности (Борисова, 2015; Васюков, 2000; Иванов, 1981; Логинов, 2004).

В настоящий момент на территории Российской Федерации преобладают среднеранние отечественные сорта - Невский, Удача и сорта зарубежной селекции Ред Скарлетт, Розара, Романо. Исходя из данных по сортовому разнообразию картофеля на территории РФ, видно, что использования сертифицированных семян отечественных сортов картофеля снизилось вдвое. Отмечается, прирост в посадках использования ранних и среднеранних сортов. Возделывая ранний картофель, основной задачей является получение высокой урожайности за короткий период времени (Анисимов, 2011; Анисимов 2013; Хайнц, 1986).

Сорта одной группы сроков созревания при равных условиях выращивания, зачастую имеют различия относительно динамики роста, урожайности и иммунитета к вирусам и болезням (Костина, 2001; Максимович, 1962; Struik, 1999).

Скороспелость сортов картофеля является одним из основных факторов его урожайности. Путем совершенствования агротехники выращивания и подбором удобрений можно добиться сокращения сроков созревания картофеля. Особую ценность представляют сорта, обладающие высокой вирусостойчивостью и устойчивостью к болезням, поскольку им в меньшей мере требуются дополнительные химические защитные препараты и сорта с высокой адаптивностью к неблагоприятным факторам внешней среды (Kirk, 1992; Zaag, 1987).

В Российской Федерации районировано более 500 сортов картофеля, различных групп скороспелости и хозяйственному назначению (Государственный реестр селекционных достижений, 2022).

В зависимости от сроков созревания сорта разделяют на следующие группы - ранние, среднеранние, среднеспелые, среднепоздние и поздние сорта (Посыпанов с соавт., 2015).

Сорта, в зависимости от содержания крахмала, формы клубней и вкусовых качеств подразделяются на: столовые, технические, универсальные или столово-заводские (Цаболов, 1990).

Районированными называют сорта, пригодность которых к выращиванию в конкретном регионе была проверена Государственной комиссией по сортоизучению и охране селекционных достижений (Симаков с соавт., 2006).

Территория России разделена 12 регионов, в состав которых входят схожие по климатическим условиям республики, края и области.

Правильный подбор сорта для каждой агроклиматической зоны способствует увеличению его урожайности и повышает экономическую эффективность. Из этого можно сделать вывод, что сорт является независимым фактором и имеет основное значение в вопросе повышения урожайности.

Хлевной Б. Ф., Заикин Д. В., Замотаев А. И. отмечают, что «урожайность при интенсивной технологии возделывания зависит на 30% от используемого сорта» (Хлевной с соавт., 1986).

По мнению З.И. Усановой, Н.В. Самогатовой, В.В. Филина и др., «водный режим имеет основополагающее значение на урожайность относительно разных сортов». В Верхневолжье, в условиях засухи, различие по урожайности между группой сортов: Удача, Чародей, Свитанок киевский и группой: Санту, Суви, Витал, минимальны, в годы с оптимальной влажностью она составляет 81 ц/га (43,5 %), а в период высокой влажности доходит до 174 ц/га (113,0 %) (Усанова с соавт., 2013).

На сегодняшний день имеется нехватка новых высокоурожайных сортов картофеля, пригодных для механизированного возделывания и имеющие высокую устойчивость к болезням и вредителям, отличием которых будет высокий качественный показатель клубней и их срок хранения (Белик с соавт., 1981; Брежнев, 1975).

Основными критериями включения нового сорта картофеля в Государственный реестр, являются его нематодоустойчивость, продуктивность

сорта, товарность и вкусовые качества клубней, возможность переработки на продукты и полуфабрикаты (Симаков с соавт., 2010).

Э.В. Засорина отмечает, что «от правильного выбора сорта наполовину зависит уровень урожайности» (Засорина, 2005).

Особое селекционное значение имеют местные сорта, созданные в конкретных почвенно-климатических условиях и отвечающие современным требованиям. В российском государственном реестре селекционных достижений более половины представленных сортов являются достижением российских селекционеров. (Государственный реестр селекционных достижений, 2022)

Современный сорт картофеля может совмещать в себе 40 различных признаков, главными из них являются урожайность, скороспелость, устойчивость к болезням и вредителям, стрессоустойчивость, возможность механизированной уборки и лёжкость.

По данным В.А. Лебедевой, «экологическая пластичность сортов картофеля имеет важное значение. Данная пластичность определяется генотипом и чем она выше, тем стабильнее урожайность, что повышает ценность сорта» (Лебедева с соавт., 2010).

Г.В. Тищенко, Л.В. Рябченко отмечают, что «многие новые интродуцированные сорта плохо приспособляются в трудных почвенно-климатических условиях, подвержены фитофторе и черной ножке, имеют плохую лёжкость» (Тищенко с соавт., 2011).

По данным А.Л. Беседина и В.И. Костюка, «ранние сорта более морозоустойчивые в отличие от поздних, и начинают прорастать раньше, несмотря на низкие температуры» (Беседин с соавт., 1971; Костюк, 1988).

А.А. Васильев отмечает, что «урожайность картофеля на 80% зависит от качества посадочного материала, 20% приходится на совершенствование технологии выращивания» (Васильев с соавт., 2008).

С помощью селекции и селекционного процесса можно значительно улучшить сортовые качества растения, повысив болезнеустойчивость, урожайность и другие ценные признаки (Логинов, 2004).

По данным Н.В. Самогасовой «высокоурожаемым сортом в условиях Верхневолжья является Удача, максимальная урожайность которого за 3 года в среднем составила 44,3 т/га, а у сорта Луговской – 30,7 т/га, Ласунак – 34,9 т/га» (Самогасова, 2009).

По данным Г.В. Киселевой «из опытов 4 сортов: Скарб, Луговской, Резерв и Елизавета лучшую урожайность показал сорт Елизавета - 38,0 т/га, в отличие от сорта Луговской – 34,2 т/га, Резерв – 31,5 т/га, Скарб – 31,7 т/га» (Киселева, 2009).

А.В. Сухов определил «сорт Удача как наиболее продуктивный. В опыте на 8 сортов, урожайность сорта Удача 30,2 т/га, в то время как у сортов: Ласунак – 24,5 т/га, Невский – 24,0, Луговской – 22,9, Пушкинец – 21,0 т/га, Аксамит – 21,8 т/га, Жуковский ранний – 20,2 т/га, Бимонда – 17,2 т/га» (Сухов, 2006).

Исследования Туболева С.С., Шеломенцева С.И., Пшеченкова К.А., Зейрука В.Н. говорят «о высокой устойчивости сортов отечественной селекции к фитофторе, парше и к гниению в процессе хранения. На начальных этапах размножения, преимуществом обладают европейские сорта Голландии и Германии, но в условиях РФ их продуктивность заметно снижается по отношению к отечественным сортам от репродукции к репродукции. Наибольшей урожайной продуктивностью обладают сорта Брянский ранний, Жуковский ранний 55-60 т/га, а сорта Удача, Резерв имеют лучшую механическую устойчивость и сохранность» (Туболев с соавт., 2010).

Можно сделать вывод о том, что сорт Удача, обладает наибольшей продуктивностью, устойчивостью к механическим повреждениям и длительностью хранения. Этот сорт использовался как объект исследования и в наших опытах.

Урожайность сорта и его качества отмечали многие иностранные ученые. Главным является правильный выбор сорта с учётом условий возделывания (Hamouz, 1999; Henriksen, 1984; Sanderson, 1984; Srech, 1985; Tomsett, 1985).

Не менее важным фактором в повышении урожайности и качества продукции картофеля является подбор и использование удобрений, стимулирующих рост и развитие растения.

Таким образом, значение сорта в повышении урожайности и обеспечении требуемого качества клубней, очень велико. В зависимости от целевого использования урожая (столовое, техническое, универсальное, на переработку) применяют соответствующие сорта.

1.5 Роль хелатных удобрений при возделывании картофеля и сельскохозяйственных культур

Современное состояние картофелеводства в России характеризуется некоторым сокращением площадей возделывания и сравнительно невысокой урожайностью. В связи с этим поиск путей повышения урожайности картофеля весьма актуален в современной практике растениеводства. В настоящее время применяются множество способов выращивания картофеля с использованием различных удобрений, основной целью которых является увеличение урожайности и сокращение сроков выращивания качественной продукции при минимизации затрат на производство.

Одним из основных факторов влияния на урожайность и качество клубней картофеля является применение удобрений. Данный вопрос был затронут многими отечественными и зарубежными учеными, что роль удобрений пропорционально возрастает интенсивности технологии выращивания картофеля (Власенко, 1987; Тамман, 1961).

Требуемая эффективность применения удобрений зависит от множества факторов, таких как почвенно-климатические условия, биологические особенности сельскохозяйственных культур, формы, дозы, сроки и способы внесения удобрений, уровень агротехники. Совокупность воздействия данных факторов оказывает определяющее значение на урожайность (Ягодин с соавт., 2002; Трапезников с соавт., 1999).

Основными элементами, входящими в состав комплексных сельскохозяйственных удобрений, являются азот, калий и фосфор. Нехватка микроэлементов на начальном этапе развития может сократить количество и

качество продукции, поскольку в этот период питание растения происходит за счёт материнского клубня и активно формируется корневая система.

Растения содержат практически все известные химические элементы, но их количество зависит от сорта и вида самого растения и почвенно-климатических условий произрастания. Микроэлементы способствуют улучшению обмена веществ в растениях, содействуют нормальному росту и развитию, а также необходимы в таких процессах как фотосинтез. Отсутствие недостатка микроэлементов повышает устойчивость растений к грибным и бактериальным болезням, к засухе и пониженным температурам.

Как избыточное количество, так и недостаток необходимых микроэлементов приводит к нарушению ферментативной деятельности растения. В связи с этим нужно учитывать индивидуальные особенности растений, в частности высокие потребности в отдельных питательных веществах, что в значительной мере компенсируется использованием минеральных удобрений.

С интенсификацией земледелия и увеличением доз минеральных удобрений еще в большей мере будет возрастать дефицит микроэлементов и потребность в микроудобрениях. Так, микроудобрения, содержащие медь, повышают урожайность и качество всех сельскохозяйственных культур.

В Алтайском ГАУ, на фоне внесения макроудобрений при добавлении магния, молибдена и кобальта – возросла урожайность картофеля на 3,7–4,9 т/га (Вильдфлуш с соавт., 2011).

В 2004–2006 годах в Белорусской ГСХА, при применении комплексного микроудобрения «Миком» с КАС на фоне NPK урожайность возросла на 4,6 т/га (Лиштван с соавт., 2018).

В 2006–2008 гг. на опытном поле Костромской ГСХА была изучена эффективность комплекса микроэлементов «Аквамикс» при возделывании картофеля сорта «Аврора». Было установлено, что некорневая обработка удобрением «Аквамикс» при совмещении с гуминовым удобрением «Макс Супер Гумат» повысило урожайность картофеля на 2,7 т/га.

Учитывая большой опыт производства и применения макро- и микроудобрений многие производители сосредоточились на производстве новых форм комплексных минеральных удобрений под каждую определенную культуру. Особенностью и главным преимуществом подобных препаратов является сбалансированное количество необходимых элементов, соответствующее биологии культивируемого растения.

В настоящее время производство и использование различных видов удобрений, препаратов и других продуктов на основе хелатов, является одним из перспективных направлений в агропромышленном комплексе. Преимущество комплексных водорастворимых удобрений хелатной формы состоит в том, что за счёт данной формы необходимые питательные вещества быстро поглощаются и полнее усваиваются растением. Особое внимание стоит уделить внесению удобрений при предпосевной обработке клубней в качестве стартового питания после посадки в почву. Обработка посевного материала комплексными препаратами улучшает всхожесть растений, повышает энергию прорастания и увеличивает показатель качества и урожайность.

Растения картофеля в течение всего вегетационного периода нуждаются в достаточном минеральном питании. Основное поступление питательных веществ происходит в фазах бутонизации и цветения. Необходимо также учитывать сортовые особенности, так как интенсивность роста и питания у поздних сортов значительно ниже, чем у ранних, что характеризуется разными сроками созревания.

Учитывая широкое разнообразие культур и сортов, типов почв, природно-климатических условий, производители предлагают препараты с различным содержанием необходимых минеральных веществ.

Хелат является сложным комплексным соединением микроэлемента с хелатирующим агентом, удерживающим ионы микроэлементов в растворимом состоянии до момента поступления в растение. После поступления в растение, микроэлемент высвобождает его и переводит в биологически доступную форму, а сам распадается на легко усваиваемые растениями химические соединения.

Основное преимущество хелатов это то, что питательные элементы в данной форме, полностью поглощаются растением, а не остаются на поверхности. Хелатные удобрения практически не токсичны, имеют длительное действие, менее адсорбируются почвой, что позволяет им продолжительное время поглощаться растениями. Хелаты микроэлементов совместимы со множеством макроудобрений, регуляторами роста, гербицидами и пестицидами (Гайсин с соавт., 2014).

Хелаты повышают усвояемость микроэлементов для растения. Элемент хелатной формы обладает органической оболочкой, которая предотвращает процессы его связывания в почве. Оригинальность действия их состоит в том, что они активизируют деятельность ферментов, воздействуют на биохимические процессы, происходящие в клетках, стимулируют рост и развитие растений (Порсев с соавт., 2013)

Применение хелатных удобрений очень эффективно также при некорневых подкормках. Органический комплекс хелата способен проходить сквозь восковое покрытие листовых пластин и доставлять растению необходимые элементы питания.

Использование большого количества химических удобрений способствует высокоурожайному сельскому хозяйству, но также связано с рядом проблем, таких как низкий коэффициент использования удобрений, подкисление и засоление почв. Всесторонние исследования показали, что распыление хелатного удобрения на листья может уменьшить общее количество вносимых удобрений и достичь высокой эффективности удобрения. Внекорневое внесение удобрений после удобрения почвы является эффективным методом повышения содержания микроэлементов в посевах и урожайности, улучшения почвенной среды. Однако применение неорганических внекорневых удобрений приводит к затруднениям в усвоении и миграции питательных веществ в растениях. Применение хелатных внекорневых удобрений эффективно для повышения использования элементов минерального питания, раскрытия потенциала урожайности и качества картофеля. Физико-химические свойства, молекулярная структура, сила хелатирования и

скорость хелатирования хелатирующих агентов модулируют эффекты применения питательных веществ.

Внесение хелатных удобрений различно. Они могут быть использованы при предпосевной обработке семян, для корневых и некорневых подкормок. Эффективность удобрений хелатной формы подтверждается исследованиями ряда ученых.

Приведены результаты трехлетнего изучения влияния внекорневой подкормки макро- и микроэлементахелатирующими удобрениями «Экосол» совместно с азотными удобрениями почвы в различных дозах (50, 100 кг N/га) на урожайность и качество клубней. Опыт проводился на легкой почве, на которую запахивали солому и отсевы горчицы белой. Значительная прибавка урожая (в среднем около 15%) была получена в сочетании с трехкратной внекорневой подкормкой Экосолом. Наибольшая прибавка урожая клубней наблюдалась при применении комплексного удобрения Экосол К (с макро- и микроэлементами), а наименьшая - макроэлементного удобрения Экосол ПК. Урожайность, полученная после применения дозы 100 кг N/га без какой-либо внекорневой подкормки, была аналогична урожайности, полученной при дозе 50 кг N/га, дополненной внекорневой подкормкой Ekosol K. При изучении влияния внекорневой подкормки на увеличение доли крупных клубней (свыше 60 мм), было отмечено снижение доли клубней с деформациями, поражением обыкновенной паршой и более высоким содержанием крахмала и витамина С по сравнению с контролем (Trawczyński, С., 2014).

В 2018 году на полях в секции 158 округа 41 Хусейния, провинция Вавилон, был проведен полевой эксперимент по изучению влияния внекорневой подкормки нано-хелатными кремниевыми удобрениями (NSF), нано-хелатными специфическими удобрениями для картофеля (NPS) и нано-хелатный полный микро (NCM) на рост и урожайность сорта картофеля Ривьера. Внекорневое применение в количестве 50, 100, 150 и 200 грамм всех типов нано-удобрений на 100 литров воды или 2 кг нано-удобрений на 1 га (в соответствии с рекомендациями), растворенных в 400 л воды на га. (NSF), (NPS), (NCM),

(NS+NPS), (NS+NCM), (NPS+NCM) и три комбинации (NS+NPS+ NCM), в дополнение к контролю (только вода). Были проверены параметры роста и урожайности: хлорофилл, сухое вещество, вегетативный урожай, урожай свежих клубней, биологический урожай, крахмал, сырой белок, аскорбиновая кислота, АЕ (агрономическая эффективность) и WUE (эффективность использования воды). Результаты показали, что трехкомпонентная обработка распылением (NS+NPS+NCM) была значительно выше, за ней следовали комбинации дву- и однократного распыления. Свежий урожай, сухие клубни, вегетативный урожай и биологический урожай были (42,130, 9,327, 2,901 и 12,228 Мг/га) по сравнению с контролем (28,440, 5,453, 2,240 и 7,693 Мг/га) соответственно. Содержание крахмала, сырого протеина и концентрации аскорбиновой кислоты в трех комбинациях (НС+НПС+НКМ) были (17,10 %, 9,08 % и 185,33 мг/кг сырой массы) по сравнению с контрольной обработкой (12,22 %, 7,79 % и 136,33 мг/кг сырой массы) соответственно (Al-juthery, 2019).

На северо-западе Ирана было проведено исследование для определения влияния различных удобрений на рост, фенологическое развитие, урожайность клубней и качественные характеристики клубней у двух сортов картофеля (Агррия и Спирит). Обработка удобрениями включала: Т1 – контроль (без внесения удобрений), Т2 – химическая масса N-P-K. удобрение, Т3 – ферментативное биоудобрение MOG, Т4 – нано-хелатный кальций, Т5 – нано-хелатный цинк + бор и Т6 – комплексное нано-хелатное удобрение. Результаты показали, что в варианте применение нано-хелатного Zn+В и химическая масса N-P-K значительно увеличили высоту растений, количество стеблей, диаметр и количество листьев, а также ускоренное смыкание рядов. Применение наноудобрения заметно сократило количество дней до начала клубнеобразования. Оценка структуры урожая показала, что наибольшее число клубней на растение, средний вес клубня, вес клубня на индекс растений и урожай были получены при применении полного нано-удобрения. Управление питательными веществами значительно повлияло на качественные характеристики клубня так, что наибольшее содержание сухого вещества, крахмала и белка зафиксировано у растений, выращенных на полном

нано-удобрении. Результаты настоящего эксперимента согласуются с выводом о том, что сбалансированное питание растений за счет эффективного нано-удобрения могут повысить продуктивность картофеля. Поддержание плодородия почвы за счет достаточного, подходящего и сбалансированного снабжения питательными веществами является одним из ключевых компонентов увеличения производства картофеля в условиях орошения (M. Janmohammadi, 2016).

В Иране, на базе университета Тикрит, был заложен опыт по выращиванию картофеля в условиях среднегипсовых почв, с внесением органических удобрений совместно с железом и цинком хелатной формы. Результаты исследований показали, что внесение органического удобрения, хелатного железа и цинка привело к достоверному увеличению показателей, таких как количества клубней на растении, массы клубней до 86%, урожайности с растения до 150%, общего урожая и товарного урожая до 110% по отношению к варианту без использования удобрений (Mohammed, 2023).

Пакистанскими учеными был изучен лизин-хелатный цинк (Zn-Lys) для внекорневой подкормки в трех концентрациях R (0 мМ, 12,5 мМ и 25 мМ) на кукурузе, растущей в различных концентрациях сточных вод кожевенных заводов. Внекорневое опрыскивание кукурузы Zn-Lys увеличило биомассу и улучшило рост растений. Фотосинтетические пигменты, такие как общий хлорофилл, хлорофилл a, хлорофилл b и содержание каротиноидов, также увеличивались при применении Zn-Lys (Ahmad, 2020).

В 2019 и 2020 годах в Китае были проведены полевые эксперименты на двух сортах сладкого картофеля для изучения влияния опрыскивания листьев $ZnSO_4$, Zn-EDTA и ZnGly при нормальной и высокой дозе Zn 1,19; 2,39; 4,78 и 7,16 кг/га. Результаты показали, что ZnGly достиг более высокого уровня биофортификации, чем ZnEDTA, и более высокого уровня выхода, чем $ZnSO_4$. ZnGly способствовал наиболее эффективному хранению Zn в клубнях, а самая высокая эффективность использования Zn наблюдалась при обработке ZnGly при нормах опрыскивания 1,19 или 2,39 кг/га (Xu, 2022).

В исследовании, на базе сельскохозяйственного университета в Фейсалабаде, оценивалось влияние только хелата цинка-лизина (0,1, 0,5, 1,0 и 1,5%) при грунтовании семян. Результаты показали, что содержание Zn было на 18,5% выше в семенах, обработанных 1,5% раствором хелата Zn-лизина (Bashir, 2021).

В московской области, в условиях дерново-подзолистой супесчаной почвы, проводилась сравнительная оценка влияния инновационных препаратов, содержащих серу и микроэлементы (Fe, Zn, Mn, Cu, Mo, Co, B) в хелатной форме, и препарата Акварин-12 на урожайность и лёжкость клубней картофеля сортов Удача и Колобок. Установлено, что применение испытуемых препаратов позволило повысить урожайность на 3,4...8,7 т/га (12...37%) и снизить общие потери при хранении на 1,6...2,3%. Существенная прибавка урожайности и снижение общих потерь при хранении подтверждают целесообразность использования при выращивании картофеля препаратов с микроэлементами в хелатной форме (Старовойтов с соавт., 2021).

В Республике Татарстан, результаты опытов по внесению микроэлементов при возделывании картофеля свидетельствуют о повышении интенсивности фотосинтеза надземной части растений. Хелатные формы микроудобрений (ЖУСС-3) способствуют повышению урожайности картофеля (Рахманова, 2015).

В условиях Московской и Самарской области, внесение хелатных удобрений в фазу бутонизации картофеля способствовало увеличению листовой поверхности. В условиях засухи микроудобрение Микровит выполняет антистрессовую функцию, а также препарат обладает фунгистатическим действием за счет содержания Cu, Mn, Fe, Zn (Кинчарова, 2010).

В условиях Нечерноземной зоны и Поволжья изучалась эффективность обработки ботвы картофеля Акварином - 12, в состав которого входят микроэлементы в хелатной форме – Fe (0,054 %), Zn (0,014), Cu (0,01), Mn (0,042), Mo (0,004), B (0,02). Прибавка урожая от обработки Акварином-12 составила от 13,1 до 35,8% (Байрамбеков с соавт., 2007; Коршунов с соавт., 2009).

В условиях Москворецкой поймы отмечен устойчивый эффект от использования препарата Циркон, а также хелатного удобрения Акварин-12, как

при обработке семенных клубней, так и от опрыскивания ботвы. Обработка препаратами Циркон (1-е опрыскивание) + Акварин-12 (2-е опрыскивание) – позволила получить прибавку по урожайности 4,0 т/га, или 21,4 % по отношению к контролю. Содержание крахмала в клубнях картофеля увеличилось на фоне внесения хелатных удобрений на 1,5% (Коршунов с соавт., 2013).

Опыты по возделыванию картофеля с использованием лигногумата и Акварин - 12 на сортах Жуковский ранний и Голубизна, проводили в 2007-2008 гг. в Московской области. Максимальные прибавки урожайности у сорта Жуковский ранний – 11,3 т/га, а у сорта Голубизна – 9,1 т/га. Крахмалистость клубней возросла с 9,4 до 11,7% у сорта Жуковский ранний и с 17,8 до 22,2% у сорта Голубизна (Климова, 2013).

Опыты Курганской ГСХА (овощной участок) на среднеспелом сорте картофеля Роко, выявили эффективность применения предпосевной обработки клубней препаратом «Аквамикс» и внекорневой подкормки «Акварином 5» по влиянию на урожайность картофеля в дозе 5 кг/га. Применение Акварина улучшает рост и развитие растений, повышает товарность и урожайность картофеля: 21,2-27,8 т/га с товарностью 85,7-89,7% (Иванюшин с соавт., 2018).

В Комсомольском районе Республики Чувашия, опыты по применению биопрепаратов (Прорастин, Полистин, Фумар) в сочетании с микроэлементами в хелатной форме при возделывании сорта картофеля Удача, дали положительные результаты. Отмечено увеличение роста и развития надземной части растений картофеля. Прибавка урожая картофеля от действия полной дозы НРК составила в среднем за 3 года 49,3% от половинной дозы - 29,8%; от предпосадочной обработки клубней препаратом Прорастин - от 7,2% (на фоне НРК) до 8,6% (на фоне % НРК); Фумар - от 8,3% (на фоне % НРК) до 9,2% (на фоне НРК); от некорневого опрыскивания ботвы препаратом Полистин - от 6,9-11,9% (на фоне НРК) до 10,7-11,1%(на фоне % НРК); хелатами микроэлементов - от 8,7-12,8% (на фоне НРК) до 11,8-14,2% (на фоне % НРК) к соответствующим контролям. Применение микроэлементов в хелатной форме оказывало положительное влияние на качество продукции (Селиванов с соавт., 2015).

В условиях Астраханской области совместное применение минеральных удобрений и некорневых подкормок хелатными удобрениями способствовало повышению урожайности картофеля. Средняя урожайность клубней на контрольном варианте составила 23,3 т/га. Применение Мегафола обеспечило прибавку урожая в 13,4 т/га; Биопланта Флора - в 22,4 т/га. Наиболее эффективным было влияние некорневых подкормок препаратами Нагро, Цитовит и Силиплант, где прибавка к контролю составила 24,5-25,6 т/га. Содержание крахмала в клубнях на контрольном варианте было 10,9%; на варианте с подкормками - 11,7% - 13,5% (Галкин с соавт., 2017).

Полевые исследования в лесостепной зоне Южного Урала показали, что некорневая подкормка растений в фазе бутонизации хелатными микроудобрениями гарантирует получение программируемой урожайности картофеля, обеспечивая повышение на 12,3-27,3 % по сравнению с контролем, и качества урожая клубней (Васильев, 2014; Васильев, 2015).

В Рязанской области применение хелатного удобрения Органомикс в дозе 0,6 л/га обеспечило повышение урожайности культуры на 3,4 т/га, урожайность по данному варианту составила 34,2 т/га против 30,8 т/га на контроле (Хабарова, 2018).

В условиях остаточно-карбонатных среднесиловых суглинистых почв Кабардино-Балкарии, при комбинированном внесении хелатного удобрения Нованол, урожайность сортов картофеля Владикавказский и Нарт возросла на 23,8% (186 ц/га) по отношению к варианту без обработки удобрением (150,1 ц/га) (Калова, 2017).

Результаты исследования влияния хелатных удобрений Мегафол, Цитовит, Флора, Нагро, Силиплант, ЭкоФус на ранний сорт картофеля Ред Скарлетт, проводимые в Камызякском районе Астраханской области, свидетельствуют о положительном влиянии на урожайность картофеля и повышении содержания крахмала в клубнях (Гуляева с соавт., 2017).

По результатам опытов, проведенных в Брянской области, выявлено, что для выхода стандартной семенной фракции мини-клубней ранних сортов Метеор и Брянский деликатес на грунте марки Агробалт Н целесообразно использовать

жидкие хелатные удобрения высокой концентрации с аминокислотами и прилипателем Изагри Фосфор (0,5 мл/м²). Внесение жидкого хелатного удобрения в почву, следует производить до посадки микрорастений и дополнительное опрыскивание растений этим же удобрением (0,3 мл/м²) в фазе бутонизации и Изагри Калием (0,3 мл/м²) при клубнеобразовании (Молявко с соавт., 2022).

Следовательно, применение стимулирующих комплексных препаратов на протяжении всего вегетационного процесса картофеля способствует повышению урожайности. Наличие в составе комплексных удобрений всех необходимых элементов для правильного роста и развития растения, хорошая водорастворимость и простота применения – является технически и экономически выгодным в процессе производства. Однако в научной литературе нет информации по опыту совмещения комплексных минеральных удобрений хелатной формы REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro на растения картофеля.

ГЛАВА 2. ОБЪЕКТЫ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследований

В нашей работе объектами исследования являлись 9 сортов картофеля отечественной и зарубежной селекции, районированных по Северо-Западному региону РФ.

Изучаемые сорта делились на группы спелости по продолжительности вегетационного периода растений картофеля: ранние – Чароит, Удача, Ред Скарлетт; среднеранние – Гала, Памяти Осиповой, Елизавета; среднеспелые – Аврора, Каскад, Ладожский (Государственный реестр селекционных достижений, 2022).

Сорт Чароит – очень ранний, столового назначения. Растение средней высоты, промежуточного типа, полупрямостоячее. Лист крупный, открытый, светло-зеленый. Волнистость края сильная. Венчик крупный. Интенсивность антоциановой окраски внутренней стороны средняя до сильной. Клубень удлиненно-овальный с очень мелкими глазками. Кожура желтая. Мякоть светло-желтая. Содержание крахмала 14,3-17,0%. Вкус отличный. Товарность 82-98%. Лежкость 96%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематодe. По данным оригинатора (ООО Селекционная фирма «Лига»), среднеустойчив к возбудителю фитофтороза и полосчатой мозаике.

Сорт Удача – ранний (раннеспелый), столового назначения. Растение средней высоты, полураскидистое. Листья с крупными долями, темно-зеленые. Венчик белый. Клубень светло-бежевый. Глазки мелкие. Мякоть белая. Товарность 96%. Содержание крахмала 12-15%. Вкус хороший. Умеренно восприимчив к фитофторозу по ботве и умеренно устойчив по клубням. Оригинатор сорта ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха».

Сорт Ред Скарлетт – ранний (раннеспелый), столового назначения. Растение низкое, промежуточного типа, полупрямостоячее. Лист зеленый. Листочек среднего размера. Волнистость края слабая. Венчик среднего размера, красно-фиолетовый. Клубень удлиненно-овальный, с мелкими глазками. Кожура красная. Мякоть желтая. Содержание крахмала 10,1-15,6%. Вкус удовлетворительный. Товарность 82-96%. Лежкость 98%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, золотистой картофельной цистообразующей нематодой. Восприимчив к возбудителю фитофтороза по ботве и умеренно восприимчив по клубням. Сорт нематодоустойчив, дружная отдача ранней продукции, высокая товарность и лежкость клубней. Оригинатор сорта HZPC HOLLAND B.V.

Сорт Гала – среднеранний, столового назначения. Растение средней высоты, промежуточного типа, полупрямостоячее. Лист крупный, промежуточный, зеленый. Волнистость края слабая до средней. Венчик среднего размера, белый. Клубень удлиненно-овальный с мелкими глазками. Кожура гладкая до средней, желтая. Мякоть темно-желтая. Содержание крахмала 10,2-13,2%. Вкус хороший. Товарность 71-94%. Лежкость 89%. Устойчив к возбудителю рака картофеля и золотистой картофельной цистообразующей нематодой. Оригинатор сорта NORIKA NORDRING-KARTOFFELZUCHT- UND VERMEHRUNGS-GMBH GROSS LUSEWITZ.

Сорт Памяти Осиповой – среднеранний, столового назначения. Растение высокое, промежуточного типа, полупрямостоячее. Лист среднего размера, открытый, зеленый. Волнистость края сильная. Венчик очень большой, красно-фиолетовый. Клубень овально-округлый с глубокими глазками. Кожура слегка шероховатая, желтая. Мякоть кремовая. Содержание крахмала 11,0-14,5%. Вкус хороший и отличный. Товарность 80-94%. Лежкость 94%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематодой. По данным ВНИИ фитопатологии, умеренно восприимчив по ботве и умеренно устойчив по клубням к возбудителю фитофтороза. Оригинатор сорта ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха».

Сорт Елизавета – среднеранний, столового назначения. Куст прямостоячий, компактный, средней высоты. Венчик белый. Клубень округлый, белый. Кожура гладкая. Глазки мелкие, неокрашенные. Мякоть белая, не темнеющая при резке. Содержание крахмала 12,0-18,4%. Вкус хороший. Товарность 79-96%. Лежкость 93%. Устойчив к раку. Характеризуется средней восприимчивостью к фитофторозу, но в годы эпифитотий поражается сильно, клубни слабо. Оригинатор сорта ООО «Всеволожская селекционная станция».

Сорт Аврора – среднеспелый, столового назначения. Растение высокое до очень высокого, листового типа, полупрямостоячее. Лист крупный, промежуточного типа, светло-зеленый. Волнистость края средняя. Венчик крупный, красно-фиолетовый. Клубень овальный с мелкими глазками. Кожура гладкая, частично красная. Мякоть кремовая. Содержание крахмала 13,5-17,3%. Вкус хороший и отличный. Товарность 80-93%. Лежкость 94%. Устойчив к возбудителю рака картофеля и золотистой картофельной цистообразующей нематоды. По данным ВНИИ фитопатологии, умеренно восприимчив по ботве и клубням к возбудителю фитофтороза. Оригинатор сорта ООО «Всеволожская селекционная станция».

Сорт Каскад – среднеспелый, столового назначения. Растение средней высоты, промежуточного типа, полупрямостоячее. Лист крупный, открытый, зеленый. Волнистость края слабая. Венчик среднего размера. Интенсивность антоциановой окраски внутренней стороны венчика средняя. Клубень округлый с глазками средней глубины. Кожура и мякоть желтая. Содержание крахмала - 14,0-15,7%. Вкус хороший и отличный. Товарность - 79-96%. Лежкость - 95%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоды. По данным оригинатора (ООО «Всеволожская селекционная станция»), устойчив к скручиванию листьев.

Сорт Ладожский – среднеспелый, столового назначения. Растение низкое до средней высоты, листового типа, полупрямостоячее. Лист крупный, промежуточный до открытого, светло-зеленый. Волнистость края слабая. Венчик очень крупный, белый. Клубень овально-округлый с глазками средней глубины.

Кожура гладкая, желтая. Мякоть белая. Содержание крахмала 11,3-15,9%. Вкус хороший. Товарность 85-98%. Лежкость 96%. Устойчив к возбудителю рака картофеля и золотистой картофельной цистообразующей нематоды. По данным ВНИИ фитопатологии, умеренно восприимчив по ботве и умеренно устойчив по клубням к возбудителю фитофтороза. Оригинатор сорта ООО «Всеволожская селекционная станция».

2.2 Характеристика применяемых удобрений

Препарат REXOLIN ABC норвежской компании YaraTera. Данное комплексное микроудобрение может использоваться для обработки посевного материала и некорневой подкормки. В этом препарате микроэлементы находятся в хелатной форме, что увеличивает скорость их усвоения и позволяет максимально быстро и полно удовлетворять потребности растений в микроэлементах. Преимуществом данного удобрения является его быстрая растворимость в воде и совместимость в баковых смесях с большинством пестицидов и гербицидов (<https://www.yara.ru/>).

Элементный состав удобрения REXOLIN ABC составляет специальный комплекс микроэлементов (K_2O - 12%, Mg – 1,85%, MgO - 3%, S – 2,5%, SO_3 – 6,2%, B – 0,5%, Cu – 1,5%, Fe - 4%, Mn - 4%, Mo – 0,1%, Zn – 1,5%) в хелатной и минеральной форме в виде микрогранул. Обработка клубней раствором минеральных удобрений служит дополнительным источником поступления питательных элементов, особенно в начальный период роста и развития растения.

Комплексное удобрение Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro итальянской компании Biolchim. Особенностью данного удобрения является инновационная форма фосфора, которая быстро усваивается растениями и его повышенное содержание по сравнению с аналогами. Состав микроэлементов данного удобрения приведён в Таблице 1 (<https://biolchim.ru/>).

Таблица 1 – Содержание питательных элементов в удобрении Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro

Элемент	Содержание элемента, %
Общий азот (N), в т.ч.:	18
- нитратный (N-NO ₃)	2,6
- аммонийный (N-NH ₄)	3,6
- амидный (N-NH ₂)	11,8
Фосфор (P ₂ O ₅) водорастворимый	18
Калий (K ₂ O) водорастворимый	18
Магний (MgO) водорастворимый	1,3
Сера (SO ₄) водорастворимый	10
Бор (B) водорастворимый	0,02
Медь (Cu) хелат ЭДТА	0,02
Железо (Fe) хелат ЭДТА	0,04
Марганец (Mn) хелат ЭДТА	0,02
Цинк (Zn) хелат ЭДТА	0,02
Молибден (Mo) водорастворимый	0,01
Растворимость, г/л	590
pH 1% р-ра	3,8

Кроме макроэлементов в комплексном удобрении Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro высокое содержание микроэлементов в форме хелатов, значение которых в питании растений очень велико.

Удобрение Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro также совместимы с большинством гербицидов и пестицидов в баковых смесях.

2.3 Схема и методика проведения опытов

Методика проведения исследований общепринятая в растениеводстве и овощеводстве. Урожайность и товарные качества определялись весовым методом,

разделяя клубни по фракциям: мелкие (до 30 г), средние (30-80 г.), крупные (более 80 г.).

Полевые исследования проводились в течение трёх лет в условиях учебно-опытного сада СПбГАУ с 2018 по 2020 гг. и в 2020-2022 гг. в производственных условиях Ленинградской области. Повторность в опыте трёхкратная, размещение вариантов рендомизированное. Учетная площадь опытной делянки в мелко-деляночных опытах 4 м². Предшественником в опытах ежегодно были различные пропашные культуры в овощном севообороте. Норма посадки картофеля составила 3,3 т/га.

Полевой двухфакторный опыт включал следующие варианты:

фактор А – сорт (Чароит, Удача, Ред Скарлетт, Гала, Елизавета, Памяти Осиповой, Аврора, Каскад, Ладожский);

фактор В – доза удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro (Контроль; REXOLIN ABC + Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro (50% от рекомендуемой концентрации препаратов или 1 г/л); REXOLIN ABC + Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro (рекомендуемая концентрация препаратов или 2 г/л)).

Все варианты опыта изучались на фоне комплексного удобрения аммофоска из расчёта 200 кг/га.

Контролем для каждого сорта картофеля следует считать вариант без применения удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro.

Весь семенной материал картофеля в течение одного месяца перед посадкой в открытый грунт, прошёл процесс яровизации, при котором происходит проращивание клубней (приложение Г).

Перед закладкой опыта была произведена химическая обработка почвы против сорняков системным гербицидом сплошного действия Раундап.

Предпосевная обработка поля включала в себя вспашку, дискование и нарезку гребней под посадку с шириной междурядий 70 см.

Полевой опыт предусматривал 3 варианта применения удобрений на опытные сорта картофеля:

1. Контроль – без применения удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro
2. 50% – REXOLIN ABC + Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro (50% от рекомендуемой концентрации препаратов или 1 г/л).
3. 100% – REXOLIN ABC + Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro (рекомендуемая концентрация препаратов или 2 г/л).

Расход рабочего раствора удобрения REXOLIN ABC составил 30 л/т семенных клубней.

Расход рабочего раствора удобрения Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro составил 200 л/га.

Лабораторные исследования по определению сухого вещества, крахмала, содержания нитратов, аскорбиновой кислоты и редуцирующих сахаров в клубнях картофеля проводились в биохимической лаборатории СПбГАУ (приложение Е).

Методика проведения исследований

1. Определение массовой доли гумуса в почве проводили по методу Тюрина (ГОСТ 26213-91).
2. Величину pH солевой вытяжки почвы определяли по Алямовскому (ГОСТ 26483-85).
3. Содержание подвижного фосфора в почве определяли по Кирсанову (ГОСТ 26207-91).
4. Содержания обменного калия в почве проводили по Кирсанову (ГОСТ 26207-91).
5. Для определения структуры урожая использовали методику исследований по культуре картофеля (ВНИИКХ, 1967).
6. Определение сухого вещества проводили согласно ГОСТ 16932-93.
7. Содержание крахмала в клубнях картофеля определяли по удельному весу клубней.
8. Определение качественных показателей клубней проводили по соответствующим методикам: нитраты - ГОСТ 7194-81; содержание витамина С - ГОСТ 24556-89, редуцирующих сахаров - ГОСТ 12575-2001

Посадка картофеля проводилась вручную, по достижении почвы физической спелости (3-я декада мая в годы проведения исследований). Предпосадочная обработка клубней проводилась водным раствором препарата REXOLIN ABC в дозах 1 г/л и 2 г/л ручным опрыскивателем. Содержание опытной площади в чистом состоянии от сорной растительности и окучивание растений картофеля осуществлялось вручную. Обработка надземной части растений картофеля (ботвы) по достижении 10 сантиметровых всходов, проводилась водным раствором удобрения Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro концентрацией 1г/л и 2 г/л ручным опрыскивателем. Повторность данной обработки проводилась в фазу бутонизации. Удаление ботвы проводилось ручным способом. Уборка опытных делянок проводилась вручную и по срокам в зависимости от скороспелости сорта картофеля.

2.4 Агроклиматическая характеристика области и метеорологические условия в годы проведения исследований

Территория Ленинградской области характеризуется теплым влажным континентальным климатом. Среднегодовая температура составляет порядка +5⁰С. Вследствие частых смен воздушных масс погодные условия непостоянны. Восточный континентальный воздух сопровождается засухой в летний период с температурой до +30⁰С. Число дней в году со среднесуточной температурой воздуха выше +10⁰С составляет 125 дней.

Количество осадков за год в Ленинградской области 600-700 мм. В зависимости от циклонов, данный показатель в сухой год составляет до 500 мм, а в наиболее влажный до 900 мм.

Город Пушкин находится во втором из пяти агроклиматических регионов Ленинградской области. Он характеризуется как умеренно-теплый. Сумма среднесуточных температур воздуха больше 10 составляет 1800⁰С, в почве с июня по сентябрь накапливается (на глубине 10 см) до 1500-1600⁰С тепла.

Таблица 2 – Среднедекадная температура воздуха (°С) и сумма осадков (мм), 2018-2020 гг.

Месяц	Декада	Температура воздуха, °С				Сумма осадков, мм			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее многолетнее	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее многолетнее
Май	1	8,5	12,3	14,2	10,3	14,2	11,7	0,5	13,3
	2	15,9	12	13,6	11,5	23,2	10,4	3,7	15
	3	19,1	15,2	17,8	13,4	32,2	27,7	13,1	22,2
Июнь	1	22,1	17,9	18,3	15,3	16,6	3,2	14,1	20,3
	2	16,8	17,1	17,6	16,6	33,8	4,9	39,1	23,5
	3	17,2	17,9	20	17,3	25,9	27,2	21,7	29,9
Июль	1	18,3	18,3	18,8	19	16,9	46,7	68,2	16
	2	22,3	15,9	19,6	19,6	19,9	36,4	33,9	34,1
	3	23,5	18,6	22,4	19,6	9,4	27,1	74,1	24,3
Август	1	23,4	18,6	19,9	18,7	7,3	12,4	43,4	18,9
	2	19,8	17,3	17,4	17,5	21,9	17,1	52,2	22,1
	3	15,1	18,8	18,3	16,5	43,4	17,7	33,5	32,4
Сентябрь	1	16,2	14,8	15,8	14,4	6,9	12,2	6,3	26,3
	2	14,9	16	14	12,2	0,5	2,1	5,4	18,2
	3	12,3	13,4	12,4	10,6	21,7	23,6	23	17,7
ГТК					1,0	1,2	1,9	1,4	

Среднемноголетние данные Пушкинской метеорологической станции показывают, что устойчивый переход среднесуточных температур воздуха через 0°С происходит 5 апреля и длится 210-215 дней до 7 ноября. Продолжительность периода активной вегетации со среднесуточными температурами воздуха выше 10°С составляет 120 дней (с 20 мая) (таблица 2).

В июне погодные условия были благоприятными для растений картофеля. Температура и количество осадков варьировались в пределах среднемноголетних значений.

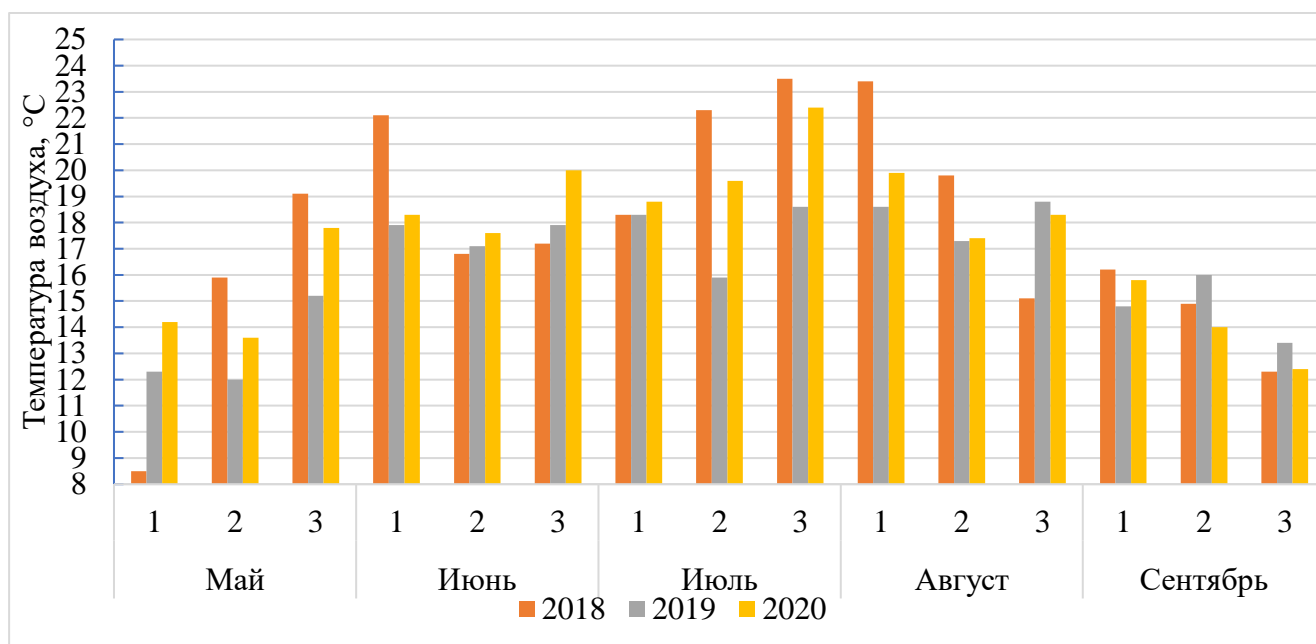


Рисунок 1 – Среднедекадная температура воздуха (°C), 2018-2020 гг.

Однако, первая и вторая декады июня 2019 года сопровождались засухой с суммой осадков 3,2 и 5,9 мм соответственно при температуре воздуха 17-18°C. Третья декада мая была теплой, средняя температура была на уровне 15-19°C. Количество осадков в 2018 и 2019 годах было несколько выше нормы, но это не оказало отрицательного воздействия при посадке картофеля (рисунок 1).

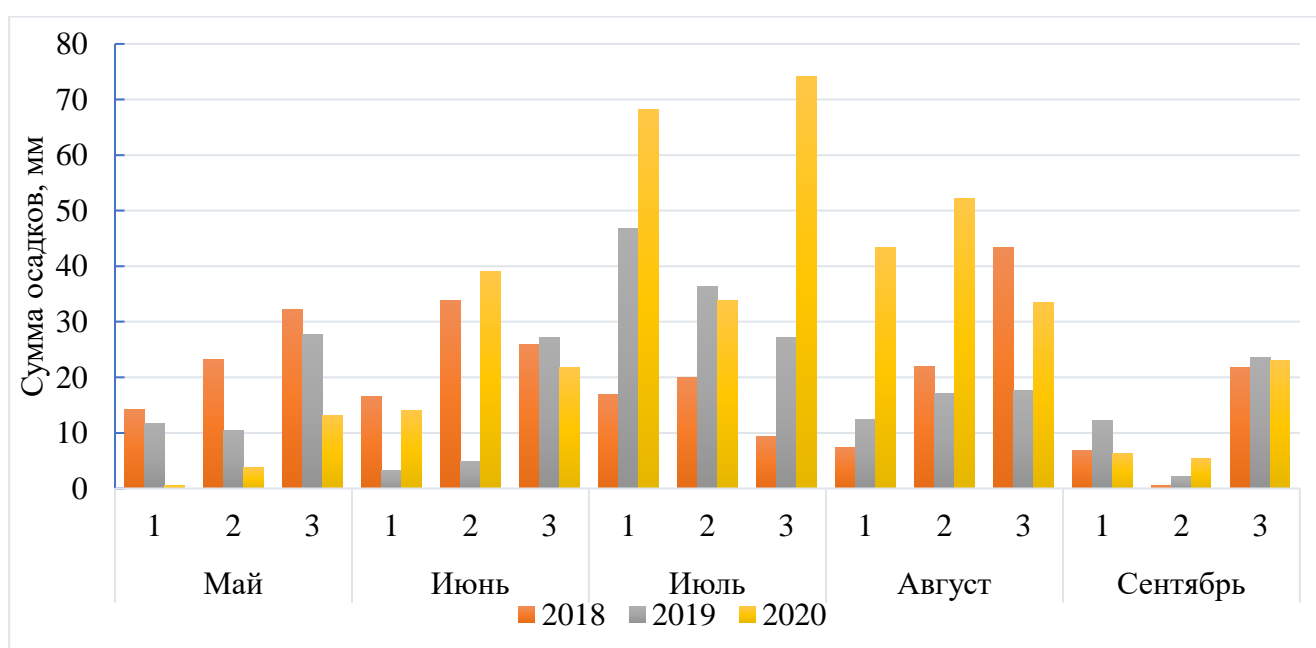


Рисунок 2 – Среднедекадная сумма осадков (мм), 2018-2020 гг.

Вторая и третья декады июля 2018 года были засушливы. Количество осадков, выпавших за июль 2018 года почти вдвое ниже среднеголетних значений. В июле 2020 года наоборот, наблюдалось переувлажнение в несколько раз относительно нормы (рисунок 2).

Первая декада августа 2018 и август 2019 года характеризовались недостатком влаги в сравнении со среднеголетними данными и относительно августа 2020 года, где отмечается превышение влажности в первую и вторую декады.

Температура в вегетационные периоды 2018 – 2020 годов находилась в пределах нормы. Не отмечалось заморозков и резких температурных скачков, что имеет отрицательное влияние на рост и развитие клубней.

По гидротермическому коэффициенту (ГТК) периоды вегетации 2018, 2019 и 2020 характеризовались неоднородными по увлажнению, со значениями ГТК – 1,0, 1,2, 1,9 соответственно.

Таким образом, по метеоданным тепло- и влагообеспеченность в годы проведения опытов были в пределах средних многолетних показателей и, в основном, отвечали потребностям растений картофеля в основных факторах жизни.

2.5 Характеристика почвы опытного участка

Опыты закладывались на опытном поле Санкт-Петербургского государственного аграрного университета.

Почва опытного участка дерново-карбонатная среднесуглинистая. Рельеф опытного участка выровненный. Профиль типичный для дерново-карбонатной почвы. Состоит из гумусового горизонта мощностью 0-22 см и подстилающей его карбонатной породы, окрашен в темно-серый цвет. Водный режим – промывного типа. Почва обладает слабокислой реакцией ($pH_{\text{кк1}} - 5,8$) и не нуждается в известковании. Содержание гумуса в почве 3,9%. Содержание в почве подвижных форм фосфора 168,4 мг/кг и обменного калия 175,3 мг/кг (таблица 3).

Таблица 3 – Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Почва	Гумус, %	pH _{сол}	Сумма поглощенных оснований, мг-экв/100г почвы	P ₂ O ₅	K ₂ O
				мг/1 кг почвы	
дерново-карбонатная	3,9	5,8	15	168,4	175,3

Обеспеченность урожая картофеля элементами минерального питания рассчитывали балансовым методом. Основное удобрение покрывало потребности культуры не полностью. При этом в качестве гипотезы эксперимента предположили, что для улучшения качества клубней и повышения урожайности необходимо дополнительное внесение минеральных удобрений для восполнения нехватки питания растений картофеля макроэлементами и, в особенности – микроэлементами.

ГЛАВА 3. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА РОСТ, УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

3.1 Влияние хелатных удобрений на сроки созревания сортов картофеля различных групп спелости

Существуют следующие периоды развития растений картофеля: «первый период – от прорастания глазков до появления всходов; второй период – от появления первых зеленых листьев до стеблей с нормальными листьями; третий период – от появления бутонов до цветения; четвертый период – от цветения до прекращения прироста и увядания ботвы; пятый период – с момента отмирания ботвы до ее полного высыхания и физиологического созревания клубней» (Писарев, 1990).

Технология возделывания, предпосадочная обработка клубней и применение удобрений не оказывают существенного влияния на продолжительность фаз развития растений картофеля (Ивенин, 2015).

По мнению Усановой З.И. рост и развитие растений картофеля является сортовой особенностью (Усанова с соавт., 2013).

По результатам фенологических наблюдений не было выявлено существенных различий по срокам развития растений сортов картофеля различных групп спелости относительно вариантов внесения удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro.

Сроки развития и созревания были типичны для исследуемых групп сортов и составляли: для ультраранних и ранних сортов до 70 дней; для среднеранних – до 85 дней; для среднеспелых – до 95 дней.

Согласно данным, приведённым в таблице 4, различие по срокам наступления фаз развития растений картофеля различных групп спелости, за 2018-2020 годы составляли 1-3 дня.

Таблица 4 – Продолжительность фаз развития растений картофеля различных групп спелости

Группа спелости сортов	Вариант	Продолжительность фаз развития растений, кол-во дней			
		Появление всходов	Бутонизация	Цветение	Увядание ботвы
2018 год					
Ранние	1. Контроль	18	41	47	67
	2. 50%	17	39	48	69
	3. 100%	17	40	48	68
Среднеранние	1. Контроль	17	42	49	77
	2. 50%	17	40	47	81
	3. 100%	18	43	47	79
Среднеспелые	1. Контроль	17	41	45	88
	2. 50%	18	42	47	92
	3. 100%	17	42	46	93
2019 год					
Ранние	1. Контроль	20	39	46	71
	2. 50%	21	37	43	68
	3. 100%	22	40	45	70
Среднеранние	1. Контроль	20	39	44	80
	2. 50%	19	41	46	79
	3. 100%	20	40	44	77
Среднеспелые	1. Контроль	21	39	45	89
	2. 50%	20	39	45	93
	3. 100%	20	40	46	91
2020 год					
Ранние	1. Контроль	19	41	46	69
	2. 50%	21	43	47	72
	3. 100%	19	40	45	72
Среднеранние	1. Контроль	20	42	47	81
	2. 50%	19	39	44	79
	3. 100%	19	41	45	79
Среднеспелые	1. Контроль	21	42	46	89
	2. 50%	20	41	47	92
	3. 100%	19	41	46	90

Тем самым можно сказать, что изучаемые нами удобрения не оказывают существенного влияния на увеличение или уменьшение сроков созревания и развития растений.

3.2 Влияние хелатных удобрений на урожайность сортов картофеля различных групп спелости

Основной характеристикой продуктивности растений является урожайность. Нами установлено, что применение комплексных удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro положительно повлияло на урожайность изучаемых сортов картофеля, об этом можно судить по приведённым ниже данным.

Согласно полученным данным Таблицы 5, необходимо отметить ранние сорта, урожайность которых при использовании удобрений возросла.

Таблица 5 – Влияние хелатных удобрений на урожайность ранних сортов картофеля, т/га

Сорт	Вариант	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года	Прибавка к контролю	Прибавка к контролю, %
Чароит	1. Контроль	17,5	16,7	16,9	17,0	–	–
	2. 50%	21,2	19,6	20,1	20,3	3,3	19,4
	3. 100%	20,4	19,7	20,8	20,3	3,3	19,4
Удача	1. Контроль	17,2	16,9	17,7	17,3	–	–
	2. 50%	28,6	25,4	24,1	26,0	8,7	50,3
	3. 100%	27,4	25,1	23,9	25,5	8,2	47,4
Ред Скарлетт	1. Контроль	17,9	17,4	18,2	17,8	–	–
	2. 50%	26,9	26,1	23,4	25,5	7,7	43,3
	3. 100%	24,5	25,7	21,2	23,8	6,0	33,7
НСР ₀₅ фактор А		1,1	1,1	1,0	–	–	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		1,2	1,2	1,1	–	–	–

Внесение 50% дозы комплексных удобрений наиболее способствовало повышению урожайности группы ранних сортов. Так, урожайность сортов Удача и

Ред Скарлетт на фоне применение данной дозы удобрений в среднем за 3 года составила 26 и 25,5 т/га в сравнении с образцами без обработки удобрениями 17,3 и 17,8 т/га соответственно.

Наибольшая достоверная прибавка по урожайности в 2018 году, на фоне применения комплексных удобрений, у сорта Удача. Внесение 50% дозы комплексных удобрений способствовало повышению урожайности данного сорта с 17,2 т/га до 28,6 т/га.

В среднем за 3 года исследований, при внесении 50% дозы удобрений, достоверная прибавка по урожайности сорта Удача составила 8,7 т/га (50,3 %), а сорта Ред Скарлетт – 7,7 т/га (43,3 %) по отношению к контрольным вариантам.

Ультраранний сорт Чароит оказался наиболее отзывчивым к рекомендуемой производителем дозе удобрений, что подтверждают данные 2019 и 2020 годов. Однако, в 2018 году внесение 100% дозы препаратов, привело к снижению урожайности на 0,8 т/га в сравнении с показателем на фоне применения 50% дозы удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro (рисунок 3).

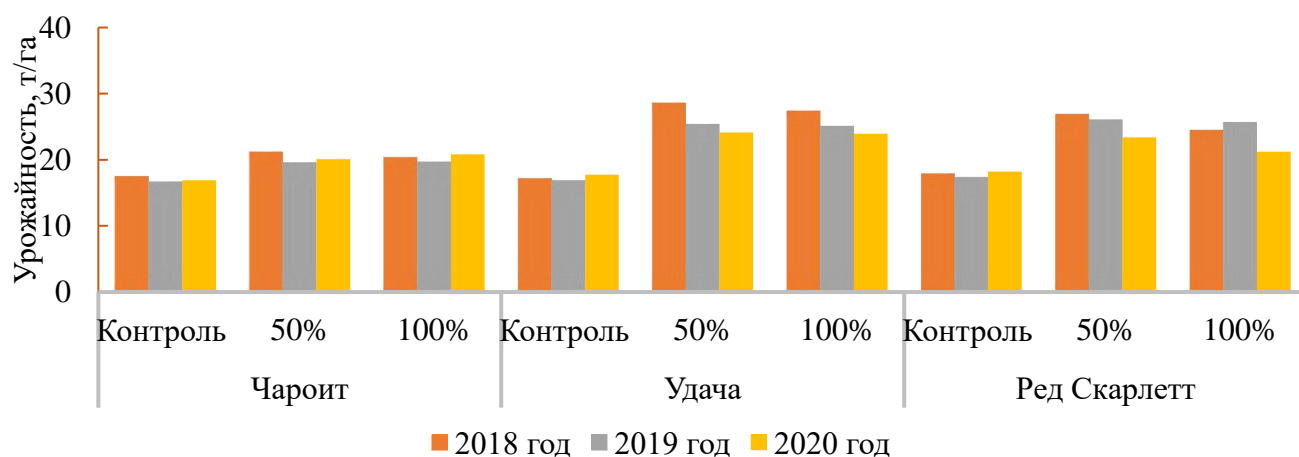


Рисунок 3 – Влияние хелатных удобрений на урожайность ранних сортов картофеля

Согласно данным урожайности среднеранних сортов за 2018 год следует, что внесение половины от рекомендуемой производителем дозы комплексных удобрений наиболее продуктивно. Сокращение концентрации препаратов дало

прибавку урожайности сорта Памяти Осиповой с 25,3 т/га до 36,1 т/га, где 25,3 т/га урожайность сорта при внесении рекомендуемой дозы (таблица 6).

Таблица 6 – Влияние хелатных удобрений на урожайность среднеранних сортов картофеля, т/га

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года	Прибавка к контролю	Прибавка к контролю, %
Гала	1. Контроль	19,5	19,8	20,1	19,8	–	–
	2. 50%	25,9	24,2	22,9	24,3	4,5	22,7
	3. 100%	23,3	24,5	22,2	23,3	3,5	17,7
Елизавета	1. Контроль	19,1	20,3	20,2	19,9	–	–
	2. 50%	22,8	24,8	21,4	23,0	3,1	15,6
	3. 100%	23,0	24,9	24,3	24,1	4,2	21,1
Памяти Осиповой	1. Контроль	19,2	20,2	20,5	20,0	–	–
	2. 50%	36,1	35,1	26,3	32,5	12,5	62,5
	3. 100%	25,3	36,0	27,1	29,5	9,5	47,5
НСР ₀₅ фактор А		1,2	1,3	1,1	–	–	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		1,3	1,4	1,2	–	–	–

Данные урожайности среднеранних сортов за 2019 год находятся в прямой зависимости от вариантов внесения комплексных удобрений. Рекомендуемая 100% доза удобрений позволила получить наибольшую прибавку и максимально раскрыть потенциал урожайности сортов. Достоверная урожайность сорта Гала 24,2 т/га и 24,5 т/га на фоне внесения удобрений, в сравнении с контролем – 19,8 т/га. Внесение комплекса хелатных удобрений способствовало повышению урожайности сорта Памяти Осиповой почти вдвое (36,0 т/га) по отношению к контролю без использования удобрений (20,2 т/га) (Спиридонов с соавт., 2021).

Наибольшая средняя прибавка по урожайности за все годы исследований отмечается у сорта Памяти Осиповой на фоне внесения 50% дозы удобрений. Достоверная прибавка по урожайности этого сорта по отношению к контролю, составила 12,5 т/га (62,5 %).

В 2020 году на сорта Елизавета и Памяти Осиповой наибольшее влияние оказало внесение 100% дозы удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro. Так, их урожайность составила 24,3 т/га и 27,1 т/га в отличие от контрольных вариантов 20,2 т/га и 20,5 т/га и варианта на фоне внесения 50% дозы 21,4 и 26,3 т/га соответственно. Снижение концентрации удобрений оказало положительное влияние на сорт Гала, где прибавка урожайности составила 0,7 т/га в сравнении с обработкой картофеля 100% -ой дозой (рисунок 4).

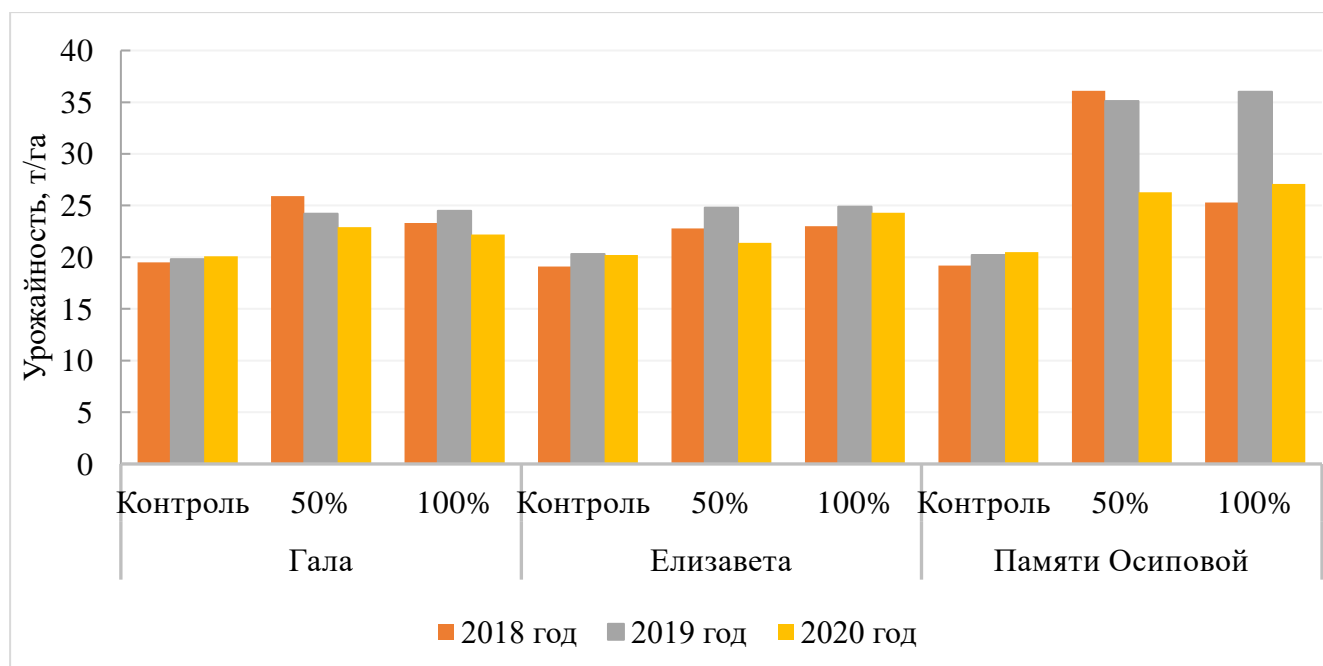


Рисунок 4 – Влияние хелатных удобрений на урожайность среднеранних сортов картофеля

Среднеспелые сорта Аврора, Каскад и Ладожский, при внесении 50% дозы удобрений от рекомендуемой производителем, показали наибольшую прибавку урожайности в сравнении с остальными вариантами опыта в 2019 и 2020 году. У сорта Ладожский, в среднем за 3 года исследований, на фоне внесения 50% дозы удобрения, урожайность увеличилась на 21,5% по отношению к контролю. В 2018 году, урожайность сорта Аврора достигла 25,3 т/га и 24,8 т/га, на фоне 50% и 100% дозы удобрений соответственно, по отношению к контролю – 19,9 т/га. Наибольшая достоверная прибавка урожайности у сорта Каскад, на 5,9 т/га при внесении 100% дозы удобрений, по отношению к контролю – 20,1 т/га (таблица 7).

Таблица 7 – Влияние хелатных удобрений на урожайность среднеспелых сортов картофеля, т/га

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года	Прибавка к контролю	Прибавка к контролю, %
Аврора	1. Контроль	19,9	18,8	19,7	19,5	–	–
	2. 50%	25,3	26,2	24,9	25,5	6	30,8
	3. 100%	24,8	25,4	20,3	23,5	4	20,5
Каскад	1. Контроль	20,1	20,3	22,8	21,1	–	–
	2. 50%	25,2	25,1	23,5	24,6	3,5	16,6
	3. 100%	26,0	24,4	23,1	24,5	3,4	16,1
Ладожский	1. Контроль	20,7	20,5	21,6	20,9	–	–
	2. 50%	26,3	25,9	24,1	25,4	4,5	21,5
	3. 100%	25,9	25,9	22,2	24,7	3,8	18,2
НСР ₀₅ фактор А		1,2	1,2	1,1	–	–	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		1,3	1,3	1,2	–	–	–

В 2019 году (рисунок 5), при использовании 50% дозы препаратов, урожайность сорта Аврора составила 26,2 т/га, в то время как без применения удобрений Green-Go 18-18-18+1,3MgO и REXOLIN ABC, урожайность данного сорта 18,8 т/га.

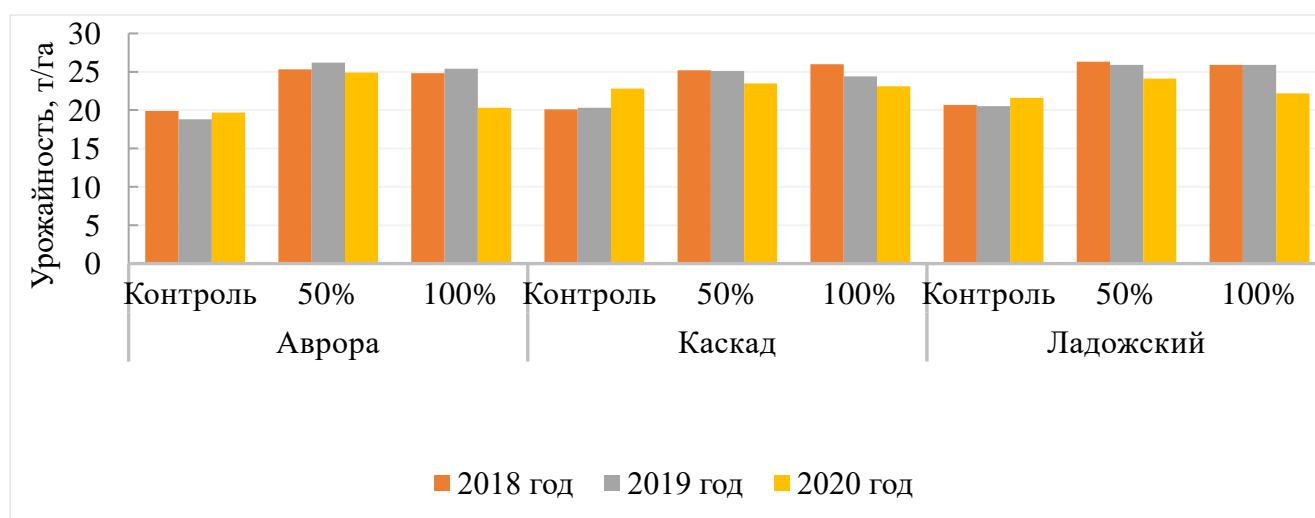


Рисунок 5 – Влияние хелатных удобрений на урожайность среднеспелых сортов картофеля

Наилучшие показатели в опыте 2020 года у сорта Аврора на фоне 50% дозы удобрений, где прибавка урожайности по отношению к контрольному варианту составила 5,2 т/га.

Наибольшая достоверная прибавка урожайности за 3 года исследований отмечается у сорта Аврора – 6 т/га на фоне внесения 50% дозы удобрений. В тех же условиях, средняя прибавка урожайности сорта Каскад и Ладожский составила 3,5 т/га и 4,5 т/га соответственно.

Таким образом, применение комплексных удобрений Green-Go 18-18-18+1,3MgO и микроудобрения REXOLIN ABC способствует повышению урожайности картофеля. При использовании комплексных удобрений следует строго следовать инструкциям и рекомендациям производителей, поскольку не точная концентрация или не соблюдение сроков внесения могут отрицательно сказаться на урожайности культуры. Так же стоит учитывать сроки созревания сортов картофеля и индивидуально подбирать требуемую дозу и концентрацию используемых удобрений (рисунок 6).

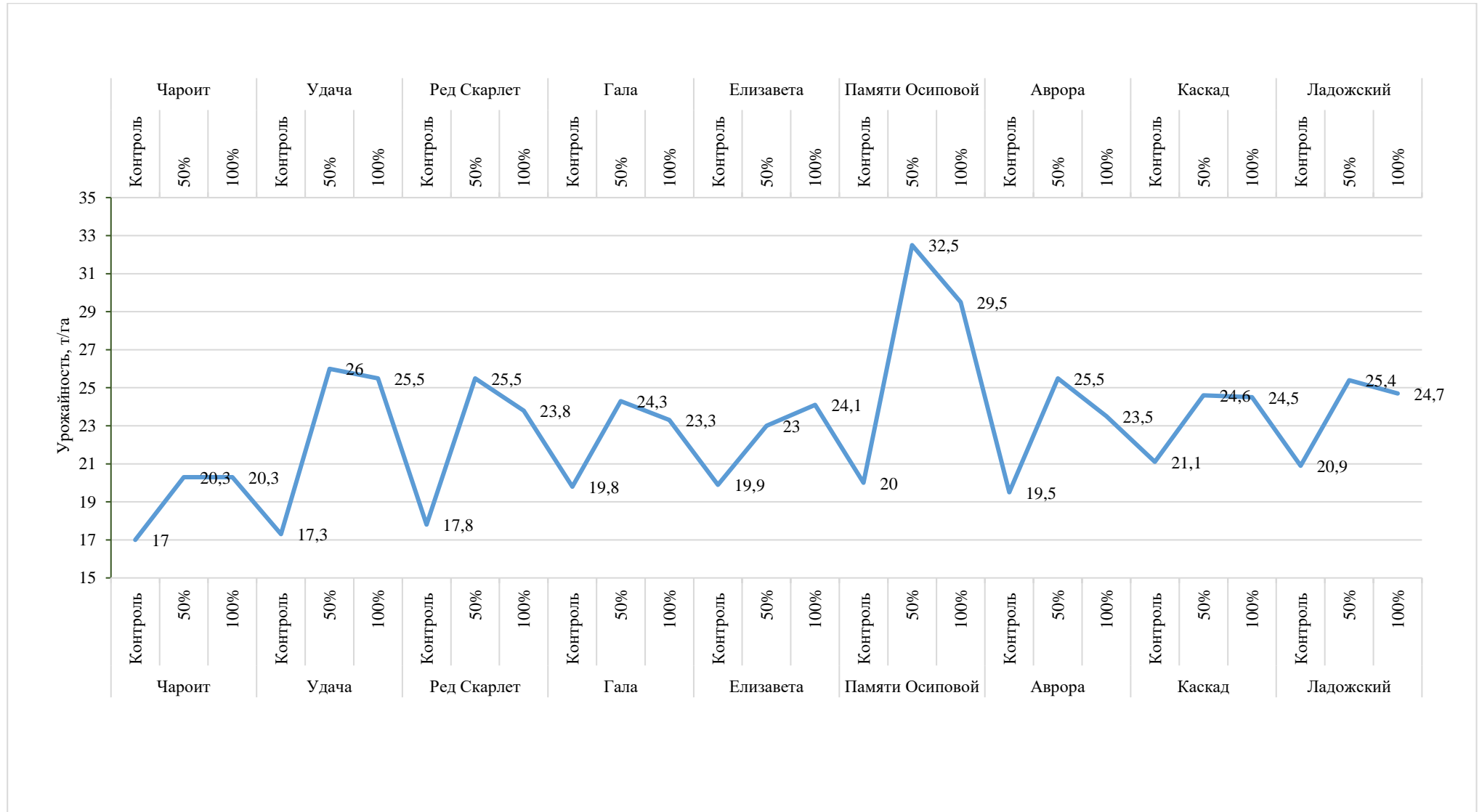


Рисунок 6 – Влияние хелатных удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro на урожайность сортов картофеля различного срока созревания

3.3 Влияние хелатных удобрений на структуру урожая сортов картофеля различных групп спелости

Структура урожая картофеля является одной из важнейших характеристик качества продукции. Внесение удобрений способствует увеличению массы клубней, что в целом повышает урожайность картофеля (Сидоренко, 2009).

По мнению Стрельцовой Т.А. определение урожайности сорта зависит от сроков его созревания. Так, урожайность ранних сортов вычисляется исходя из массы клубня, а у сортов среднеспелых и более поздних сроков спелости из количества и крупности клубней (Стрельцова с соавт., 2000).

Таблица 8 – Влияние хелатных удобрений на структуру урожая ранних сортов картофеля по фракциям крупности, массе и числу клубней (средние данные за 3 года)

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Мелкие (30 ≤, г)			Средние (30-80, г)			Крупные (80 ≥, г)			Среднее число клубней с 1 растения, шт.	Средняя масса клубней 1 растения, г
		Число клубней, шт.	Масса, г	Средняя масса клубня, г	Число клубней, шт.	Масса, г	Средняя масса клубня, г	Число клубней, шт.	Масса, г	Средняя масса клубня, г		
Чароит	1. Контроль	2,6	12,4	4,8	1,8	67,2	37,3	2,6	288,4	110,9	7	368
	2. 50%	1,7	5,7	3,4	2,3	99,2	43,1	3,3	334,5	101,4	7,3	439,4
	3. 100%	3,7	23,8	6,4	1,9	81,5	42,9	3,1	334,1	107,8	8,7	439,4
Удача	1. Контроль	4,6	13,5	2,9	2,1	110,9	52,8	2,7	250,1	92,6	9,4	374,5
	2. 50%	1,3	8,1	6,2	1,8	104,2	57,9	2,9	450,5	155,3	6	562,8
	3. 100%	2,6	12,5	4,8	2,1	95,6	45,5	3,2	443,8	138,7	7,9	551,9
Ред Скарлетт	1. Контроль	4,3	18,1	4,2	1,1	60,2	54,7	2,1	306,9	146,1	7,5	385,3
	2. 50%	3,3	63,5	19,2	3,3	171,3	51,9	3,9	317,2	81,3	10,5	551,9
	3. 100%	4,3	56,3	13,1	3,1	143	46,1	2,8	315,9	112,8	10,2	515,2
НСР ₀₅ фактор А		0,2	1,2	–	0,1	5,2	–	0,1	16,9	–	–	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		0,1	1,4	–	0,1	5,8	–	0,2	18,3	–	–	–

Согласно данным таблицы 8, внесение комплекса удобрений положительно сказалось на структуре урожайности ультрараннего сорта Чароит, увеличив среднюю массу клубней с одного растения с 368 до 439,4 граммов.

Среднее число крупных клубней на фоне внесения 50% дозы комбинации препаратов REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro составило 3,3 шт. и 2,3 шт. средних, в то время как данный показатель у контрольных образцов составляет – 2,6 шт. и 1,8 шт. соответственно.

При возделывании сорта Удача, 50% доза внесения удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro способствовала увеличению массы крупных клубней до 450,5 грамм относительно контроля 250,1 грамм и варианта с рекомендуемой дозой внесения удобрений 443,3 грамма, но при этом число клубней изменялось незначительно. Средняя масса мелкого клубня в данном варианте обработки составила 6,2 грамма, среднего – 57,9 грамма, а крупного 155,3 грамма, что выше контроля (2,9 г; 52,8 г; 374,5 г) и варианта со 100% дозой (4,8 г; 45,5 г; 138,7 г)

У сорта Ред Скарлетт на фоне применения 50% дозы препаратов увеличивается средняя масса мелких клубней (19,2 г) и число средних и крупных клубней относительно других вариантов, но средняя масса клубня средней и крупной фракции при этом снижается.

Наибольшая средняя масса клубней с одного растения у ранних сортов картофеля, достигается путем внесения 50% дозы комбинации удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro. Тем самым ранние сорта картофеля наиболее восприимчивы к пониженной дозе удобрений, что делает его использование более рентабельным.

Из данных таблицы 9 следует, что 50% доза препаратов REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro повышает число мелких клубней урожая сорта Памяти Осиповой. Число средних клубней сорта Памяти Осиповой снижается пропорционально вариантам внесения доз удобрений, где 3,9 штук в среднем с одного куста у контрольного варианта, 3,1 и 2,4 штуки на фоне 50% и 100% доз

удобрений соответственно, но увеличивается масса клубней (контроль – 121,9 г; 50% - 183,4 г; 100% - 149,5 г).

Таблица 9 – Влияние хелатных удобрений на структуру урожая среднеранних сортов картофеля по фракциям крупности, массе и числу клубней (средние данные за 3 года)

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Мелкие (30 ≤, г)			Средние (30-80, г)			Крупные (80 ≥, г)			Среднее число клубней с 1 растения, шт.	Средняя масса клубней с 1 растения, г
		Число клубней, шт.	Масса, г	Средняя масса клубня, г	Число клубней, шт.	Масса, г	Средняя масса клубня, г	Число клубней, шт.	Масса, г	Средняя масса клубня, г		
Гала	1. Контроль	3,6	85,2	23,7	2,1	163,1	77,7	2,3	182,4	79,3	8	430,7
	2. 50%	1,8	35,2	19,6	4,2	216,6	51,6	3,3	246	74,5	9,3	497,8
	3. 100%	3	92,6	30,9	7,6	388	51,1	0,3	41	136,7	10,9	521,6
Елизавета	1. Контроль	0,5	10,8	21,6	2,5	137,5	55,0	2,6	284,6	109,5	5,6	432,9
	2. 50%	8,7	263,9	30,3	1,9	144,8	76,2	2,7	294,8	109,2	13,3	703,5
	3. 100%	4	104,5	26,1	4,1	207,3	50,6	4,3	326,6	76,0	12,4	638,5
Памяти Осиповой	1. Контроль	1,1	28,1	25,5	3,9	121,9	31,3	2,1	278,6	132,7	7,1	428,6
	2. 50%	3,9	86,9	22,3	3,1	183,4	59,2	2,4	255,7	106,5	9,4	526
	3. 100%	2	20,8	10,4	2,4	149,5	62,3	3,3	334	101,2	7,7	504,3
НСР ₀₅ фактор А		0,2	4,0	–	0,2	9,5	–	0,1	12,5	–	–	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		0,2	5,0	–	0,2	10,7	–	0,1	12,5	–	–	–

На фоне сниженной дозы препаратов (1 г/л), у сорта Елизавета число мелких клубней в среднем с одного куста достигает 8,7 штук, в то время как показатель контрольного варианта без внесения дополнительного питания составляет 0,5 штук с 1 куста, а варианта со 100% дозой – 4 шт, при этом средняя масса клубня мелкой фракции возросла до 30,3 грамм.

На фоне рекомендованной 100% дозы внесения препаратов у сортов Памяти Осиповой и Елизавета выросли качественные показатели по числу и массе крупных клубней по отношению к контролю и варианту с применением 50% дозы

удобрений, но при этом отмечается снижение средней массы 1 клубня данной фракции.

У растений сорта Гала, при использовании 100% концентрации удобрений наблюдается значительное снижение числа крупных клубней в сравнении с контрольными образцами 0,3 и 2,3 шт соответственно, в то время как снижение дозы удобрений вдвое, наоборот увеличивает данный показатель до 3,3 шт. и среднюю массу клубня до 136,7 г, относительно контроля 79,3 г и варианта с обработкой 1 г/л – 74,5 г.

Внесение удобрений REXOLIN ABC и Green-Go способствует увеличению числа клубней и массы у среднеранних сортов картофеля, однако способно снижать показатель средней массы клубня мелкой, средней и крупной фракций.

Таблица 10 – Влияние хелатных удобрений на структуру урожая среднеспелых сортов картофеля по фракциям крупности, массу и число клубней (средние данные за 3 года)

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Мелкие (30 ≤, г)			Средние (30-80, г)			Крупные (80 ≥, г)			Среднее число клубней с 1 растения, шт.	Средняя масса клубней с 1 растения, г
		Число клубней, шт.	Масса, г	Средняя масса клубня, г	Число клубней, шт.	Масса, г	Средняя масса клубня, г	Число клубней, шт.	Масса, г	Средняя масса клубня, г		
Аврора	1. Контроль	3,2	53,8	16,8	2,5	159,7	63,9	2,3	208,6	90,7	8	422,1
	2. 50%	4,5	102,3	22,7	3,2	206,4	64,5	2,6	243,2	93,5	10,3	551,9
	3. 100%	5,1	141,7	27,8	4,3	275,9	64,2	1,2	91,1	75,9	10,6	508,7
Каскад	1. Контроль	3,3	22,9	6,9	1,1	77,9	70,8	3,1	355,9	114,8	7,5	456,7
	2. 50%	3,9	103,3	26,5	1,9	114,2	60,1	2,2	314,9	143,1	8	532,5
	3. 100%	2,7	66,7	24,7	1,3	67,2	51,7	3,8	396,3	104,3	7,8	530,3
Ладожский	1. Контроль	1,9	25,1	12,7	0,7	27,3	39,0	4,6	400	87,0	7,2	452,4
	2. 50%	0,9	16,3	16,5	0,9	34,7	38,6	5	498,8	99,8	6,8	549,8
	3. 100%	0,6	9,8	14,8	1,4	67,2	48,0	4,3	457,6	106,4	6,4	534,6
НСР ₀₅ фактор А		0,1	3,0	–	0,1	5,7	–	0,2	16,5	–	–	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		0,1	3,7	–	0,1	6,4	–	0,2	16,7	–	–	–

Среднеспелый сорт картофеля Ладожский показал лучшие результаты при обработке раствором удобрений 100% концентрации, на фоне которой отмечается повышение средней массы клубня средней (48 г) и крупной (106,4 г) фракций клубней. Применение комплекса удобрений повлияло на снижение числа мелких клубней в урожае сорта Ладожский с 1,9 штук в контрольном варианте до 0,9 и 0,6 штук в среднем с одного куста при внесении 50% и 100% концентрации удобрений соответственно (таблица 10).

Рекомендуемая производителем доза (2 г/л) удобрений способствовала увеличению числа мелких и средних клубней сорта Аврора, но почти вдвое снизила показатель среднего числа крупных клубней (1,2 шт.) по отношению к контролю (2,3 шт.) и варианту с применением 50% дозы (2,6 шт.). На фоне внесения REXOLIN ABC и Green-Go 50 % концентрации, увеличилась средняя масса клубня мелкой (26,5 г) и крупной (143,1 г) фракций сорта Каскад относительно контроля (6,9 г и 114,8 г) и варианта с обработкой удобрениями рекомендуемой концентрации (24,7 г и 104,3 г).

Таким образом, наибольшая качественная прибавка по числу клубней относительно массы на фоне рекомендуемой дозы удобрений, отмечается у сортов Каскад и Ладожский. Для сорта Аврора целесообразнее вносить 50% дозу комплексных изучаемых удобрений.

3.4 Влияние хелатных удобрений на содержание сухого вещества в клубнях сортов картофеля различных групп спелости

Содержание крахмала и сухого вещества в клубнях являются одними из главных показателей сортовой особенности культуры картофеля и определяют его хозяйственную значимость (Коршунов с соавт., 2001). В последние десятилетия отмечается сокращение процентного содержания крахмала, накопление нитратов, снижение вкусовых качеств и сроков хранения урожайных клубней в связи с избыточным внесением пестицидов и недостаточным внесением удобрений (Абакумов, 2018).

В клубнях картофеля в среднем содержится порядка 25 % сухих веществ, из которых 1% составляют минеральные соединения, а остальное органические. Более 80% сухого вещества составляют безазотистые экстрактивные вещества, такие как крахмал, декстрины, моносахариды, олигосахариды, пектиновые вещества и органические кислоты.

Содержание сухого вещества является сортовым признаком, но подвержено изменениям в зависимости от условий выращивания. Так, сорта картофеля подразделяются на 3 группы: с повышенным содержанием (более 25%), со средним (22 – 25%) и низким (менее 22%).

Накопление сухого вещества в клубнях происходит по достижению им половины своего диаметра, а максимальный показатель концентрации наблюдается за 10-15 дней до окончания вегетационного периода растения.

Климатические и географические условия оказывают изменение на содержание сухого вещества. Так при выращивании картофеля в северных областях и по мере продвижения к средней полосе, содержание сухих веществ увеличивается, а к югу – снижается.

Процент содержания сухого вещества в клубнях имеет особое значение при переработке картофеля – чем выше данный показатель, тем выше выход готовой продукции.

На переработку преимущественно идут сорта с содержанием сухих веществ не менее 24%. Сорта картофеля с таким показателем дают больший выход, например, сушеного продукта.

В нашей работе исследовались преимущественно столовые сорта картофеля с различным сроком созревания. Реакцию на применение комплексных удобрений вполне можно применить и для технических сортов, сортов пригодных для переработки соответствующих сроков созревания.

Из данных таблицы 11, можно увидеть, что применение комплексных удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro повышает процентное содержание сухого вещества в клубнях ранних сортов картофеля. Использование рекомендуемой дозы препаратов увеличило содержание сухого

вещества в клубнях очень раннего сорта Чароит с 20,7% до 24,2% (Спиридонов с соавт., 2023).

Таблица 11 – Влияние хелатных удобрений на содержание сухого вещества в клубнях ранних сортов картофеля

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Сухое вещество, %			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Чароит	1. Контроль	20,7	21	21,1	20,9
	2. 50%	21,8	21,9	21,7	21,8
	3. 100%	23,6	24,2	24,0	23,9
Удача	1. Контроль	16,9	17,8	17,3	17,3
	2. 50%	20,4	20,8	20,6	20,6
	3. 100%	20,1	19,9	19,8	19,9
Ред Скарлетт	1. Контроль	21,5	21,3	20,3	21,0
	2. 50%	22,2	22,1	21,7	22,0
	3. 100%	25,2	24,8	24,9	25,0
НСР ₀₅ фактор А		1,1	1,1	1,1	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		1,1	1,1	1,1	–

На картофель сорта Удача, положительное влияние оказала 50% доза комплексных минеральных удобрений, повысив показатель сухого вещества до 20,8%, в то время как внесение рекомендуемой дозы препаратов снижает данный показатель в пределах 1%, что отмечается во все годы проведения опытов.

Процентный показатель сухого вещества в клубнях картофеля сорта Ред Скарлетт увеличивался на фоне повышения дозы удобрений до рекомендуемых (2 г/л). В среднем, при внесении 100% дозы удобрений удалось увеличить процент сухого вещества до 25% по отношению к вариантам с внесением половины дозы и контролю, где содержание сухого вещества в клубнях - 22% и 21% соответственно.

Среднеранние сорта картофеля Гала, Елизавета и Памяти Осиповой, при применении 50% дозы комплексных препаратов хелатной формы повысили процентные показатели сухого вещества в клубнях по отношению к контрольным

вариантам и вариантам со 100% рекомендуемой обработкой. Увеличение показателя сухого вещества на 2,7% по отношению к контрольному варианту, на фоне 50% дозы, отмечено у растений сорта Памяти Осиповой и составляет 26,5% (таблица 12).

Таблица 12 – Влияние хелатных удобрений на содержание сухого вещества в клубнях среднеранних сортов картофеля

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Сухое вещество, %			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Гала	1. Контроль	18,9	20,0	19,4	19,4
	2. 50%	21,8	22,4	22,1	22,1
	3. 100%	21,7	21,9	22,0	21,9
Елизавета	1. Контроль	19,2	19,3	19,3	19,3
	2. 50%	22,9	22,4	22,0	22,4
	3. 100%	21,5	21,3	21,1	21,3
Памяти Осиповой	1. Контроль	24,0	23,5	23,9	23,8
	2. 50%	26,3	26,1	27,2	26,5
	3. 100%	24,4	24,8	24,9	24,7
НСР ₀₅ фактор А		1,1	1,1	1,1	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		1,2	1,2	1,2	–

Сокращение дозы REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro способствовало увеличению процента сухого вещества в клубнях среднеранних сортов, что говорит о экономической рентабельности возделывания данных сортов при минимизации затрат на удобрения. Снижение показателя сухих веществ при внесении 100% концентрации удобрений, может быть вызвано тем, что данные удобрения, усиливая рост и развитие растения, удлиняют вегетационный период и соответственно задерживают созревание клубней и биосинтез сухих веществ. Также снижение содержания сухих веществ может быть вызвано непосредственно особенностями сорта картофеля, размером клубней, глубиной посадки, поражением вредителями и т.д.

Исходя из полученных данных, приведённых в таблице 13, отмечается снижение содержания сухого вещества в клубнях урожая среднеспелых сортов картофеля при применении половины от рекомендуемой дозы удобрений.

Таблица 13 – Влияние хелатных удобрений на содержание сухого вещества в клубнях среднеспелых сортов картофеля

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Сухое вещество, %			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Аврора	1. Контроль	23,6	23,8	24,1	23,8
	2. 50%	18,8	19,2	19,0	19,0
	3. 100%	21,9	22,4	22,2	22,2
Каскад	1. Контроль	20,8	21,3	21,1	21,1
	2. 50%	20,4	20,1	19,9	20,1
	3. 100%	20,0	19,7	19,6	19,8
Ладожский	1. Контроль	23,1	22,6	22,5	22,7
	2. 50%	22,9	23,2	22,8	23,0
	3. 100%	21,7	22,1	22,2	22,0
НСР ₀₅ фактор А		1,1	1,1	1,1	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		1,0	1,1	1,0	–

У растений сорта Аврора, по отношению к контролю, снизилось на 4,8% содержание сухих веществ при обработке 50% растворами удобрений. Применение рекомендуемой 100% дозы препаратов снизило процентный показатель содержания сухих веществ в клубнях среднеспелых сортов.

Следовательно, влияние комплексных препаратов REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro на накопление сухого вещества в клубнях картофеля проявлялось неоднозначно, в зависимости от дозы внесения удобрений. Наблюдалась закономерность в зависимости от группы спелости сорта и применяемой дозы препарата. Так, ранние и очень ранние сорта оказались наиболее отзывчивы на комплексные удобрения и повышение уровня дозы до нормы. 50%

доза комплексных минеральных удобрений хелатной формы оказала положительное влияние на накопление сухих веществ у среднеранних исследуемых сортов картофеля. Однако, применение 100% дозы удобрений, незначительно, но снизило процентный показатель содержания сухого вещества по отношению к контрольным вариантам среднеспелых сортов картофеля.

3.5 Влияние хелатных удобрений на содержание крахмала в клубнях сортов картофеля различных групп спелости

Показателем качества клубней картофеля наряду с сухим веществом, является крахмал. Крахмалистость клубней, это главный признак кулинарных свойств картофеля. На содержание крахмала в клубнях картофеля влияют множество факторов, основной из которых – особенность сорта.

Внесение удобрений способно изменить процентное содержание крахмала в клубнях картофеля. Так, фосфорные удобрения, ускоряя развитие растений, активизируют синтез крахмала (Winkelmann, 1981).

Однако внесение комплексных удобрений с большим содержанием азота может способствовать снижению крахмалистости. Так, в опытах ВНИИКХ при внесении комплексных азотосодержащих минеральных удобрений произошло понижение крахмала в клубнях на 2,7% (Гриневич с соавт., 1979).

Согласно полученным данным, приведённым в таблице 14, 100% доза удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro способствует наибольшему накоплению крахмала у ультрараннего сорта Чароит (16,6%), в то время как на ранний сорт Удача (14,2%) положительное влияние оказало сокращение дозы вдвое, по отношению к контролю, где содержание крахмала составило 13%, а также и при обработке растений рекомендуемой производителем дозой удобрений (Спиридонов с соавт., 2020).

Таблица 14 – Влияние хелатных удобрений на содержание крахмала в клубнях ранних сортов картофеля

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Содержание крахмала, %			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Чароит	1. Контроль	14,8	15,1	15,0	15,0
	2. 50%	15,9	15,7	15,6	15,7
	3. 100%	16,7	16,4	16,6	16,6
Удача	1. Контроль	12,8	13,3	13,0	13,0
	2. 50%	14,2	14,1	14,3	14,2
	3. 100%	14,0	13,9	13,8	13,9
Ред Скарлетт	1. Контроль	11,2	10,7	11,4	11,1
	2. 50%	12,5	12,1	12,6	12,4
	3. 100%	12,2	12,4	12,4	12,3
НСР ₀₅ фактор А		0,7	0,7	0,7	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		0,7	0,7	0,7	–

В опыте 2018 года у сорта Чароит на фоне рекомендуемой дозы удобрений, показатель крахмалистости клубней вырос на 1,9% и составил 16,7% по отношению к контролю – 14,8%.

Наибольшая достоверная прибавка по содержанию крахмала, в опыте 2019 года, отмечается у сорта Ред Скарлетт – 1,7% по отношению к контрольным образцам.

В 2020 году, показатели крахмалистости клубней сорта Чароит достигли 16,6% на фоне внесения рекомендуемой дозы удобрений, в то время как показатели контрольных вариантов составили 15%.

За 3 года исследований, максимальная прибавка по содержанию крахмала в клубнях, на фоне применения комплексных препаратов у сорта Чароит – 16,6% (контроль – 15%).

Внесение 50% дозы комплексных хелатных удобрений улучшило крахмалистость клубней среднеранних сортов картофеля Гала, Елизавета и Памяти

Осиповой по отношению к контрольным образцам и варианту с обработкой растворами удобрений 100% концентрации (таблица 15).

Таблица 15 – Влияние хелатных удобрений на содержание крахмала в клубнях среднеранних сортов картофеля

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Содержание крахмала, %			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Гала	1. Контроль	11,5	10,9	11,0	11,1
	2. 50%	11,9	11,6	11,7	11,7
	3. 100%	9,9	10,7	10,3	10,3
Елизавета	1. Контроль	14,1	14,4	13,8	14,1
	2. 50%	17,0	16,7	16,6	16,8
	3. 100%	15,7	16,1	16,2	16,0
Памяти Осиповой	1. Контроль	12,0	12,2	12,1	12,1
	2. 50%	13,7	13,9	14,0	13,9
	3. 100%	13,3	13,5	13,5	13,4
НСР ₀₅ фактор А		0,7	0,7	0,7	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		0,7	0,7	0,7	–

Применение рекомендуемой производителем дозы, по отношению к контролю, повысило содержание крахмала в клубнях картофеля сортов Елизавета и Памяти Осиповой, в отличии от среднераннего сорта Гала, где при внесении 100% концентрации удобрений, показатель крахмала снизился до 10,3% в сравнении с контролем – 11,1%, в то время как снижение дозы вдвое, повысило процентное содержание крахмала в клубнях до 11,7%.

В опыте 2018 года, внесение 50% дозы удобрений способствовало повышению крахмалистости клубней среднеранних сортов картофеля на 0,4-2,9% по отношению к контролю и 0,4-2% по отношению к варианту с применением 100% дозы удобрений.

В 2019 году, крахмалистость картофеля сорта Елизавета на фоне внесения 50% дозы удобрений увеличилась до 16,7% (контроль – 14,4%; 100% - 16,1%), а сорта Памяти Осиповой до 13,9% (контроль – 12,2%).

Наибольшая достоверная прибавка по содержанию крахмала в клубнях, в опыте 2020 года, у картофеля сорта Елизавета – 2,8%, на фоне 50% дозы удобрений.

Подобное влияние дозы удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro связано с сортовой особенностью картофеля.

На фоне обработки препаратами, и увеличением дозы, у картофеля сорта Каскад было отмечено снижение уровня крахмала в клубнях с 15% до 14,1%, в то время как на растениях сорта Ладожский оказало положительное влияние внесение 50% дозы удобрений, а на сорт Аврора – 100% дозы, повысив тем самым крахмалистость клубней до 13,2% и 15,6% соответственно, по отношению к контрольным образцам (таблица 16).

Таблица 16 – Влияние хелатных удобрений на содержание крахмала в клубнях среднеспелых сортов картофеля

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Содержание крахмала, %			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Аврора	1. Контроль	14,5	14,6	14,2	14,4
	2. 50%	13,8	14,2	13,3	13,8
	3. 100%	16,0	15,1	15,7	15,6
Каскад	1. Контроль	14,9	15,1	15,0	15,0
	2. 50%	14,1	14,4	14,5	14,3
	3. 100%	13,9	14,2	14,1	14,1
Ладожский	1. Контроль	12,7	12,5	12,0	12,4
	2. 50%	13,9	13,2	12,6	13,2
	3. 100%	11,4	12,1	11,7	11,7
НСР ₀₅ фактор А		0,7	0,7	0,7	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		0,7	0,7	0,7	–

В 2018 году, применение рекомендуемой дозы удобрений способствовало увеличению содержания крахмала у сорта Аврора на 1,5%, по отношению к

контролю, в то время как применение данной дозы снизило крахмалистость сорта Ладожский на 1,5% по отношению к варианту с 50% дозой (таблица 16).

В опыте 2019 года, применение удобрений при возделывании сорта Каскад, снижает уровень крахмалистости клубней до 14,2% и 14,4%, по отношению к контролю – 15,1%. Тем самым, разница в концентрации вносимых удобрений является незначительной.

Следовательно, комплексные удобрения REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro оказывают положительное влияние на накопление крахмала в клубнях. В зависимости от группы спелости сорта следует правильно подбирать дозу вносимых удобрений для достижения наилучших показателей. Для группы среднеранних сортов лучше использовать 50% дозу удобрений, а для группы ранних сортов картофеля (Ред Скарлетт, Чароит) и среднеспелого сорта Аврора наиболее эффективна 100% доза хелатных удобрений.

3.6 Влияние хелатных удобрений на содержание витамина С в клубнях картофеля различных групп спелости

Картофель является одним из основных источников витамина С (аскорбиновая кислота). Содержание витамина С в клубнях зависит от их размера – в более крупных концентрация выше. В процессе хранения содержание аскорбиновой кислоты в первые 2 месяца падает на 45%, а затем постепенно снижается до 25% от первоначального. При термической обработке также теряется до 50% витамина С.

На изменение содержания витамина С в клубнях картофеля имеют влияния севооборот, внесение органических и минеральных удобрений, густота посадок и т.д.

Опыты многих исследователей по влиянию удобрений на содержание аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля неоднозначны. В частности, Б.А. Писарев (1986) и И.Н. Макаручук (1981) отмечают увеличение витамина С в картофеле на фоне применения удобрений, в то время как в исследованиях

Баранниковой З.Д. (1986) содержание аскорбиновой кислоты при внесении удобрений снижается до 30% по отношению образцам без обработки. Владимиров С. В. на основании проведенных исследований утверждает, что лишь увеличение дозы удобрений снижает содержания витамина С в клубнях картофеля, а при рекомендуемой и сниженной дозе данный показатель не имеет существенных различий с контрольными образцами без использования удобрений (Писарев, 1986; Макаручук, 1981; Баранникова с соавт., 1986; Владимиров, 2013).

В рамках нашего исследования проведен анализ клубней сортов отечественной селекции различного срока созревания на содержание в них витамина С и влияние на данный показатель внесения комплексных удобрений хелатной формы.

Таблица 17 – Влияние хелатных удобрения на содержание витамина С в клубнях картофеля ранних сортов

Сорт (фактор А)	Доза внесения удобрений (фактор В)	Содержание витамина С, мг/100 г			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Чароит	1. Контроль	17	18	18	18
	2. 50%	12	12	14	13
	3. 100%	12	11	12	12
Удача	1. Контроль	20	21	23	21
	2. 50%	17	15	14	15
	3. 100%	11	12	11	11
Ред Скарлетт	1. Контроль	18	20	21	20
	2. 50%	22	19	18	20
	3. 100%	15	16	16	16
НСР ₀₅ фактор А		0,8	0,8	0,8	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		0,7	0,7	0,7	–

Внесение комплексных хелатных удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro при возделывании ранних сортов картофеля, снижает С-

витаминовую активность клубней. На фоне внесения 100% дозы удобрений, содержание витамина С у клубней сорта Чароит снизилось более чем на 30% относительно контрольного варианта (12 мг/100г и 18 мг/100г соответственно). У сорта Удача на фоне рекомендуемой дозы внесения удобрений, содержание витамина С в клубнях снизилось вдвое относительно варианта без обработки препаратами (таблица 17).

Согласно данным таблицы 18, доза удобрений 1 г/л имеет положительное влияние на группу среднеранних сортов картофеля отечественной селекции. Такая доза способствовала накоплению витамина С в клубнях картофеля сортов Елизавета и Памяти Осиповой до 22 и 17 мг/100г, относительно контрольных, необработанных образцов 18 и 13 мг/100г соответственно. Содержание витамина С при повышении дозы до рекомендуемой производителем 2 г/л осталось на уровне варианта с 50% дозой внесения или изменилось незначительно.

Таблица 18 – Влияние хелатных удобрений на содержание витамина С в клубнях картофеля среднеранних сортов

Сорт (фактор А)	Доза внесения удобрений (фактор В)	Содержание витамина С, мг/100 г			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Гала	1. Контроль	13	14	14	14
	2. 50%	18	20	18	19
	3. 100%	20	19	17	19
Елизавета	1. Контроль	18	17	20	18
	2. 50%	23	21	23	22
	3. 100%	16	18	17	17
Памяти Осиповой	1. Контроль	13	14	12	13
	2. 50%	17	17	16	17
	3. 100%	16	16	16	16
НСР ₀₅ фактор А		0,9	0,9	0,9	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		0,9	0,9	0,9	–

Из этого следует, что среднеранние сорта способны накапливать и сохранять С-витаминовую активность при меньшей дозе препаратов, чем рекомендует

производитель, что является экономически выгодным аспектом применения данных удобрений.

Значительное увеличение содержания витамина С в группе среднеспелых сортов картофеля отмечается при обработке 100%-ой рекомендуемой дозой препаратов (таблица 19).

Таблица 19 – Влияние хелатных удобрений на содержание витамина С в клубнях картофеля среднеспелых сортов

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Содержание витамина С, мг/100 г			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Аврора	1. Контроль	15	16	14	15
	2. 50%	19	17	20	19
	3. 100%	21	19	23	21
Каскад	1. Контроль	13	14	14	14
	2. 50%	22	19	20	20
	3. 100%	22	22	21	22
Ладожский	1. Контроль	13	15	14	14
	2. 50%	17	17	16	17
	3. 100%	21	20	19	20
НСР ₀₅ фактор А		0,9	0,9	0,9	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		1,0	1,0	1,0	–

Такое повышение связано, в том числе с длительным вегетационным периодом среднеспелых сортов. Пропорциональное увеличение С-витаминной активности в зависимости от доз внесения удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro говорит о их положительном влиянии на биохимический состав клубней.

Сокращение дозы удобрений вдвое, относительно рекомендуемой, снизило содержание аскорбиновой кислоты на 2-3 мг/100г в клубнях среднеспелых сортов Аврора (19 мг/100г), Каскад (20 мг/100г) и Ладожский (17 мг/100г).

Таким образом, внесение комплексных минеральных удобрений способствовало увеличению содержания витамина С в клубнях картофеля среднеранних и среднеспелых сортов в зависимости от используемых доз 50% и 100% соответственно. На группу ранних сортов применение комплекса минеральных удобрений не оказало положительного эффекта, снизив содержания аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля, что может быть связано с сортовой особенностью картофеля.

3.7 Влияние хелатных удобрений на содержание сахаров в клубнях картофеля различных групп спелости

Углеводы в клубнях картофеля представлены алифатическими полиоксикарбонильными соединениями и их многочисленными производными. Содержание углеводов составляет до 90% сухого вещества растений, они делятся на моносахариды, олигосахариды и полисахариды. В растениях картофеля моносахариды – это первичные продукты фотосинтеза, которые используются для дальнейшего биосинтеза полисахаридов, гликозидов, аскорбиновой кислоты, аминокислот т.д. (Новиков с соавт., 2015).

Процентное содержание углеводов в растениях картофеля является сортовым признаком. Так примитивные и дикие виды картофеля отличаются пониженной способностью к накоплению растворимых углеводов. В свежееубранных клубнях основную массу углеводов (до 33%) составляет крахмал, до 70% приходится на глюкозу, до 35% - на сахарозу, а порядка 5% - на фруктозу (Архипова, 2005; Спиридонов с соавт., 2021).

Углеводы оказывают существенное влияние на вкусовые и технологические показатели картофеля. Сладкий вкус свойственен клубням с содержанием 7-8% растворимых углеводов в сухом веществе.

Хайбуллин М.М. (2005), на основании проведенных опытов, утверждает, что внесение удобрений увеличивает содержание сахаров в урожайных клубнях.

Исследования Басиева С.С. (2013), по выращиванию картофеля в условиях лесостепной зоны РСО – Алания, подтверждают данные предположения.

Нами был проведен анализ клубней картофеля на содержание в них сахаров и влияние на данные показатели внесение различных доз комплексных минеральных удобрений.

Согласно данным таблицы 20, применение комплексных препаратов Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro и REXOLIN ABC снижало уровень сахаров в клубнях ранних сортов. У сортов Чароит, Удача, Ред Скарлетт при обработке различной дозой препаратов, уровень сахаров снизился в среднем на 0,1%.

Таблица 20 – Влияние хелатных удобрений на содержание редуцирующих сахаров в клубнях ранних сортов картофеля

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Содержание редуцирующих сахаров, %			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Чароит	1. Контроль	0,6	0,57	0,55	0,57
	2. 50%	0,46	0,46	0,45	0,46
	3. 100%	0,45	0,46	0,45	0,45
Удача	1. Контроль	0,46	0,46	0,46	0,46
	2. 50%	0,35	0,35	0,34	0,35
	3. 100%	0,34	0,36	0,34	0,35
Ред Скарлетт	1. Контроль	0,48	0,47	0,47	0,47
	2. 50%	0,38	0,36	0,36	0,37
	3. 100%	0,36	0,36	0,35	0,36
НСР ₀₅ фактор А		0,02	0,02	0,02	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		0,02	0,02	0,02	–

Повышение содержания редуцирующих сахаров в клубнях картофеля среднеранних сортов отмечается при использовании 50% дозы вносимых удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro.

Наибольшую прибавку показал сорт Памяти Осиповой, в клубнях которого содержание сахаров возросло почти вдвое по отношению к контролю и составило 0,45% и 0,91% соответственно (таблица 21).

Таблица 21 – Влияние хелатных удобрений на содержание редуцирующих сахаров в клубнях среднеранних сортов картофеля

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Содержание редуцирующих сахаров, %			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Гала	1. Контроль	0,41	0,44	0,4	0,42
	2. 50%	0,55	0,56	0,56	0,56
	3. 100%	0,4	0,44	0,41	0,42
Елизавета	1. Контроль	0,24	0,23	0,25	0,24
	2. 50%	0,48	0,46	0,48	0,47
	3. 100%	0,32	0,36	0,35	0,34
Памяти Осиповой	1. Контроль	0,44	0,46	0,46	0,45
	2. 50%	0,9	0,92	0,91	0,91
	3. 100%	0,58	0,58	0,6	0,59
НСР ₀₅ фактор А		0,02	0,02	0,02	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		0,03	0,03	0,03	–

На фоне сниженной вдвое дозы удобрений (1 г/л) у картофеля сорта Елизавета отмечается повышения содержания сахаров в клубнях до 0,47%, в то время как средний показатель на контроле составил 0,24%.

У сорта Гала, в клубнях выявлено 0,56% сахаров при концентрации вносимых удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro – 1 г/л, что на 1,4% выше чем на контроле и варианта с рекомендуемой производителем дозой удобрений (2 г/л).

Группа среднеспелых сортов, как и среднеранних, оказалась более восприимчива к 50% дозе удобрений. Такая сортовая особенность как продолжительность вегетационного периода, так же имеет своё влияние на содержание редуцирующих сахаров в клубнях картофеля в зависимости от

спелости сорта. Применение половины рекомендуемой дозы препаратов, повысило уровень сахаров в клубнях среднеспелого сорта картофеля Аврора на 100%, в то время как 100% доза удобрений не оказала никакого влияния на данный сорт. В отношении других опытных среднеспелых сортов, внесение комплексных удобрений различной дозы, имело незначительный эффект по отношению к контрольным образцам (таблица 22).

Таблица 22 – Влияние хелатных удобрений на содержание редуцирующих сахаров в клубнях среднеспелых сортов картофеля

Сорт (фактор А)	Вариант (фактор В)	Содержание редуцирующих сахаров, %			
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее за 3 года
Аврора	1. Контроль	0,45	0,46	0,46	0,46
	2. 50%	0,87	0,82	0,83	0,84
	3. 100%	0,48	0,46	0,44	0,46
Каскад	1. Контроль	0,57	0,61	0,6	0,59
	2. 50%	0,61	0,64	0,64	0,63
	3. 100%	0,63	0,61	0,6	0,61
Ладожский	1. Контроль	0,4	0,43	0,39	0,41
	2. 50%	0,45	0,44	0,45	0,45
	3. 100%	0,38	0,36	0,35	0,36
НСР ₀₅ фактор А		0,03	0,03	0,03	–
НСР ₀₅ фактор В и АВ		0,03	0,03	0,03	–

Таким образом, применение комплексных препаратов Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro и REXOLIN ABC по-разному повлияло на содержание редуцирующих сахаров в клубнях картофеля различных групп спелости. На ранних сортах применение изучаемых удобрений привело к снижению содержания сахаров на 0,10-0,12% по сравнению с контролем. На среднеранних и среднеспелых сортах повышение уровня сахаров до 0,84-0,91% произошло при использовании 50% дозы удобрений, в то время как внесение рекомендуемой производителем 100% дозы

заметно снизило уровень сахаров в клубнях или соответствовало контрольным вариантам (0,24-0,47%).

3.8 Влияние хелатных удобрений на содержание нитратов в клубнях картофеля различных групп спелости

Нитратами называют соли азотной кислоты. Нитрат аммония (аммиачная селитра), натрия (натриевая селитра) и кальция (кальциевая селитра) используются как азотные удобрения. Нитраты образуются также из азотосодержащих органических веществ под действием нитрифицирующих микроорганизмов, находятся преимущественно в почвенном растворе, подвижны и легкодоступны для растений. Если в растения нитратов поступает больше, чем необходимо для их жизнедеятельности, то происходит их накопление в ботве и клубнях, что делает использование такого картофеля небезопасным (Юшков с соавт., 2022; Савинова с соавт., 2022).

Накопление нитратов в клубнях картофеля различных сортов, при одинаковых условиях выращивания различно – от 30 до 200 мг/кг и более. Ранние сорта содержат больше нитратов в отличие от более поздних. В процессе вегетации и созревания клубней концентрация нитратов в растениях картофеля снижается. Предельно допустимая концентрация (ПДК) нитратов в сыром картофеле 250 мг/кг. (СанПиН 2.3.2.560-96)

Садовская Л.К. отмечает, что внесение хелатных удобрений способствуют снижению нитратов в растениеводческой продукции до 40%. Так же исследования Шевченко А.С. и Гуляевой В.Г. подтверждают безопасность использования хелатных удобрений при возделывании картофеля (Садовская, 2017; Шевченко с соавт., 2018; Гуляева с соавт., 2017).

Комплексные удобрения REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro являются безопасными для картофеля (рисунок 7). Содержание нитратов в клубнях не превышает допустимую норму ПДК и варьируется в пределах 94-106 мг/кг (Спиридонов с соавт., 2020).

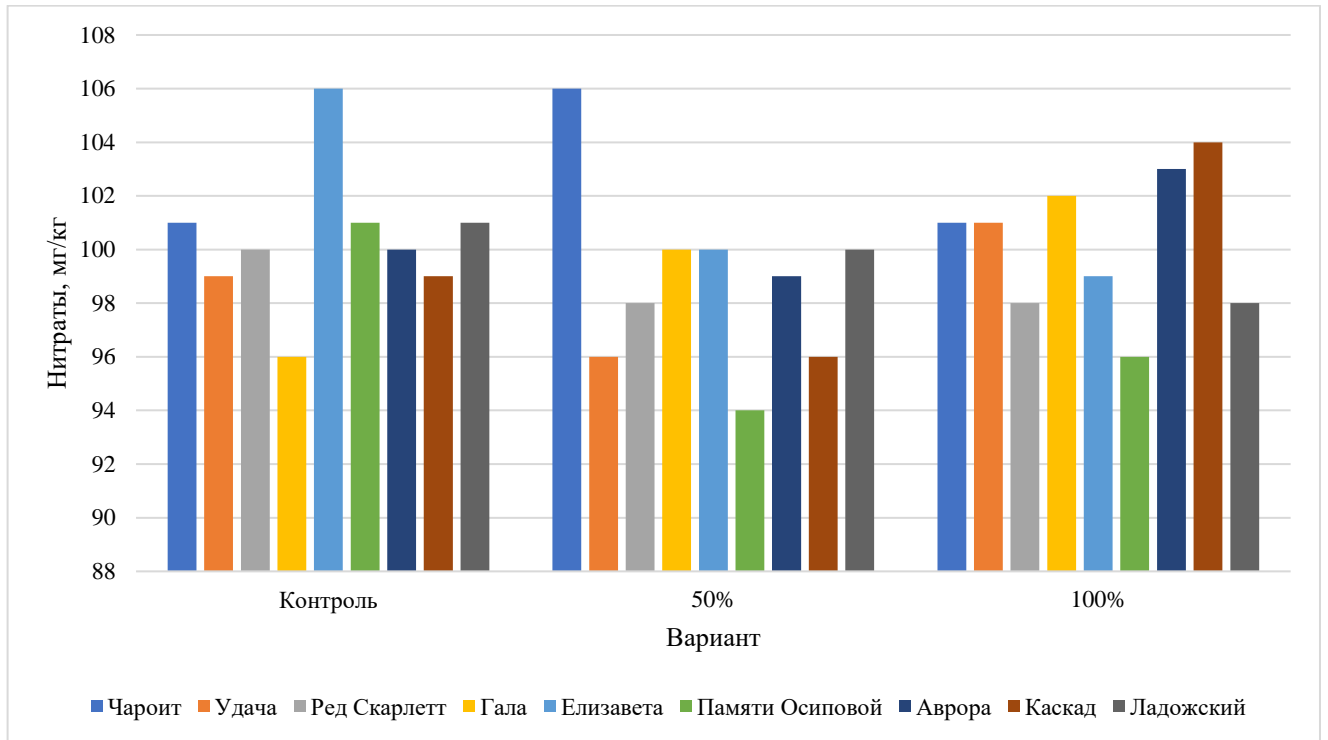


Рисунок 7 – Влияние различных доз комплексных хелатных удобрений на содержание нитратов в клубнях картофеля различной спелости (средние данные за 3 года)

ГЛАВА 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ

С целью оценки экономической обоснованности применения комплекса хелатных удобрений при выращивании сортов картофеля различных групп спелости, были выполнены расчёты исходя из урожайности и отзывчивости сортов на различную дозу внесения удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro.

Растения картофеля на протяжении всего периода вегетации нуждаются в комплексном минеральном питании. Исходя из этого, дополнительные экономические затраты на удобрения и процесс обработки во многом оправдываются урожайностью. Дозы внесения, сроки и методика обработки растений комплексными хелатными препаратами основывались на рекомендациях производителя.

Совместно с затратами на удобрения и их внесение, были рассчитаны общие производственные агротехнические мероприятия, включающие в себя стоимость семенных клубней, транспортировку, стоимость горючего, заработную плату и т.д. Все нормативные показатели и нормативы на материальные затраты были взяты из открытых источников и справочников в производственных условиях сельскохозяйственных предприятий данной зоны (приложение А).

Себестоимость урожая исчислялась из затрат на уборку, транспортировку, доработку и его продажу, а также на текущие прямые затраты, на использование поливальных установок для обработки удобрениями растений картофеля, включающие в себя амортизацию водозаборных сооружений, насосно-силового оборудования, оросительной техники, издержки на технический уход и текущий ремонт, на заработную плату и прочие накладные расходы.

Основными позициями, составляющими общий объем расходов являлись: посадочный семенной материал, горюче-смазочные материалы, удобрения и поливы, затраты на техническое обслуживание и заработная плата.

Применение комплексных удобрений хелатной формы, повышение технологичности процесса с минимизацией ручного труда, выращивание и использование собственного посадочного материала, разработка индивидуальных схем и технологий выращивания относительно группы скороспелости сортов и отдельно взятого сорта – основные пути совершенствования агротехники выращивания картофеля и увеличение экономической целесообразности его производства.

Основные значения экономической оценки возделывания картофеля на фоне внесения различных доз внесения удобрений, как затраты, урожайность, выручка, чистый доход и рентабельность производства, представлены в таблице 23.

Таблица 23 – Экономическая эффективность внесения различных доз хелатных удобрений на урожайность группы ранних сортов картофеля

Сорт	Вариант	Урожайность, т/га	Затраты на 1га тыс. руб.	Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб.	Рентабельность, %
Чароит	Контроль	17	210,9	510	299,1	58,6
	50%	20,3	212,1	609	396,9	65,2
	100%	20,3	213,3	609	395,7	65,0
Удача	Контроль	17,3	210,9	519	308,1	59,4
	50%	26	212,1	780	567,9	72,8
	100%	25,5	213,3	765	551,7	72,1
Ред Скарлетт	Контроль	17,8	210,9	534	323,1	60,5
	50%	25,5	212,1	765	552,9	72,3
	100%	23,8	213,3	714	500,7	70,1

На основании проведенных расчетов, максимальные величины показателя рентабельности у группы ранних сортов были выявлены при использовании 50% дозы удобрений. Максимальный уровень рентабельности у ультрараннего сорта Чароит на фоне 50% дозы удобрений, который составляет 65,2% при чистой прибыли производства в 396,9 тыс. рублей. Наиболее выгодное выращивание с

применением комплекса хелатных препаратов отмечается у ранних сортов картофеля Удача и Ред Скарлетт, рентабельность производства которых составила 72,8% и 72,3% соответственно, при внесении дозы удобрений 1 г/л, в сравнении с контрольными вариантами (Удача – 59,4%; Ред Скарлетт – 60,5%). Рентабельность производства картофеля при применении рекомендуемой дозы препаратов чуть ниже, чем при сокращенной, что говорит о высокой экономической целесообразности использования дозы 1 г/л хелатных удобрений, при выращивании очень ранних и ранних сортов картофеля.

Таблица 24 – Экономическая эффективность внесения различных доз хелатных удобрений на урожайность среднеранних сортов картофеля

Сорт	Вариант	Урожайность, т/га	Затраты на 1га тыс. руб.	Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб.	Рентабельность, %
Гала	Контроль	19,8	210,9	594	383,1	64,5
	50%	24,3	212,1	729	516,9	70,9
	100%	23,3	213,3	699	485,7	69,5
Елизавета	Контроль	19,9	210,9	597	386,1	64,7
	50%	23	212,1	690	477,9	69,3
	100%	24,1	213,3	723	509,7	70,5
Памяти Осиповой	Контроль	20	210,9	600	389,1	64,9
	50%	32,5	212,1	975	762,9	78,2
	100%	29,5	213,3	885	671,7	75,9

Согласно данным таблицы 24, возделывание среднеранних сортов картофеля Гала и Памяти Осиповой, наиболее рентабельно при внесении 50%-ой дозы удобрений. При меньших затратах на удобрения, рентабельность выращивания картофеля среднеранней группы скороспелости значительно выше по отношению к контролю и к выращиванию на фоне рекомендуемой производителем дозы внесения удобрений.

Из исследуемых сортов данной группы, самым экономически выгодным в производстве оказался сорт Памяти Осиповой, рентабельность которого на фоне 50% дозы внесения удобрений составила 78,2%, в отличии от контрольных образцов – 64,9%. Использование 100%-ой дозы удобрений, так же экономически выгодно и рентабельно по отношению к контролю. Так, рентабельность производства сорта Елизавета, при внесении рекомендуемой дозы удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro, составила 70,5%, в то время как в контрольном варианте данный показатель 64,7%.

На основании приведенных данных таблицы 25, рентабельность выращивания среднеспелых сортов картофеля наиболее высокая на фоне применения 50% дозы изучаемых удобрений.

Таблица 25 – Экономическая эффективность внесения различных доз хелатных удобрений на урожайность среднеспелых сортов картофеля

Сорт	Вариант	Урожайность, т/га	Затраты на 1 га тыс. руб.	Выручка от реализации продукции, тыс. руб.	Чистый доход, тыс. руб.	Рентабельность, %
Аврора	Контроль	19,5	210,9	585	374,1	63,9
	50%	25,5	212,1	765	552,9	72,3
	100%	23,5	213,3	705	491,7	69,7
Каскад	Контроль	21,1	210,9	633	422,1	66,7
	50%	24,6	212,1	738	525,9	71,3
	100%	24,5	213,3	735	521,7	71,0
Ладожский	Контроль	20,9	210,9	627	416,1	66,4
	50%	25,4	212,1	762	549,9	72,2
	100%	24,7	213,3	741	527,7	71,2

Так, рентабельность возделывания сорта Аврора при внесении препаратов в дозе 1 г/л, возросла до 72,3%, в отношении контрольного варианта, где рентабельность составила 63,9%. Обработка удобрениями сортов Каскад и Ладожский, так же является экономически целесообразной. Использование

уменьшенной вдвое дозы удобрений, относительно рекомендуемой производителем 2 г/л, позволило повысить рентабельность производства сорта Каскад до 71,3%, а Ладожский – до 72,2%. Применение рекомендуемой дозы 2 г/л при возделывании среднеспелых сортов, в экономическом плане менее эффективно по отношению к сокращенной дозе, но рентабельнее в сравнении с контрольным вариантом без внесения удобрений.

Основой анализа экономической эффективности совершенствования технологии выращивания картофеля путём использования комплексных минеральных удобрений хелатной формы, является соотношение чистого дохода к выручке от реализуемой продукции.

Следует отметить, что достижение высокой экономичности, рентабельности производства и максимальных показателей урожайности картофеля при применении комплексных минеральных удобрений, можно достигнуть исключительно при оптимизации всех остальных условий выращивания растений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Применение хелатных минеральных удобрений способствовало увеличению урожайности сортов картофеля. Прибавка по урожайности групп ранних и ранних сортов от использования удобрений составляет до 8,8 т/га, среднеранних до 12,5 т/га, среднеспелых до 6 т/га, в зависимости от сорта и доз внесения удобрений. Рекомендуемая производителем 100% доза удобрения оказала положительное влияние на урожайность только одного среднераннего сорта Елизавета, повысив урожайность до 24,1 т/га или больше, чем на контроле на 4,2 т/га, в то время как остальные сорта картофеля различных групп спелости сформировали больший урожай при 50% дозе удобрения. Подобные различия связаны с индивидуальной биологической особенностью сортов и различными сроками вегетации в зависимости от скороспелости.

2. Применение хелатных удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro оказало положительное влияние на структуру урожая картофеля изученных сортов. Наибольшая средняя масса клубней с одного растения, до 569,8 грамма, у ранних сортов картофеля, достигается путем внесения 50% дозы комбинации удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro. Внесение 50 % дозы удобрений способствует увеличению числа клубней и массы мелкой и крупной фракций у среднеранних сортов картофеля Елизавета и Памяти Осиповой, однако способно снижать показатель средней массы клубня. На фоне внесения 50% концентрации удобрений наибольшая средняя масса клубней отмечается у сортов Елизавета (703,5 г) и Памяти Осиповой (526 г). Внесение рекомендуемой концентрации (2 г/л) увеличило среднюю массу клубней с одного растения до 521,6 грамм у сорта Гала. Наибольшая качественная прибавка по соотношению числа клубней и массы, отмечается у среднеспелых сортов Каскад и Ладожский на фоне рекомендуемой дозы удобрений 2 г/л. Для среднеспелого сорта Аврора целесообразнее вносить 50% дозу комплексных изучаемых удобрений.

3. Содержание сухого вещества в клубнях картофеля при использовании удобрений повышается, а содержание крахмала чаще снижается. Повышение содержания сухого вещества в клубнях картофеля сортов Чароит и Ред Скарлетт при применении рекомендованной производителем дозы удобрений 2 г/л составляло 3-4% по сравнению с контрольным вариантом (до 24,2% и 25,2% соответственно). У раннего сорта Удача и группы среднеранних сортов, при внесении половины от рекомендуемой дозы удобрения, показатель содержания крахмала повышается. У группы среднеспелых сортов, при внесении удобрений различной дозы, снижается крахмалистость клубней.

4. Применение комплексных удобрений способствует снижению содержания витамина С в клубнях группы ранних сортов. У сорта Чароит на фоне внесения удобрений уровень витамина С снижается до 12 мг/100 г относительно контроля 18 мг/ 100 г, у сорта Удача с 21 до 11 мг/100 г, у сорта Ред Скарлетт с 20 до 16 мг/100 г. Выращивание среднеранних сортов Гала, Елизавета и Памяти Осиповой на фоне исследуемых удобрений способствует накоплению витамина С, где его наибольшая прибавка отмечается при использовании 50% концентрации препаратов. Внесения рекомендуемой дозы удобрений (2 г/л) повысило содержание витамина С у среднеспелых сортов Аврора, Каскад и Ладожский до 21, 22 и 20 мг/100 г соответственно, что выше показателей контрольного варианта (15, 14 и 14 мг/100 г) и варианта с внесением 50% концентрации удобрений (19, 20 и 17 мг/100 г).

5. Внесение 50% дозы комплексных минеральных удобрений повлияло на изменение биохимического состава клубней, в частности, повышение уровня сахаров в клубнях среднеранних и среднеспелых сортов до 0,84-0,91% и снижения у сортов раннего срока созревания – до 0,35-0,46%. Рекомендуемая производителем доза удобрения приводила к снижению уровня сахаров у сортов независимо от сроков созревания.

6. Установлена и подтверждена безопасность использования применяемых удобрений. Содержание нитратов в клубнях картофеля всех

исследуемых сортов не превышало уровень ПДК в 250 мг NO₃ на 1 кг, и составляло 94-106 мг/кг.

7. Сорт как элемент технологии возделывания оказывает существенное влияние на урожайность и качество клубней картофеля. Использование новых районированных сортов позволяет получить в условиях Ленинградской области до 28,6-36,1 т/га клубней картофеля высокого качества.

8. Анализ экономической эффективности показал высокую рентабельность выращивания среднеранних сортов картофеля за счёт получения высокой урожайности при минимальных затратах на удобрения путём использования 50% дозы (1 кг/га) от рекомендуемой производителем (2 кг/га).

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

1. На дерново-карбонатных среднесуглинистых почвах в условиях Ленинградской области, при возделывании сортов картофеля различных сроков созревания (Чароит, Удача, Ред Скарлетт, Гала, Памяти Осиповой, Аврора, Каскад, Ладожский) рекомендуем применение комплексных хелатных удобрений REXOLIN ABC (предпосадочная обработка клубней) и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro (по достижении 10 см всходов и в фазу бутонизации) в сокращённой на 50% дозе – 1 г/л, что позволяет снизить затраты на удобрения в два раза, сохранив уровень урожайности.
2. Для получения клубней с высоким содержанием крахмала, рекомендуем внесение удобрений REXOLIN ABC (предпосадочная обработка клубней) и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro (по достижении 10 см всходов и в фазу бутонизации) в дозе 1 г/л для сортов Удача, Ред Скарлетт, Гала, Елизавета, Памяти Осиповой, Ладожский. При возделывании сортов Аврора и Чароит, рекомендуем дозу удобрений, заявленную производителем – 2 г/л.
3. Рекомендуем внесение удобрений REXOLIN ABC (предпосадочная обработка клубней) и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro (по достижении 10 см всходов и в фазу бутонизации) в дозе 1 г/л при возделывании среднеранних сортов (Гала, Елизавета, Памяти Осиповой), и 2 г/л для среднеспелых сортов (Аврора, Каскад, Ладожский) в целях повышения содержания витамина С в клубнях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абакумов, В.Н. Формирование урожая и качества клубней картофеля сортов разных групп спелости в зависимости от применения подкормок в условиях ЦРНЗ РФ // В.Н. Абакумов. – Текст : непосредственный // Дисс.. канд. с.-х. наук. Москва, 2018. – 181с.
2. Анисимов, Б.В. Полнее использовать средоулучшающие и защитные агроприёмы при выращивании семенного картофеля / Б.В. Анисимов, С.М. Юрлова. – Текст : непосредственный // Картофель и овощи. - 2011. - № 2. - С. 18-19.
3. Анисимов, Б.В. Сорта картофеля, возделываемые в России: Справочное издание / Б.В. Анисимов, С.Н. Еланский, В.Н. Зейрук и др. – М.: Агроспас, 2013. – 144 с. – Текст : непосредственный.
4. Архипова, Н.П. Белково-углеводный комплекс картофеля. - М.: Наука и жизнь, 2005.-С.13-14. – Текст : непосредственный.
5. Баранникова З.Д., Мельникова И.Е. Действие норм азотных удобрений на продуктивность и качество картофеля и скорость его онтогенеза // Гумус и азот в почвообразовании и земледелии нечерноземной зоны РСФСР. Л., 1986. - С.42-52. – Текст : непосредственный.
6. Байрамбеков, Ш.Б. Некоторые элементы технологии возделывания картофеля в Нижнем Поволжье [Текст] /Ш.Б. Байрамбеков //Научные основы эффективного использования орошаемых земель аридных территорий России. – Волгоград. – 2007. – С. 70-77. – Текст : непосредственный.
7. Байрамбеков, Ш.Б. Технология производства картофеля в Астраханской области: рекомендации [Текст] /Ш.Б. Байрамбеков, В.В. Коринец, З.Б. Валеева. – Астрахань. – 2007. – 104 с. – Текст : непосредственный.
8. Басиев С.С. Влияние уровня минерального питания на продуктивность и качество картофеля / С. С. Басиев, М. Д. Газдаров, Ф. Т. Гериева [и др.] // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 50. – № 1. – С. 57-63. – Текст : непосредственный.

9. Белик, В.Ф. Овощеводство / В.Ф. Белик, В.Ф. Советкина, В.П. Дерюжкин – М.: Колос, 1981. – 380 с. – Текст : непосредственный.
10. Беседин, А.Л. Возделывание картофеля / А.Л. Беседин, Л.В. Христофоров. – Йошкар-Ола, 1971. – 156 с. – Текст : непосредственный.
11. Борисова, Е.Е. Применение сидератов в мире / Борисова Е.Е. // Вестник НГИЭИ. – 2015. - №6. - С. 24-33. – Текст : непосредственный.
12. Брежнев, Д.Д. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Д.Д. Брежнев – М.: Колос, 1975. – 182 с. – Текст : непосредственный.
13. Бронштейн, П. М. Влияние хелатных удобрений на продуктивность картофеля отечественных сортов в условиях Ленинградской области / П. М. Бронштейн, А. М. Спиридонов. – Текст : непосредственный // Роль молодых ученых и исследователей в решении актуальных задач АПК : материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, Санкт-Петербург-Пушкин, 26–28 марта 2020 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет; главный редактор В. Ю. Морозов, заместитель главного редактора Н. А. Цыганова. – Санкт-Петербург, 2020. – ISBN 978-5-85983-346-7. – Ч. 1. – С. 112-115.
14. Бронштейн, П. М. Влияние новых комплексных удобрений на урожайность отечественных сортов картофеля разной спелости в условиях Северо-Запада РФ / П. М. Бронштейн, А. М. Спиридонов. – Текст : непосредственный // Роль молодых ученых в решении актуальных задач АПК : Материалы международной научно-практической конференции молодых ученых и обучающихся, посвящается 115-летию Санкт-Петербургского государственного аграрного университета, Санкт-Петербург-Пушкин, 28–30 марта 2019 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет; главный редактор Е. В. Жгулев, заместители главного редактора В. А. Смелик, А. В. Добринов. – Санкт-Петербург, 2019. – ISBN 978-5-85983-331-3. – С. 56-59.

15. Вавилов, П.П. Растениеводство: учебник / П.П. Вавилов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 512 с. – Текст : непосредственный.
16. Васильев, А. А. Хелатные микроэлементы обеспечивают получение программируемого урожая картофеля / А. А. Васильев. – Текст : непосредственный // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных культур и картофеля: сборник научных трудов, Челябинск, 16–31 марта 2015 года / ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства». – Челябинск: Челябинский Дом печати, 2015. – С. 354-362.
17. Васильев, А.А. Зависимость урожая и качества клубней картофеля в лесостепной зоне Южного Урала от уровня минерального питания и густоты посадки / А.А. Васильев. – Текст : непосредственный // Российская сельскохозяйственная наука. – 2014.- №5. – С. 25-28.
18. Васильев, А.А. Сорт - основа урожая / А.А. Васильев, В.П. Дергилев. – Текст : непосредственный // Вестник Южно-Уральского НИИ плодовоовощеводства и картофелеводства. - 2008. - С.124.
19. Васильев, А.А. Эффективность сидеральных предшественников картофеля в лесостепной зоне Южного Урала / А.А. Васильев. – Текст : непосредственный // Достижение науки и техники АПК. – 2013. - №8. – С. 16-18.
20. Васюков, Ю.С. Сортовое разнообразие (картофеля) / Ю.С. Васюков – Текст : непосредственный // Новое сел. хоз-во. - 2000. - № 1. - С. 24-25.
21. Вечер, А.С. Физиология и биохимия картофеля. / А.С. Вечер, М.Н. Гончарик // Минск: Наука и техника, 1973. - 264 с. – Текст : непосредственный.
22. Визирякин, К.Н. «Аграрная долина»: картофельный проект объединяет Россию и Нидерланды / К.Н. Визирякин. – Текст : непосредственный // Сельскохозяйственные вести. – 2012. - №3. – С. 34-35.
23. Вильдфлуш, И. Р., Цыганов, А. Р. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур:

- монография / И.Р. Вильдфлуш, А.Р. Цыганов, О.И. Мишура. – Минск : Белорусская наука, 2011. – Текст : непосредственный.
- 24.Владимиров, С. В. Формирование урожая картофеля в зависимости от уровня минерального питания на серой лесной почве лесостепи среднего Поволжья / С. В. Владимиров. – Текст : непосредственный // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 8. – № 2(28). – С. 110-114.
- 25.Власенко, Н.Е. Удобрение картофеля / Н.Е. Власенко. М.: Агропромиздат, 1987. 219 с. – Текст : непосредственный.
- 26.Гайсин И.А. Микроудобрения в современной земледелии / И.А. Гайсин, Р.Н. Сагитова, Р.Р. Хабибуллин. – Текст : непосредственный // Агрохимический вестник. – 2010. – №4. – С. 13-15.
27. Гайсин И.А. Хелатные микроудобрения: практика применения и механизм действия: монография / И.А. Гайсин, В.М. Пахомова. – Казанский ГАУ. – Йошкар-Ола, 2014. – 344 с. – Текст : непосредственный.
28. Гайсин И.А. Эффективность некорневой подкормки хелатным микроудобрением в сочетании с азотом в технологии возделывания яровой пшеницы на серых лесных почвах республики Татарстан / И.А. Гайсин, М.Г. Муртазин, С.Г. Муртазина. – Текст : непосредственный // Зерновое хозяйство России. – 2014. – № 2. – С. 1-7.
29. Галкин, А. Н. Применение хелатных удобрений для некорневых подкормок картофеля в дельте Волги / А. Н. Галкин, Ш. Б. Байрамбеков, Г. В. Гуляева. – Текст : непосредственный // Проблемы развития АПК региона. – 2017. – Т. 29. – № 1(29). – С. 7-13.
- 30.Григоров, С.М. Режим орошения и удобрения раннего картофеля /С.М. Григоров, Л.Л. Свиридова. – Текст : непосредственный // Картофель и овощи. – 2006. – №4. – С. 15-16.
- 31.Гриневич В. Ф., Христенко Г.С., Кузьмина В. М. Влияние возрастающих доз минеральных удобрений на урожай и качество картофеля в условиях орошения на дерново-подзолистых связнопесчаных почвах / В.Ф. Гриневич, Г.С.

- Христенко, В.М. Кузьмина. – Текст : непосредственный // Научные Труды НИИКХ. М., – 1979. – выпуск № 34. – С.53 - 58.
32. Гуляева, Г. В. Влияние некорневых подкормок растений картофеля на урожайность и качество клубней / Г. В. Гуляева, Н. Н. Киселева, Ш. Б. Байрамбеков. – Текст : непосредственный // Картофелеводство: Материалы научно-практической конференции, Москва, 01–03 августа 2017 года / Под редакцией С.В. Жеворы. – Москва: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха", 2017. – С. 194-196.
33. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2022. – 646 с. – Текст : непосредственный.
34. ГОСТ 26213-91 «Почвы. Методы определения органического вещества», Москва, 1991.
35. ГОСТ 26483-85 «Почвы. Определение рН солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО», Москва, 1985.
36. ГОСТ 26207-91 «Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО», Москва, 1991.
37. ГОСТ 7194-81 «Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества», Москва, 1981.
38. ГОСТ 24556-89 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С», Москва, 1989.
39. ГОСТ 12575-2001 «Сахар. Методы определения редуцирующих веществ», Москва, 2001.
40. ГОСТ 16932-93 «Целлюлоза. Определение содержания сухого вещества», Москва, 1993
41. Державин, Л.М. Применение минеральных удобрений в интенсивном земледелии / Л.М. Державин. – М.: Колос, 1992. - 272 с. – Текст : непосредственный.

42. Дорожкин, Б.Н. Селекция картофеля в Западной Сибири: монография / Б.Н. Дорожкин. – Текст : непосредственный // РАСХН СО. СибНИИСХ. Омск, 2004. – 272 с.
43. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта : (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям / Б. А. Доспехов. - Изд. 6-е, стер., перепеч. с 5-го изд. 1985 г. - Москва : Альянс, 2011. - 350, [1] с. : ил., табл. – Текст : непосредственный.
44. Дубровин, Н.К. Продуктивность отечественных сортов картофеля в Астраханской области /Н.К. Дубровин, Ш.Б. Баренбеков, О.Г. Корнева. – Текст : непосредственный // Картофель и овощи. – 2012. - №1. – С. 19-20.
45. Замотаев, А.И. Интенсивная технология производства картофеля / А.И. Замотаев, В.М. Лубенцев, А.С. Воловик. – Текст : непосредственный // Уборка картофеля. М.- Росагропромиздат, 1989. – С.187-205.
46. Занкин, Д.В. Повышение эффективности производства картофеля / Д.В. Занкин. – Текст : непосредственный // М.: Россельхозиздат, 1987. - 223 с.
47. Засорина, Э.В. Агробиологические аспекты повышения эффективности возделывания картофеля в Центральном Черноземье: Автореф. дис. доктора с.-х. наук: 06.01.09 / Засорина Эльза Владимировна. – Курск, 2006. – 47 с. – Текст : непосредственный.
48. Засорина, Э.В. Продуктивность, сортосмена, сортообновление и технологии размножения картофеля в Центральном Черноземье / Э.В. Засорина. – Курск: Изд. КГСХА, 2005. – 88 с. – Текст : непосредственный.
49. Иванов, В.К. Совершенствование системы производства раннего картофеля / В.К. Иванов. – Текст : непосредственный // Новосибирск. 1981. - С. 13-23.
50. Иванюшин, Е. А. Эффективность применяемых удобрений на картофеле / Е. А. Иванюшин, Р. С. Хачукаев. – Текст : непосредственный // Вестник Курганской ГСХА. – 2018. – № 1(25). – С. 27-30.

51. Ивенин, В.В. Агротехнические особенности выращивания картофеля в Волго-Вятском регионе / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, Р.С. Смирнов и др. – Н. Новгород, 2013. – 300 с. – Текст : непосредственный.
52. Ивенин, В.В. Влияние систем обработки светло-серой лесной почвы на урожайность картофеля в условиях Нижегородской области / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, В.Н. Богомолов. – Текст : непосредственный // Аграрная наука Северо-Востока. – 2015. - №1. – С. 53-55.
53. Ивенин, В.В. Урожайность разных сортов картофеля в зависимости от систем обработки светло-серой лесной почвы / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, В.Н. Богомолов. – Текст : непосредственный // Аграрная Россия. – 2014. - №11. – С. 32-34.
54. Калова, В. Х. Изучение действия хелатных удобрений на ростовые процессы и степень поражаемости болезнями и вредителями на посевах картофеля в условиях лесостепной зоны КБР / В. Х. Калова. – Текст : непосредственный // Заметки ученого. – 2017. – № 4(20). – с. 41-45.
55. Карманов, С.Н. Урожай и качество картофеля / С.Н. Карманов, В.П. Кирюхин, А.В. Коршунов. М.: Россельхозиздат, 1988. 167 с. – Текст : непосредственный.
56. Картофель / Под ред. Д. Шпаара. – Минск.: ФУАинформ. – 1999. – 272 с. – Текст : непосредственный.
57. Кинчарова, М.Н. Влияние регуляторов роста и биопрепаратов на устойчивость к болезням, урожайность и накопление тяжелых металлов в растениях картофеля в условиях Самарской области / М.Н. Кинчарова. – Текст : непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. - №5(67). – С. 40-44.
58. Киселев, Е.П. Совершенствуем технологию возделывания картофеля на Дальнем Востоке / Е.П. Киселев, В.М. Ступин. – Текст : непосредственный // Картофель и овощи. – 2005. - №2. – С. 6-7.
59. Киселева, Г.В. Формирование запрограммированных урожаев разных сортов картофеля при использовании комплексонов микроэлементов: Автореф. дис.

канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Киселева Галлия Валерьевна. – Тверь, 2009. – 21 с. – Текст : непосредственный.

60. Климова, Е. В. Влияние лигногуматов на урожайность и качество сортов картофеля различной скороспелости в условиях ЦРНЗ / Е. В. Климова. – Текст : непосредственный // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. – 2013. – № 1. – С. 39.
61. Коршунов А.В. Орошение и удобрение – гаранты высоких урожаев картофеля / А.В. Коршунов. – Текст : непосредственный // Картофель и овощи. - 2011.- № 6. – с. 7-10.
62. Коршунов А.В. Эффективность росторегулирующих соединений в сочетании с хелатами в зависимости от способов применения, фона удобрений и сортов картофеля разных сроков созревания / А. В. Коршунов, А. В. Митюшкин, К. А. Птицын, А. А. Емельянов. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 1. – С. 14-16.
63. Коршунов, А.В. ВНИИКХ – научно- методический центр по обеспечению картофелеводства в России / А.В.Коршунов, Г.И.Филлипов: Материалы научно-практической конференции «Научное обеспечение картофелеводства России: состояние, проблемы». – ВНИИКХ, 2001. – С. 1-12 – Текст : непосредственный.
64. Коршунов, А.В. Приёмы агротехники влияют на урожай и его качество. / А.В. Коршунов, А.В. Семенов. – Текст : непосредственный // Картофель и овощи. - 2003. - № 3. - С. 8-9.
65. Коршунов, А.В. Управление урожаем картофеля / А.В. Коршунов. – М., 2001. – 396 с. – Текст : непосредственный.
66. Коршунов, А.В. Уроки засухи в картофелеводстве / А.В. Коршунов. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники в АПК. – 2011.-№ 3.- с. 21-23.
67. Коршунов, А.В. Энергетическая эффективность применения биологических мелиорантов и приемов предпосадочной подготовки почвы под картофель / А.В. Коршунов, В.В.Можаев. – М.: ВНИИТЭИ АПК. - № 107. – 96 С. 273 – Текст : непосредственный.

68. Коршунов, А.В. Эффективность приемов сортовой агротехники на новых ранних сортах картофеля Российской селекции / А.В. Коршунов, А.В. Митюшкин, А.С. Дорогов, А.В. Шитикова. – Текст : непосредственный // Достижения науки и техники АПК. - 2014.- Т. 28.- № 10.- С. 26-28.
69. Костина, Л.Я. Особенности выращивания картофеля в лесотундровой зоне / Л.Я. Костина. – Текст : непосредственный // Современные исследования оленеводства и растениеводства на Ямале (к 70 – летию Ямальской сельскохозяйственной опытной станции), Научный вестник № 7. Салехард, ГУП «Издательство «К.С.», 2001. 60 с.
70. Костюк, В.И. Продуктивность картофеля сорта Хибинский ранний в зависимости от крупности посадочных клубней и расстояния между ними в рядке / В.И. Костюк. – Текст : непосредственный // Сб. науч. тр. по прик. ботанике, генетике и селекции / Л.:ВИР, 1988. - Вып. 121. - С. 114-121.
71. Куаналиева, М. К. Удобрения и качество клубней картофеля / М. К. Куаналиева, Э. Э. Браун. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 6.3 (86.3). — С. 36-38.
72. Лапшинов Н. А. Изменчивость урожайности картофеля и ее взаимосвязь с фактором среды // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №. 5. – Текст : непосредственный.
73. Лебедева, В.А. Экологическая пластичность многовидовых гибридов картофеля. Актуальные проблемы современной индустрии производства картофеля / В.А. Лебедева, Н.М. Гаджиев. – Текст : непосредственный // Материалы научно-практической конференции «Картофель – 2010». - Чебоксары, 2010. -С. 63.
74. Логинов, Ю.П. Роль сорта в производстве / Ю.П. Логинов. – Текст : непосредственный // Тюмень. - 2004. - 41 с.
75. Лиштван, И.И. Исследования по торфу и сапропелю института природопользования НАН Беларуси на службе экономики Республики Беларусь / И.И. Лиштван, А.Э. Томсон, Н.Н. Бамбалов, Г.В. Наумова, Г.П. Бровка, Б.В.

- Курзо, В.А. Ракович. – Текст : непосредственный // Природопользование. 2018. № 1. С. 6-25.
76. Макарчук И. Н. Удобрения, урожай и качество // Картофель и овощи. – 1981. №6. - С.22-23. – Текст : непосредственный.
- 77.Максимович, М.М. Культура раннего картофеля / М.М. Максимович. - М.: Сельхозиздат. - 1962. - 167с. – Текст : непосредственный.
- 78.Методика исследований по культуре картофеля. М.: ВНИИКХ, 1967. 263 с.
- 79.Молявко А.А., Марухленко А.В., Борисова Н.П. Урожайность и выход стандартной фракции миниклубней картофеля при внесении хелатных удобрений на питательном грунте Агробалт Н под тоннельными укрытиями. Аграрная наука. 2022;(6):86-91. – Текст : непосредственный.
- 80.Новиков, В. И. Особенности углеводного комплекса клубней картофеля / В. И. Новиков, Ю. А. Прилепская, М. В. Воронкова. – Текст : непосредственный // – 2015. – № 1(4). – С. 52-54.
- 81.Официальный дистрибьютор Биолхим в России: ООО «Супер-Агро»: [сайт]. URL: <https://biolchim.ru/>
- 82.Писарев, Б.А. Производство раннего картофеля / Б.А. Писарев. -М.: Россельхозиздат, - 1986. - 287 с. – Текст : непосредственный.
- 83.Писарев, Б.А. Сортовая агротехника картофеля / Б.А. Писарев. – М.: Агропромиздат, 1990. – 208 с. – Текст : непосредственный.
- 84.Писарев, Б.А. Широкорядная технология возделывания картофеля (междурядья на 90 см) / Б.А. Писарев, В.М. Лубенцев, В.И. Старавойтов и др. – Коренево, 1991. – 24 с – Текст : непосредственный.
- 85.Порсев И.Н., Малинников А.А., Субботин И.А. Влияние регуляторов роста и метеоусловий на урожайность картофеля // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: материалы VI международной научнопрактической конференции. – Краснодар: Изд-во КубГАУ, 2013. – С. 354-357. – Текст : непосредственный.

86. Постников А. Н., Постников Н. А. Картофель. Издание второе, дополненное и переработанное. – М.: 2006. – 160 с. – Текст : непосредственный.
87. Постников А. Н., Шитикова А. В. Влияние биопрепаратов и предпосадочной сортировки клубней на урожай // Картофель и овощи. – 2009. – №. 5. – С. 12. – Текст : непосредственный.
88. Применение некорневых подкормок микроудобрений при выращивании картофеля / Л. С. Федотова, А. В. Кравченко, Н. А. Тимошина, С. С. Тучин. – Текст : непосредственный // Нива Поволжья. – 2011. – №1 (18). – С.67-72.
89. Пуздря, Ф.Ф. Урожай зависит от технологии ухода /Ф.Ф. Пуздря. – Текст : непосредственный // Картофель и овощи. – 1998. – № 2. – С. 13-17.
90. Растениеводство: учебник / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др. / Под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: НИЦИНФРА - М, 2015. – 612 с. – Текст : непосредственный.
91. Рахманова Г.Ф. Характер действия жидкого удобрительно-стимулирующего состава (ЖУСС-3) на продуктивность картофеля / Г.Ф. Рахманова, Н.Л. Шаронова, И.А. Дегтярева, И.А. Гайсин. – Текст : непосредственный // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана – 2015. – №3. – С.151-154.
92. Савинова, А. А. Воздействие нитратов и нитритов на организм человека / А. А. Савинова, С. Н. Горобец. – Текст : непосредственный // НАУКА и ОБРАЗОВАНИЕ в КОНТЕКСТЕ ГЛОБАЛЬНОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ : сборник статей II Международной научно-практической конференции, Петрозаводск, 24 января 2022 года. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука» (ИП Ивановская И.И.), 2022. – С. 192-196.
93. Садовская, Л. К. 876. Влияние хелатных микроудобрений на урожайность и качественные характеристики растениеводческой продукции. Закиров Э.Ш., Сагитова Р.Н., Гайсин И.А., Тихонова М.А. – Текст : непосредственный // Агрохим. вестн.-2014.-N 4.-С. 9-13.-Рез. англ.-Библиогр.: с.13. Шифр П2493 / Л. К. Садовская // Экологическая безопасность в АПК. Реферативный журнал. – 2017. – № 4. – С. 876.

- 94.Самотаева, Н.В. Программирование урожайности разных по скороспелости сортов картофеля: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Самотаева Наталья Владиславовна. – Тверь, 2009. – 24 с. – Текст : непосредственный.
95. Селиванов, А. В. Возделывание картофеля в Среднем Поволжье с использованием биопрепаратов и микроудобрений / А.В. Селиванов, Л.С. Федотова. – Текст : непосредственный // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 35-38.
- 96.Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.3.2.560-96 Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов – М.: Госсанэпидемнадзор России. – 1996.
- 97.Сидоренко Т.Н., Эффективность применения микроудобрений Хелком и Сейбит при возделывании картофеля / Сидоренко Т.Н., Тихонова Л.Г. – Текст : непосредственный // Почвоведение и агрохимия. – 2009. № 1. – С. 214-220.
- 98.Симаков, Е.А. Картофелеводство в регионах России: Актуальные проблемы науки и практики / Е.А. Симаков, А.В. Коршунов, Б.В. Анисимов и др. – М.: ВНИИКХ РЦСК, 2006. – 268 с. – Текст : непосредственный.
- 99.Симаков, Е.А. Сорта картофеля, возделываемые в России: 2010 / Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, С.Н. Еланский и др. – М.: Агрспас, - 2010. – 128 с. – Текст : непосредственный.
100. Спиридонов, А. М. Оценка влияния новых видов удобрений на районированные сорта картофеля отечественной селекции в условиях Северо-Запада РФ / А. М. Спиридонов, П. М. Бронштейн. – Текст : непосредственный // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 58. – С. 76-82.
101. Спиридонов, А. М. Влияние микроудобрений на урожайность и качество картофеля / А. М. Спиридонов, А. И. Рачеева, П. М. Бронштейн. – Текст : непосредственный // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2023. – Т. 60-2. – С. 39-45.
102. Спиридонов, А. М. Совершенствование агротехники выращивания картофеля в условиях Северо-Запада России / А. М. Спиридонов, П. М.

- Бронштейн. – Текст : непосредственный // Аграрная Россия. – 2021. – № 7. – С. 3-6.
103. Спиридонов, А. М. Влияние новых удобрений на урожайность и качество картофеля / А. М. Спиридонов, П. М. Бронштейн, А. И. Рачеева. – Текст : непосредственный // Аграрная Россия. – 2020. – № 2. – С. 3-6.
104. Спиридонов, А. М. Влияние технологии возделывания на пригодность картофеля к переработке / А. М. Спиридонов, П. М. Бронштейн, А. И. Рачеева. – Текст : электронный // NovaInfo, 2021. – № 122. – С. 30-32. – ISSN 2308-3689 // NovaInfo. – URL: <https://novainfo.ru/article/18271> (дата обращения: 02.02.2023). – Режим доступа: свободный.
105. Спиридонов, А. М. Влияние новых форм удобрения на пригодность картофеля к переработке / А. М. Спиридонов, П. М. Бронштейн, А. И. Рачеева. – Текст : непосредственный // Приоритетные направления инновационного развития сельского хозяйства : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Нальчик, 22 октября 2020 года / Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет имени В.М. Кокова"; председатель программного комитета А. К. Апажев. – Нальчик, 2020. – ISBN 978-5-89125-151-9. – Т. 1. – С. 66-70.
106. Спиридонов, А. М. Влияние хелатных удобрений и сорта на качество урожая картофеля в условиях Северо - Запада РФ / А. М. Спиридонов, П. М. Бронштейн. – Текст : непосредственный // Интеграция науки, общества, производства и промышленности : сборник статей Международной научно-практической конференции, Тюмень, 17 мая 2019 года; ответственный редактор А. А. Сукиасян. – Тюмень, 2019. – ISBN 978-5-907153-74-5. – Ч. 2. – С. 197-202.
107. Спиридонов, А. М. Совершенствование технологии возделывания новых и распространённых сортов картофеля в условиях Северо - Запада России / А. М. Спиридонов, П. М. Бронштейн. – Текст : непосредственный // Современные технологии в мировом научном пространстве : сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 11 мая 2019 года; ответственный

- редактор А. А. Сукиасян. – Уфа, 2019. – ISBN 978-5-907153-70-7. – Ч. 2. – С. 32-37.
108. Спиридонов, А. М. Оценка новых сортов картофеля в условиях Северо-Запада РФ / А. М. Спиридонов, П. М. Бронштейн. – Текст : непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях импортозамещения : Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной Году науки и технологий, Санкт-Петербург - Пушкин, 26–28 мая 2021 года / Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Санкт-Петербургский государственный аграрный университет; главный редактор В. Ю. Морозов, заместитель главного редактора Н. А. Цыганова. – Санкт-Петербург, 2021. – ISBN 978-5-85983-362-7. – С. 65-68.
109. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А., Манохина А.А., Шабанов Н.Э., Чайка В.А. Применение микроэлементов при выращивании картофеля – предпосылки использования дронов // Агроинженерия. 2021. № 4(104). С. 14-20. DOI: 10.26897/2687-1149-2021-4-14-20. – Текст : непосредственный.
110. Стрельцова Т. А., Сафонова О. В. Генотипическая и паратипическая изменчивость продуктивности картофеля в условиях Горного Алтая // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – Новосибирск: Изд-во РПО СО РАСХН. – 2000. – №. 3-4. – С. 23-30. – Текст : непосредственный.
111. Сухов, А.В. Сравнительная продуктивность и качество урожая сортов картофеля при использовании разного семенного материала: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Сухов Алексей Валерьевич. – Тверь, 2006. – 22 с. – Текст : непосредственный.
112. Тамман, А.И. Азотные удобрения и урожай / А.И. Тамман. – Текст : непосредственный // Картофель и овощи. – 1961. – № 4. – С. 19-21.
113. Танаков, Н. Т. Динамика накопления биомассы в зависимости от сорта и предпосадочной обработки клубней раннего картофеля / Н. Т. Танаков. – Текст : непосредственный // Известия ВУЗов (Кыргызстан). – 2013. – № 2. – С. 112-114.

114. Тищенко Г. В., Рябченко Л. В. Оценка степени адаптивности новых сортов картофеля в Магаданской области // Картофель и овощи. — 2011. — № 1. — С. 18–19 – Текст : непосредственный.
115. Трапезников В. К., Иванов И. И., Тальвинская Н. Г. Локальное питание растений //Уфа: Гилем. – 260 с. – 1999 – Текст : непосредственный.
116. Туболев, С.С. Машинные технологии и техника для производства картофеля / С.С. Туболев, С.И. Шеломенцев, К.А. Пшеченков, В.Н. Зейрук. – М.: Агроспас, 2010. – 316 с. – Текст : непосредственный.
117. Усанова, З.И. Теория и практика создания высокопродуктивных посадок картофеля в Центральном Нечерноземье / З.И. Усанова, Н.В. Самогаева, В.В. Филин и др. – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2013. – 528 с. – Текст : непосредственный.
118. Усанова, З.И. Биологические особенности и технологии возделывания картофеля и земляной груши: Учебное пособие / З.И. Усанова, А.К. Осербаев. – Тверь: «ООО Триада», 2004. – 75 с. – Текст : непосредственный.
119. Федотова, Л.С. Продуктивность и качество картофеля на фоне новых органоминеральных удобрений / Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, М.А. Новиков. – Текст : непосредственный // Агрохимические аспекты повышения продуктивности сельскохозяйственных культур: Материалы Международной научной конференции /ВИУА. – М.: Агроконсалт, 2002. – С. 42-45.
120. Федотова, Л.С. Удобрения: и не только калий / Л.С. Федотова. – Текст : непосредственный // Картофельная система. – 2010 – №2. – С. 2-3.
121. Федотова, Л.С. Условия минерального питания, продуктивность и качество картофеля / Л.С. Федотова. – Текст : непосредственный // Агрохимия. – 2003. – №2. – С.31-36.
122. Федотова, Л.С. Эффективность удобрений в интенсивном севообороте с картофелем: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / Л.С. Федотова. – М.: ВНИИКХ, 2003. – 51 с. – Текст : непосредственный.

123. Федотова, Л.С. Кремнийсодержащие удобрения на картофеле в Центральном регионе России / Л.С. Федотова, С.В. Жевора, Н.А. Тимошина и др. – Текст : непосредственный // Плодородие. – 2020. – № 1 (112). – С. 58–61.
124. Хабарова, Т. В. Совершенствование технологии возделывания картофеля как путь решения продовольственной безопасности / Т. В. Хабарова. – Текст : непосредственный // Теоретические и практические проблемы развития уголовно-исполнительной системы в Российской Федерации и за рубежом : сборник тезисов выступлений и докладов участников Международной научно-практической конференции, Рязань, 28–29 ноября 2018 года. – Рязань: Академия права и управления Федеральной службы исполнения наказаний, 2018. – С. 1349-1355.
125. Хайбуллин, М. М. Влияние минеральных удобрений и Фитоспорина на качество клубней картофеля сорта симфония / М. М. Хайбуллин, Бураканова, Р. Р. Хазетдинов. – Текст : непосредственный // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2005. – № 6. – С. 12-13. - Текст : непосредственный.
126. Хайнц А. Выращивание раннего картофеля / А. Хайнц; Пер. с нем. С. О. Эбель. - М. : Агропромиздат, 1986. - 102,[1] с.: ил. - Текст : непосредственный.
127. Хлевной, Б.Ф. Агрономическая тетрадь. Возделывание картофеля по интенсивной технологии / Под ред. Б.Ф. Хлевногo / Б.Ф. Хлевной, Д.В. Заикин, А.И. Замотаев. – М.: Россельхозиздат, 1986. – 96 с. - Текст : непосредственный.
128. Цаболов, П.Х. Подбираем сорта с ранней отдачей урожая / П.Х. Цаболов // Картофель и овощи. – 1990. - №3. - С. 22-23. - Текст : непосредственный.
129. Шевченко, А. С. Действие микроудобрений на урожайность картофеля в почвенно-климатических условиях Ростовской области / А. С. Шевченко, С. С. Авдеев // АгроЭкоИнфо. – 2018. – № 1(31). – С. 7. - Текст : непосредственный.
130. Шпаар, Д. Картофель (возделывание, уборка, хранение) / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Држгидер и др. 3-е издание доработанное и дополненное. Торжок: ООО «Вариант», 2004. – 465 с. - Текст : непосредственный.

131. Шпаар, Д. Картофель. Выращивание, уборка, хранение / Д. Шпаар и др. Под ред. Шпаара Д. – М.: ООО «ДЛВ Агродело», 2016. – 448 с. - Текст : непосредственный.
132. Эффективность лигногуматов и комплексного удобрения Акварин-12 на культуре картофеля / А.В. Коршунов, А.В. Митюшкин, Н.А. Гаитова, В.К. Климатов, А.В. Митюшкин // Достижение науки и техники АПК. –2009. – №11. – С.17-19. - Текст : непосредственный.
133. Юшков, И. С. Использование TDS-метра в качестве датчика для определения нитратов в тестируемом предмете / И. С. Юшков, И. С. Галишников. – Текст : непосредственный // L Огарёвские чтения : Материалы всероссийской с международным участием научной конференции. В 3-х частях, Саранск, 06 ноября – 11 2021 года / Отв. за выпуск А.М. Давыдкин, сост. Г.В. Терехина. Том Часть 1. – САРАНСК: Национальный исследовательский Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва, 2022. – С. 577-581.
134. Ягодин Б. А., Жуков Ю. П., Кобзаренко В. И. Агрохимия. – М. : Колос, 2002. – с.-23.
135. Ягодин, Б.А. Сера, магний и микроэлементы в питании растений. /Б.А. Ягодин. – Текст : непосредственный // Агрохимия. – 1995. – №5. – С. 117-118.
136. Al-juthery, Hayyawi W. A., Rand A. H. G Al-Tae, Zakaria H.H. AL-Obaidi, E. A. M. Ali and Q M NAl-Shami. “Influence of foliar application of some nano-fertilizers in growth and yield of potato under drip irrigation.” Journal of Physics: Conference Series 1294 (2019)
137. Allison, M.F., Fowler, J.H., Allen, E.J. 2001. Responses of potato (*Solanum tuberosum* L.) to potassium fertilizers. Journal of Agricultural Science, 136: 407–426.
138. Bashir S, Basit A, Abbas RN, Naeem S, Bashir S, Ahmed N, et al. (2021) Combined application of zinc-lysine chelate and zinc-solubilizing bacteria improves yield and grain biofortification of maize (*Zea mays* L.). PLoS ONE 16(7): e0254647. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0254647>

139. Birch, P.R.J.; Bryan, G.; Fenton, B.; Gilroy, E.M.; Hein, I.; Jones, J.T.; Prashar, A.; Taylor, M.A.; Torrance, L.; Toth, I.K. Crops that feed the world 8: Potato: Are the trends of increased global production sustainable? *Food Secur.* 2012, 4, 477–508.
140. FAO. Potato Production Worldwide from 2002 to 2019 (in Million Metric Tons). Statista Inc. 2021. Available online: <https://www-statista-com.libproxy.cput.ac.za/statistics/382174/global-potato-production> (accessed on 9 June 2021).
141. FAOSTAT. Potato Consumption Per Capita. 2021. Available online: <https://www.helgilibrary.com/indicators/potato-consumption-per-capita>
142. Hamester, W. World Catalogue of potato Varieties [Text] /W. Hamester, U Hils // Buchedition Agrimedia GmbH Spital. – 1999. – 208 p. 297
143. Hamouz, K., Cepl, J., Vokal, B., Lachman, J. Influence of locality and way of cultivation on the nitrate and glycoalkoloid content in potato tubers // *Rostl. Vyroba.* – 1999. – R. 45. – P. 11.
144. Henriksen, J.B., Ostergaard, S.P. Virkninger af hedspojtningstidspunkt pa udbytte og kvalitet af kartofler. Beretning nr. 1751 // *Tidsskr. Planteavl.* – 1984. – Vol. 88. - №6. – S. 571-579.
145. Kirk, W.W. The influence of temperature on leaf development and growth in introlled environments [Text] /W.W.Kirk // *Ann. Appl. Biol.* – 1992. - № 3. - P. 511-525.
146. Kurzinger, W. Scarre [Text] /W. Kurzinger // *Sprinzfofen sind ineffektiv diz Agrarmagazin.* – 1998. -№ 5. – P. 34-38
147. M. Xu, M. Liu, Q. Ma, L. Wu, Glycine-chelated zinc lowered foliar phytotoxicity than excess zinc sulphate and improved zinc use efficiency in two sweet potato cultivars, *Scientia Horticulturae*, Vol. 295, 2022, 110880.
148. Mohammed Jamal Rezoqi Aldouri and Ayad Ahmed Hamada 2023 IOP Conf. Ser.:Earth Environ. Sci. 1214 012003
149. Mohsen Janmohammadi, Nasim Pornour, Abdollah Javanmard, Naser Sabaghnia / Effects of bio-organic, conventional and nanofertilizers on growth, yield and quality of potato in cold steppe // *Botanica lithuanica* - 2016, 22(2): 133–144

150. Nisch, A. Stickstoff und Kaliumdüngung der Kartoffel [Text] /A. Nisch, K. Klein //Der Kartoffelbau. – 1992. - №43. – P. 24-26.
151. R. Ahmad, W. Ishaque, M. Khan, U. Ashraf, Md. A. Riaz, S. Ghulam, A. Ahmad, Md. Rizwan, S. Ali, S. Alkahtani, Md. M. Abdel Daim, Relief role of Lysine Chelated Zinc(Zn) on 6-week old maize plants under tannery wastewater irrigation stress, Int. J. Environ. Res. Public Health, 2020, 17(14), 5161.
152. Rohrichr, C. Untersuchungen zur Effektivität der mineralischer Phosphordüngung im Kartoffelbau [Text] /C. Rohrichr //Boderkultur 43. – 1992. – P.55-63.
153. Sanderson, J.B., Ivany, J.A., White, R.P. Effect of time of desiccation on seed potato yield and size distribution // Am. Potato J. – 1984. – Vol. 61. -№11. – P. 691-696.
154. Srech, A., Balbach, F.-W. 20 Jahre Beschadigungsuntersuchungen bei Kartoffelsorten // Kartoffelbau. – 1985. – Vol. 36. - №1. – S. 19-22.
155. Struik, H.C. Seed potato technology / H.C. Struik, S.G. Wiersema // Wageningen Pers, Wageningen. The Netherlands. – 1999. – 383 p.
156. Tomsett, A.A. Isles of Soilly experimental sub-station // Seed Potato. – 1985.- Vol. 25.- №1. – P. 15-17.151
157. Trawczyński, C. Zastosowanie makro- i mikroelementowych nawozów chelatowych w dolistnym dokarmianiu ziemniaka // Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin 2014 No.271 pp.65-77 ref.37
158. Yara – Эффективные удобрения для ваших с/х культур: [сайт]. URL: <https://www.yara.ru/>
159. Zaag, D.E. Growing seed potatoes / D.E. Zaag // In: J.A. De Bokx, P. Oosterveld, F. Quak, J.P.H. van der Want. Viruses of potatoes and seed-potato production Pudoc. Wageningen. – 1987. – pp. 176-203.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А – Технологическая карта производства картофеля

Таблица А1 – Технологическая карта производства картофеля в опыте с дозой удобрений REXOLIN ABC 2г/л и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro 2г/л

№ п/п	Наименование сельскохозяйственных операции	Состав агрегата		Основные агротехнические требования	Кол-во горючего, л	Стоимость горючего, руб	Запараты на горючее, руб	Запараты на препарат, руб	Запараты труда, чел-часов	Стоимость труда, руб	Запараты на оплату труда, руб	Другие запараты, руб
		тракторы или автомобили	машины и орудия									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Дискование	MT3- 1221; VALTRA	БДН -3; Rubin 10	на глубину 12-15 см	20	60	1200	–	5	250	1250	Семенной материал
2	Внесение органики	VALTRA, MT3 82	Unia; ПОУ 6	25т/га	20	60	1200	25000	5	250	1250	–
3	Вспашка/заделка органики	VALTRA, MT3 82	Плуг оборотный Kverneland, Плуг ПРН 3-35	на глубину пахотного горизонта	20	60	1200	–	5	250	1250	–
4	Ранневесеннее боронование (закрытие влаги)	VALTRA	Культиватор, Rubin 10	на глубину 10-12 см.	20	60	1200	–	5	250	1250	–
5	Перепахка зяби	VALTRA, MT3 82	Плуг оборотный Kverneland, Плуг ПРН 3-35	на глубину пахотного горизонта	20	60	1200	–	5	250	1250	–
6	Внесение минеральных удобрений	MT3- 1221	Разбрасыватель удобрений FERTI 2	азофоска 6 ц/га; калимаг 3 ц/га	20	60	1200	7500	1	250	250	–
7	Заделка минеральных удобрений	VALTRA,	Культиватор Rubin 10	глубина рыхления 10-12 см	20	60	1200	–	1	250	250	–

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	Предпосадочная культивация, фрезерование	VALTRA	Вертикально фрезерный культиватор kverneland,	Глубина рыхления 10-12 см	20	60	1200	–	5	250	1250	–
9	Подвоз семенного картофеля	Автотранспорт	КамАЗ 65115	–	20	60	1200	–	2	250	500	–
10	Посадка с одновременным протравливанием клубней	МТЗ-82	Картофелесажалка hassia; Протравливатель семян пс 20	Густота посадки 55- 60 тыс. на 1 га. Глубина посадки 6-8 см. Обработка клубней при посадке Эместо Квантум 0,33 л/т Эместо Сильвер 0,4л/т + Монарх-0,8 г/га; Рексолин АВС 2 г/л	20	60	1200	8500	5	250	1250	–
11	Формирование гребней	МТЗ-1221	Гребнеобразователь rumhstar rsf 2000	Высота гребней 23- 25 см, ширина междурядий 75 см	20	60	1200	–	5	250	1250	–
12	Довсходовая химическая прополка	МТЗ-82	Опрыскиватель ОН- 600	Лазурит, СП 0.8 кг/га	20	60	1200	5000	1	250	250	–
13	Химическая прополка по всходам	МТЗ-82	Опрыскиватель ОН- 600	Фюзилад Форте 1,5 л/га + Грин-Го 18- 18-18 2г/л	20	60	1200	3400	1	250	250	–

Продолжение таблицы А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	Обработка фунгицидами + инсектицидами – 4х кратная	МТЗ-82	Опрыскиватель ОН-600	1)Инфинито 1.5 л/га + Биская 0,2 л/га; 2)Ревус Топ 0,6 л/га + БИ 58 2 л/га; 3)Танос -0,6 кг/га + Биская 0,2 л/га; 4) Акробат 2,0 кг/га	20	60	1200	6000	1	250	250	–
15	Фитопроочистка 3-х кратная	Вручную	ВТШ 30	Удаление больных растений с вывозом ботвы и клубней с поля	–	–	–	–	70	250	17500	–
16	Десикация ботвы	МТЗ-82	Опрыскиватель ОН-600	Реглон Форте 1,8 л/га, + Зуммер 0,4 л/га	20	60	1200	10000	1	250	250	–
17	Уборка урожая	VALTRA, МТЗ – 1221	Комбайны Grimme SE 260; SE 75	–	20	60	1200	–	70	250	17500	–
18	Транспортировка картофеля	Автотранспорт	КамАЗ 65115	Закладка на хранение в камеры с регулируемым температурным режимом	20	60	1200	–	2	250	500	–
19	Послеуборочная переборка и сортирование клубней	Автопогрузчик ТСМ -1,5	Картофельная сортировочная машина М 616	Сортирование на фракции 25-35 мм,35-55 мм, 55-70 мм	–	–	10000	–	–	–	40000	–
20	Сумма затрат, руб.				–	–	30400	65400	–	–	87500	30000
21	Общая сумма, руб.				213300							

Таблица А2 – Технологическая карта производства картофеля в опыте с дозой удобрений REXOLIN ABC 1г/л и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro 1г/л

№ п/п	Наименование с\х операции	Состав агрегата		Основные агротехнические требования	Кол-во горючего, л	Стоимость горючего, руб	Заграты на горючее, руб	Заграты на препарат, руб	Заграты труда, чел-часов	Стоимость труда, руб	Заграты на оплату труда, руб	Другие заграты, руб
		тракторы или автомобили	машины и орудия									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Дискование	MT3- 1221; VALTRA	БДН -3; Rubin 10	На глубину 12-15 см	20	60	1200	–	5	250	1250	Семенной материал
2	Внесение органики	VALTRA, MT3 82	Unia; POY 6	25т/га	20	60	1200	25000	5	250	1250	–
3	Вспашка/заделка органики	VALTRA, MT3 82	Плуг оборотный Kverneland, Плуг ПРН 3-35	На глубину пахотного горизонта	20	60	1200	–	5	250	1250	–
4	Ранневесеннее боронование (закрытие влаги)	VALTRA	Культиватор, Rubin 10	На глубину 10-12 см.	20	60	1200	–	5	250	1250	–
5	Перепахка зяби	VALTRA, MT3 82	Плуг оборотный Kverneland, Плуг ПРН 3-35	На глубину пахотного горизонта	20	60	1200	–	5	250	1250	–
6	Внесение минеральных удобрений	MT3- 1221	Разбрасыватель удобрений FERTI 2	Азофоска 6 ц/га; Калимаг 3 ц/га	20	60	1200	7500	1	250	250	–

Продолжение таблицы А2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7	Заделка минеральных удобрений	VALTRA,	Культиватор Rubin 10	Глубина рыхления 10-12 см	20	60	1200	–	1	250	250	–
8	Предпосадочная культивация, фрезерование	VALTRA	Вертикально фрезерный культиватор Kverneland,	Глубина рыхления 10-12 см	20	60	1200	–	5	250	1250	–
9	Подвоз семенного картофеля	Автотранспорт	КамАЗ 65115	–	20	60	1200	–	2	250	500	–
10	Посадка с одновременным протравливанием клубней	MT3-82	Картофелесажалка Nassia; Протравливатель семян ПС 20	Густота посадки 55-60 тыс. на 1 га. Глубина посадки 6-8 см. Обработка клубней при посадке Эместо Квантум 0.33 л/т Эместо Сильвер 0,4 л/т + Монарх-0,8 г/га; Рексолин АВС 1 г/л	20	60	1200	8000	5	250	1250	–
11	Формирование гребней	MT3-1221	Гребнеобразователь Rumhstar RSF 2000	Высота гребней 23-25 см, ширина междурядий 75 см	20	60	1200	–	5	250	1250	–
12	Довсходовая химическая прополка	MT3-82	Опрыскиватель ОН-600	Лазурит, СП 0.8 кг/га	20	60	1200	5000	1	250	250	–
13	Химическая прополка по всходам	MT3-82	Опрыскиватель ОН-600	Фюзилад Форте 1.5 л/га, + Грин-Го 18-18-18 1г/л	20	60	1200	2700	1	250	250	–

Продолжение таблицы А2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	Обработка Фунгицидами + инсектицидами – 4х кратная	МТЗ-82	Опрыскиватель ОН- 600	1)Инфинито 1.5 л/га,+ Биская 0.2 л/га; 2)Ревус Топ 0,6 л/га + БИ 58 2 л/га; 3)Танос -0,6 кг/га+ Биская 0,2 л/га; 4) Акробат 2,0 кг/га	20	60	1200	6000	1	250	250	–
15	Фитопочистка 3-х кратная	Вручную	ВТШ 30	Удаление больных растений с вывозом ботвы и клубней с поля	–	–	–	–	70	250	17500	–
16	Десикация ботвы	МТЗ-82	Опрыскиватель ОН- 600	Реглон Форте 1,8 л/га, + Зуммер 0,4 л/га	20	60	1200	10000	1	250	250	–
17	Уборка урожая	VALTRA, МТЗ – 1221	Комбайны Grimme SE 260; SE 75	–	20	60	1200	–	70	250	17500	–
18	Транспортировка картофеля	Автотранспорт	КамАЗ 65115	Закладка клубней на хранение в камеры с регулируемым температурным режимом	20	60	1200	–	2	250	500	–
19	Послеуборочная переборка и сортирование клубней	Автопогрузчик ТСМ -1,5	Картофельная сортировочная машина М 616	Сортирование на фракции 25-35 мм,35- 55 мм, 55-70 мм	–	–	10000	–	–	–	40000	–
20	Сумма затрат, руб				–	–	30400	64200	–	–	87500	30000
21	Общая сумма, руб				212100							

Таблица А3 – Технологическая карта производства картофеля в опыте без внесения удобрений REXOLIN ABC и Green-Go 18-18-18+1,3 MgO+micro

№ п/п	Наименование с\х операции	Состав агрегата		Основные агротехнические требования	Кол-во горючего, л	Стоимость горючего, руб	Заграты на горючее, руб	Заграты на препарат, руб	Заграты труда, чел-часов	Стоимость труда, руб	Заграты на оплату труда, руб	Другие заграты, руб
		тракторы или автомобили	машины и орудия									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Дискование	MT3- 1221; VALTRA	БДН -3; Rubin 10	На глубину 12-15 см	20	60	1200	–	5	250	1250	Семенной материал
2	Внесение органики	VALTRA, MT3 82	Unia; POY 6	25 т/га	20	60	1200	25000	5	250	1250	–
3	Вспашка/заделка органики	VALTRA, MT3 82	Плуг оборотный Kverneland, Плуг ПРН 3-35	На глубину пахотного горизонта	20	60	1200	–	5	250	1250	–
4	Ранневесеннее боронование (закрытие влаги)	VALTRA	Культиватор, Rubin 10	На глубину 10-12 см.	20	60	1200	–	5	250	1250	–
5	Перепахка зяби	VALTRA, MT3 82	Плуг оборотный Kverneland, Плуг ПРН 3-35	На глубину пахотного горизонта	20	60	1200	–	5	250	1250	–
6	Внесение минеральных удобрений	MT3- 1221	Разбрасыватель удобрений FERTI 2	Азофоска 6 ц/га; Калимаг 3 ц/га	20	60	1200	7500	1	250	250	–

Продолжение таблицы А3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
7	Заделка минеральных удобрений	VALTRA,	Культиватор Rubin 10	Глубина рыхления 10-12 см	20	60	1200	–	1	250	250	–
8	Предпосадочная культивация, фрезерование	VALTRA	Вертикально фрезерный культиватор Kverneland,	Глубина рыхления 10-12 см	20	60	1200	–	5	250	1250	–
9	Подвоз семенного картофеля	Автотранспорт	КамАЗ 65115	–	20	60	1200	–	2	250	500	–
10	Посадка с одновременным протравливанием клубней	МТЗ-82	Картофелесажалка Nassia; Протравливатель семян ПС 20	Густота посадки 55-60 тыс. на 1 га. Глубина посадки 6-8 см. Обработка клубней при посадке Эместо Квантум 0.33 л/т Эместо Сильвер 0,4л/т + Монарх-0,8 г/га	20	60	1200	7500	5	250	1250	–
11	Формирование гребней	МТЗ-1221	Гребнеобразователь Rumhstar RSF 2000	Высота гребней 23-25 см, ширина междурядий 75 см	20	60	1200	–	5	250	1250	–
12	Довсходовая химическая прополка	МТЗ-82	Опрыскиватель ОН-600	Лазурит, СП 0.8 кг/га	20	60	1200	5000	1	250	250	–
13	Химическая прополка по всходам	МТЗ-82	Опрыскиватель ОН-600	Фюзилад Форте 1,5 л/га	20	60	1200	2000	1	250	250	–

Продолжение таблицы А3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
14	Обработка Фунгицидами + инсектицидами – 4х кратная	МТЗ-82	Опрыскиватель ОН- 600	1)Инфинито 1.5 л/га+ Биская 0.2 л/га; 2)Ревус Топ 0,6 л/га + БИ 58 2 л/га; 3)Танос - 0,6 кг/га + Биская 0,2 л/га; 4) Акробат 2,0 кг/га	20	60	1200	6000	1	250	250	–
15	Фитопроочистка 3-х кратная	Вручную	ВТШ 30	Удаление больных растений с вывозом ботвы и клубней с поля	–	–	–	–	70	250	17500	–
16	Десикация ботвы	МТЗ-82	Опрыскиватель ОН- 600	Реглон Форте 1,8 л/га + Зуммер 0,4 л/га	20	60	1200	10000	1	250	250	–
17	Уборка урожая	VALTRA, МТЗ – 1221	Комбайны Grimme SE 260; SE 75	–	20	60	1200	–	70	250	17500	–
18	Транспортировка картофеля	Автотранспорт	КамАЗ 65115	Закладка на хранение в камеры с регулируемым температурным режимом	20	60	1200	–	2	250	500	–
19	Послеуборочная переборка и сортирование клубней	Автопогрузчик ТСМ -1,5	Картофельная сортировочная машина М 616	Сортирование на фракции 25-35 мм,35- 55 мм, 55-70 мм	–	–	10000	–	–	–	40000	–
20	Сумма затрат, руб				–	–	30400	63000	–	–	87500	30000
21	Общая сумма, руб				210900							

Приложение Б – Справка о внедрении в производство в ООО «Всеволожская селекционная станция»

ООО «Всеволожская селекционная станция»
+7-812-409-47-99, e-mail: info@vss-agro.ru
Ленинградская область, Кировский район, пос. Молодцово

В диссертационный совет Д 35.2.033.01
при ФГБОУ ВО СПбГАУ
196601 Санкт-Петербург, г. Пушкин,
Петербургское шоссе, 2

Справка о внедрении

Подтверждаем, что результаты диссертационного исследования Бронштейна П.М. на тему «ВЛИЯНИЕ СОРТА И ХЕЛАТНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ» обладают актуальностью, представляют практический интерес и были использованы в технологии возделывания сортов картофеля в 2020-2022 годах на площади 5,5 га. Рентабельность рекомендуемой технологии с использованием предложенных элементов составила 54,8-60,6% в зависимости от варианта.

Главный агроном ООО

«Всеволожская селекционная станция»



Г.Н. Слободина

Приложение В – Справка о внедрении в производство в ООО
«Семеноводство»

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ «СЕМЕНОВОДСТВО»

188327, Ленинградская область, Гатчинский район, п. Суйда, ул. Центральная, д. 20
Тел. (81371)60444, +79217959663, +79219260643
EMAIL:OLGALOPATINA@HOTMAIL.COM
ИНН 4719009754

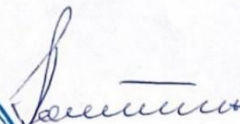
В диссертационный совет Д 35.2.033.01
при ФГБОУ ВО СПбГАУ
196601 Санкт-Петербург, г. Пушкин,
Петербургское шоссе, 2

Справка о внедрении
результатов исследования

Настоящей справкой подтверждается, что результаты диссертационного исследования Бронштейна П.М. на тему «Влияние сорта и хелатных удобрений на продуктивность и качество картофеля в условиях Ленинградской области» обладают весомой значимостью и актуальностью, представляют практический интерес и были использованы в усовершенствовании технологии возделывания сортов картофеля в 2021-2022 годах на площади 40 га. Рентабельность усовершенствованной технологии в зависимости от варианта достигала от 48 до 75%.

Директор ООО «СЕМЕНОВОДСТВО»
кандидат сельскохозяйственных наук



 А.Н. Лопатин

Приложение Г – Общий вид полевого опыта



Приложение Д– Лабораторные исследования клубней картофеля

