

**Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВО Тверская ГСХА**

*На правах рукописи*



**Мигулев Сергей Павлович**

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

**4.1.1. Общее земледелие и растениеводство**

**Диссертация  
на соискание ученой степени кандидата  
сельскохозяйственных наук**

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

**Тверь - 2024**

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОГЛАВЛЕНИЕ .....	2
ВВЕДЕНИЕ .....	4
1 ВЛИЯНИЕ СОРТА, РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) .....	8
1.1. Разнообразие сортов картофеля .....	8
1.2. Влияние удобрений на фотосинтетическую деятельность, продуктивность и качество урожая картофеля .....	15
1.3. Влияние регуляторов роста на формирование урожайности и качество урожая картофеля .....	24
2 МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	28
2.1. Агрометеорологические условия в годы исследований .....	28
2.2. Характеристика почвы и схема опыта .....	31
2.3. Методика проведения наблюдений и определений .....	32
2.3.1. Характеристика сортов .....	35
2.3.2. Характеристика препаратов .....	37
2.3.3. Агротехника картофеля в опыте .....	38
3 РЕАКЦИЯ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ И УСЛОВИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ .....	41
3.1. Влагообеспеченность и водопотребление картофеля в зависимости от сорта и некорневых подкормок разными препаратами .....	41
3.2. Особенности роста и развития картофеля .....	51
3.3. Пораженность сортов картофеля фитофторозом .....	61
3.4. Формирование площади листьев и фотосинтетического потенциала агроценоза картофеля .....	67
3.5. Продуктивность агроценоза картофеля .....	75
3.6. Накопление урожая картофеля .....	80
3.7. Структура урожая и урожайность картофеля .....	84
3.8. Качество урожая картофеля .....	94

3.9. Выход питательных веществ с гектара посадок.....	102
3.10. Корреляционный и регрессионный анализ результатов исследований ....	105
3.11. Экономическая эффективность производства картофеля .....	106
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	112
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ .....	115
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	116
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	135

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы исследований.** Картофель - важнейшая полевая культура [119,137]. По разносторонности хозяйственного использования урожая и сбору сухого вещества с единицы площади он занимает одно из первых мест среди других сельскохозяйственных культур. Благодаря разнообразному использованию клубней он по праву считается универсальной культурой [137].

В России картофель занимает более 2,1 млн га, средняя урожайность его составляет 14 т/га, валовый сбор – 30,2 млн т. В мировом производстве доля отечественного производства картофеля составляет около 10 %. Значимость картофеля постоянно возрастает в связи с увеличением потребностей рынка. В связи с этим, актуальными остаются вопросы повышения его урожайности, от чего будут зависеть также объёмы сырья, поступающего на переработку [64].

В настоящее время высокая урожайность картофеля (40 – 60 т/га) достигается при выращивании его по высокой и интенсивной технологиям в современных картофелеводческих агрофирмах, в том числе в Тверской области, что позволяет полнее удовлетворять потребности населения в продуктах питания и перерабатывающей промышленности в сырье. Вместе с тем, урожайность картофеля в целом по стране остается невысокой, требуют изучения многие вопросы технологии возделывания. В частности, не достаточно выявлена реакция разных сортов на применение биопрепаратов, комплексных удобрений, комплексонатов микроэлементов, применяемых в виде некорневых подкормок, а так же эффективность самих препаратов. Это является актуальным [135].

**Степень разработанности темы.** Влияние регуляторов роста и удобрений на продуктивность и качество клубней картофеля изучено разными авторами применительно к отдельным регионам страны [3,52,93,97,140,151].

Однако их действие недостаточно изучено на разных сортах картофеля, в том числе, в Верхневолжье.

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

Программой исследований предусматривалось решение следующих задач:

1. Изучить влияние некорневой подкормки ростстимулирующими препаратами и удобрениями на рост и развитие 4-х сортов картофеля;
2. Исследовать фотосинтетическую деятельность разных сортов картофеля в разных вариантах некорневой подкормки удобрениями;
3. Выявить устойчивость сортов картофеля к болезням при применении некорневых подкормок;
4. Определить влияние изучаемых факторов на структуру урожая и урожайность сортов картофеля;
5. Исследовать качество урожая картофеля и выход питательных веществ с гектара посадок при некорневой подкормке различными ростстимулирующими препаратами и удобрениями;
6. Изучить корреляционные связи продуктивности картофеля с показателями фотосинтетической деятельности растений в агроценозе;
7. Определить экономическую эффективность производства разных сортов картофеля с использованием в технологии возделывания некорневых подкормок различными препаратами.

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

варианты технологии и сорта наиболее реагирующие на некорневые подкормки.

### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

Теоретически обоснована возможность повышения урожайности сортов картофеля при применении некорневых подкормок различными препаратами.

Производству рекомендовано:

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

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

**Методология и методы исследований.** Методология исследований заключается в проведении полевого опыта и лабораторных исследований по традиционным методикам, применяемым в растениеводстве, земледелии, агрохимии. Математическая обработка экспериментальных данных проведена с использованием дисперсионного и корреляционного анализов [51] в программе STRAZ.

### **Основные положения, выносимые на защиту:**

- оптимизация фотосинтетической деятельности растений в посадках сортов картофеля под влиянием некорневых подкормок разными биопрепаратами и комплексными удобрениями;

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

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

Материалы диссертации доложены на восьми научно-практических конференциях, проходивших в 2019 - 2022 гг.

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

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

**Благодарности:** Автор выражает глубокую признательность своему научному руководителю, заслуженному деятелю науки РФ, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Усановой Зое Ивановне, а так же сотрудникам кафедры агрохимии, земледелия и лесопользования за методическую помощь в работе над диссертацией.

# 1 ВЛИЯНИЕ СОРТА, РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА И УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Картофель (*Solanum tuberosum L.*) - важнейшая культура как мирового, так и отечественного сельскохозяйственного производства. Он используется главным образом на продовольственные, а так же на кормовые и технические цели (спирт, крахмал, глюкоза и др.) [30,119,140]. Значимость картофеля постоянно возрастает в связи с увеличением объемов его продукции на рынке. В связи с этим, необходимо повышение его урожайности в хозяйствах, от которой напрямую будут зависеть количество сырья, поступающего на переработку [64]. Одними из основных факторов, определяющих урожайность картофеля, является сорт и условия минерального питания растений [140,141].

## 1.1. Разнообразие сортов картофеля

Сорт играет ведущую роль в повышении продуктивности культурных растений. От их генетического потенциала зависит интенсивность ростовых процессов, за счет чего можно повысить хозяйственную продуктивность агроценозов более, чем на 20 % [8,47,127,87,88,137]. В связи с этим, сорт играет ключевую роль в инновационных технологиях, поскольку способствует значительному увеличению экономической эффективности производства [45,57,158,159,162].

По данным З.И.Усановой и В.В.Козлова [136] в условиях Верхневолжья (Лихославльский район Тверской области) разница в урожае между сортами составила от 6,3 т/га (29,6 %) до 9,7 т/га (31,0 %),.

Х.К.Абидов и др. [1] отмечают, что сорт является одним из главных факторов, определяющих продуктивность картофеля наравне с густотой посадки и уровнем минерального питания.

Для получения урожаев экономически обусловленного количества и качества необходим выбор сортов, обладающих высоким адаптивным



потенциалом в конкретном регионе, отличающихся экологической безопасностью продукции [170,172,176,177].

Каждый из 12 агроклиматических регионов России, в которых выращивают картофель, отличается своеобразием почвенно-климатических условий [54].

В настоящее время в мире насчитывается более 4 тысяч сортов картофеля. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию по состоянию на 3 марта 2021 г. представлено более 400 сортов картофеля [44].

По направлению использования сорта картофеля подразделяют на столовые, технические, столово-технические; кормовые и универсальные [137].

По образованию генеративных органов (скороспелости) различают: очень ранние (группы 01, 02), ранние и раннеспелые (группа 03), среднеранние (группа 04), среднеспелые (группа 05), среднепоздние (группа 06), позднеспелые (группа 07) [44,137].

Спелость сорта определяется генотипом растений, от которого в свою очередь зависит его реакция на изменение условий внешней среды. В связи с этим сумма активных температур за период вегетации, необходимая для оптимального развития растений так же будет различаться для сортов разных групп спелости. Для ранних и среднеранних сортов она составляет от 1000 до 1400 °С; для среднеспелых от 1400 до 1600 °С; для среднепоздних и поздних от 1600 до 2200 °С [130].

Поскольку генетически все сорта в той или иной степени отличаются друг от друга, в одинаковых условиях у сортов одной группы спелости могут наблюдаться существенные различия в особенностях роста и развития [82,92,174].

Мировые коллекции растений содержат множество сортообразцов картофеля. Самые крупные коллекции находятся в European Cultivated Potato Database (ECPD), которая включает около 6000 сортов [14].

Крупнейшим местом, где находится огромная часть генофонда картофеля в России является ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова» (ВИР, г. Санкт-Петербург) [73]. В результате исследований коллекции регулярно выделяются высокопродуктивные сорта с оптимальной скороспелостью (ранние и среднеранние), устойчивостью к болезням и вредителям [72,81,108,147].

В коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) вегетативно размножаемые растения содержат в естественных условиях (в поле) и в условиях *in vitro*, а так же сохраняют при сверхнизких температурах (криоколлекции) [28].

Для регионов с неодинаковыми агроклиматическими условиями подходят сорта, относящиеся к разным группам спелости. Так по данным А. Ф. Коваленко [77] в условиях Южного Урала для получения урожая картофеля в летние месяцы оптимально использовать сорта из группы ранних. При этом автор рекомендует в Курганской области выращивать сорта Приекульский ранний, Курганский 1, Зауральский; в Оренбургской - Приекульский ранний, Ранняя роза, Ульяновский; в Челябинской - Эпрон, Седов, Искра, Северная роза.

В условиях конкретного региона необходимо подобрать группу высокопродуктивных сортов, взаимодополняющих друг друга [11,18,19,55,167,169].

Обычно выбор сорта картофеля определяется следующими показателями: высокая урожайность и лежкость клубней, устойчивость к наиболее распространенным болезням и привлекательный внешний вид клубней [96,102].

Выбор сорта имеет большое значение в повышении устойчивости растений к экстремальным условиям окружающей среды, в частности – к болезням и вредителям [45,158,159]. Так, выделены образцы диких и культурных видов картофеля, устойчивые к фитофторозу, парше обыкновенной, ризоктониозу, различным вирусам, нематоде [74].

З.И.Усанова и др. [139] изучили продуктивность сортов картофеля зарубежной селекции в Центральном районе Нечерноземной зоны РФ (Московская область). Более высокой продуктивностью и показателями фотосинтетической деятельности отличались сорта Импала и Эволюшен, урожайность которых составила соответственно 39,8 и 37,9 т/га.

З.И. Усанова и Н.В. Самолаева [144] в условиях Верхневолжья (Тверь) выявили, что из сортов картофеля Удача, Луговской и Ласунак наибольшую урожайность при более экономном расходовании элементов питания формирует сорт Удача. При его выращивании в среднем за 3 года и по вариантам программирования получено на 5,5 - 9,4 т/га клубней больше, чем у других сортов.

В исследованиях К.В. Мартыновой [94] в условиях Нечерноземной зоны на дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах среди 27 сортов картофеля наибольшей урожайностью характеризовались следующие сорта отечественной селекции: раннеспелой группы – Удача– 50,1 т/га и Метеор – 41,4 т/га; среднеранней группы – Смоляночка– 50,6 т/га; среднеспелой группы – Варяг– 59,2 т/га; Колобок– 55,4 т/га; Вектор– 44,7 т/га; среднепоздней и поздней – Никулинский – 42,3 т/га. Так же высокую продуктивность показал ряд сортов зарубежной селекции: раннеспелой группы – Ред Соня – 50,7 т/га; Уладар – 47,5 т/га; среднеранней группы – Манифест– 55,3 т/га.

Ф.А. Лукиным [89] изучено влияние типов почв на урожайность и качественные показатели клубней картофеля в зависимости от сортовых особенностей. Показано, что воздействие данных факторов проявляется неодинаково у разных сортов.

Г. И. Пашковой и А. Н. Кузьминых [111] проведена сравнительная характеристика раннеспелых сортов картофеля в Республике Марий Эл. Выявлено превосходство сорта Удача по урожайным и качественным показателям. Так, его урожайность составила 19,0 т/га (на 4,8 т/га выше, чем у сорта Жуковский ранний, и на 1,7 т/га выше, чем у сорта Беллароза).

Наибольшее содержание крахмала отмечено в клубнях картофеля сорта Удача - 16,8 %.

Э.В.Засориной [58] в условиях Центрального Черноземья (Курская область) изучена сравнительная продуктивность разных сортов картофеля при выращивании на черноземе выщелоченном и на серой лесной почве. Автором выявлено преимущество ранних и среднеранних сортов. В группе раннеспелых сортов наибольший урожай формируют сорта: на черноземе выщелоченном — Снегирь (41,9 т/га), Красноярский (37,5 т/га), Планта (36,0 т/га), Розара (39,8 т/га), Жуковский ранний (30,4 т/га). Удача (31,6 т/га); на серой лесной почве — Розара (32,9 т/га), Жуковский ранний (28,8 т/га), Красноярский (27,3 т/га), Планта (26,8 т/га), Снегирь (26,0 т/га); из среднеранних сортов наиболее урожайными были: на черноземе — Свитанок киевский (34,4 т/га), Памир (32,0 т/га), Львовянка (31,3 т/га). Сантэ (31,3 т/га); на лесной почве - Адрегта (26,8 т/га), Львовянка (29,8 т/га), Сантэ (22,8 т/га).

А.Э.Шабанов, А.И.Киселев и др. [151] изучили потенциальную урожайность 24 сортов картофеля разных сроков созревания. Выделены группы наиболее перспективных сортов с уровнем урожайности более 60 т/га в условиях данного опыта. К таким сортам относятся: из группы ранних - Жуковский ранний (урожайность 64,4 т/га) и Метеор (69,2 т/га); из группы среднеранних - Брянский деликатес (62,3 т/га) и Вымпел (72,8 т/га); из группы среднеспелых - Барин (63,2 т/га) и Колобок (72,0 т/га).

По данным М.Р. Мусаева и др. [100] в условиях Дагестана наибольшей продуктивностью обладает картофель сортов Жуковский ранний и Предгорный - соответственно в разные годы (2014 – 2016 гг.) 33,8; 39,1; 38,3 и 32,1; 36,3 и 35,0 т/га.

А.Н.Сергеева, А.А.Скрябин и С.Л.Елисеев [126] в условиях Среднего Предуралья изучили продуктивность сортов Удача, Ред Скарлет и Розалинд при разных дозах азотных удобрений. Авторами выявлено преимущество в урожайности отечественного сорта Удача (30,5 т/га), тогда как у голландских

сортов Ред Скарлетт и Розалинд урожайность была ниже соответственно на 12,2 и 10,6 т/га.

По данным В.В.Кидина [70] сортовые особенности оказывают большое влияние на качество клубней картофеля, а также определяют его требование к элементам минерального питания.

Так, С.С.Ивановой [62] в условиях Ярославской области на дерново-подзолистой почве выявлено преимущество по продуктивности среднеспелого сорта Луговской над раннеспелым сортом Ред Скарлетт.

А.А. Васильев, В.П. Дергилев [24] отмечают высокую роль сорта в формировании урожайности картофеля. Авторы рекомендуют выращивать 2 – 3 сорта разной скороспелости для получения высоких урожаев не зависимо от агрометеорологических факторов.

От генетических особенностей сорта зависит устойчивость растений к болезням и вредителям, а следовательно и подверженность их действию данных негативных факторов [116]. Многие зарубежные сорта менее устойчивы к ряду болезней, в том числе фитофторозу в связи с низкой адаптацией к климатическим условиям России [124,134].

По данным В.В.Козлова [80] в условиях Верхневолжья ряд отечественных и зарубежных сортов обладают относительно высокой устойчивостью к наиболее распространенным болезням. Более устойчивыми к заболеваниям являются раннеспелый сорт Удача и позднеспелый сорт Мерлот.

Зотеева Н.М. и Косарева О.С. [60] в полевом и лабораторном опыте провели оценку устойчивости 38 сортов картофеля из коллекции ВИР к фитофторозу. Не выявлена зависимость между устойчивостью листьев и клубней в данной выборке сортов. Выявлены образцы с устойчивостью листьев и неустойчивостью клубней (Гибрид 1226-33 и Киви), а так же с устойчивостью клубней и неустойчивостью листьев (Белоснежка и Ломоносовский). Так же авторами выявлены сорта с устойчивостью как

листьев, так и клубней: Вектор, Ветеран, Кустаревский, Лазарь, Никулинский и Пранса.

Н.С. Чуликовой [149] исследована заселенность посадок ряда «цветных» сортов картофеля колорадским жуком при выращивании без использования средств защиты растений. Исследованиями выявлена наибольшая устойчивость к фитофагу сортов Purple Majesty и Фиолетовый, а наименьшая - сорта Vitelotte.

Семеноводство играет важную роль в повышении продуктивности и качества сельскохозяйственных культур. Одна из ключевых задач семеноводства - своевременная сортосмена - замена старых сортов на новые и перспективные, которые обладают более высокой продуктивностью и удовлетворяют потребности и требования современного рынка. Сортосмена позволяет улучшить урожайность и качество продукции, а также удовлетворить потребности населения. В результате сортосмены часто происходит повышение устойчивости культур к вредителям и болезням, более эффективное использование ресурсов, ускорение процесса роста и созревания растений. Проведение сортосмены позволяет снизить затраты на производство за счет использования более продуктивных сортов, что приводит к повышению рентабельности сельскохозяйственных предприятий. Кроме того, сортосмена способствует снижению рисков, связанных с возможными вредителями и болезнями в старых сортах [7,9,56].

Сохранение первоначальных качеств семенного материала на максимально длительный срок является первостепенной задачей в картофелеводстве [17,173].

Развитие крупнотоварного производства картофеля требует наличия хорошо организованной системы поставки высококачественных семенных клубней для картофелеводческих сельхозорганизаций, крестьянских фермерских хозяйств и индивидуальных предпринимателей. Приоритетом ведения отрасли картофелеводства является значительное улучшение качества

оригинальных и элитных семян картофеля, а также увеличение объемов их производства [53].

Одной из основных причин низкой урожайности картофеля в условиях производства является высокая зараженность семенного материала различными инфекционными агентами. Это объясняется тем, что для посадки используют семенные клубни, полученные в результате многолетних репродукций картофеля, и в значительной степени зараженные вирусами, бактериями, грибами и другими фитопатогенами, проникающими в растения и передающимися из поколения в поколение вегетативным путем. Таким образом, размножение картофеля клубнями способствует быстрому распространению инфекции и ее накоплению в семенном материале в процессе репродукции [6,10,83,84].

В связи с этим, выбор сорта необходимо производить не только исходя из его генетических особенностей и биологического потенциала в конкретном регионе, но и исходя из наличия семенного материала высокой категории, поскольку многократно репродуцированные клубни имеют меньшую продуктивность.

## **1.2. Влияние удобрений на фотосинтетическую деятельность, продуктивность и качество урожая картофеля**

Картофель предъявляет высокие требования к плодородию почвы. Наиболее оптимальны для него дерново-подзолистые легкосуглинистые и супесчаные почвы на морене с рН 5,3 -5,8 [18,109]. Одно из существенных составляющих требований картофеля к почве - его чувствительность к уровню минерального питания [70].

По данным различных исследователей, за счет удобрений можно добиться от 40 до 70 % прибавки урожая [32].

А.В. Калинин [67] выделяет рациональное использование удобрений как основное составляющее эффективного производства картофеля.

При удобрении картофеля необходимо учитывать его сортовые особенности. Потребление элементов минерального питания более интенсивно у раннеспелых сортов в связи с небольшой продолжительностью вегетационного периода. В связи с этим под картофель этой группы спелости рекомендуется вносить элементы питания в более легкоусвояемой форме. Для более поздних сортов, наоборот, в связи с более растянутым потреблением минеральной «пищи» следует применять органические удобрения, а также использовать естественное плодородие почвы [70].

Д.Шпаар [157] так же подтверждает, что в зависимости от срока созревания (группы спелости) сорта картофеля отличаются неодинаковой реакцией на минеральные удобрения.

По данным А.А. Васильева и А.К. Горбунова [23] в условиях Южного Урала повышение уровня минерального питания сопровождалось увеличением семенной продуктивности у раннего сорта «Розара» на 21,4-30,8 %, а у среднеспелого сорта «Кузовок» - на 18,9-30,3 % по сравнению контролем (без удобрений).

Одним из самых эффективных способов определения доз удобрений является программирование урожайности [153]. Изучению различных его аспектов на различных культурах посвящены работы многих авторов, в том числе: И.С. Шатилова [153], Устенко Г.П. [145], Г.Е. Листопада, А.А. Климова [86], М.К. Каюмова [68,69], Ю.А. Чухнина, М.Ф. Пелихова [150], З.И. Усановой [141], В.В. Гриценко, В.Е. Долгодворова [42] и др.

Downing J. et al. [166] отмечают, что сильный потребительский спрос и высокие цены заставляют все большее число производителей картофеля задуматься об органическом производстве. Для этого авторы предлагают использовать зеленые удобрения.

По данным С. R. Jones [171], при применении удобрений картофеля важной задачей является повышение эффективности использования азота и его соединений, что может значительно снизить нормы внесения удобрений и потери в окружающую среду.



По данным В.В.Ивенина и А.В.Ивенина [64] содержание нитратного азота в почве снижается при выращивании картофеля. О.П.Захарова [59] объясняет этот факт большим потреблением культурой данного элемента. Вынос его при этом составляет 5 кг/т товарной продукции.

А.Н.Постников и Д.А. Постников [118] отмечают, что удобрение является «непременным» условием получения высоких урожаев картофеля. Лучшим органическим удобрением при этом является навоз. Однако, поскольку данные удобрения разлагаются медленно, в начальный период роста и развития вносят минеральные. Особенно эффективно применение полного минерального удобрения.

Также считают органоминеральную систему удобрений наиболее оптимальной для картофеля и В.В.Лапа с соавторами [85]. При этом высокие урожаи (более 25 т/га) следует планировать исключительно на почвах с благоприятными агрохимическими показателями.

Р.З. Григорьевой, А.Ю. Просековым и др. [41] выявлено, что применение минеральных и органических удобрений существенно влияет на урожайность и качество урожая клубней картофеля при возделывании на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве. Лучшие показатели урожайности (36,1 т/га) получены при внесении 60 т/га солоमистого навоза КРС.

Эффективность вносимых минеральных удобрений зависит от способа их внесения и заделки в почву. Оптимальные условия питания для растений создаются при внесении удобрений в наиболее влажный слой почвы - на глубину 10 - 20 см, т. е. в пахотный горизонт, где находится основная масса корневой системы [85].

По данным Р.Т. Гасановой [29], на серо-коричневых (каштановых) орошаемых почвах Гянджа-Газахской зоны Азербайджана для получения высоких урожаев клубней картофеля наилучшего качества рекомендуется доза удобрений - навоз 20 т/га+N<sub>90</sub>P<sub>120</sub>K<sub>90</sub> кг/га действующего вещества.

Любимская И.Г., Кузнецов С.С. [90] выявили, что на дерново-подзолистой легкосуглинистой хорошо окультуренной почве органоминеральное удобрение марки «Картофельное» повышало урожайность растений картофеля сорта Удача на 2,77 т/га (5,9%), сорта Винета - на 0,76 т/га (2,5%).

С.С.Ивановой [62] в условиях Ярославской области на дерново-подзолистой почве изучено влияние разных фонов минерального питания на продуктивность картофеля раннеспелого сорта Ред Скарлетт и среднеспелого Луговской. Выявлено, что удобрения повышают площадь листьев и урожайность картофеля. Наибольшее количество и масса клубней наблюдается на фоне с совместным внесением органических и минеральных удобрений ( $N_{220}P_{70}K_{250}$  + навоз 30 т/га) у сорта Луговской.

А.А. Молявко, Л.А. Еренковой и др.[97] в условиях Брянской области установлено, что при внесении  $N_{90}P_{120}K_{180}$  и  $N_{120}P_{180}K_{240}$  сорта картофеля повышали урожайность на 10-25%, однако качество сырого картофеля и продуктов его переработки при этом снижалось.

А.Н.Ратников, Д.Г.Свириденко, Г.И. Попова и др. [121] в условиях Калужской области на серой лесной среднесуглинистой и дерново-подзолистой среднесуглинистой почвах выявили эффективность применения комплексного органо-минерального удобрения СУПРОДИТ М и биологически активного органо-минерального комплекса ГЕОТОН под картофель. Выявлено, что применение СУПРОДИТа М позволяет повысить урожайность клубней картофеля на 10-50%, ГЕОТОНа - на 10-27%, в зависимости от сорта картофеля, срока и количества обработок, а также почвенно-климатических условий.

З.И. Усанова и Н.В. Самотаева [144] определили возможность получения запрограммированных урожаев картофеля (из расчета на 15 – 40 т/га) при внесении расчетных доз удобрений. При этом содержание нитратов значительно ниже ПДК.

Н.А. Хох, В.В. Курилович, Д.В. Климентьевой [146] на дерново-подзолистой супесчаной почве республики Беларусь исследовано влияние различных систем органо-минерального питания на продуктивность и качество продовольственного картофеля. Установлено, что максимальную урожайность картофеля 52,5-53,5 т/га с товарностью 87-89 % обеспечило внесение  $N_{90}P_{90}K_{120}$  как на фоне навоза, так и при комплексном применении измельченной соломы и сидерального удобрения.

Ключевым фактором, обеспечивающим достижения высоких урожаев картофеля является развитие листовой поверхности, где происходит основной процесс первичного синтеза органических веществ, а также их последующие превращения до получения конечных продуктов, входящих в состав хозяйственно ценных органов растения (в данном случае - клубней) [104,43,78]. В связи с этим, получение высокого урожая возможно при обеспечении процесса клубнеобразования оптимальным для этого количеством ассимилянтов [12,48]. Достижение этих обеспечивает повышение как хозяйственной продуктивности картофеля, так и устойчивости клубней к механическим повреждениям [122,168].

Кроме того, важнейшим фактором продукционного является фотосинтетический потенциал агроценоза (посева) (ФПП) - интегрированный показатель роста листовой поверхности по периодам вегетации, определяемый произведением площади листьев на продолжительность вегетации [138].

А.А. Ничипорович выявил, что для получения урожая клубней 500-700 центнеров с гектара требуется достигнуть величины ФПП 2,0-2,5 млн  $m^2/сутки$ . Это можно обеспечить за счет максимальной площади листьев 30-40 тыс.  $m^2/га$  [107].

В свою очередь, площадь листьев зависит от множества внешних факторов, в связи с чем необходимо определить оптимальные и лимитирующие их значения [4].

Динамика формирования площади листьев в посевах в целом сходна с динамикой формирования её у отдельных растений. Вместе с тем, наибольшую урожайность наилучшего качества продукции можно получить только в посевах, обладающих достаточной площадью листьев и оптимальным ходом её формирования [79,106].

Хозяйственно максимальному урожаю, для сортов интенсивного типа, соответствует листовая поверхность в 45-50 тыс. м<sup>2</sup>/га [22]. В кратчайшие сроки сформировать оптимальную листовую поверхность растений можно с помощью рационального применения удобрений [46,125]. Они способствуют созданию благоприятных условий для продолжительного перераспределения ассимилянтов из надземных частей растения в клубни, что способствует формированию высокопродуктивных агроценозов. Начальный этап образования общей биомассы растения в начале вегетационного периода происходит относительно медленно (до 20-25 дней от всходов). Однако, начиная примерно с фазы образования бутонов, происходит ускоренный рост биомассы, который продолжается до завершения цветения. После этого процесс развития биомассы замедляется. Максимальная площадь листьев у ранних и среднеспелых сортов картофеля достигается к первой половине июля, а у позднеспелых - к первой половине августа. Факторами, оказывающими значительное влияние на этот процесс, являются удобрения, климатические условия, технология возделывания и генетические особенности растения. Таким образом, применение удобрений в начале формирования биомассы (бутонизация) и в конце ее интенсивного прироста (цветение) может позволить сформировать высокопродуктивные агроценозы за счет повышения величины показателей фотосинтетической деятельности [99,125,140].

В.Б. Нарушевым и соавторами [101] на черноземных почвах Поволжья установлено, что наивысший показатель чистой продуктивности фотосинтеза при применении удобрений N<sub>60</sub>P<sub>60</sub> и биопрепарата флавобактерин по фону

озимая рожь + сидерат горчица - 4,30 г/м<sup>2</sup> сутки. В свою очередь активизация фотосинтеза положительно сказалась на продукционном процессе посевов.

По данным Б.К. Абитовой [2] в условиях Западно-Казахстанской области при внесении птичьего помета на фоне минеральных удобрений ассимиляционная поверхность листьев картофеля сортов Невский и Каратоп снижается, что объясняется нарушением соотношения азота и фосфора и лучшим формированием стеблей.

В опытах И.Р. Вильдфлуш и соавторов [25] на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве некорневые подкормки Нутривантом плюс на фоне более высоких доз удобрений N<sub>130</sub>P<sub>90</sub>K<sub>150</sub> среднепозднего сорта Вектар позволили сформировать наибольшую урожайность картофеля - 41,8 т/га, что обеспечивалось за счет увеличения фотосинтетического потенциала агроценоза до 0,810 млн м<sup>2</sup>/га в сутки при минимальном снижении чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). Обычно показатели ФПП и ЧПФ находятся в обратной зависимости, поскольку ЧПФ определяется путем деления количества сухой биомассы на ФПП [138].

И.А. Скрябиным и соавторами [129] на дерново-подзолистой, легкосуглинистой почве изучено влияние некорневой обработки сульфатом магния на фотосинтетическую активность и урожайность сортов картофеля Гала и Люкс. Авторами выявлено, что применение сульфата магния приводит к уменьшению площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала растений картофеля, но увеличивает чистую продуктивность фотосинтеза в среднем на 2,1 кг/1000 м<sup>2</sup>×сутки/га. При этом получена прибавка урожайности раннеспелого сорта Люкс - 6,0 т/га.

Ю.Н. Плескачѳв и П.А. Андросов [114] в условиях Астраханской области на бурых полупустынных почвах изучили действие фолиарных подкормок комплексными водорастворимыми удобрениями на показатели фотосинтетической деятельности и продуктивность картофеля ранних сортов Ред Скарлетт, Ривьера и Аризона. Авторами выявлено, что применение данных удобрений оказывает положительное влияние не только на увеличение

площади листьев, но и повышает продуктивность фотосинтеза и, как следствие этого, в целом увеличивает биологическую урожайность раннего картофеля.

В.И. Никитишен, Л.М. Терехова, В.И. Личко [103] на серых лесных почвах изучили действие удобрений на показатели фотосинтетической деятельности в посевах различных культур, в том числе - картофеля. Авторами установлено, что повышение продуктивности этих культур благодаря усилению уровня минерального питания растений обеспечивается, главным образом, за счет повышения суммарной площади листьев.

Удобрения оказывают большое влияние на качество клубней картофеля. Необходимость изменения фона минерального питания определяется требованием к размеру и содержанию в клубнях крахмала и других биологически питательных и биологически активных веществ [70].

А.В. Шитикова и А.С. Черных [156] на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве ЦРНЗ РФ изучили особенности формирования урожая и качество клубней картофеля в зависимости от уровня минерального питания. Для этого использовали мочевины, кальциевую селитру и сульфат аммония в дозах 45, 60 и 90 кг д.в / га каждого удобрения. Авторами выявлено, что применение азотных подкормок позволило получить прибавку урожая среднераннего сорта Невский от 0,1 до 2,4 т/га. Подкормка азотными удобрениями в фазе полных всходов способствовала увеличению количества сухих веществ на 0,3-1,1%. Содержание крахмала также увеличилось на 0,3-0,8 %. Содержание нитратов в клубнях картофеля колебалось от 128 до 370 мг/кг сырой массы при ПДК – 250 мг/кг.

Дзанагов С.Х. и Хадиков А.Ю. [49] на черноземе обыкновенном степной зоны РСО-Алания изучали эффективность припосадочного удобрения (внесение в рядки) картофеля сорта Волжанин. Установлено их положительное влияние не только на урожайность клубней, но и их качество. Наибольший урожай 139,7 ц/га был получен по варианту N<sub>20</sub>P<sub>20</sub>K<sub>20</sub>. По нему наибольшими были товарность клубней (78%), содержание крахмала (15,6%)

и витамина С (24,3 мг%) против соответственно 69, 13,2 и 20,1 мг% на контроле.

Однако применение удобрений помимо повышения продуктивности сельскохозяйственных культур может вызывать загрязнение почвы и растений экотоксикантами, образующимися как непосредственно из компонентов удобрений, так и из балластных веществ [31,65,75,76].

Так, Г.А. Асланов и Р.Т.Г. Джафарова [13] выявили, что на каштановых орошаемых почвах Азербайджана применение минеральных удобрений в дозах  $(NPK)_{60}$  - $(NPK)_{120}$  обеспечивает достоверное повышение урожайности картофеля и хорошее качество клубней. Однако, внесение максимальной дозы удобрений  $(NPK)_{150}$  в отдельные годы ведет к превышению предельно допустимой концентрации по содержанию нитратов в клубнях. Для получения высокого урожая клубней оптимального качества авторы рекомендуют дозу вносить навоз в дозе 20 т/га и минеральные удобрения в дозе  $N_{90}P_{120}K_{90}$ .

По данным Н.Е. Власенко, при внесении необоснованного количества минеральных удобрений содержание крахмала в клубнях картофеля может снизиться до 0,24-1,9%. Это, связано с несбалансированностью соотношения элементов питания во вносимых удобрениях [26].

Исследованиями Л.И.Борова [20] выявлено, что минеральные удобрения, содержащие соединения фосфора, активизируют синтез сахарозы в столонах и клубнях картофеля. При этом ее концентрация повышается на 0,23-0,30%. Однако, количество крахмала в клубнях снижается на 1,2-2,0 %. Это связано с тем, что основная часть фосфора расходуется на синтез углеводов [113].

Фон минерального питания так же влияет на эффективность действия регуляторов роста растений. Так, А.В.Бутов и А.А.Мандрова [21] на выщелоченных черноземах Липецкой области выявили, что прибавка урожая от применения регуляторов роста на фоне удобрения в дозе  $N_{90}P_{150}K_{120}$  оказалась ниже, чем по фону  $N_{60}P_{90}K_{60}$ .и составила 23,0-20,1 %, против 31,9 и 27,1 %.

Наиболее эффективным способом применения удобрений являются некорневые подкормки, которые проводятся по вегетирующим растениям в виде водного раствора с расходом рабочей жидкости как правило 300 – 400 л/га [61]. Главная задача некорневой подкормки как технологического приёма - компенсация недостаточного корневого питания растений, улучшение качества урожая [119].

Некорневые подкормки являются экологически безопасным способом применения микроэлементов для обеспечения растений этим элементом минерального питания также, как предпосевная обработка семян [61].

Так, О.А. Старовойтова, В.И. Старовойтов, А.А. Манохина, В.А. Чайка [131] отмечают, что применение внекорневых подкормок микроэлементами в виде хелатного удобрения может положительно отразиться на растениях и дать значимую прибавку урожайности клубней картофеля и топинамбура. Применение данных препаратов на дерново - подзолистой супесчаной почве экспериментальной базы Коренево (Красково) Московской области повышало урожайность клубней картофеля на 3.0 - 3.3 т/га (12 - 13%). При этом для увеличения количества клубней картофеля и повышения их сохранности авторы рекомендуют применять серосодержащий препарат.

### **1.3. Влияние регуляторов роста на формирование урожайности и качество урожая картофеля**

Переход к экологически безопасному ведению хозяйства требует снижения объемов применения минеральных удобрений и пестицидов. Частично заменить данные препараты могут регуляторы роста растений, механизм повышения урожайности и подавления вредных организмов которых реализуется через повышение иммунитета растений. К достоинствам этих препаратов относится низкая токсичность, а также малые нормы расхода, что делает их применение экологически и экономически эффективным [95].



Применение данной группы препаратов широко исследовано разными авторами в России и странах СНГ на различных культурах, в частности – на картофеле.

Так, И. П. Можаровой [95] в условиях Московской области изучено действие регуляторов роста циркон, крезацин, и лариксин на рост, развитие и продуктивность картофеля при обработке ими посадочного материала и растений в период вегетации. Выявлено, что каждый препарат в отдельности оказывает положительное воздействие на растение, которое проявляется в увеличении высоты куста, количества стеблей и числа листьев. Их использование обеспечивает повышение урожайности на 6,2-23,8%, а также повышает устойчивость растений к альтернариозу и фитофторозу.

И.Н. Романовой и соавторами [123] изучено действие регуляторов роста Байкал ЭМ-1, Эпин, Альбит и Новосил в технологии возделывания среднеспелого сорта картофеля Вектор на дерново-подзолистой среднесуглинистой среднекультуренной почве. При этом, урожайность повышается с 32,5 т/га (контроль) до 35,6 – 38,8 т/га. Из изученных препаратов наиболее эффективными в повышении качества клубней оказались Новосил и Альбит.

Н.А.Щербаковой [155] в полевом опыте на светло-каштановых почвах Волгоградской области на девяти ранних и среднеранних сортах картофеля изучено и установлено положительное влияние регуляторов роста – Байкал ЭМ 1, Эпин-экстра и Гумат+7 в сочетании с Фитоспорином М на развитие растений картофеля и их урожайность.

М.Р. Мусаевым, Ш.Т. Алияровой и др. [100] в условиях Дагестана выявлена эффективность применения регуляторов роста на растениях картофеля разных сортов. Так, в контроле в среднем по сортам урожайность составила 29,9 т/га, в варианте с обработкой Эпин-Экстра - 33,8 т/га, Гумат<sup>+</sup>7 - 32,8 т/га.

А.В.Бутов и А.А.Мандрова [21] на выщелоченных черноземах Липецкой области изучили действие Эпин-Экстра, Экопин, Экогель, Новосил, Циркон,

Гумат N/K на урожай, качество и сохранность клубней картофеля сорта Удача. Наиболее эффективными оказались препараты Экопин и Новосил. Урожайность картофеля от их применения составила соответственно 30,2 – 33,2 и 29,1 – 32,2 т/га, против 22,9 – 26,8 т/га на контрольном варианте, повысилась крахмалистость клубней с 14,2 до 15,4 и 14,9 %. Снизилась общие потери массы на 1,1-1,0 % и уменьшилась заболеваемость клубней в период хранения с 1,9 до 1,4-1,5 %.

С.Г. Алиевым и И.Р. Вильдфлуш [3] в условиях республики Беларусь выявлено, что применение регулятора роста Экосил, комплексных микроудобрений Басфолиар 36 Экстра и Витамар при выращивании картофеля на дерново-подзолистой почве по сравнению с фоном  $N_{100}P_{60}K_{130}$  увеличивало урожайность клубней на 10,6 ц/га, 24,8 и 21,3 ц/га, а выход крахмала - на 3,5 ц/га, 6,5 и 9,6 ц/га.

Регуляторы роста влияют так же на фотосинтетическую деятельность растений картофеля. Так, И.Г. Кирриловой [71] выявлено, что регуляторы роста мелафен и кремнеауксин «Энергия М» увеличивают интенсивность транспирации, содержание хлорофиллов в листе, активность пероксидазы. Регулятор роста мелафен снижает активность полифенолоксидазы и каталазы в листе, увеличивает конечную продуктивность картофеля. ИУК усиливает эффект мелафена, что автор связывает с усилением оттока ассимилятов в клубни.

Т.С. Байбулатов и соавторы [16] в условиях Республики Ингушетия выявили, что стимуляторы роста Biodux, Циркон, Эпин Экстра и Настой крапивы оказывают влияние на появление всходов растений картофеля, прохождение фенологических фаз, величину ассимиляционной поверхности листового аппарата и продуктивность фотосинтеза, что определило уровень урожайности картофеля.

Р.М. Магомедов и соавторы [91] на светло-каштановых почвах равнинного Дагестана проводили исследования по изучению продуктивности сортов раннего картофеля на фоне внесения биогумуса дозой 7,5 т/га и

обработки регуляторами роста Циркон и Эксрасол. Авторами установлено, что применение биогумуса и регуляторов роста способствовало повышению площади листьев картофеля. на 19,1 - 17,1 %. Наибольшая величина показателя отмечена у сортов Жуковский ранний и Предгорный - 50,4 - 49,6 тыс. м<sup>2</sup> /га. Снижение данного показателя соответственно на 1,8 - 9,1% наблюдалось на посадках сортов Волжанин, Удача и Невский. Примерно такая же динамика отмечена по показателям накопления сухого вещества и чистой продуктивности фотосинтеза.

Пашкова Г.И. и Кузьминых А.Н. [112] выявили, что обработки стимуляторами роста способствовали увеличению урожайности и качества клубней картофеля раннеспелого сорта Удача.

Таким образом, обзор источников литературы позволил выявить большую роль сорта, удобрений и регуляторов роста в повышении продуктивности картофеля. Действие этих факторов проявляется неодинаково в разных регионах возделывания.

Вместе с тем, в литературе недостаточно данных о действии некорневых подкормок удобрениям и регуляторами роста на рост, развитие формирование урожайности разных сортов картофеля применительно к условиям Верхневолжья. Это явилось основанием для проведения наших исследований.

## **2 МЕСТО, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Исследования проводили в 2019 – 2021 гг. в полевом двухфакторном опыте на опытном поле Тверской государственной сельскохозяйственной академии.

### **2.1. Агрометеорологические условия в годы исследований**

Одними из важнейших факторов роста, развития растений и формирования урожайности является обеспеченность их влагой и теплом [161,163,165,175].

Агрометеорологические условия в годы проведения исследований (2019-2021 гг.) по декадам представлены на рисунках 1 - 2. Выявлено, что они различались распределением тепла и влаги в течение вегетации в разные годы исследований.

Так, 2019 г. отличался жарким и сухим маем, 1 и 2 декадами июня, холодным июлем и 1 декадой августа. В целом за вегетацию сумма температур и сумма осадков были близки к среднегодовой норме. Однако, повышенные температуры воздуха и недостаток осадков в первой половине вегетации картофеля оказали влияние на рост и развитие растений.

2020 год характеризовался прохладным и влажным маем, теплым и сухим июнем, влажными, но близкими к норме по температуре июлем и августом. В целом за вегетацию сумма температур и сумма осадков были выше среднегодовой нормы.

Погодные условия 2021 г. характеризовались теплым и влажным июнем, а также теплыми сухими июлем и августом. В целом за вегетацию сумма температур была выше, а сумма осадков ниже среднегодовой нормы.

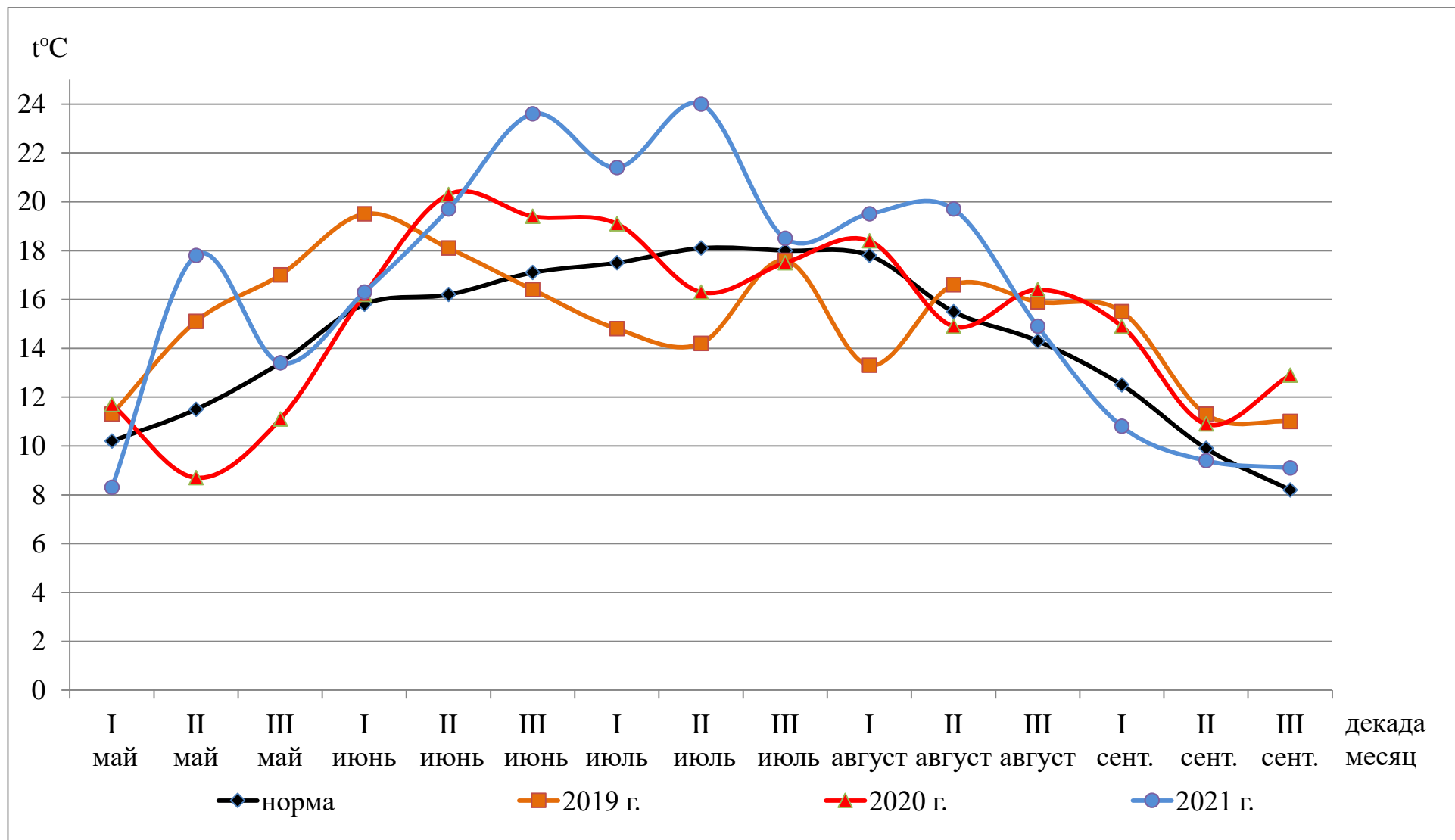


Рисунок 1 - Динамика изменения среднесуточной температуры воздуха по декадам за период с мая по сентябрь в 2019 - 2021 гг., МС «Тверь»

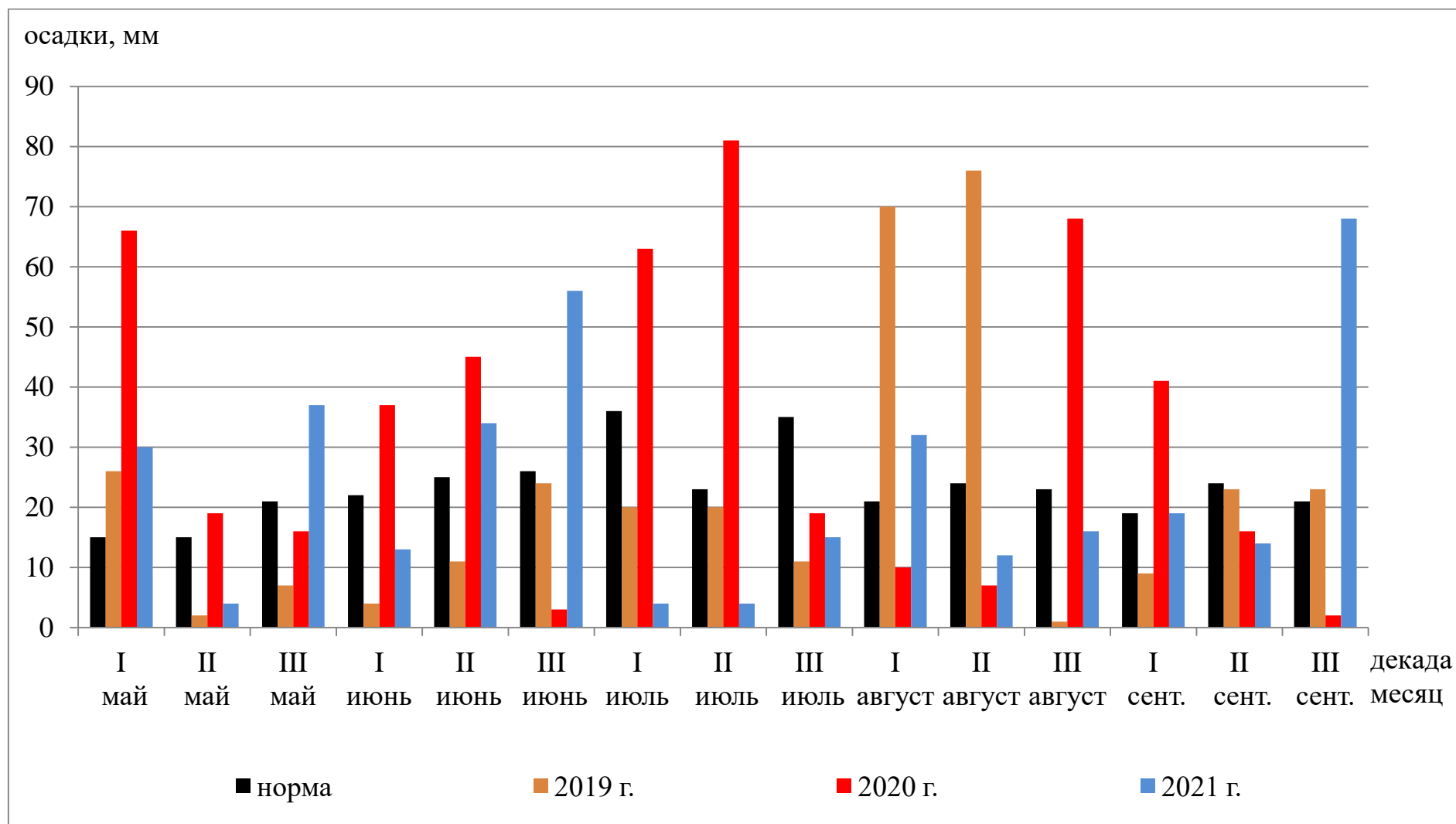


Рисунок 2 - Динамика изменения суммы осадков по декадам за период с мая по сентябрь в 2019 - 2021 гг., МС «Тверь»

За период “посадка – уборка” сумма температур составила в 2019 г. – 1660,5°C (+1,2 °С к норме), в 2020 г. – 1674,1 °С (+ 80,0 °С к норме), в 2021 г. – 1840,6 °С (+256,7 °С к норме). Осадков соответственно по годам выпало 246,4 мм (94,7 % от нормы), 351,7 мм (140,6 %), 200,5 (80,6%). Гидротермический коэффициент (по Селянинову) равнялся по годам 1,48; 2,10; 1,09 при норме 1,57. Наиболее благоприятным для формирования урожайности картофеля был 2020 г.

## 2.2. Характеристика почвы и схема опыта

Почва опытного участка дерново - среднеподзолистая остаточной карбонатной глееватая на морене легкосуглинистая по гранулометрическому составу, хорошо окультурена.

*Агрохимическая характеристика почвы до закладки опыта* представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы до закладки опыта

Год	Содержание гумуса (по Тюрину, ГОСТ 26213-91), %	N легко гидролизуемый (по Корнфилду)	Содержание в мг/кг почвы (по Кирсанову, ГОСТ Р 54650-2011)		pH <sub>сол</sub>
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
2019	1,6	66	285	71	4,9
2020	1,7	89	302	111	4,9
2021	1,9	98	308	89	4,9
Среднее за 3 года	1,7	84	298	90	4,9

Исследования проводили в полевом двухфакторном опыте. При этом изучали факторы:

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

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

Обработку препаратами проводили дважды: при высоте растений картофеля 20 – 25 см. (1.07.2019 г., 1.07.2020 г., 5.07.2021 г.) и в фазу начала бутонизации (19.07.2019 г., 20.07.2020 г., 20.07.2021 г.). Площадь учетной деланки по фактору А – 84 м<sup>2</sup>, по фактору В – 14 м<sup>2</sup>. Повторность в опыте 3-х кратная. Размещение вариантов – систематическое.

### **2.3. Методика проведения наблюдений и определений**

Исследования выполнили по современным методикам:

- *Агрохимические показатели почвы*: щелочногидролизующий азот – по Корнфилду; подвижный фосфор и обменный калий по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ Р 54650-2011 [40]); рН солевой вытяжки – потенциометрически (ГОСТ 26483-85 [15,37,164]); массовая доля органического вещества по методу И. В. Тюрина (вариант ЦИНАО) (ГОСТ 26213-91 [15,36]).

Щелочногидролизующий - по методу Корнфилда с использованием чашек Конвея [164].

Подвижный фосфор и обменный калий определяли по методике Кирсанова. Она основана на извлечении Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> и К<sub>2</sub>О из почвы экстрагирующим раствором соляной кислоты с молярной концентрацией 0,2 моль/дм. Затем соединения фосфора и калия в растворе определяются: Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> – на фотоэлектроколориметре КФК-2, К<sub>2</sub>О - на пламенном фотометре ПФА-378 [164].

Кислотность почвы определяли потенциометрически с использованием рН - метра, оборудованного стеклянным электродом [15,164].

Определение рН почвы проводилось в три этапа:



1. Подготовка раствора КСl, смешивание с почвой.
2. Калибровка рН - метра.
3. Погружение электродов в готовый жидкий раствор и расчет рН почвы.

Определение органического вещества проводили методом И. В. Тюрина. Он основан на окислении органических соединений почвы раствором двуххромовокислого калия в серной кислоте и последующем определении трехвалентного хрома титрованием Солью Мора [15].

- *Фенологические* наблюдения по методике З.И.Усановой [138].
- *Исследование показателей фотосинтетической деятельности* растений в агроценозе картофеля по методике З.И. Усановой, 2015 [138]:

а) динамику роста площади листьев одного растения (в см<sup>2</sup>) и агроценоза (в тыс.м<sup>2</sup>/га) весовым методом путем обрывания листьев с растений, их взвешивания, отбора высечек специальным сверлом диаметром 1 см. Далее площадь листьев вычисляли по пропорции исходя из их массы, массы и площади высечек. Для анализа брали максимальную и среднюю площадь листьев агроценоза;

б) динамику формирования листового фотосинтетического потенциала агроценоза (ФПП) путем графического интегрирования динамики роста площади листьев за вегетацию;

в) производительность ФПП – количество клубней (кг), полученное на 1 тыс. единиц ФПП;

г) чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) – по формуле Кидда, Веста, Бриггса и средняя за вегетацию путем деления урожая сухой фитомассы на ФПП;

д)  $K_{хоз}$  (коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза) – путем деления показателя сухой фитомассы клубней на показатель сухой фитомассы целого растения.

Данные показатели вычисляли по методике И.С. Шатилова, М.К. Каюмова 1978 [153], З.И.Усановой [138].

Определение проводили 4 раза за вегетацию, отбирали по 2 растения с каждого варианта.

- Подсчет густоты стояния по вариантам опыта перед уборкой урожая.
- *Пораженность картофеля болезнями (ботвы)* по методике Танский В.И. и др. [117,132]. Больными считали растения, пораженные в любой степени болезнью.

- *Определение динамики накопления массы клубней* – при определении показателей фотосинтеза: 4 раза за вегетацию, отбирали по 2 растения каждого сорта.

Определение структуры урожая и урожайности по методике З.И. Усановой, 2015 [138] путем взвешивания ботвы и клубней с учетной площади делянки.

- *Качество урожая. В клубнях:* сухого вещества (ГОСТ 31640-2012 [39]), сырого протеина (ГОСТ 13496.4-93 [34]), нитратов (ГОСТ 29270-95 [38], ГОСТ 13496.19-93 [35]), крахмала в клубнях по ГОСТ 7194-81 [33]. Определение содержания сухого вещества проводили путем взвешивания растительной массы ботвы и клубней в алюминиевых бюксах и сушки их при температуре 110 °С до полного высыхания.

- Математическая обработка методом дисперсионного анализа урожайных данных многофакторного опыта по Б.А.Доспехову (1985) [51]

- Экономическая эффективность возделывания картофеля в разных вариантах технологии на основании составления технологических карт с учетом производственных затрат (фактических материально-технических затрат, цен на ГСМ, посадочные клубни, удобрения и др.) и стоимости урожая клубней [27].

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

### 2.3.1. Характеристика сортов

1. **Сорт Коломба** (рисунок 3). Оригинаторы: HZPC HOLLAND B.V.; АО `ЭЙЧ-ЗЕТ-ПИ-СИ САДОКАС`. Очень ранний, столового назначения [44].

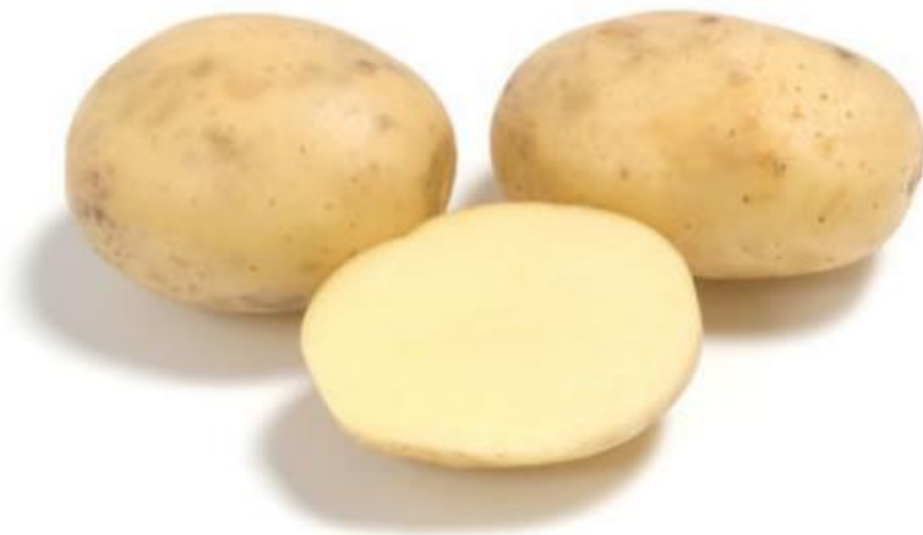


Рисунок 3 – Клубни картофеля сорта Коломба [137].

2. **Королева Анна** (рисунок 4). Оригинаторы: SAKA PFLANZENZUCHT GMBH & CO KG; SOLANA GMBH & CO KG. Раннеспелый, столового назначения [44].

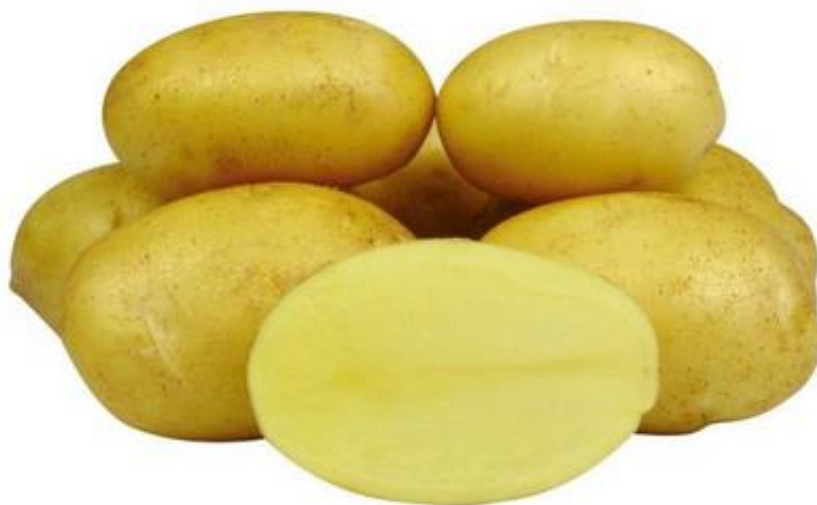


Рисунок 4 – Клубни картофеля сорта Королева Анна [137].

**3. Ред Скарлетт** (рисунок 5). Оригинаторы: HZPC HOLLAND B.V., ЗАО `ОКТЯБРЬСКОЕ`, ООО `АЛЧАК` и др. Раннеспелый, столового назначения [44].



Рисунок 5 – Клубни картофеля сорта Ред Скарлетт [137].

**4. Гала** (рисунок 6). Оригинатор: NORIKA NORDRING-KARTOFFELZUCHT- UND VERMEHRUNGS-GMBH. Среднеранний, столового назначения [44].

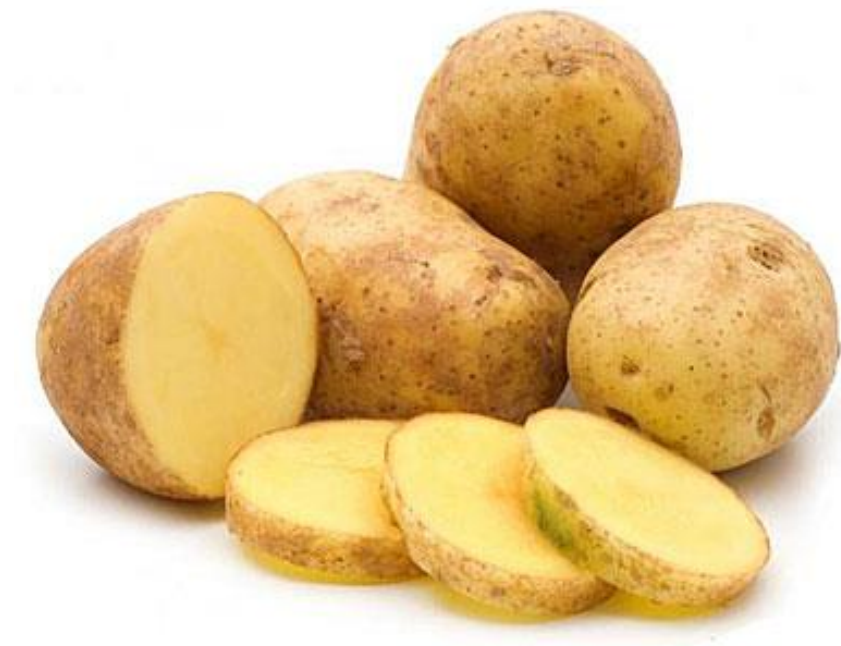


Рисунок 6 – Клубни картофеля сорта Гала [137].

### 2.3.2. Характеристика препаратов

**1. Циркон.** Регулятор роста, цветения, плодоношения, корнеобразования, индуктор болезнестойчивости и стрессовый адаптоген. Действующее вещество: смесь гидроксикоричных кислот, в концентрации 0,1 мг/мл. Гидроксикоричные кислоты (ГКК), а именно, кофейные кислоты и ее производные: цикориевые и хлорогеновые кислоты, выделенные из эхинацеи пурпурной. Препарат был разработан фирмой ННПП «НЭСТ М» с 2001 г, она же является единственным его производителем.

**2. Эпин-экстра.** Регулятор роста. Адаптоген с ярко выраженным антистрессовым действием. Повышает иммунитет растений. В его основе лежит синтетический фитогормон Эпибрассинолид. Растения гораздо легче переживают такие природные явления как засухи, ливни, заморозки и перепады температур. Применяют для ускорения роста и развития корневой системы и растения в целом. Способствует повышению урожайности. Препарат был разработан фирмой ННПП «НЭСТ М».

**3. Фолирус Премиум.** Универсальное комплексное микро и макроудобрение от компании Листерра. Содержит: Макроэлементы - Азот N, Фосфор в виде  $P_2O_5$ , Калий в виде  $K_2O$ , Магний в виде MgO, железо в виде  $Fe_2$ ; микроэлементы - Марганец ( $Mn^1$ ), Медь ( $Cu^1$ ), Бор (B), Цинк ( $Zn^1$ ).

**4. Аквамикс.** Концентрированное микроудобрение, представляет собой водорастворимый комплекс микроэлементов, которые находятся в хелатной форме. Производитель - «Буйский химический завод». Состав, % : Макроэлемент - Fe(ДТПА), 1,74 %; Fe(ЭДТА), 2,1. Микроэлементы: Mn(ЭДТА), 2,57 %, Zn (ЭДТА) 0,53 %, Cu (ЭДТА) 0,53 %, Ca (ЭДТА) 2,57 %, B - 0,52 %, Mo - 0,13 %.

**5. Комплексоны Zn - ЭДДЯК + Cu - ЭДДЯК.** Экологически чистые микроудобрения, комплексоны микроэлементов, созданные учеными Тверской ГСХА на основе комплексонов, производных янтарной кислоты (этилендиаминдиантарная кислота – ЭДДЯК).

Исследования на топинамбуре в предшествующие годы выявили сравнительно высокую эффективность Zn – ЭДДЯК в повышении продуктивности растений [143].

### 2.3.3. Агротехника картофеля в опыте

В опытных посадках соблюдали интенсивную технологию. Предшественник картофеля – зерновые культуры.

Удобрения вносили в дозе  $N_{120}P_{140}K_{180}$  в виде аммиачной селитры, диаммофоски и хлористого калия весной перед нарезкой гребней.

Основная обработка почвы включала в себя дискование в два следа (БДТ-3) и вспашку (ПЛН–3–35). Предпосадочная обработка почвы - две культивации (первая при помощи КПШ – 3, вторая – КПС – 4,0 + БЗСС – 1,0).

Посадку проводили 23.05.2019; 26.05.2020 и 2.06.2021 с междурядьями 70 см картофелесажалкой КСМ-4 клубнями средней фракции (50 – 80 г) на глубину 8 – 10 см (рисунок 7).

Перед посадкой произвели нарезку гребней высотой 20 см, шириной основания 65 – 70 см с использованием культиватора - окучника КОН 2,8. Создана оптимальная густота посадки, произведено протравливание клубней инсектофунгицидом Эместо Квантум, КС (0,35 л/т клубней) (рисунок 8).

Уход за посадками состоял из 2-х междурядных обработок (КОН-2,8 ПМ), 3-х кратного опрыскивания фунгицидами (с интервалом в 7 дней в июле: Танос, ВДГ – 0,6 кг/га; Рапид Голд, СП – 1,5 кг/га; Инфинито, КС – 1,2 л/га) (рисунок 9) и однократного опрыскивания гербицидом Сойл, ВДГ (0,8 кг/га) с расходом рабочего раствора 300 л/га, двукратной некорневой подкормки по схеме опыта (при высоте растений 15 – 20 см и в фазу бутонизации).



Рисунок 7 – Посадка картофеля



Рисунок 8 – Протравливание клубней перед посадкой



Рисунок 9 – Обработка агроценоза картофеля фунгицидом

Производилось удаление ботвы за 4 дня до уборки. Учет урожая проводился вручную 5 – 6 сентября 2019 г.; 3 – 4 сентября 2020 г. и 9 – 10 сентября 2021 г. Затем произвели механизированную уборку оставшегося урожая.



### **3 РЕАКЦИЯ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ НА НЕКОРНЕВЫЕ ПОДКОРМКИ И УСЛОВИЯ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ**

Одним из важнейших факторов интенсификации продукционного процесса является удобрение, эффективным способом применения которого является некорневая подкормка. Применение удобрений позволяет на порядок повысить продуктивность агроценозов картофеля [140,160]. Влияние некорневых подкормок регуляторами роста и удобрениями на водопотребление, рост и развитие сортов картофеля, как показано в главе 1, изучено недостаточно полно, в связи с чем проведение наших исследований является актуальным.

#### **3.1. Влагообеспеченность и водопотребление картофеля в зависимости от сорта и некорневых подкормок разными препаратами**

Урожайность большинства сельскохозяйственных культур главным образом зависит от влагообеспеченности растений в разные периоды вегетации. Для достижения потенциальной продуктивности растений влажность почвы во время роста и развития должны находиться в диапазоне от 100 до 60 % от предельной полевой влагоемкости (ППВ) [30,119].

Картофель предъявляет высокие требования к влажности почвы. Наибольшее потребление влаги у него происходит в 4-ом периоде роста и развития – от начала цветения до начала усыхания ботвы, когда формируется 65 – 70 % конечного урожая. В это время среднесуточные приросты урожая клубней могут достигать 2,5 – 2,8 т/га. В этот период влажность почвы должна находиться на уровне 70 – 80 % от ППВ. Снижение ее до 60 – 40 % от ППВ снижает урожайность более чем на 40 % [118,119,137].

Нами изучена динамика влажности почвы в течение вегетации картофеля в % к абсолютно сухой почве (таблица 2) и в % от предельной полевой влагоемкости (ППВ) (таблица 3). Выявлено, что в среднем по опыту

величина показателя в % от абсолютно сухой почвы составила от 13,8 до 15,7 %, а от ППВ – от 60,2 до 68,2 %.

Исследования показали, что влажность почвы в агроценозах сортов картофеля существенно различалась в зависимости от периода определения и года исследований.

Таблица 2 – Динамика влажности почвы в агроценозах картофеля в зависимости от сорта в разные годы, % от абсолютно сухой почвы

Сорт	I срок	II срок	III срок	IV срок	В среднем за вегетацию
2019					
Дата взятия пробы	20.июн	19.июл	14.авг	02.сен	
Коломба	13,9	18,3	17,6	11,0	15,2
Королева Анна	12,4	18,5	15,8	10,1	14,2
Ред Скарлетт	13,0	18,1	18,1	10,7	15,0
Гала	13,5	18,5	18,0	10,7	15,2
Среднее по сортам	13,2	18,4	17,4	10,6	14,9
2020					
Дата взятия пробы	23.июн	20.июл	17.авг	31.авг	
Коломба	10,3	19,4	11,7	20,0	15,3
Королева Анна	10,4	19,1	10,8	19,2	14,9
Ред Скарлетт	10,9	18,9	12,7	21,0	15,9
Гала	11,3	21,4	12,5	21,1	16,6
Среднее по сортам	10,8	19,7	11,9	20,3	15,7
2021					
Дата взятия пробы	25.июн	20.июл	15.авг	01.сен	
Коломба	16,7	9,8	11,7	14,7	13,2
Королева Анна	16,6	9,8	13,3	15,4	13,8
Ред Скарлетт	16,8	10,4	14,3	15,9	14,3
Гала	16,8	10,1	13,1	16,1	14,0
Среднее по сортам	16,7	10,0	13,1	15,5	13,8

Таблица 3 – Динамика влажности почвы в агроценозах картофеля в зависимости от сорта в разные годы, % от ППВ

Сорт	I срок	II срок	III срок	IV срок	В среднем за вегетацию
2019					
Дата взятия пробы	20.июн	19.июл	14.авг	02.сен	
Коломба	60,4	79,5	76,5	47,9	66,1
Королева Анна	54,0	80,4	68,7	44,0	61,8
Ред Скарлетт	56,5	78,8	78,6	46,5	65,1
Гала	58,7	80,5	78,4	46,7	66,1
Среднее по сортам	57,4	79,8	75,6	46,3	64,8
2020					
Дата взятия пробы	23.июн	20.июл	17.авг	31.авг	
Коломба	44,9	84,2	50,8	86,8	66,7
Королева Анна	45,3	82,9	47,1	83,7	64,7
Ред Скарлетт	47,6	82,2	55,1	91,4	69,1
Гала	49,2	93,1	54,4	91,9	72,2
Среднее по сортам	46,8	85,6	51,9	88,4	68,2
2021					
Дата взятия пробы	25.июн	20.июл	15.авг	01.сен	
Коломба	72,6	42,7	50,7	64,1	57,5
Королева Анна	72,1	42,6	57,6	67,0	59,8
Ред Скарлетт	73,0	45,2	62,0	69,1	62,3
Гала	73,1	43,7	57,1	70,1	61,0
Среднее по сортам	72,7	43,6	56,9	67,6	60,2

Так, в среднем по сортам и периодам определения максимальная величина показателя отмечена в наиболее влажном 2020-м году (68,2 %), минимальная – в наиболее засушливом 2021-м году (60,2 %).

Вместе с тем, каждый год исследования характеризовался наличием периодов как с достаточной, так и с низкой влажностью почвы. Так, в

нормальном по влагообеспеченности 2019 году оптимальная влажность почвы была характерна для II и III сроков определения (19 июля и 14 августа). В I и IV сроки (20 июня и 2 сентября) величина показателя была существенно ниже оптимальной (в среднем по сортам 57,4 и 46,3 % от ППВ).

В наиболее влажном 2020-м году так же наблюдались периоды недостаточной влажности. Так, в первый срок взятия пробы (23 июня) в среднем по сортам влажность почвы составила в среднем по сортам 46,8, во третий срок (17 августа) – 51,9 % от ППВ.

В наиболее засушливом 2021-ом году влажность почвы в первый (25 июня) период определения соответствовала оптимальной (более 70 % от ППВ). В другие периоды она снизилась в среднем по сортам до 43,6 – 67,6 % от ППВ.

Сорта картофеля отличаются разной стрессоустойчивостью к недостатку влаги и коэффициентами водопотребления [80]. По данным В.В. Козлова [80] более экономным расходом воды отличается сорт Удача, у которого биологический коэффициент водопотребления (Кв биол.) был меньше, чем у сорта Гала на 213 и сорта Ред Анна на 267 мм х га / ц, а товарные коэффициенты (Кв тов.) соответственно на 45 и 21 мм х га / ц. Еще сильнее сорта реагировали на предшественник. Кв биол. снижаются при посадке картофеля по горчице белой на сидерат в 1,4 раза, Кв тов. в 1,7 - 1,8 раза.

Наши исследования проводились в 2019 – 2021 годах, которые характеризовались разной влагообеспеченностью посадок. Суммарное водопотребление (W) составило: в 2019 г. – 392,4 мм, в 2020 г. – 511,7, в 2021 г. – 345,5 мм. Осадков выпало за вегетацию соответственно 246,4; 351,7; 200,5 мм. Ряд авторов считают, что для получения высоких урожаев картофеля осадков должно выпадать 300 мм за вегетацию [118,119].

Разная влагообеспеченность посадок оказала неодинаковое влияние на водопотребление картофеля. Так, Кв биологический колебался по годам в контроле 1 (сорта Колумба) от 1261,2 в 2019 г. до 893,1 в 2021 и до 617,7 в

2020 г. Дефицит влаги сопровождался повышением коэффициентов водопотребления.

Рассмотрим реакцию сортов на изменение влагообеспеченности в разные годы и роль некорневых подкормок в экономном расходовании влаги (таблицы 4 - 7).

В 2019 году (таблица 4), при примерно средней влагообеспеченности за годы исследований, более экономным расходованием воды отличался сорт Гала, у которого Кв биол. составил 1056,9 мм х га / ц, Кв тов. – 193,4 мм х га / ц или м<sup>3</sup>/т. Наибольшим расходом воды характеризовался сорт Королева Анна, Кв биол. равнялся 1984,2 мм х га / ц, Кв тов. – 363,8 мм х га / ц, что было в 1,9 раза больше, чем у сорта Гала.

Некорневые подкормки разными препаратами оказали неодинаковое влияние на коэффициенты водопотребления. По всем сортам более экономное расходование воды картофелем отмечалось в вариантах при некорневых подкормках Цирконом и комплексонатами микроэлементов Zn + Cu.

Так, в среднем по сортам в варианте с Цирконом Кв биол. был на 216,2 меньше, чем в контроле, а Кв тов. – на 33,6 мм х га / ц. Более высокие коэффициенты водопотребления оказались в вариантах с Эпином – Экстра и Фолирус Премиум.

В условиях достаточной влагообеспеченности 2020 г. отмечается значительное снижение коэффициентов водопотребления всеми сортами (таблица 5). Так, в контроле 1 (по сорту Коломба) Кв биологический составил 716,7, Кв товарный 151,5 мм х га/ц, в то время как в 2019 году они равнялись 1261,2 и 201,1 мм х га / ц. В этих условиях более экономным расходом воды отличался сорт Ред Скарлетт. У него Кв биол. равнялся 590,3, Кв тов. - 119,9 мм х га/ц. В сравнении с сортом Коломба они уменьшились на 145,6 и 21,1 мм х га / ц.

Наименее экономным расходом воды по – прежнему характеризовался сорт Королева Анна.

Таблица 4 - Коэффициенты водопотребления картофеля в зависимости от применяемого препарата (2019 г.), мм х га/ц (м<sup>3</sup>/т)

Сорт (А)	Препарат (В)	Кв биол.	Кв тов.
Коломба	Контроль (вода)	1261,2	201,1
	Циркон	1089,7	183,2
	Эпин-экстра	1182,3	202,6
	Фолирус-Премиум	1222,2	203,7
	Аквамикс	1294,4	191,4
	Комплексонаты Zn+Cu	1144,7	179,9
В среднем по сорту		1199,1	193,7
Королева Анна	Контроль (вода)	2191,1	365,0
	Циркон	1658,2	304,0
	Эпин-экстра	2171,0	425,1
	Фолирус-Премиум	2150,7	407,5
	Аквамикс	1678,3	322,2
	Комплексонаты Zn+Cu	2055,6	359,3
В среднем по сорту		1984,2	363,8
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	1313,3	274,8
	Циркон	1190,7	221,8
	Эпин-экстра	1226,6	223,8
	Фолирус-Премиум	1148,3	223,8
	Аквамикс	1366,2	235,0
	Комплексонаты Zn+Cu	1248,1	211,8
В среднем по сорту		1248,9	231,8
Гала	Контроль (вода)	1086,5	199,1
	Циркон	1048,7	196,7
	Эпин-экстра	1063,3	193,1
	Фолирус-Премиум	1129,8	201,2
	Аквамикс	1092,3	194,4
	Комплексонаты Zn+Cu	936,8	175,6
В среднем по сорту		1059,6	193,4
Среднее по сортам	Контроль (вода)	1463,0	260,0
	Циркон	1246,8	226,4
	Эпин-экстра	1410,8	261,2
	Фолирус-Премиум	1412,8	259,1
	Аквамикс	1357,8	235,7
	Комплексонаты Zn+Cu	1346,3	231,7
В среднем по опыту		1372,9	245,7

Таблица 5 - Коэффициенты водопотребления картофеля в зависимости от применяемого препарата (2020 г.), мм х га/ц (м<sup>3</sup>/т)

Сорт (А)	Препарат (В)	Кв биол.	Кв тов.
Коломба	Контроль (вода)	716,7	151,5
	Циркон	671,5	137,9
	Эпин-экстра	744,2	150,3
	Фолирус-Премиум	841,7	145,4
	Аквамикс	716,5	133,6
	Комплексонаты Zn+Cu	724,9	127,4
В среднем по сорту		735,9	141,0
Королева Анна	Контроль (вода)	889,3	176,2
	Циркон	761,4	132,1
	Эпин-экстра	788,4	139,2
	Фолирус-Премиум	871,6	157,5
	Аквамикс	699,2	129,7
	Комплексонаты Zn+Cu	765,9	140,6
В среднем по сорту		796,0	145,9
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	667,3	132,4
	Циркон	492,7	113,4
	Эпин-экстра	618,2	118,6
	Фолирус-Премиум	611,2	120,8
	Аквамикс	603,7	119,0
	Комплексонаты Zn+Cu	548,7	115,0
В среднем по сорту		590,3	119,9
Гала	Контроль (вода)	938,8	139,7
	Циркон	749,5	122,9
	Эпин-экстра	704,3	124,3
	Фолирус-Премиум	730,5	137,9
	Аквамикс	763,7	138,4
	Комплексонаты Zn+Cu	761,7	135,0
В среднем по сорту		774,7	133,0
Среднее по сортам	Контроль (вода)	803,0	149,9
	Циркон	668,8	126,6
	Эпин-экстра	713,8	133,1
	Фолирус-Премиум	763,7	140,4
	Аквамикс	695,8	130,2
	Комплексонаты Zn+Cu	700,3	129,5
В среднем по опыту		724,2	135,0

При лучшей, чем в 2019 г., влагообеспеченности сохранились положительная роль препарата Циркон и комплексонатов микроэлементов Zn + Cu. Биологические коэффициенты водопотребления у них составили 668,8 и 700,3, товарные – 126,6 и 129,5 мм х га / ц. Близкие к этим показателям были в варианте с препаратом Аква – Микс.

В сравнении с более засушливым 2019 г. коэффициенты водопотребления уменьшились в этих вариантах в 1,9 и 1,8 раза в варианте с комплексонатами микроэлементов.

В условиях самого сухого 2021 г. в водопотреблении картофеля в основном сохранилась закономерность предыдущих лет (таблица 6). Как и в 2019 г. самым экономным расходом воды отличался сорт Гала. У него, в среднем по препаратам, Кв биол. Равнялся 431, Кв тов. – 106,4 мм х га / ц. Они были меньше, чем в 2020 г. с самой лучшей влагообеспеченностью картофеля соответственно на 343,7 и 28,4 мм х га / ц. Это означает, что сорт Гала лучше переносил дефицит влаги и является более стрессоустойчивым по отношению к этому фактору.

В этом году по – прежнему большим расходом воды характеризовался сорт Королева Анна, у которого К в. Биол. Равнялся 1201,7, Кв тов. – 238,7 мм х га / ц, что в 2,8 и 2,3 раза превышало коэффициенты водопотребления сорта Гала.

В условиях самого сухого лета наблюдалась разная роль препаратов некорневой подкормки в водопотреблении. Преимущество имели препараты Аквамикс и Комплексонаты микроэлементов Zn + Cu. Основное преимущество препарата Циркон сохранилось по сорту Гала.

В среднем по сортам, наименьшими коэффициентами водопотребления отличались препарат Аквамикс и Комплексонаты микроэлементов Zn + Cu. Кв биол. равнялись 681,1 и 691,7, Кв тов. 137,7 и 136,8 мм х га / ц. Они были близки к результатам 2020 года.



Таблица 6 - Коэффициенты водопотребления картофеля в зависимости от применяемого препарата (2021 г.), мм х га/ц (м<sup>3</sup>/т)

Сорт (А)	Препарат (В)	Кв биол.	Кв тов.
Коломба	Контроль (вода)	893,1	162,9
	Циркон	805,0	135,3
	Эпин-экстра	823,5	142,4
	Фолирус-Премиум	868,5	144,5
	Аквамикс	747,6	134,7
	Комплексонаты Zn+Cu	698,2	127,1
В среднем по сорту		806,0	141,1
Королева Анна	Контроль (вода)	1467,5	302,7
	Циркон	1160,1	224,1
	Эпин-экстра	1339,8	261,8
	Фолирус-Премиум	1207,4	236,8
	Аквамикс	993,9	196,2
	Комплексонаты Zn+Cu	1041,7	210,5
В среднем по сорту		1201,7	238,7
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	650,1	132,8
	Циркон	538,6	104,3
	Эпин-экстра	585,3	123,7
	Фолирус-Премиум	601,1	123,7
	Аквамикс	544,7	115,0
	Комплексонаты Zn+Cu	615,1	114,5
В среднем по сорту		589,1	119,0
Гала	Контроль (вода)	459,3	111,0
	Циркон	406,6	98,3
	Эпин-экстра	440,1	108,1
	Фолирус-Премиум	430,3	110,1
	Аквамикс	438,1	105,0
	Комплексонаты Zn+Cu	411,6	95,2
В среднем по сорту		431,0	104,6
Среднее по сортам	Контроль (вода)	867,5	177,3
	Циркон	727,6	140,5
	Эпин-экстра	797,2	159,0
	Фолирус-Премиум	776,8	153,8
	Аквамикс	681,1	137,7
	Комплексонаты Zn+Cu	691,7	136,8
В среднем по опыту		757,0	150,9

Значительный интерес представляют результаты, полученные в среднем за 3 года, когда складывались разные условия влагообеспеченности картофеля (таблица 7).

Таблица 7 - Коэффициенты водопотребления картофеля в зависимости от применяемого препарата (среднее за 2019 - 2021 гг.), мм х га/ц (м<sup>3</sup>/т)

Сорт (А)	Препарат (В)	Кв биол.	Кв тов.
Коломба	Контроль (вода)	957,0	171,9
	Циркон	855,4	152,1
	Эпин-экстра	916,7	165,1
	Фолирус-Премиум	977,4	164,5
	Аквамикс	919,5	153,2
	Комплексонаты Zn+Cu	855,9	144,8
В среднем по сорту		913,6	158,6
Королева Анна	Контроль (вода)	1515,9	281,3
	Циркон	1193,2	220,0
	Эпин-экстра	1433,1	275,4
	Фолирус-Премиум	1409,9	267,2
	Аквамикс	1123,8	216,1
	Комплексонаты Zn+Cu	1287,7	236,8
В среднем по сорту		1327,3	249,5
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	876,9	180,0
	Циркон	740,7	146,5
	Эпин-экстра	810,0	155,4
	Фолирус-Премиум	786,9	156,1
	Аквамикс	838,2	156,3
	Комплексонаты Zn+Cu	804,0	147,1
В среднем по сорту		809,4	156,9
Гала	Контроль (вода)	828,2	149,9
	Циркон	734,9	139,3
	Эпин-экстра	735,9	141,8
	Фолирус-Премиум	763,6	149,7
	Аквамикс	764,7	145,9
	Комплексонаты Zn+Cu	703,4	135,3
В среднем по сорту		755,1	143,7
Среднее по сортам	Контроль (вода)	1044,5	195,8
	Циркон	881,1	164,5
	Эпин-экстра	973,9	184,4
	Фолирус-Премиум	984,4	184,4
	Аквамикс	911,6	167,9
	Комплексонаты Zn+Cu	912,7	166,0
В среднем по опыту		951,4	177,2

В этих условиях сорта распределялись по водопотреблению в таком порядке: 1 (наименьшие коэффициенты) Гала (Кв биол. - 755,1, Кв тов. - 143,7); 2 – Ред Скарлетт (809,4 и 156,9); 3 – Коломба (913,6 и 158,6); 4 – Королева Анна (1327,3 и 249,5 мм х га / ц).

В среднем по сортам, более экономному расходованию влаги способствовали некорневые подкормки: 1 – Цирконом (Кв биол. - 881,1, Кв тов. – 164,5 мм х га / ц); 2 – комплексонатами микроэлементов Zn + Cu (912,7 и 166,0); 3 – Аквамиксом (911,6 и 167,9).

Сорта и препараты, обеспечивающие более экономное расходование влаги, отличались более высокой урожайностью.

Таким образом, в разные по влагообеспеченности годы более экономным расходованием влаги характеризовались сорта Гала и Ред Скарлетт. Сорт Гала отличается большей стрессоустойчивостью по отношению к влаге.

Некорневые подкормки разными препаратами оказывали существенное влияние на водопотребление картофеля. В среднем по сортам, наиболее экономному расходованию влаги способствовали ростстимулирующий препарат Циркон, комплексное удобрение Аквамикс и Комплексонаты микроэлементов Zn + Cu.

### **3.2. Особенности роста и развития картофеля**

Важнейшими понятиями, характеризующими изменение состояния агроценоза во времени являются рост и развитие растений. При этом рост – это количественное увеличение их размера, а развитие - это качественные изменения структуры и функций отдельных органов, смена этапов органогенеза [141,161]. Особенности роста и развития растений в регионе зависят от требований его к длине светового дня [113,161,175]. Картофель (*Solanum tuberosum L.*) относится к короткодневным растениям, но в условиях

средних широт толерантен к более продолжительному светлому времени суток [118].

В свою очередь, особенности реакции на длину дня заложены в растениях генетически и зависят от выбора сорта или гибрида [135,141]. Реализация генетического потенциала осуществляется с помощью фитогормонов - низкомолекулярных органических соединений, вырабатываемых организмами растений для управления физиологическими процессами [113,161,175].

Использование регуляторов роста позволяет как прямо, так и косвенно повлиять на концентрацию этих веществ в организме. Это связано с тем, что данные препараты, как показано в главе 2, содержат экстракты лекарственных растений (в составе которых могут быть фитогормоны).

Удобрения так же влияют на рост и развитие растений, поскольку от доступности организму элементов питания напрямую зависит формирование новых клеток и тканей [161].

Динамика роста растений в высоту оценивалась в 2020 – 2021 гг. у сортов Коломба, Королева Анна, Ред Скарлетт и Гала (таблицы 8 и 9).

Выявлено, что высота растений менялась в большей степени под влиянием агрометеорологических условий года исследований и генетических особенностей сорта.

Наименьшие значения высоты растений отмечены в первый период определения (6 июля), максимальной высоты растения достигали к концу вегетации (28 августа и 13 сентября).

Более существенный прирост в высоту отмечен в более благоприятном по агрометеоусловиям 2020 году. При этом в среднем по препаратам наибольших значений в разные периоды развития она достигла у сорта Ред Скарлетт (38,6 – 51,5 см).

В 2021 году наибольшей высоты так же достигли растения сорта Ред Скарлетт (в среднем по препаратам 27,6 – 46,3 см).

Таблица 8 - Динамика высоты растений сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата (2020 г.), см

Сорт (А)	Препарат (В)	06.июл	20.июл	07.авг	28.авг
Коломба	Контроль (вода)	31,5	44,0	44,0	44,5
	Циркон	32,0	45,5	47,0	47,5
	Эпин-экстра	29,5	53,5	53,5	54,5
	Фолирус-Премиум	30,5	45,5	47,0	47,5
	Аквамикс	30,5	44,0	44,5	45,0
	Комплексоны Zn+Cu	30,5	48,5	49,0	50,0
В среднем по сорту		30,8	46,8	47,5	48,2
Королева Анна	Контроль (вода)	27,0	45,0	46,0	46,5
	Циркон	29,0	45,0	45,5	46,5
	Эпин-экстра	24,5	43,0	44,0	44,5
	Фолирус-Премиум	29,5	45,5	45,5	46,5
	Аквамикс	29,5	41,5	43,0	44,0
	Комплексоны Zn+Cu	29,5	44,0	44,5	45,0
В среднем по сорту		28,2	44,0	44,8	45,5
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	41,0	52,5	52,5	53,5
	Циркон	37,5	51,5	52,0	52,5
	Эпин-экстра	40,5	48,0	49,5	50,5
	Фолирус-Премиум	38,0	51,0	51,5	52,5
	Аквамикс	35,0	52,0	52,0	52,5
	Комплексоны Zn+Cu	39,5	51,5	51,5	52,0
В среднем по сорту		38,6	51,1	51,5	52,3
Гала	Контроль (вода)	36,5	50,0	50,5	51,5
	Циркон	36,5	47,0	49,0	49,5
	Эпин-экстра	36,5	46,0	47,5	48,5
	Фолирус-Премиум	36,5	47,0	48,5	49,0
	Аквамикс	36,0	45,5	47,5	48,0
	Комплексоны Zn+Cu	36,5	48,0	50,0	51,0
В среднем по сорту		36,4	47,3	48,8	49,6
НСР <sub>05</sub> для сорта		1,6	0,6	0,5	0,6
НСР <sub>05</sub> для препарата		1,3	0,5	0,4	0,5

Таблица 9 - Динамика высоты растений сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата (2021 г.), см

Сорт (А)	Препарат (В)	06.июл	20.июл	15.авг	13.сен
Коломба	Контроль (вода)	28,0	30,0	31,5	32,0
	Циркон	27,5	28,5	29,5	30,0
	Эпин-экстра	27,5	30,0	30,5	30,5
	Фолирус-Премиум	27,5	28,0	30,0	30,5
	Аквамикс	27,5	29,5	30,5	30,5
	Комплексонаты	26,5	30,0	30,5	30,5
В среднем по сорту		27,4	29,3	30,4	30,7
Королева Анна	Контроль (вода)	23,5	44,0	44,5	44,5
	Циркон	23,0	42,5	42,5	43,0
	Эпин-экстра	25,0	40,5	41,0	41,0
	Фолирус-Премиум	26,0	39,0	39,5	39,5
	Аквамикс	24,0	43,5	43,5	43,5
	Комплексонаты	23,0	41,0	41,0	41,0
В среднем по сорту		24,1	41,8	42,0	42,1
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	28,0	43,5	46,0	46,5
	Циркон	28,5	46,0	47,5	47,5
	Эпин-экстра	27,5	45,0	45,0	45,0
	Фолирус-Премиум	27,5	41,0	43,5	43,5
	Аквамикс	27,0	46,0	48,5	48,5
	Комплексонаты	27,0	42,5	44,5	46,5
В среднем по сорту		27,6	44,0	45,8	46,3
Гала	Контроль (вода)	27,0	37,5	39,5	41,0
	Циркон	25,5	37,5	40,0	40,5
	Эпин-экстра	26,5	37,0	39,0	44,5
	Фолирус-Премиум	26,5	37,0	39,0	39,5
	Аквамикс	25,5	37,5	39,5	40,0
	Комплексонаты	27,5	37,0	39,0	39,5
В среднем по сорту		26,4	37,3	39,3	40,8
НСР <sub>05</sub> для сорта		1,7	0,6	0,6	0,6
НСР <sub>05</sub> для препарата		1,4	0,5	0,5	0,5

Не выявлено закономерностей во влиянии изучаемых препаратов на рост растений в высоту. В первый период определения (6 июля) разница между вариантами некорневой подкормки по высоте находилась в пределах ошибки опыта, в другие периоды она была неодинаковой у разных сортов в разные годы исследований.

Выявлено, что наибольшее влияние (62,9 %) на высоту растений картофеля к уборке в 2020 году оказал выбор сорта (рисунок 10).

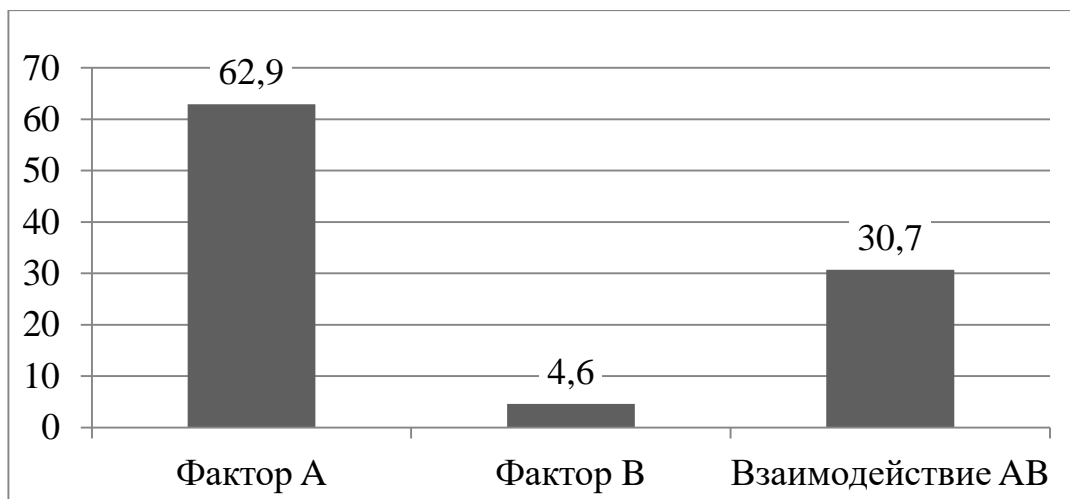


Рисунок 10 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на высоту растений картофеля (28 августа 2020 года), %

В 2021 году зависимость конечной высоты от сорта проявилось сильнее (рисунок 11). Доля влияния данного фактора составила 93,1 %.

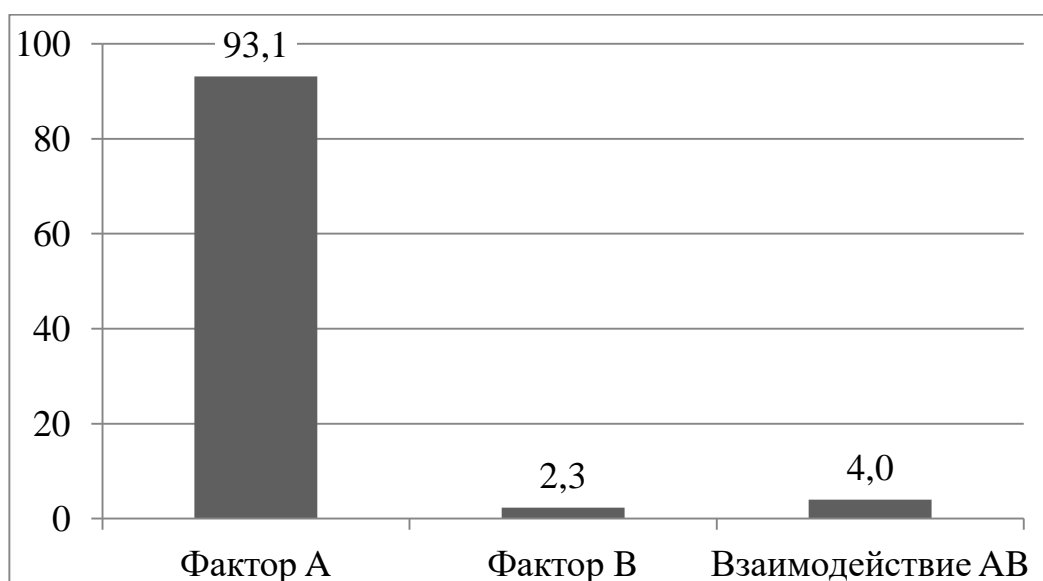


Рисунок 11 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на высоту растений картофеля (13 сентября 2021 года), %

В течение вегетации картофель проходит следующие фазы развития: всходы, бутонизация, цветение и созревание. В эти фазы происходят важные физиологические и морфологические изменения, определяющие формирование урожая [138].

В результате наших исследований выявлено, что большее влияние на прохождение фенологических фаз и продолжительность межфазных периодов картофеля оказывают сорт и агрометеороусловия года исследований. Применяемые препараты не влияли на развитие растений (таблицы 10-12).

Так, в 2019 г. (таблица 10) более позднее появление всходов, а также наступление бутонизации отмечено у сорта Королева Анна. При этом, у растений данного сорта не отмечено наступления цветения и созревания. У сортов Коломба, Ред Скарлетт и Гала все фазы наступали одновременно.

В более влажном 2020 году (таблица 11) отмечено более раннее наступление большинства фаз развития. Исключение составляют всходы, которые по сравнению с 2019 годом наступили на 1 – 2 дня позднее, что вероятно связано с более поздней посадкой, поскольку продолжительность периода «посадка – всходы» было на 1 – 2 дня короче.

Всходы у сортов Коломба, Ред Скарлетт и Гала наступили 17 июня, сорта Королева Анна – на 2 дня позднее.

Бутонизация отмечена раньше у сортов Коломба и Гала (29 июня), на 3 дня позднее (2 июля) – у сорта Ред Скарлетт. Позже остальных сортов (14 июля) она наступила у сорта Королева Анна.

Цветение наблюдалось раньше у сортов Коломба, Ред Скарлетт и Гала (14 июля), позднее (29 июля) – у сорта Королева Анна.

Созревание отмечено у сортов Коломба, Ред Скарлетт и Гала 24 июля. У сорта Королева Анна созревание в 2020 г. не наступило.



Таблица 10 – Продолжительность межфазных периодов сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата (2019 г.), дней

Сорт (А)	Препарат (В)	Посадка - всходы	Всходы - бутонизация	Бутонизация - цветение	Цветение - созревание
Коломба	Контроль (вода)	22	24	6	25
	Циркон	22	24	6	25
	Эпин-экстра	22	24	6	25
	Фолирус- Премиум	22	24	6	25
	Аквамикс	22	24	6	25
	Комплексонаты Zn+Cu	22	24	6	25
Королева Анна	Контроль (вода)	25	27	-	-
	Циркон	25	27	-	-
	Эпин-экстра	25	27	-	-
	Фолирус- Премиум	25	27	-	-
	Аквамикс	25	27	-	-
	Комплексонаты Zn+Cu	25	27	-	-
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	23	23	6	25
	Циркон	23	23	6	25
	Эпин-экстра	23	23	6	25
	Фолирус- Премиум	23	23	6	25
	Аквамикс	23	23	6	25
	Комплексонаты Zn+Cu	23	23	6	25
Гала	Контроль (вода)	23	23	6	25
	Циркон	23	23	6	25
	Эпин-экстра	23	23	6	25
	Фолирус- Премиум	23	23	6	25
	Аквамикс	23	23	6	25
	Комплексонаты Zn+Cu	23	23	6	25

Таблица 11 - Продолжительность межфазных периодов сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата (2020 г.), дней

Сорт (А)	Препарат (В)	Посадка - всходы	Всходы - бутонизация	Бутонизация - цветение	Цветение - созревание
Коломба	Контроль (вода)	21	12	15	10
	Циркон	21	12	15	10
	Эпин-экстра	21	12	15	10
	Фолирус-Премиум	21	12	15	10
	Аквамикс	21	12	15	10
	Комплексонаты Zn+Cu	21	12	15	10
Королева Анна	Контроль (вода)	23	25	-	-
	Циркон	23	25	-	-
	Эпин-экстра	23	25	-	-
	Фолирус-Премиум	23	25	-	-
	Аквамикс	23	25	-	-
	Комплексонаты Zn+Cu	23	25	-	-
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	21	15	12	10
	Циркон	21	15	12	10
	Эпин-экстра	21	15	12	10
	Фолирус-Премиум	21	15	12	10
	Аквамикс	21	15	12	10
	Комплексонаты Zn+Cu	21	15	12	10
Гала	Контроль (вода)	21	12	15	10
	Циркон	21	12	15	10
	Эпин-экстра	21	12	15	10
	Фолирус-Премиум	21	12	15	10
	Аквамикс	21	12	15	10
	Комплексонаты Zn+Cu	21	12	15	10

В 2021 году выявлены более слабые сортовые различия в прохождении фенологических фаз (таблица 12).

Бутонизация отмечена раньше у сорта Гала (1 июня), чуть позднее (3 июля) – у сортов Коломба, Ред Скарлетт и Королева Анна.

Таблица 12 - Продолжительность межфазных периодов сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата (2021 г.), дней

Сорт (А)	Препарат (В)	Посадка - всходы	Всходы - бутонизация	Бутонизация - цветение	Цветение - созревание
Коломба	Контроль (вода)	15	16	15	21
	Циркон	15	16	15	21
	Эпин-экстра	15	16	15	21
	Фолирус-Премииум	15	16	15	21
	Аквамикс	15	16	15	21
	Комплексонаты Zn+Cu	15	16	15	21
Королева Анна	Контроль (вода)	15	16	15	21
	Циркон	15	16	15	21
	Эпин-экстра	15	16	15	21
	Фолирус-Премииум	15	16	15	21
	Аквамикс	15	16	15	21
	Комплексонаты Zn+Cu	15	16	15	21
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	15	16	15	21
	Циркон	15	16	15	21
	Эпин-экстра	15	16	15	21
	Фолирус-Премииум	15	16	15	21
	Аквамикс	15	16	15	21
	Комплексонаты Zn+Cu	15	16	15	21
Гала	Контроль (вода)	15	14	17	21
	Циркон	15	14	17	21
	Эпин-экстра	15	14	17	21
	Фолирус-Премииум	15	14	17	21
	Аквамикс	15	14	17	21
	Комплексонаты Zn+Cu	15	14	17	21

Цветение и созревание наблюдалось одновременно у всех сортов: соответственно 18 июля и 9 августа.

Общий вегетационный период от посадки до полного созревания картофеля не зависел от скороспелости сорта и составил в разные по агроклиматической обеспеченности годы: у очень раннего сорта Колумба, раннеспелого сорта Ред Скарлетт и среднераннего сорта Гала в 2019 году 77 дней, в 2020 г. – 58 дней, в 2021 году – 67 дней, а у раннеспелого сорта Королева Анна в 2021 году – 67 дней. Созревание растений сорта Королева Анна в 2019 – 2020 гг. не наступило.

Существенно большей продолжительностью периода «всходы - бутонизация» характеризовался 2019 год, что связано с более поздним завязыванием бутонов в связи с неблагоприятными погодными условиями.

Таким образом, не выявлено закономерности во влиянии препаратов на рост растений картофеля в высоту. Этот показатель менялся в большей степени под влиянием агрометеорологических условий года исследований и генетических особенностей сорта.

Наибольшее влияние на прохождение фенологических фаз картофеля и продолжительность межфазных периодов оказывали сорт и агрометеоусловия года исследований. Применяемые препараты не оказали существенного влияния на развитие растений.

В более влажном и умеренно теплом 2020 году отмечено более раннее наступление большинства фаз развития.

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

### 3.3. Пораженность сортов картофеля фитофторозом

Одним из недостатков картофеля как сельскохозяйственной культуры является низкая резистентность к различным заболеваниям [118,137]. Потеря урожая картофеля от болезней и вредителей по литературным данным может достигать 35 % [118].

Одно из самых вредоносных и распространенных заболеваний картофеля - фитофтороз, возбудителем которого является грибок *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, поражающий как ботву, так и клубни [5,63,116,137].

В связи с существенными изменениями в природных популяциях данных грибов в последнее время отмечается рост интенсивности заболеваний фитофторозом [137].

К эффективным мерам защиты картофеля от болезней относят подбор устойчивых сортов [116]. Некоторые авторы [124,134] отмечают, что многие зарубежные сорта менее устойчивы к ряду болезней, в том числе фитофторозу в связи с низкой адаптацией к климатическим условиям России.

В наших исследованиях пораженность растений данным заболеванием зависела как от агрометеоусловий вегетационного периода, так и от сорта и применяемого препарата.

Так, в 2020 году изучаемые сорта неодинаково поражались фитофторозом (таблица 13). В целом, благодаря применению фунгицидов в июле, пораженность растений данной болезнью была незначительной и в среднем по опыту составила по распространенности – 29,0 %, по развитию болезни 17,4 %.

Наименее устойчивым сортом к этой болезни оказался сорт Коломба (контроль), у которого, в 2020 году распространение болезни составило 38,3 %, развитие 23,0 %.

Наиболее устойчивым сортом к этой болезни оказался Ред Скарлетт с показателем распространения болезни ниже, чем у сорта Коломба на 16,6 %, развития – на 12,2 %.

Таблица 13 - Пораженность ботвы сортов картофеля фитофторозом в зависимости от применяемого препарата (8.08.2020), %

Препарат (В)	Сорт (А)				
	Коломба	Королева Анна	Ред Скарлетт	Гала	Среднее
Распространенность болезни					
Вода (контроль)	40,0	50,0	30,0	30,0	37,5
Циркон	40,0	35,0	25,0	30,0	32,5
Эпин - экстра	45,0	25,0	25,0	20,0	28,8
Фолирус-Премимум	40,0	35,0	20,0	25,0	30,0
Аквамикс	35,0	25,0	15,0	20,0	23,8
Комплексонаты Zn+Cu	30,0	25,0	15,0	15,0	21,3
В среднем по сорту	38,3	32,5	21,7	23,3	29,0
НСР <sub>05</sub> для сорта	5,6				
НСР <sub>05</sub> для	4,6				
Развитие болезни					
Вода (контроль)	24,0	30,0	15,0	21,0	22,5
Циркон	24,0	21,0	12,5	21,0	19,6
Эпин - экстра	27,0	15,0	12,5	14,0	17,1
Фолирус-Премимум	24,0	21,0	10,0	17,5	18,1
Аквамикс	21,0	15,0	7,5	14,0	14,4
Комплексонаты Zn+Cu	18,0	15,0	7,5	10,5	12,8
В среднем по сорту	23,0	19,5	10,8	16,3	17,4
НСР <sub>05</sub> для сорта	4,1				
НСР <sub>05</sub> для препарата	3,4				

На 2-ом месте по устойчивости находился сорт Гала, распространение болезни у которого было ниже, чем у контрольного сорта на 15,0 %, развитие – на 6,7 %.

На 3-м месте оказался сорт Королева Анна, который почти так же сильно поражался фитофторозом. Распространение болезни у него было ниже, чем у контрольного сорта на 5,8 %, развитие – на 3,5 %.

Погодные условия 2021 года были более благоприятны для развития этой болезни, что привело к увеличению количества вредных организмов в агроценозе (таблица 14).

Более устойчивым сортом к этой болезни оказался сорт Гала, у которого, в 2021 году развитие болезни составило 15,8 % (на 11,4 % ниже сорта Коломба).

На 2-ом месте по устойчивости находился сорт Ред Скарлетт, у которого отмечена наименьшая распространённость болезни (56,7 %).

На 3-м месте оказался сорт Королева Анна, который почти так же сильно поражался фитофторозом (60 % по распространённости болезни и 24 % - по развитию).

Однако, благодаря применению фунгицидов в июле, поражённость растений данной болезнью была незначительной, и в среднем по опыту превышала показатель 2020 года всего на 4,9 %.

Наименее устойчивым сортом к этой болезни так же оказался сорт Коломба (контроль), у которого распространённость болезни составила 63,3 %, развитие – 27,2 %.

Некорневые подкормки в оба года оказали влияние на поражённость картофеля фитофторозом (см. таблицы 13 - 14).

Наименьшая распространённость и развитие болезни отмечено при применении регулятора роста Эпин - экстра и смеси комплексоноват Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК в качестве микроудобрения, что вероятно связано с усилением иммунитета растений.

Таблица 14 - Пораженность ботвы сортов картофеля фитофторозом в зависимости от применяемого препарата (15.08.2021), %

Препарат (В)	Сорт (А)				
	Коломба	Королева Анна	Ред Скарлетт	Гала	Среднее
Распространенность болезни					
Вода (контроль)	75,0	80,0	70,0	80,0	76,3
Циркон	65,0	70,0	60,0	85,0	70,0
Эпин - экстра	50,0	40,0	40,0	55,0	46,3
Фолирус-Премииум	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0
АкваМикс	70,0	60,0	60,0	35,0	56,3
Комплексонаты Zn+Cu	60,0	50,0	50,0	30,0	47,5
В среднем по сорту	63,3	60,0	56,7	57,5	59,4
НСР <sub>05</sub> для сорта	3,7				
НСР <sub>05</sub> для препарата	3,1				
Развитие болезни					
Вода (контроль)	37,5	40,0	28,0	16,0	30,4
Циркон	32,5	28,0	24,0	34,0	29,6
Эпин - экстра	10,0	8,0	8,0	11,0	9,3
Фолирус-Премииум	24,0	24,0	30,0	24,0	25,5
АкваМикс	35,0	24,0	24,0	7,0	22,5
Комплексонаты Zn+Cu	24,0	20,0	20,0	3,0	16,8
В среднем по сорту	27,2	24,0	22,3	15,8	22,3
НСР <sub>05</sub> для сорта	4,6				
НСР <sub>05</sub> для препарата	3,8				



Выявлено, что наибольшее влияние на распространенность и развитие фитофтороза (соответственно 45,5 и 44,2 %) в агроценозе картофеля в 2020 году оказал выбор сорта (рисунок 12 - 13).

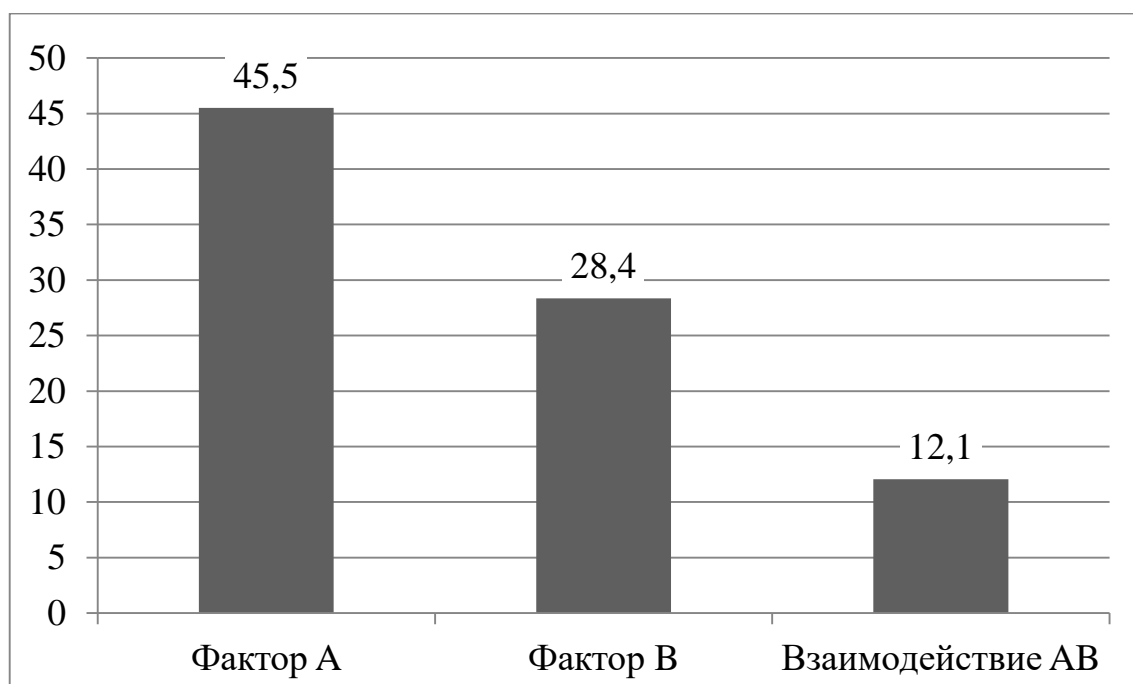


Рисунок 12 - Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на распространенность фитофтороза в агроценозе картофеля в 2020 г., %

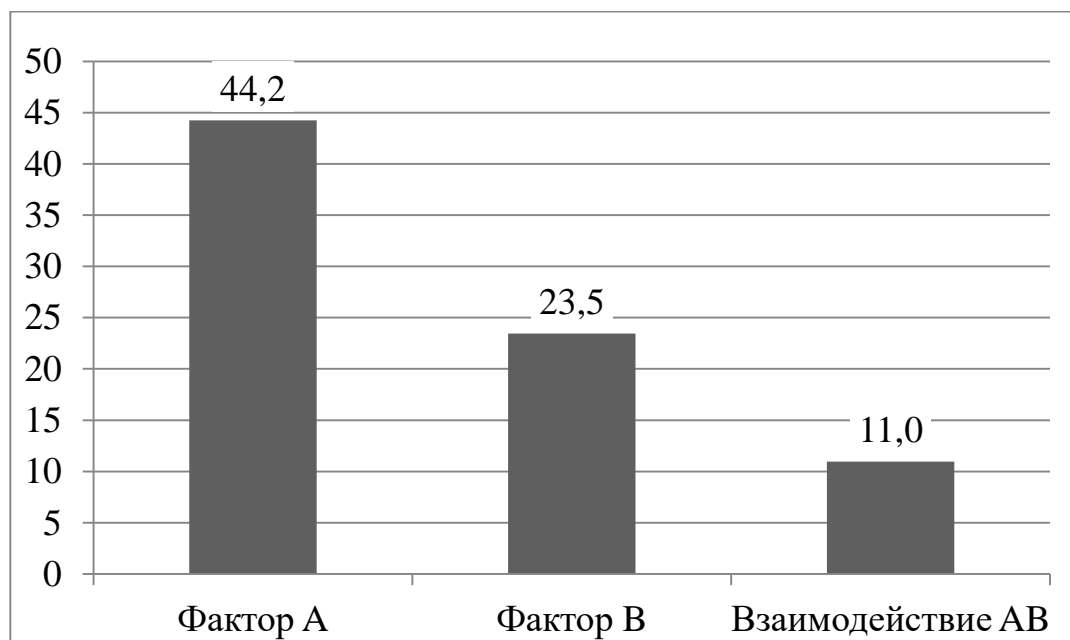


Рисунок 13 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на развитие фитофтороза в агроценозе картофеля в 2020 г., %

Меньшее влияние на данные показатели оказал препарат (28,4 % по распространенности и 23,5 % – по развитию).

В 2021 году, напротив, отмечено наименьшее влияние сорта на распространенность и развитие фитофтороза (соответственно 3,4 и 15,6 %). Наибольшее влияние в этот год оказал препарат (60,2 % - по распространенности и 49,6 % - по развитию) (рисунок 14 - 15).

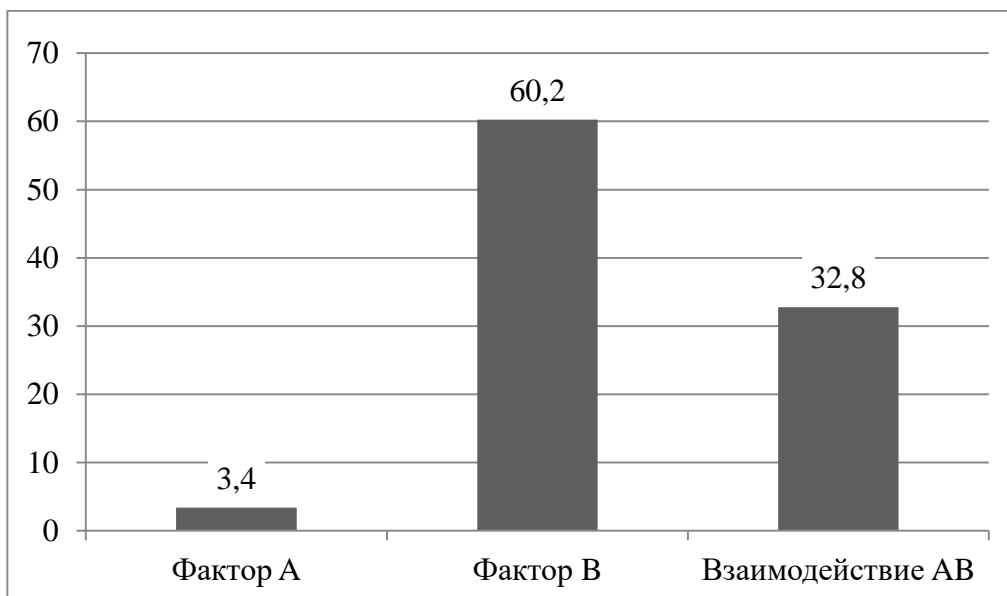


Рисунок 14 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на распространенность фитофтороза в агроценозе картофеля в 2021 г., %

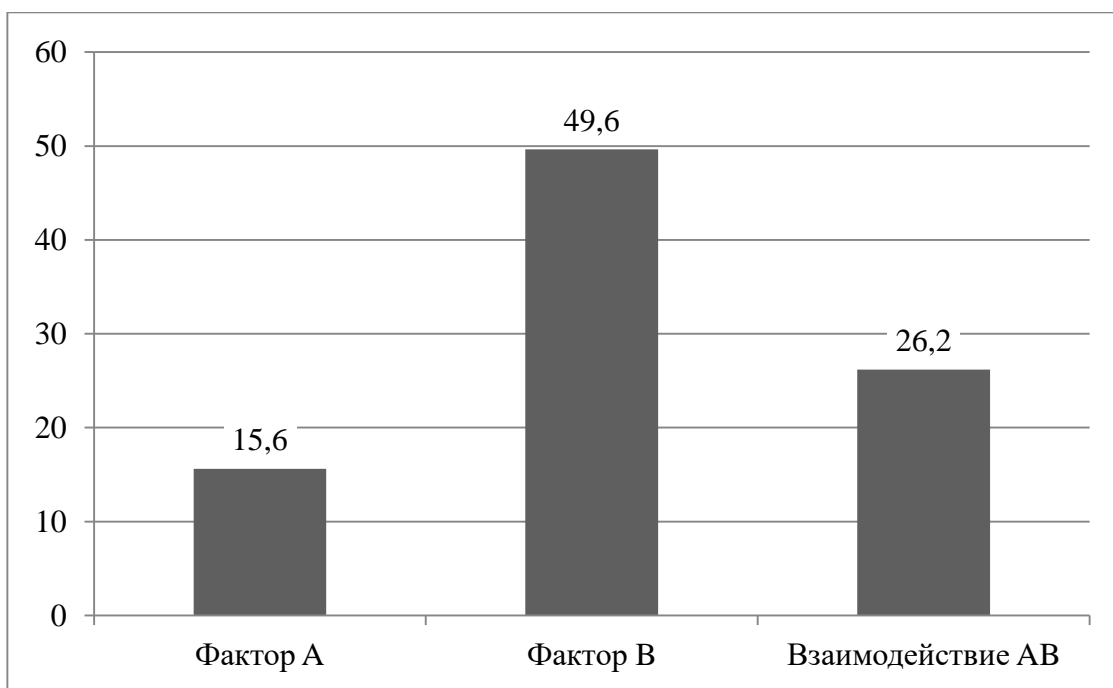


Рисунок 15 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на развитие фитофтороза в агроценозе картофеля в 2021 г., %

Помимо фитофтороза, существенную опасность для картофеля представляет альтернариоз [5]. Однако, в условиях 2020-2021 года в опытах не выявлено растений, пораженных данным заболеванием.

Таким образом, в условиях северной части Центрального Нечерноземья России (Верхневолжья) пораженность растений картофеля болезнями зависела от агроклиматических условий года исследований. Более устойчивыми к этой болезни оказались сорта Ред Скарлетт и Гала.

Наименьшая распространенность и развитие болезни наблюдалось при применении регулятора роста Эпин - экстра и смеси комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu - ЭДДЯК, что вероятно связано с усилением иммунитета растений.

#### **3.4. Формирование площади листьев и фотосинтетического потенциала агроценоза картофеля**

Накопление органических веществ и урожая происходит в процессе фотосинтеза, важнейшими участниками которого являются листья растений [105, 141, 175].

Рядом исследований [141, 142, 152] установлено, что растения наиболее эффективно усваивают фотосинтетически активную радиацию солнца при достижении площади листьев агроценоза 40-50 тыс. м<sup>2</sup>/га.

По данным множества авторов [141, 142, 152], наиболее продуктивные сорта при возделывании по интенсивной технологии способны создавать в период максимума площадь листьев на уровне 40-55 тыс. м<sup>2</sup>/га.

В наших исследованиях на формирование площади листьев агроценозов картофеля большое влияние оказали агрометеороусловия вегетационного периода (таблицы 15 и 16).

Таблица 15 – Максимальная площадь листьев агроценоза сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, тыс.м<sup>2</sup>/га

Сорт (А)	Препарат (В)	Максимальная (L <sub>макс.</sub> )			
		2019	2020	2021	ср. за 3 г.
Коломба	Контроль (вода)	13,4	30,3	52,1	31,9
	Циркон	10,7	60,3	56,4	42,5
	Эпин-экстра	6,2	59,2	59,3	41,6
	Фолирус-Премиум	6,7	36,0	60,8	34,5
	Аквамикс	7,5	36,0	57,7	33,7
	Комплексонаты Zn+Cu	10,4	36,0	55,8	34,1
В среднем по сорту		9,2	43,0	57,0	36,4
Королева Анна	Контроль (вода)	16,7	22,6	55,4	31,6
	Циркон	16,7	32,8	61,0	36,8
	Эпин-экстра	10,6	24,4	50,2	28,4
	Фолирус-Премиум	8,5	24,9	53,3	28,9
	Аквамикс	12,6	22,9	45,5	27,0
	Комплексонаты Zn+Cu	7,4	24,1	46,8	26,1
В среднем по сорту		12,1	25,3	52,0	29,8
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	8,6	51,3	51,5	37,1
	Циркон	11,9	55,8	55,6	41,1
	Эпин-экстра	15,2	61,4	58,2	45,0
	Фолирус-Премиум	11,4	55,9	55,8	41,0
	Аквамикс	7,5	57,4	57,1	40,7
	Комплексонаты Zn+Cu	9,8	55,4	57,7	41,0
В среднем по сорту		10,7	56,2	56,0	41,0
Гала	Контроль (вода)	13,2	23,1	70,7	35,7
	Циркон	12,2	24,8	76,3	37,8
	Эпин-экстра	11,0	25,4	70,8	35,7
	Фолирус-Премиум	17,3	23,9	83,1	41,4
	Аквамикс	9,1	25,0	70,7	35,0
	Комплексонаты Zn+Cu	12,5	24,8	70,9	36,1
В среднем по сорту		12,6	24,5	73,8	36,9
НСР <sub>05</sub> для сорта		0,8	0,9	0,8	0,8
НСР <sub>05</sub> для препарата		0,7	0,7	0,6	0,7

Таблица 16 – Средняя площадь листьев агроценоза сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, тыс.м<sup>2</sup>/га

Сорт (А)	Препарат (В)	Средняя (L <sub>ср.</sub> )			
		2019	2020	2021	ср. за 3 г.
Коломба	Контроль (вода)	7,5	17,5	15,4	13,4
	Циркон	5,9	30,1	16,5	17,5
	Эпин-экстра	5,2	29,2	16,9	17,1
	Фолирус-Премиум	5,6	19,4	16,8	14,0
	Аквамикс	4,4	19,1	16,6	13,3
	Комплексонаты Zn+Cu	8,2	20,6	16,5	15,1
В среднем по сорту		6,1	22,6	16,4	15,1
Королева Анна	Контроль (вода)	7,5	14,1	15,2	12,3
	Циркон	8,4	19,1	19,2	15,6
	Эпин-экстра	5,3	14,8	15,1	11,7
	Фолирус-Премиум	5,4	15,1	15,7	12,1
	Аквамикс	6,4	14,1	13,9	11,5
	Комплексонаты Zn+Cu	4,7	15,0	14,5	11,4
В среднем по сорту		6,3	15,4	15,6	12,4
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	5,1	33,5	23,6	20,7
	Циркон	6,1	34,7	25,4	22,1
	Эпин-экстра	7,1	20,7	21,8	16,5
	Фолирус-Премиум	7,4	34,6	25,5	22,5
	Аквамикс	4,8	35,5	25,8	22,0
	Комплексонаты Zn+Cu	7,7	34,5	25,9	22,7
В среднем по сорту		6,3	32,2	24,7	21,1
Гала	Контроль (вода)	8,7	13,9	24,9	15,8
	Циркон	11,0	14,8	31,6	19,2
	Эпин-экстра	7,4	15,0	30,3	17,6
	Фолирус-Премиум	8,9	14,7	23,9	15,9
	Аквамикс	7,2	14,9	22,2	14,8
	Комплексонаты Zn+Cu	10,8	14,7	22,4	16,0
В среднем по сорту		9,0	14,7	25,9	16,5
НСР <sub>05</sub> для сорта		1,0	0,9	0,7	0,9
НСР <sub>05</sub> для препарата		0,8	0,8	0,6	0,7

В 2019 г. в связи с неблагоприятными погодными условиями и ранним распространением фитофтороза площадь листьев была меньше, чем в другие годы. Так, в среднем по сортам и вариантам некорневой подкормки максимальная и средняя площадь листьев составили соответственно: в 2019 г. - 10,8 и 7,2 тыс. м<sup>2</sup>/га, в 2020 г. - 41,2 и 23,2 тыс. м<sup>2</sup>/га, а в 2021 г. – 62,3 и 22,3 тыс. м<sup>2</sup>/га.

Сорта существенно различались по формированию площади листьев агроценоза. В 2019 и 2021 годах более высокую максимальную и среднюю площадь листьев создавал сорт Гала, а в 2020 г. – сорт Ред Скарлетт.

Стимуляция ростовых процессов при применении препаратов Циркон и Эпин-экстра, а так же улучшение минерального питания при применении некорневой подкормки удобрениями в большинстве случаев повышали максимальную и среднюю площадь листьев, в среднем по годам соответственно на 1,3 – 10,5 и 0,7 – 4,1 тыс.м<sup>2</sup>/га.

Из регуляторов роста наибольшую площадь листьев в большинстве случаев обеспечило применение биопрепарата Циркон, а из комплексных удобрений – смеси комплексонатов Zn + Cu ЭДДЯК.

В среднем по сортам и годам исследований наибольшую максимальную и среднюю площадь листьев сформировали агроценозы в результате обработки их препаратом Циркон (таблица 17).

Таблица 17 – Максимальная и средняя площадь листьев агроценоза картофеля в зависимости от применяемого препарата (среднее по сортам), тыс.м<sup>2</sup>/га

Некорневые подкормки	Максимальная				Средняя			
	2019	2020	2021	в среднем за 3 г.	2019	2020	2021	в среднем за 3 г.
Контроль (вода)	13,0	31,8	57,4	34,1	7,2	19,7	19,8	15,6
Циркон	12,9	43,4	62,3	39,5	7,8	24,7	23,2	18,6
Эпин-экстра	10,8	42,6	59,6	37,7	6,2	19,9	21,0	15,7
Фолирус-Премиум	11,0	35,2	63,2	36,5	6,9	20,9	20,5	16,1
Аква-Микс	9,2	35,3	57,8	34,1	5,7	20,9	19,6	15,4
Комплексонаты Zn+Cu	10,0	35,1	57,8	34,3	7,8	21,2	19,9	16,3
Среднее по опыту	11,1	37,2	59,7	36,0	6,9	21,2	20,7	16,3

Поскольку величина ФПП напрямую зависит от средней площади листьев, в наших исследованиях данный показатель находился в такой же зависимости от изучаемых факторов, как и  $L_{cp}$  (таблица 18).

Таблица 18 - Фотосинтетический потенциал агроценоза (ФПП) сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, тыс.  $m^2$ \* сутки/га

Сорт (А)	Препарат (В)	2019	2020	2021	Ср. за 3 г.
Коломба	Контроль (вода)	589	1660	1567	1272
	Циркон	463	2860	1681	1668
	Эпин-экстра	410	2773	1725	1636
	Фолирус-Премиум	445	1843	1716	1335
	Аквамикс	345	1812	1690	1283
	Комплексонаты Zn+Cu	648	1953	1688	1430
В среднем по сорту		483	2150	1678	1437
Королева Анна	Контроль (вода)	590	1342	1553	1162
	Циркон	664	1816	1955	1478
	Эпин-экстра	422	1410	1536	1123
	Фолирус-Премиум	430	1432	1598	1153
	Аквамикс	502	1343	1418	1088
	Комплексонаты Zn+Cu	372	1422	1482	1092
В среднем по сорту		497	1461	1591	1183
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	401	3178	2403	1994
	Циркон	481	3300	2594	2125
	Эпин-экстра	559	1966	2220	1582
	Фолирус-Премиум	585	3283	2605	2158
	Аквамикс	377	3369	2628	2125
	Комплексонаты Zn+Cu	608	3276	2643	2176
В среднем по сорту		502	3062	2516	2026
Гала	Контроль (вода)	684	1322	2537	1514
	Циркон	871	1407	3226	1835
	Эпин-экстра	582	1429	3094	1702
	Фолирус-Премиум	705	1401	2440	1515
	Аквамикс	572	1417	2268	1419
	Комплексонаты Zn+Cu	852	1397	2288	1512
В среднем по сорту		711	1395	2642	1583
НСР <sub>05</sub> для сорта		81	90	70	80
НСР <sub>05</sub> для препарата		66	73	57	65

Так, в среднем по сортам и вариантам некорневой подкормки ФПП составил соответственно: в 2019 г. – 565, 2020 г. - 2202, в 2021 г. – 2279 тыс. м<sup>2</sup>\* сутки/га, а средняя площадь листьев соответственно 6,9; 21,2 и 20,7 тыс.м<sup>2</sup>/га.

Как следует из данных рисунка 16, у наиболее продуктивного сорта Гала стабильно во все годы повышению ФПП способствовало применение препарата Циркон.

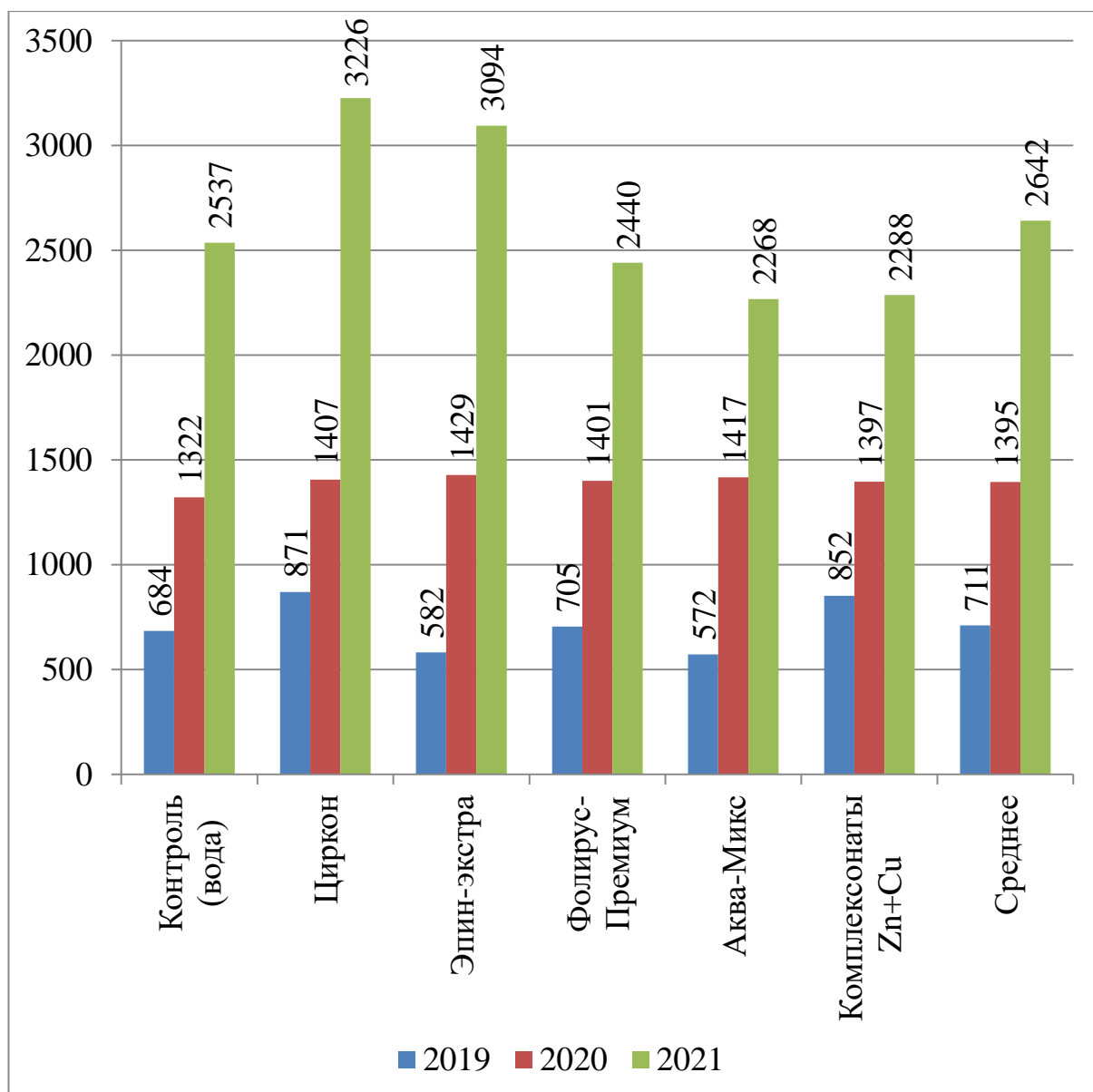


Рисунок 16 – Фотосинтетический потенциал агроценоза (ФПП) картофеля сорта Гала в зависимости от применяемого препарата, тыс. м<sup>2</sup>\* сутки/га. НСР<sub>05</sub> для препарата в 2019 году – 66 тыс. м<sup>2</sup>\* сутки/га, в 2020 году – 73 тыс. м<sup>2</sup>\* сутки/га, в 2021 году – 57 тыс. м<sup>2</sup>\* сутки/га.



Наибольшее влияние на фотосинтетический потенциал агроценоза во все годы оказал выбор сорта (рисунок 17 - 19). Наиболее сильно (77,9 – 81,2 %). оно проявилось в 2020 – 2021 гг. в связи с более благоприятными погодными условиями.

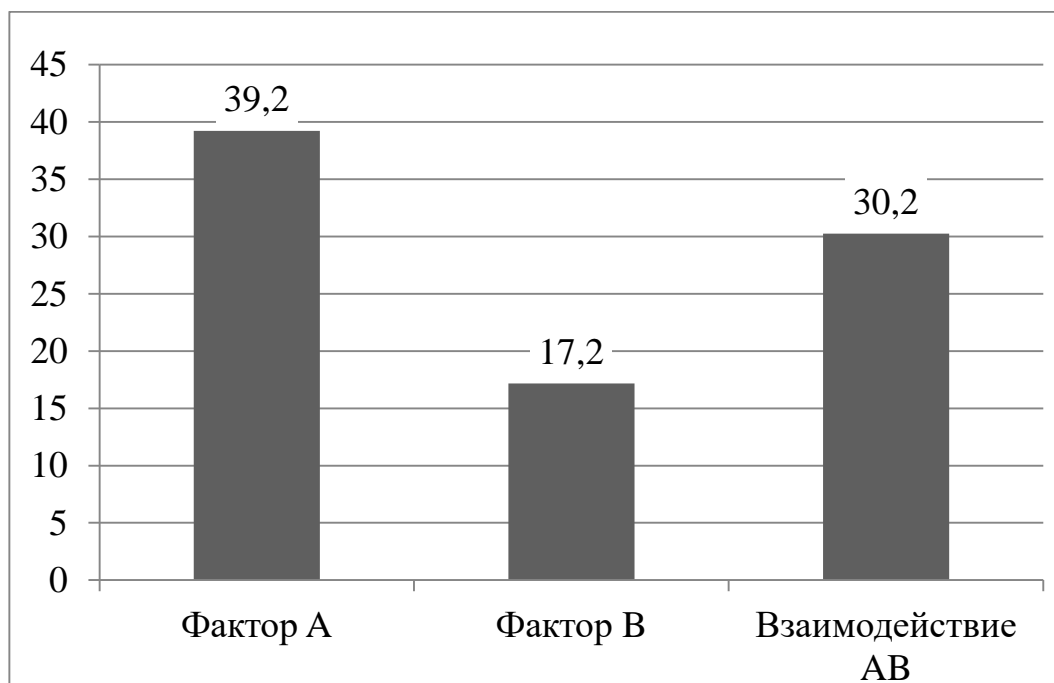


Рисунок 17 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на фотосинтетический потенциал агроценоза (ФПП) в 2019 г., %

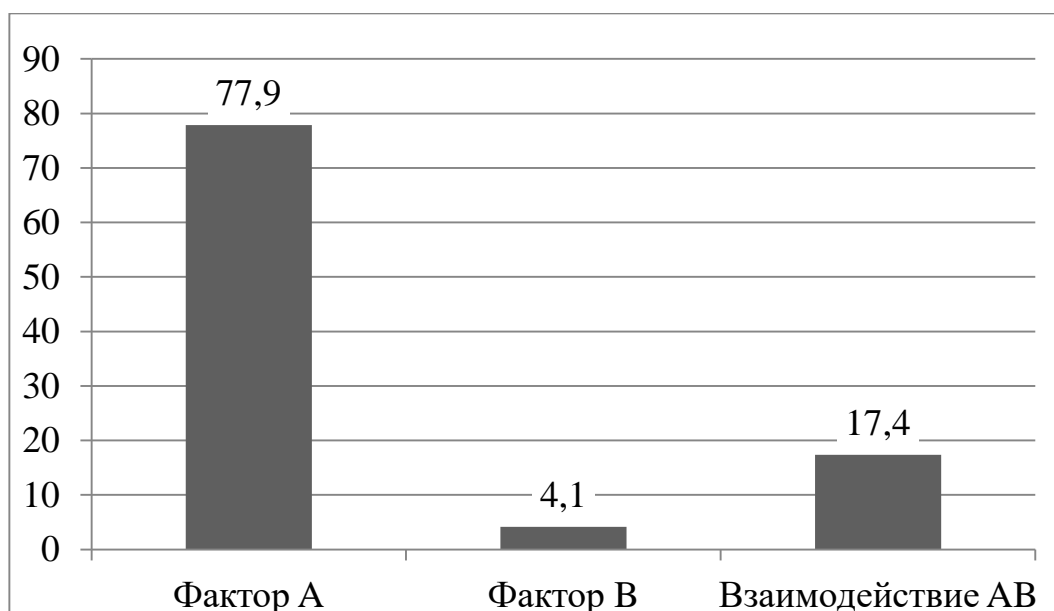


Рисунок 18 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на фотосинтетический потенциал агроценоза (ФПП) в 2020 г., %

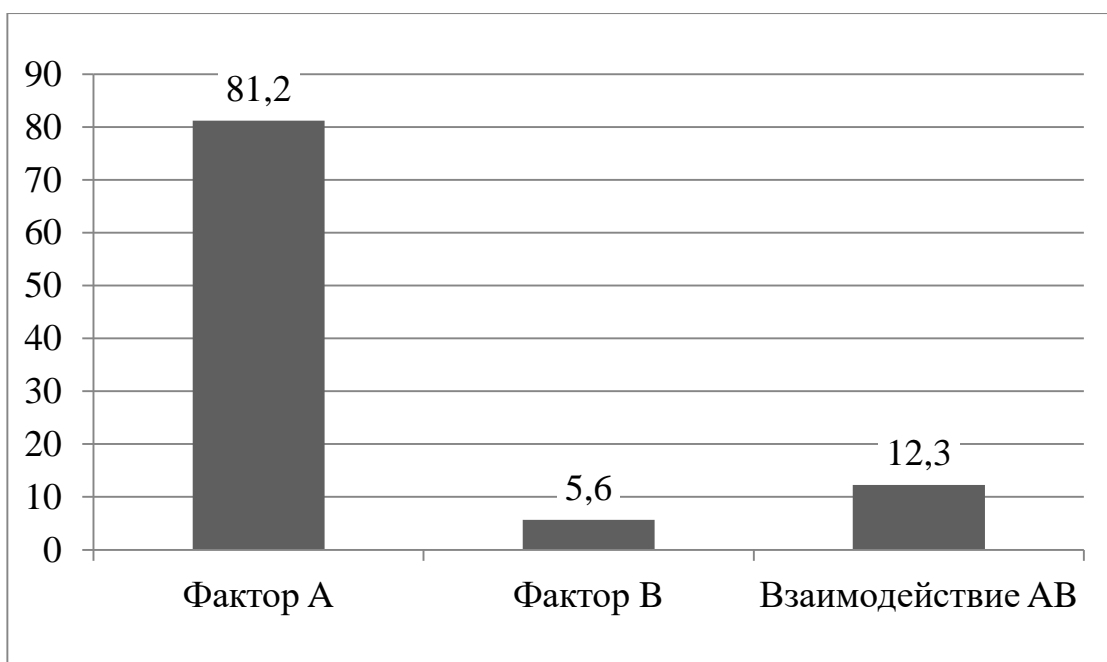


Рисунок 19 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на фотосинтетический потенциал агроценоза (ФПП) в 2021 г., %

Существенно меньшее влияние на ФПП оказал фактор В (препарат). В 2019 году доля его влияния на величину показателя была выше, чем в последующие годы на 11,6 - 13,1 %.

Таким образом, максимальные параметры посева формировались в разные годы: максимальная площадь листьев (62,3 тыс. м<sup>2</sup>/га) и ФПП (2279 тыс. м<sup>2</sup> \* сутки/га) – в 2021 г., средняя площадь листьев (23,2 тыс. м<sup>2</sup>/га) – в 2020 г.

В среднем за 3 года более высокую максимальную и среднюю площадь листьев создавал сорт Ред Скарлетт (41,0 и 21,1 тыс.м<sup>2</sup>/га), а более низкую – Королева Анна (29,8 и 12,4 тыс.м<sup>2</sup>/га).

В 2019 и 2021 году более высокую максимальную и среднюю площадь листьев, а так же ФПП создавал сорт Гала, а в 2020 году – сорт Ред Скарлетт.

Применение некорневых подкормок в большинстве случаев повышало максимальную и среднюю площадь листьев, в среднем по годам соответственно на 1,3 – 10,5 и 0,7 – 4,1 тыс.м<sup>2</sup>/га.

Из регуляторов роста наибольшую площадь листьев в большинстве случаев обеспечил биопрепарат Циркон, а из комплексных удобрений – смесь комплексонов  $Zn + Cu$  ЭДДЯК.

### 3.5. Продуктивность агроценоза картофеля

К показателям продуктивности и производительности агроценоза относят урожай сухой фитомассы, чистую продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) и производительность ФПП [138].

Исследованиями выявлено существенное влияние всех изучаемых факторов на величину данных показателей (таблица 19).

Урожай абсолютно сухой фитомассы зависит от фотосинтетической деятельности растений в агроценозе [135,161].

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

Применение некорневых подкормок различными препаратами способствовало более высокому выходу сухой фитомассы с гектара, за исключением варианта с опрыскиванием растений комплексным удобрением Фолирус-Премиум у сорта Коломба. В других вариантах прибавка составила 0,9 – 13,7 ц/га.

Наиболее эффективным было применение препаратов Циркон и смеси комплексонов  $Zn+Cu$  ЭДДЯК у сортов Ред Скарлетт и Гала. Прибавка составила 7,1 – 13,7 ц/га.

Наибольший показатель чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) отмечен у сортов Коломба и Гала (4,34 и 4,40 г/м<sup>2</sup> х сутки), что выше, чем у других сортов на 0,84 – 0,90 г/м<sup>2</sup> х сутки.

Из регуляторов роста наибольшую величину ЧПФ обеспечил препарат Эпин-экстра, а из комплексных удобрений – Аквамикс.

Таблица 19 - Продуктивность и производительность агроценоза сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, среднее за 2019 – 2021 гг.

Сорт (А)	Препарат (В)	Урожай сухой фитомассы, ц/га	ЧПФ, г/м <sup>2</sup> x сутки	Производительность ФПП, кг клубней на 1 тыс. единиц
Коломба	Контроль (вода)	47,1	4,02	19,5
	Циркон	51,7	4,33	16,8
	Эпин-экстра	48,0	4,33	15,8
	Фолирус-Премиум	44,2	4,28	19,6
	Аквамикс	49,3	5,15	21,9
	Zn+Cu ЭДДЯК	51,5	3,94	20,8
В среднем по сорту		48,6	4,34	18,9
Королева Анна	Контроль (вода)	33,0	2,95	14,7
	Циркон	40,2	2,93	15,1
	Эпин-экстра	36,3	3,52	17,6
	Фолирус-Премиум	35,2	3,38	16,4
	Аквамикс	43,8	4,18	21,2
	Zn+Cu ЭДДЯК	39,7	4,02	19,4
В среднем по сорту		38,0	3,50	17,2
Ред Скарлетт	Контроль (вода)	53,2	4,02	13,2
	Циркон	67,0	4,16	15,0
	Эпин-экстра	57,9	4,20	18,7
	Фолирус-Премиум	58,5	3,53	13,6
	Аквамикс	59,0	4,19	14,1
	Zn+Cu ЭДДЯК	60,3	3,38	14,3
В среднем по сорту		59,3	3,91	14,6
Гала	Контроль (вода)	55,3	4,12	19,3
	Циркон	63,6	3,93	17,6
	Эпин-экстра	62,7	4,65	18,3
	Фолирус-Премиум	61,7	4,41	19,4
	Аквамикс	60,6	4,83	21,2
	Zn+Cu ЭДДЯК	64,3	4,46	21,3
В среднем по сорту		61,4	4,40	19,4
Среднее по сортам	Контроль (вода)	47,2	3,78	16,7
	Циркон	55,6	3,84	16,1
	Эпин-экстра	51,2	4,18	17,6
	Фолирус-Премиум	49,9	3,90	17,3
	Аквамикс	53,2	4,59	19,6
	Zn+Cu ЭДДЯК	54,0	3,95	19,0
В среднем по опыту		51,8	4,04	17,5
НСР <sub>05</sub> для сорта		4,7	0,51	0,49
НСР <sub>05</sub> для препарата		3,9	0,42	0,04

Сорта характеризовались разной производительностью листового фотосинтетического потенциала (ЛФП или ФПП). Более высоким выходом клубней на 1 тысячу единиц ФПП отличался сорт Гала – 19,4 кг. Этот сорт сформировал не самый высокий ФПП, он равнялся, в среднем за 3 года, 1583 тыс.м<sup>2</sup> x сутки/га. Самой низкой производительностью ФПП характеризовался сорт Ред Скарлетт (14,6 кг), который создал наибольший из всех сортов ФПП (2026 тыс.м<sup>2</sup> x сутки/га).

Изучаемые препараты некорневой подкормки оказали неодинаковое влияние на производительность ФПП. По большинству сортов (Коломба, Королева Анна и Гала) более высоким выходом клубней на 1 тыс. единиц ФПП отличались варианты с некорневой подкормкой Аквамиксом и комплексонатами микроэлементов Zn + Cu ЭДДЯК. Так, по сорту Коломба прибавки к контролю составили 2,4 и 1,3 кг, по сорту Королева Анна 6,5 и 4,7 кг, по сорту Гала 1,9 и 2,0 кг. Как правило в этих вариантах был сформирован менее мощный ФПП.

Наибольшее влияние (71,1 %) на урожай сухой фитомассы (средний за 3 года) оказал выбор сорта (рисунок 20).

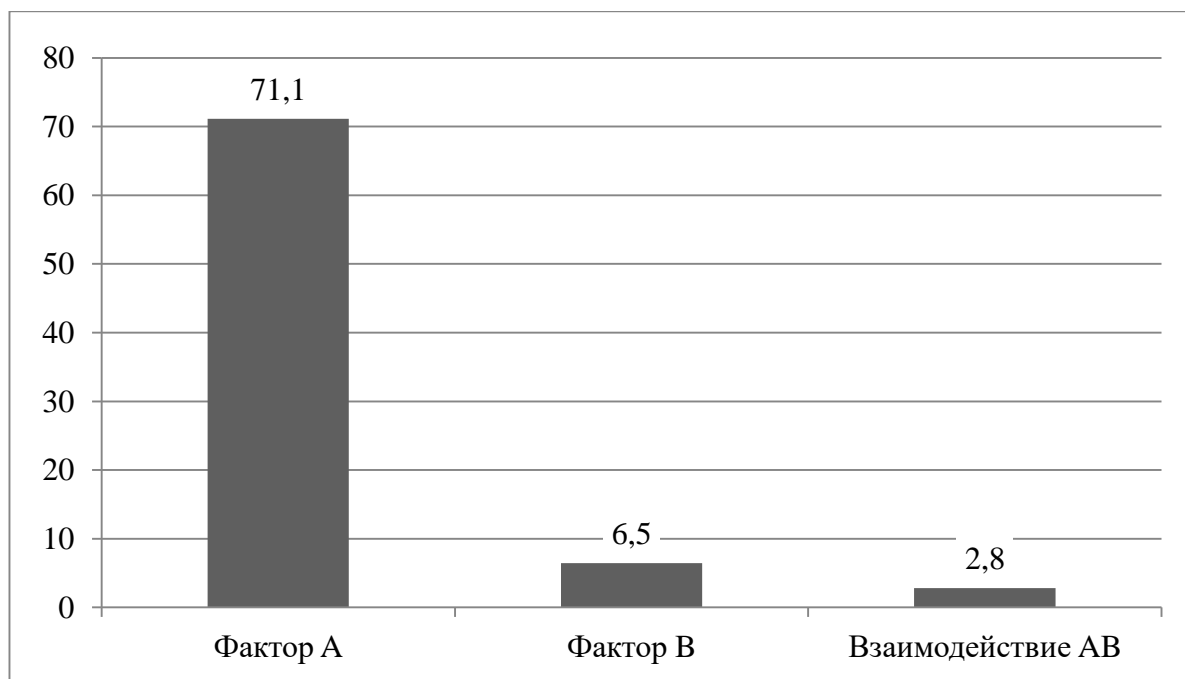


Рисунок 20 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на урожай сухой фитомассы (средний за 3 года), в среднем за 3 года, %

Значительно меньшее влияние оказал препарат (6,5 %). Взаимодействие факторов не оказало влияния на данный показатель ( $F_{\text{факт.}} = 0,5 < F_{0,95} = 2,2$ ).

На чистую продуктивность фотосинтеза в среднем за 3 года оказал выбор сорта (6,6 %), несколько меньшее – препарат (3,8 %) (рисунок 21).

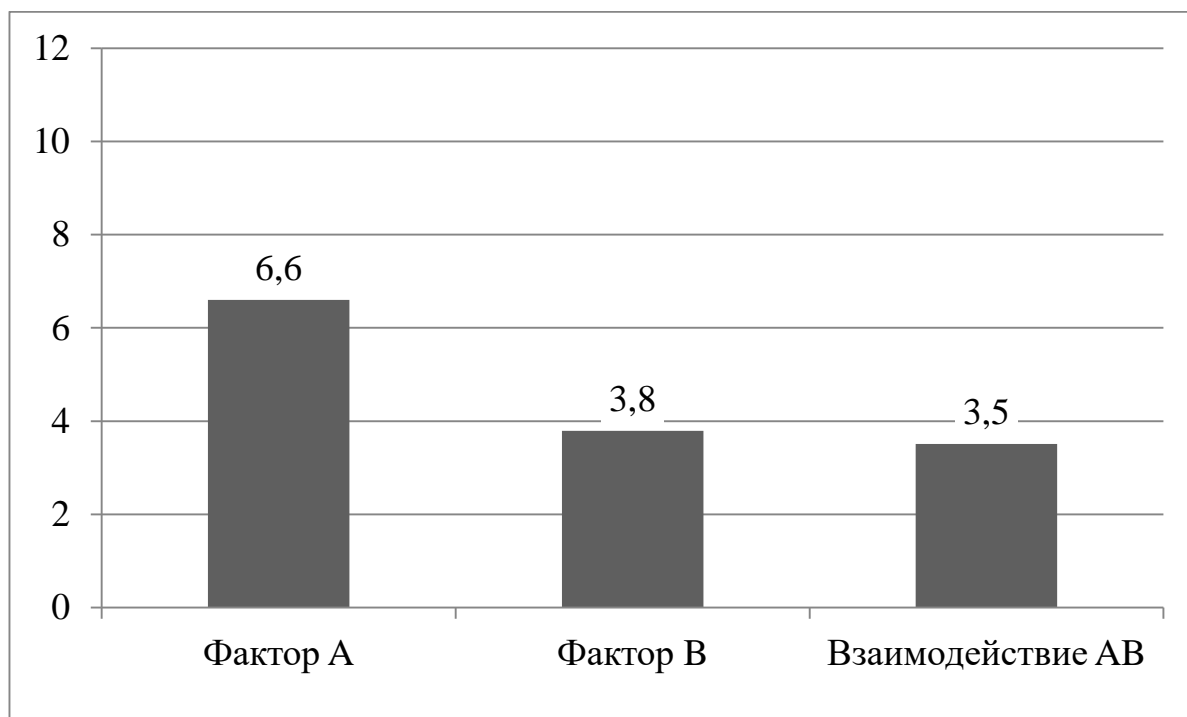


Рисунок 21 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на чистую продуктивность фотосинтеза (среднюю за 3 года), %

Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ( $K_{\text{хоз}}$ ) отражает направленность использования ассимилянтов для образования хозяйственно ценных органов. Он показывает долю сухих веществ хозяйственно более значимых частей растения, таких как клубни картофеля [138].

В фазу полного созревания у сортов отмечена высокая величина  $K_{\text{хоз}}$  (таблица 20).

Он практически не изменялся по вариантам некорневой подкормки и составил в среднем по сортам 0,96 – 0,97 ед. Меньшими значениями показателя отличался сорт Королева Анна (0,94).

Таблица 20 - Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза ( $K_{хоз}$ ) сортов картофеля перед уборкой в зависимости от применяемого препарата, среднее за 2019 – 2021 гг.

Препарат (В)	Сорт (А)				
	Коломба	Королева Анна	Ред Скарлетт	Гала	Среднее
Контроль (вода)	0,98	0,94	0,97	0,97	0,96
Циркон	0,97	0,93	0,97	0,97	0,96
Эпин-экстра	0,98	0,94	0,97	0,97	0,96
Фолирус-Премиум	0,98	0,94	0,96	0,97	0,96
Аквамикс	0,98	0,95	0,97	0,97	0,97
Комплексонаты Zn+Cu	0,98	0,93	0,96	0,97	0,96
Среднее	0,98	0,94	0,97	0,97	0,96
НСР <sub>05</sub> для сорта	0,01				
НСР <sub>05</sub> для препарата	0,01				

Таким образом, преимущество по урожаю сухой фитомассы имели сорта Ред Скарлетт и Гала, величина показателя у которых была выше, чем у сорта Коломба в среднем по вариантам некорневой подкормки соответственно на 10,7 и 12,8 ц/га.

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

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

Наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) наблюдалась у сортов Коломба и Гала (4,34 и 4,40 г/м<sup>2</sup> x сутки), что на 0,84 – 0,90 г/м<sup>2</sup> x сутки выше чем у других сортов. Из регуляторов роста наибольшую величину этого показателя обеспечил препарат Эпин-экстра, а из комплексных удобрений – Аквамикс, что объясняется созданием меньшего ФПП.

Более высокой производительностью ФПП отличался сорт Гала (19,6 кг/1 тыс. единиц ФПП) и варианты с некорневой подкормкой Аквамиксом и комплексонатами Zn+Cu ЭДДЯК.

### **3.6. Накопление урожая картофеля**

Выявлено неодинаковое влияние изучаемых факторов на накопление массы клубней (таблица 21).

Так, наибольшую массу клубней растения накачивают к уборке (28 августа – 13 сентября). В зависимости от сорта и варианта некорневой подкормки она колебалась от 1133 до 1536 г/растение.

Несколько меньшую массу клубней картофель формирует 7 – 15 августа. При этом, разница незначительна и составляет в среднем по вариантам опыта 20,0 %, что объясняется раннеспелостью сортов и позволяет при необходимости проводить более раннюю уборку урожая. Продуктивность при этом составляет от 943 до 1461 г/растение или 44,9 – 69,5 т/га (из расчета на идеальную густоту стояния к уборке – 47,6 тыс. растений/га).

Действие препаратов для некорневой подкормки проявлялось неодинаково у разных сортов в течение вегетации. Так, до второй обработки (18-20 июля) достоверное положительное влияние на накопление массы клубней у сорта Гала оказало комплексное удобрение Фолирус-премиум, что может быть связано с содержащимся в его составе азотом. Для остальных вариантов не выявлено достоверного положительного влияния некорневых подкормок в данный период.



Таблица 21 - Масса клубней сортов картофеля в среднем на 1 растение в зависимости от применяемого препарата, среднее за 2019 – 2021 гг., г

Сорт (А)	Препарат (В)	Дата определения			
		1.07 - 6.07	18.07- 20.07	7.08 - 15.08	28.08 - 13.09
Коломба	Контроль (вода)	4	270	943	1135
	Циркон	7	204	1140	1536
	Эпин-экстра	6	210	1108	1492
	Фолирус-Премиум	6	158	1111	1439
	Аквамикс	6	184	1003	1386
	Комплексонаты Zn+Cu	6	130	1093	1338
В среднем по сорту		6	193	1066	1388
Королева Анна	Контроль (вода)	10	152	973	1288
	Циркон	9	105	1041	1320
	Эпин-экстра	9	73	924	1273
	Фолирус-Премиум	10	74	905	1317
	Аквамикс	9	78	1003	1291
	Комплексонаты Zn+Cu	9	70	1139	1267
В среднем по сорту		9	92	997	1293
Ред Скардлет	Контроль (вода)	9	208	886	1198
	Циркон	9	236	978	1284
	Эпин-экстра	7	221	847	1283
	Фолирус-Премиум	6	195	816	1168
	Аквамикс	6	219	952	1210
	Комплексонаты Zn+Cu	7	247	1038	1327
В среднем по сорту		7	221	919	1245
Гала	Контроль (вода)	19	122	1124	1215
	Циркон	10	165	1115	1336
	Эпин-экстра	8	154	1078	1206
	Фолирус-Премиум	12	193	1119	1184
	Аквамикс	11	170	1100	1133
	Комплексонаты Zn+Cu	9	167	1182	1156
В среднем по сорту		11	162	1120	1205
НСР <sub>05</sub> для сорта		4	68	64	70
НСР <sub>05</sub> для препарата		3	55	52	58

К уборке (28 августа – 13 сентября) большую эффективность в повышении биомассы клубней всех изучаемых сортов проявил регулятор

роста Циркон, а из удобрений у сорта Ред Скарлетт – смесь комплексонатов Zn - ЭДДЯК + Cu - ЭДДЯК , у сорта Коломба - Фолирус-премиум.

Выявлено, что доля влияния разных факторов на массу клубней существенно изменялась в течение вегетации картофеля (рисунок 22 - 25).

Так в первый период определения (1.07 – 6.07) влияние (12,7 %) оказал исключительно выбор сорта. Препарат и взаимодействие факторов не оказало влияния на данный показатель ( $F_{\text{факт.}} = 0,7 - 0,8 < F_{0,95} = 2,2 - 4,5$ ).

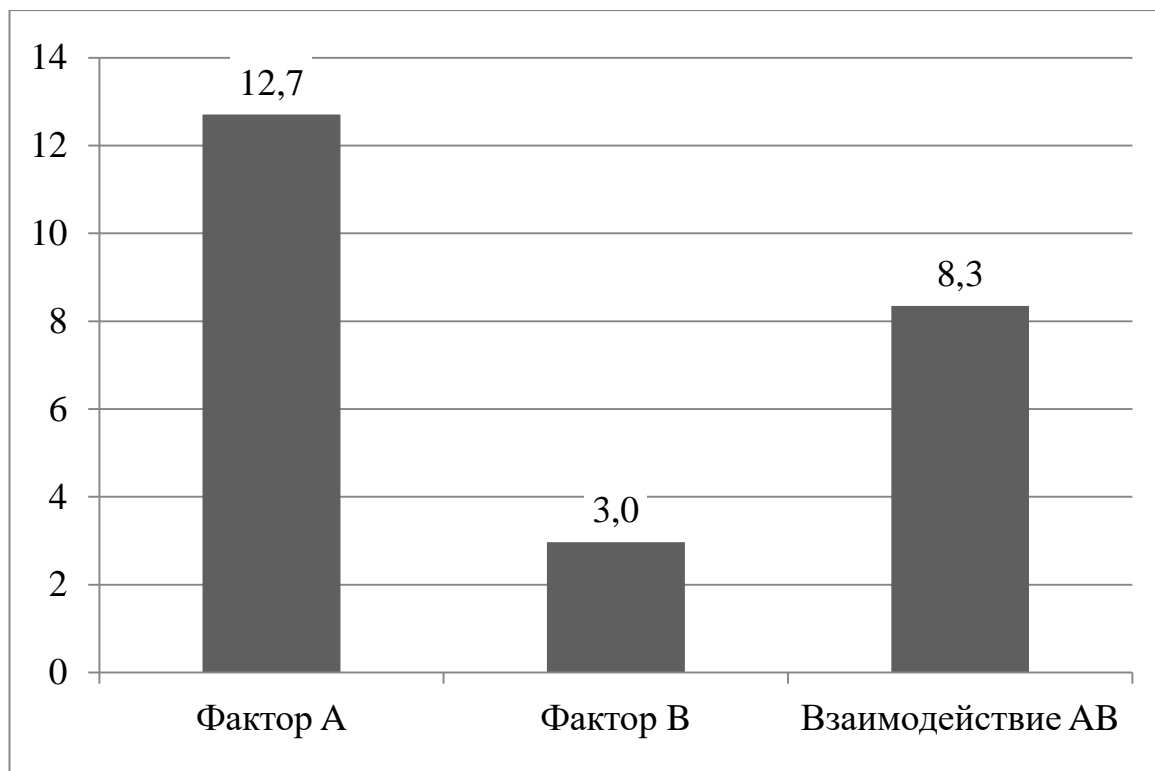


Рисунок 22 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на массу клубней в период 1.07 – 6.07 (среднее за 3 года), %

Во второй период (18.07 – 20.07) выявлено более интенсивное влияние сорта на массу клубней (16,2 %). Влияния препарата и взаимодействия факторов так же не выявлено в данный период ( $F_{\text{факт.}} = 0,3 - 0,5 < F_{0,95} = 2,2 - 4,5$ ).

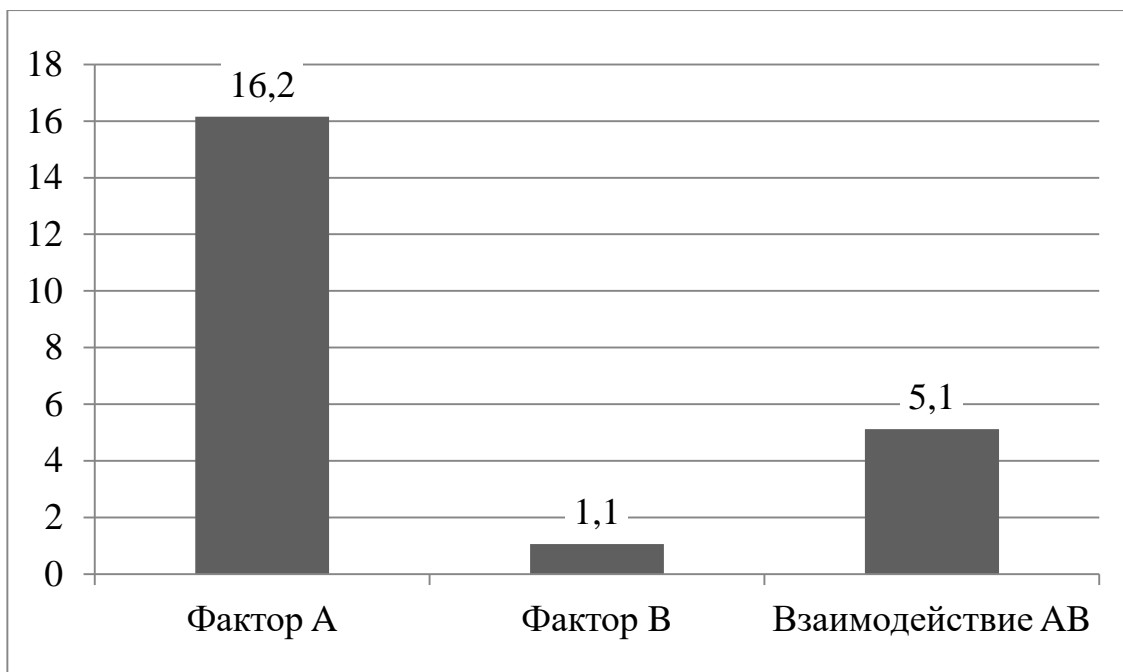


Рисунок 23 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на массу клубней в период 18.07 – 20.07 (среднее за 3 года), %

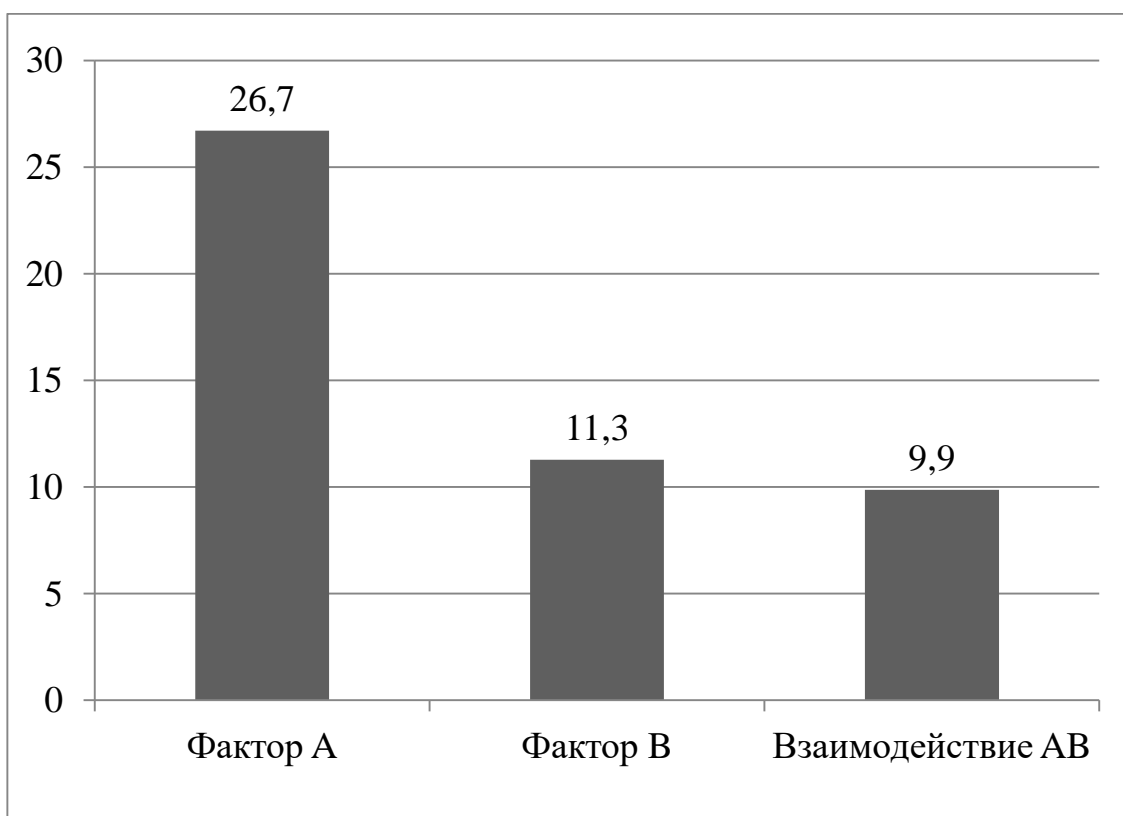


Рисунок 24 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на массу клубней в период 7.08 – 15.08 (среднее за 3 года), %

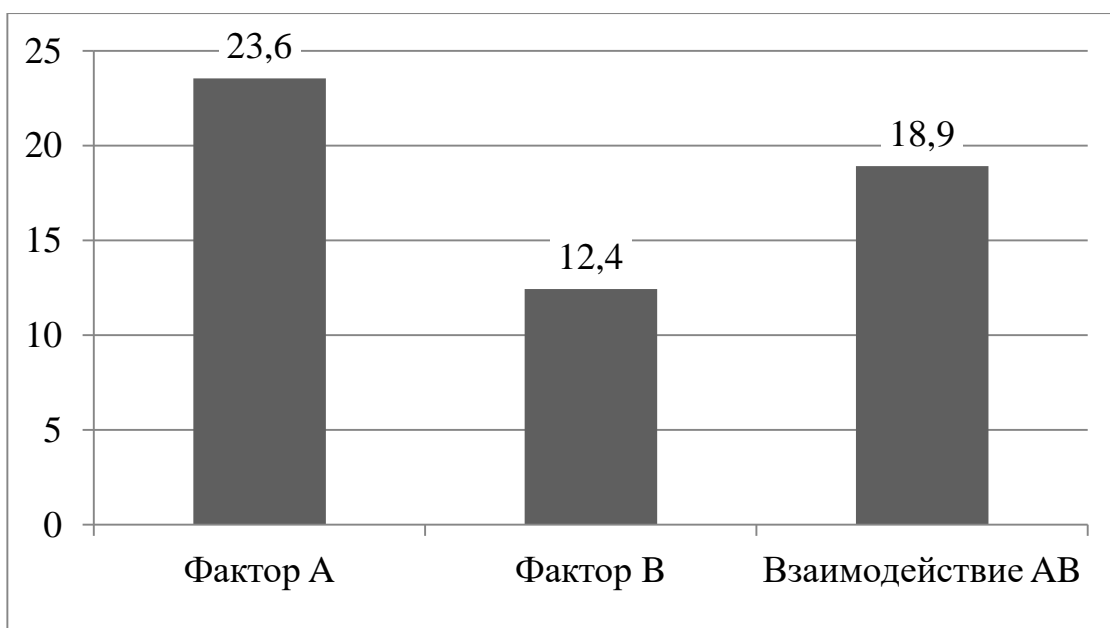


Рисунок 25 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на массу клубней в период 28.08 – 13.09 (среднее за 3 года), %

В третий (7.08 – 15.08) и четвертый (28.08 – 13.09) периоды определения отмечено повышение влияния сорта на величину показателя (до 23,6 – 26,7 %).

Влияние препарата проявилось после цветения (7.08 – 15.08). В третий и четвертый периоды определения доля действия данного фактора составила 11,3 – 12,4 %, что существенно ниже, чем для сорта.

Таким образом, уборку изучаемых сортов картофеля можно проводить как в сентябре, так и в середине августа, что связано с их раннеспелостью.

К уборке большую эффективность в повышении биомассы клубней всех изучаемых сортов проявил регулятор роста Циркон, а из удобрений у сорта Ред Скарлетт – смесь комплексонатов Zn - ЭДДЯК + Cu - ЭДДЯК , у сорта Коломба - Фолирус-премиум.

### 3.7. Структура урожая и урожайность картофеля

К элементам структуры урожая картофеля относятся: густота стояния, число клубней на 1 растение, масса клубней с 1 растения, масса 1 клубня [137,140].

Определение густоты стояния перед уборкой (таблица 22)  
свидетельствует о том, что она существенно снизилась во многих вариантах.

Таблица 22 - Густота стояния растений сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, тыс.раст./га, среднее за 2019 – 2021 гг.

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

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

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

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

Выявлено, что доля влияния разных факторов на густоту стояния существенно изменялась по годам исследований (рисунок 26 - 28).

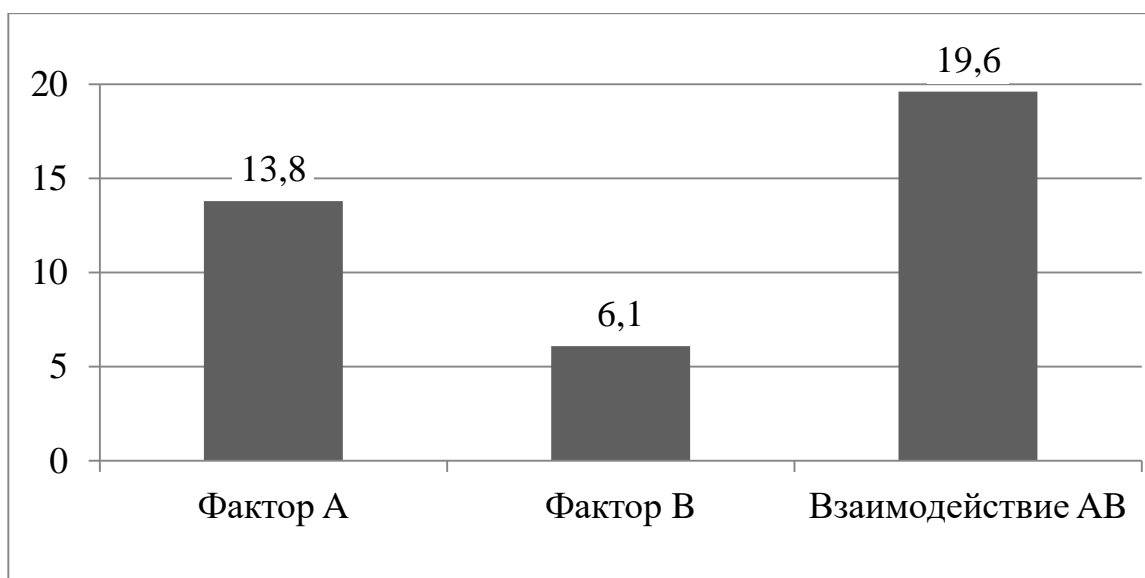


Рисунок 26 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на густоту стояния в 2019 году, %

Так, в 2019 году наибольшее влияние (19,6 %) на величину показателя оказало взаимодействие факторов, в 2020 и 2021 гг. – выбор сорта (соответственно 56,1 и 76,8 %).

Доля влияния препарата на густоту стояния слабо различалась по годам и составила 6,1 – 9,6 %.

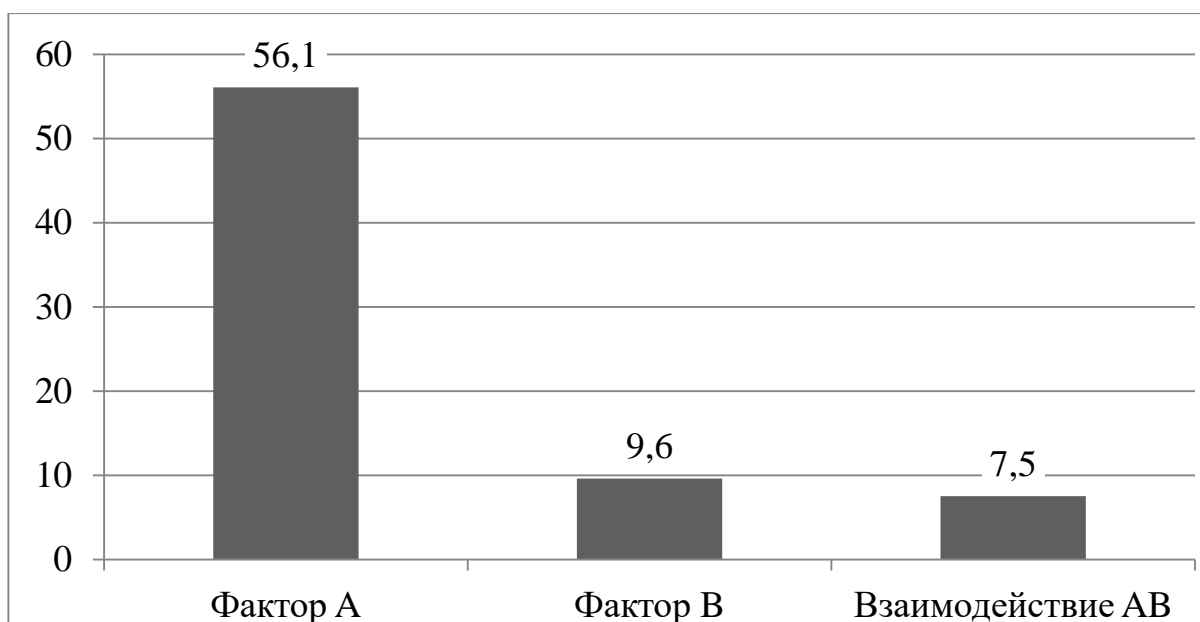


Рисунок 27 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на густоту стояния в 2020 году, %

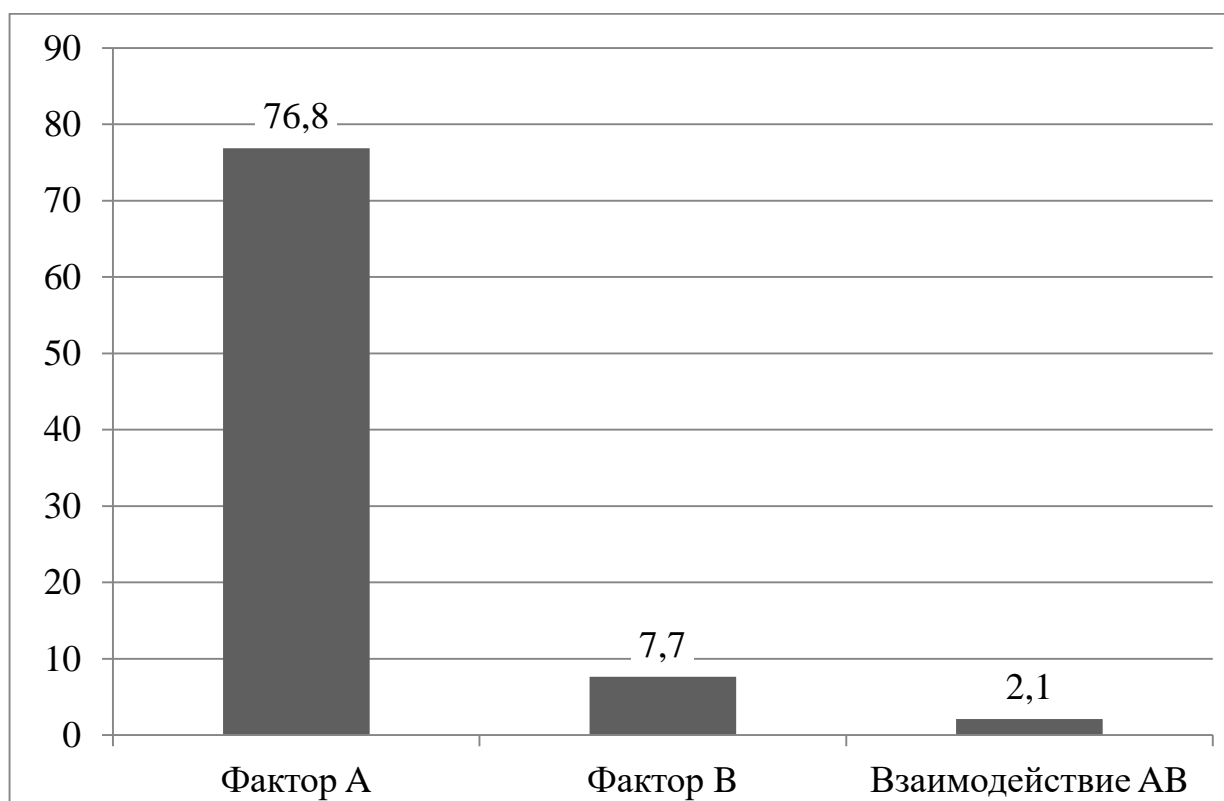


Рисунок 28 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на густоту стояния в 2021 году, %

Применение некорневых подкормок оказало влияние на структуру урожая сортов картофеля (таблица 23).

Таблица 23 - Структура урожая сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата в среднем на 1 растение, среднее за 2019 – 2021 гг.

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



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

Наибольшее число клубней формировал сорт Гала, у которого к уборке образовано 14,0 шт./растение, наименьшее – сорт Королева Анна – 9,3 шт./растение.

На массу клубней у сортов Коломба, Ред Скарлетт и Гала наибольшее положительное влияние оказало применение препарата Циркон, который повышал величину показателя на 85,7 – 401,0 г. У сорта Ред Скарлетт большее повышение клубневой продуктивности растения отмечено при применении смеси комплексонатов Zn - ЭДДЯК + Cu – ЭДДЯК (прибавка составила 128,7 г) , у сорта Коломба - Фолирус-премиум (прибавка – 304,0 г).

Наибольшую массу клубней формировал сорт Коломба, у которого к уборке накоплено 1388 г/растение.

Наибольшее положительное влияние на среднюю массу 1 клубня у сорта Коломба оказал препарат Циркон, который повышал величину показателя на 42 г. У сорта Королева Анна более крупные клубни формировались при применении препарата Аквамикс (прибавка к контролю – 27 г), у сорта Ред Скарлетт - Фолирус-Премиум (прибавка – 14 г).

У сорта Гала не выявлено достоверных изменений средней массы клубней при применении препаратов Циркон, Эпин-экстра и Аквамикс, а применение удобрений Фолирус-Премиум и смеси комплексонатов Zn - ЭДДЯК + Cu – ЭДДЯК снижало величину показателя.

Наиболее крупными клубнями со средней массой 140 г обладал сорт Королева Анна.

Изменение показателей фотосинтетической деятельности и характеристик структуры урожая в зависимости от сорта, препарата и агрометеорологических условий года исследований сказалось на урожайности картофеля (таблица 24).

Таблица 24 - Урожайность сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, т/га

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

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

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

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

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

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

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

В 2021 г. дополнительно было изучено совместное влияние препаратов Циркон и комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК на урожайность сортов картофеля (таблица 25).

Выявлено повышение урожайности картофеля как при одновременном применении препаратов Циркон и совместное Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК как по сравнению с контролем, так и по сравнению с их отдельным применением. Прибавка к контролю при совместном применении составила, в среднем по сортам, 6,11 т/га.

Таблица 25 - Урожайность сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата (2021 г.), т/га

Препарат (В)	Сорт (А)				
	Коломба	Королева Анна	Ред Скардлет	Гала	Среднее
Контроль (вода)	21,20	11,41	26,02	31,13	22,44
Циркон	25,54	15,42	33,12	35,16	27,31
Комплексонаты Zn+Cu	27,19	16,41	30,17	36,30	27,52
Циркон + Комплексонаты Zn+Cu	28,54	14,94	32,75	37,96	28,55
Среднее по сорту	25,62	14,54	30,52	35,14	26,45
НСР <sub>05</sub> для сорта	2,5				
НСР <sub>05</sub> для препарата	1,8				

Выявлено, что доля влияния разных факторов на урожайность существенно изменялась по годам исследований (рисунок 29 - 31).

Во все годы наибольшее влияние на урожайность оказал выбор сорта, в большей степени – в 2019 г. (86,2 %), в меньшей – в 2020-м г. (47,3 %).

Влияние препарата проявилось в значительно меньшей степени, сильнее - в 2020 г. (25,5 %).

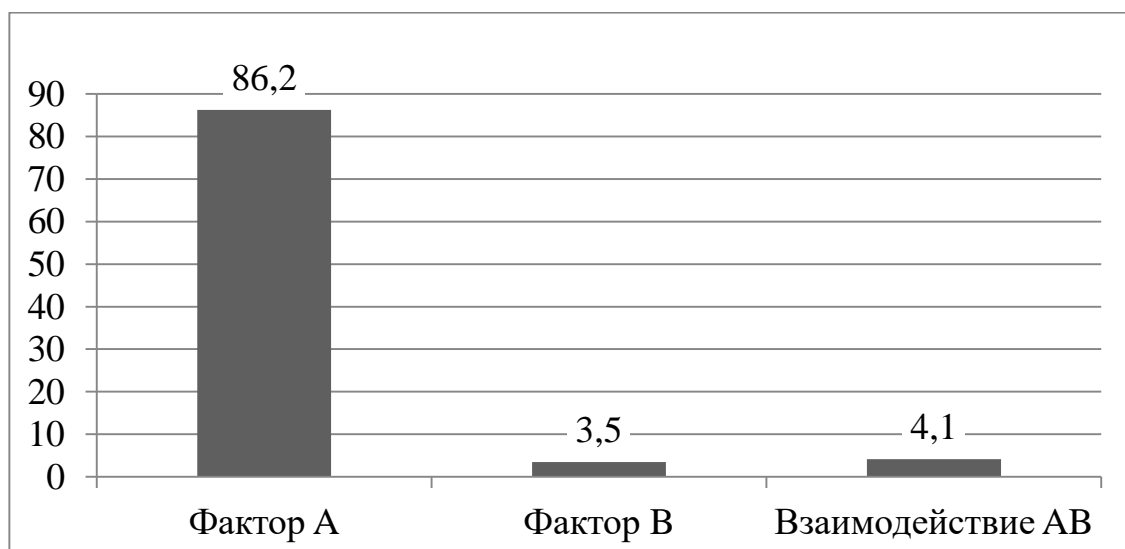


Рисунок 29 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на урожайность картофеля в 2019 году, %

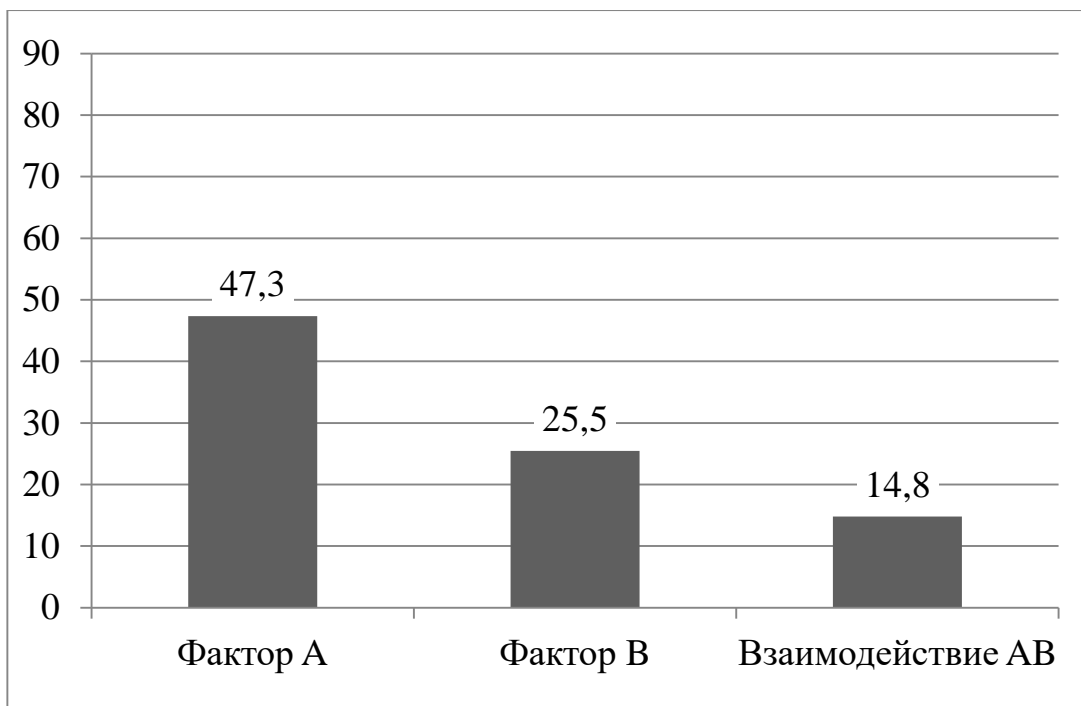


Рисунок 30 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на урожайность картофеля в 2020 году, %

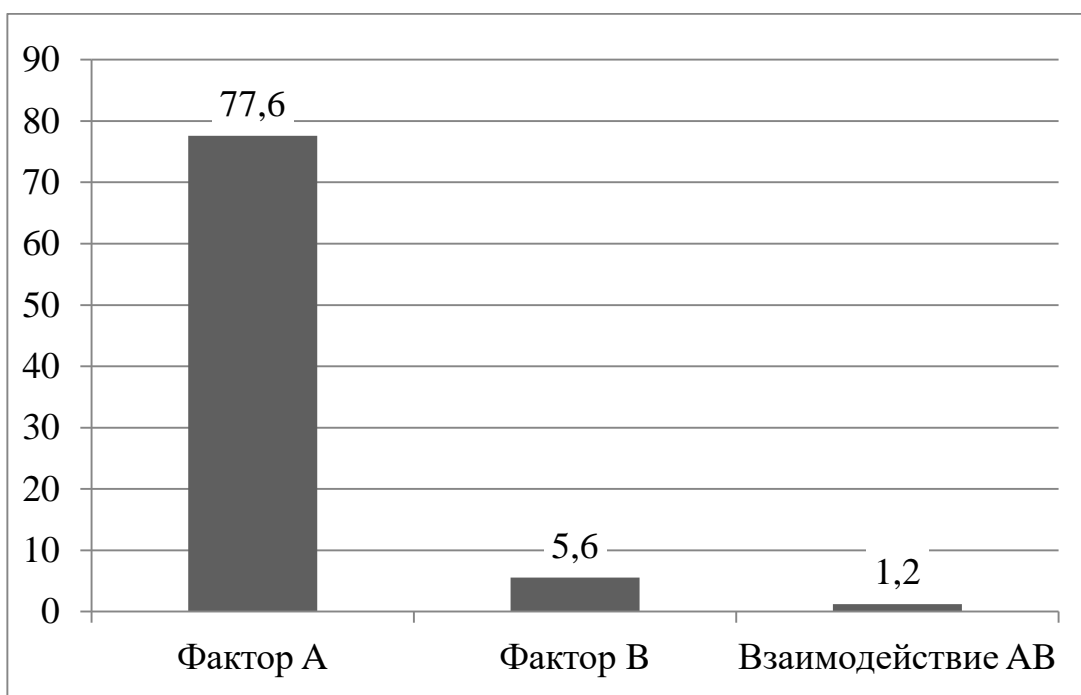


Рисунок 31 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на урожайность картофеля в 2021 году, %

Таким образом, все применяемые препараты повышали урожайность и в некоторых случаях – улучшали структуру урожая. Наибольшие прибавки урожая обеспечили Циркон и смесь комплексонатов Zn+Cu ЭДДЯК, в среднем по сортам они составили 4,3 - 4,4 т/га (17,7 – 18,1 %).

Наиболее продуктивным оказался сорт Гала, у которого, в среднем за 3 года, урожайность была на 3,6 т/га (13,3 %) больше, чем у сорта Коломба, а менее урожайным - сорт Королева Анна, который уступил наиболее продуктивному сорту Гала на 10,3 т/га (50,5 %), характеризовался наименьшим числом клубней.

### **3.8. Качество урожая картофеля**

Важнейшими характеристиками картофеля являются показатели качества урожая. Данные признаки могут изменяться под влиянием различных факторов, таких, как сорт или некорневая подкормка [115,137,140].

Качество урожая картофеля зависело как от генетических особенностей сортов, так и от некорневых подкормок различными препаратами (таблицы 26 и 27).

Сухое вещество растений состоит из органических и минеральных соединений, представляющих различную ценность при использовании урожая [160].

Более высоким содержанием сухого вещества характеризовались сорта Ред Скарлетт и Гала, у которых этот показатель был выше, чем у сорта Коломба, на 1,6 - 1,7 %.

Некорневые подкормки оказали неодинаковое влияние на содержание сухого вещества в клубнях картофеля разных сортов. Наибольшие прибавки у сорта Гала получены от некорневых подкормок Эпин - экстра (1,4 %) и Фолирус - Премиум (1,1 %).

При использовании картофеля на пищевые и кормовые цели важным показателем является содержание сырого протеина в клубнях [70,164].

По величине данного показателя преимущество имел сорт Королева Анна, который накопили сырого протеина на 1,7 % больше, чем Коломба.

Таблица 26 – Содержание сухого вещества и сырого протеина в клубнях сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, среднее за 2019 – 2021 гг.

Сорт (А)	Препарат (В)	Сухое вещество, %	Сырой протеин	
			% на сухое вещество	% на натуральную массу
Коломба	Вода (контроль)	18,1	9,1	1,65
	Циркон	17,6	9,8	1,72
	Эпин - экстра	17,8	9,2	1,64
	Фолирус-Премиум	16,5	9,6	1,58
	Аквамикс	16,8	9,5	1,60
	Комплексопаты Zn+Cu	16,8	10,0	1,68
В среднем по сорту		17,3	9,5	1,64
Королева Анна	Вода (контроль)	18,3	10,9	1,99
	Циркон	17,4	10,6	1,84
	Эпин - экстра	17,5	10,4	1,82
	Фолирус-Премиум	17,8	11,9	2,12
	Аквамикс	17,4	11,8	2,05
	Комплексопаты Zn+Cu	18,9	11,4	2,15
В среднем по сорту		17,9	11,2	2,00
Ред Скарлетт	Вода (контроль)	18,9	9,9	1,87
	Циркон	20,0	9,4	1,88
	Эпин - экстра	18,5	10,1	1,87
	Фолирус-Премиум	18,4	10,6	1,95
	Аквамикс	19,0	10,6	2,01
	Комплексопаты Zn+Cu	18,8	10,7	2,01
В среднем по сорту		18,9	10,2	1,93
Гала	Вода (контроль)	18,3	10,8	1,98
	Циркон	18,8	10,1	1,90
	Эпин - экстра	19,7	10,4	2,05
	Фолирус-Премиум	19,4	10,0	1,94
	Аквамикс	19,0	9,3	1,77
	Комплексопаты Zn+Cu	18,8	10,4	1,96
В среднем по сорту		19,0	10,2	1,94
Среднее по сортам	Вода (контроль)	18,4	10,2	1,88
	Циркон	18,5	10,0	1,85
	Эпин - экстра	18,4	10,0	1,84
	Фолирус-Премиум	18,0	10,5	1,89
	Аквамикс	18,1	10,3	1,86
	Комплексопаты Zn+Cu	18,3	10,6	1,94
В среднем по опыту		18,3	10,3	1,88
НСР <sub>05</sub> для сорта		0,4	0,5	
НСР <sub>05</sub> для препарата		0,3	0,4	

Применение Циркона и комплексонатов микроэлементов Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК повысило содержание сырого протеина у сорта Коломба на 0,7 – 0,9 %. увеличение количества сырого протеина отмечалось у сорта Ред Скарлетт при некорневых подкормках комплексными удобрениями на 0,7 – 0,8 %.

Ценным полисахаридом картофеля является крахмал. От его содержания в клубнях зависит направление их использования в производстве, а также возможности по переработке урожая [66].

Более высокой величиной показателя характеризовались сорта Ред Скарлетт и Гала, у которых он был выше, чем у сорта Коломба, на 1,9 и 1,5 % на сырую массу.

По содержанию крахмала наибольшие прибавки у сорта Гала получены от некорневых подкормок Цирконом (1,5 % на сырую массу и 6,3 % на абсолютно сухое вещество), Фолирус – Премиум (1,9 % на сырую массу и 6,5 % на абсолютно сухое вещество), Аквамикс (1,9 % на сырую массу и 6,3 % на абсолютно сухое вещество) и комплексонатами микроэлементов (1,9 % на сырую массу и 6,3 % на абсолютно сухое вещество).

Ценными биологически активными веществами картофеля являются витамины, одним из важнейших представителей которых является витамин С или аскорбиновая кислота. Следовательно, от ее содержания так же будет зависеть продовольственная и кормовая ценность картофеля. В наших исследованиях наибольшей величиной данного показателя характеризовались сорта Ред Скарлетт и Гала, у которых ее количество в клубнях составило в среднем по вариантам некорневой подкормки 16,9 – 17,0 мг/100 г, что было выше чем у сорта Коломба на 0,6 – 0,7 мг/100 г.

Некорневые подкормки также повлияли на величину данного показателя. Так, у сорта Коломба содержание аскорбиновой кислоты возрастало в варианте применения смеси комплексонатов Zn+Cu на 0,6 мг/100 г.



Таблица 27 – Содержание крахмала и аскорбиновой кислоты в клубнях сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, среднее за 2019 – 2021 гг.

Сорт (А)	Препарат (В)	Крахмал		Аскорбиновая кислота, мг/100 г
		% на сырую массу	% на сухое вещество	
Коломба	Вода (контроль)	12,6	69,6	16,1
	Циркон	11,6	65,9	16,4
	Эпин - экстра	12,1	68,0	16,2
	Фолирус-Премиум	10,8	65,5	15,9
	Аквамикс	11,1	66,1	16,5
	Комплексопаты Zn+Cu	11,2	66,7	16,7
В среднем по сорту		11,5	66,5	16,3
Королева Анна	Вода (контроль)	12,2	66,7	16,0
	Циркон	11,2	64,4	16,2
	Эпин - экстра	10,7	61,1	16,4
	Фолирус-Премиум	11,5	64,6	15,6
	Аквамикс	12,4	71,3	15,9
	Комплексопаты Zn+Cu	12,2	64,6	16,1
В среднем по сорту		11,7	65,4	16,0
Ред Скарлетт	Вода (контроль)	14,3	75,7	16,9
	Циркон	14,0	70,0	17,3
	Эпин - экстра	13,1	70,8	16,9
	Фолирус-Премиум	12,9	70,1	16,5
	Аквамикс	13,2	69,5	16,9
	Комплексопаты Zn+Cu	12,8	68,1	17,0
В среднем по сорту		13,4	70,9	16,9
Гала	Вода (контроль)	11,6	63,4	16,5
	Циркон	13,1	69,7	17,0
	Эпин - экстра	12,6	64,0	16,8
	Фолирус-Премиум	13,5	69,6	17,2
	Аквамикс	13,5	71,1	17,2
	Комплексопаты Zn+Cu	13,5	71,8	17,1
В среднем по сорту		13,0	68,4	17,0
Среднее по сортам	Вода (контроль)	12,7	69,0	16,4
	Циркон	12,5	67,6	16,7
	Эпин - экстра	12,1	65,8	16,6
	Фолирус-Премиум	12,2	67,8	16,3
	Аквамикс	12,6	69,6	16,6
	Комплексопаты Zn+Cu	12,4	67,8	16,7
В среднем по опыту		12,4	67,8	16,6
НСР <sub>05</sub> для сорта		0,4		
НСР <sub>05</sub> для препарата		0,3		

У сорта Ред Скарлетт содержание витамина С повышалось в варианте применения препарата Циркон (на 0,4 мг/100 г), у сорта Гала – в вариантах применения препаратов Циркон, Фолирус-Премиум, Аквамикс и Комплексонаты Zn+Cu (на 0,5 – 0,7 мг/100 г).

Выявлено, что наибольшее влияние на качество урожая клубней картофеля оказал выбор сорта (рисунок 32 - 34). Доля влияния фактора на содержание сухого вещества составила 52,4 %, сырого протеина – 37,4 %, крахмала – 50,2 %.

Помимо увеличения продуктивности растений применение удобрений может приводить к накоплению в урожае токсичных соединений, в частности - нитратов [119,160].

Временные допустимые уровни (ВДУ) для клубней картофеля по нитратам – 250 мг/кг сырой массы [119].

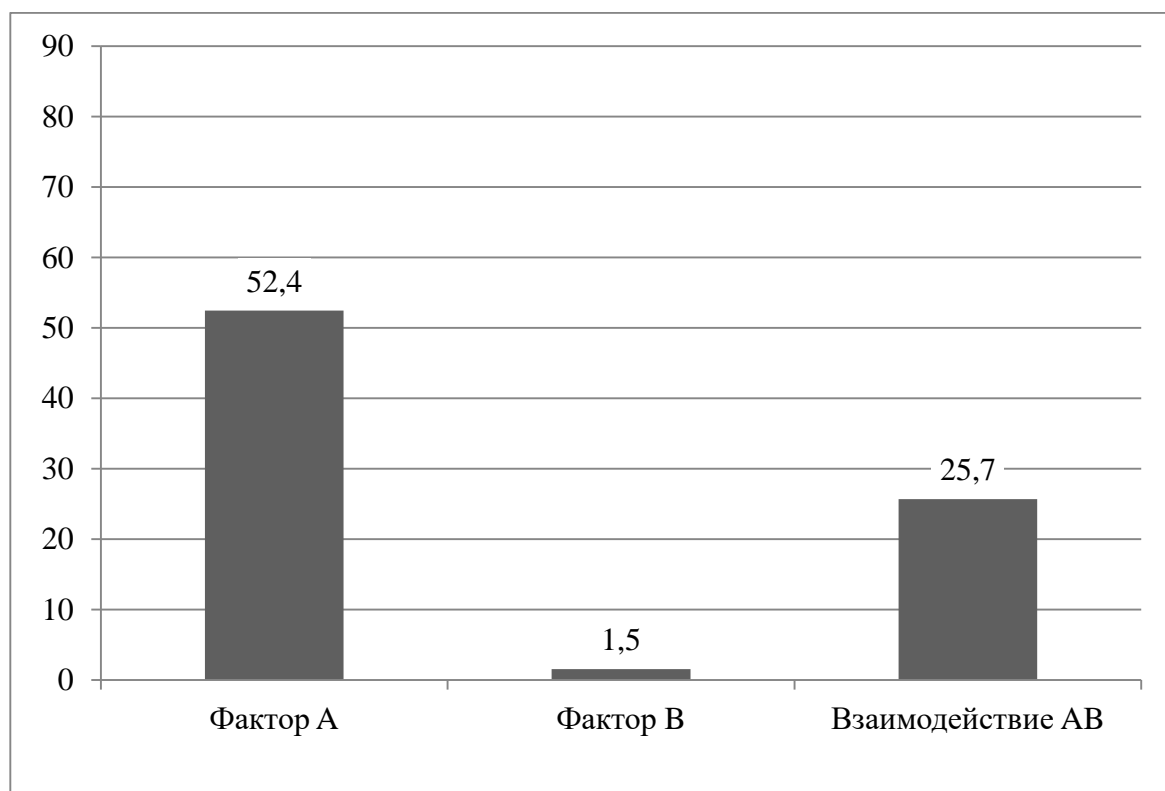


Рисунок 32 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на содержание сухого вещества в клубнях картофеля, %

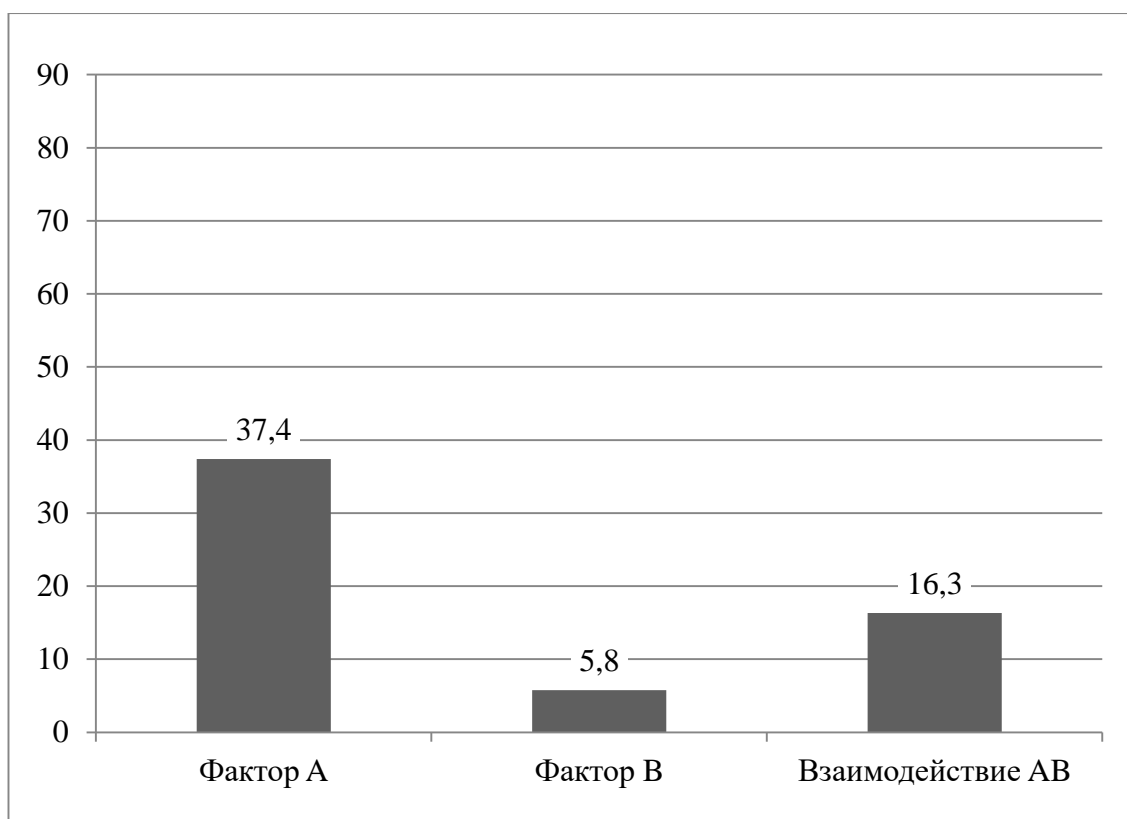


Рисунок 33 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на содержание сырого протеина в клубнях картофеля, %

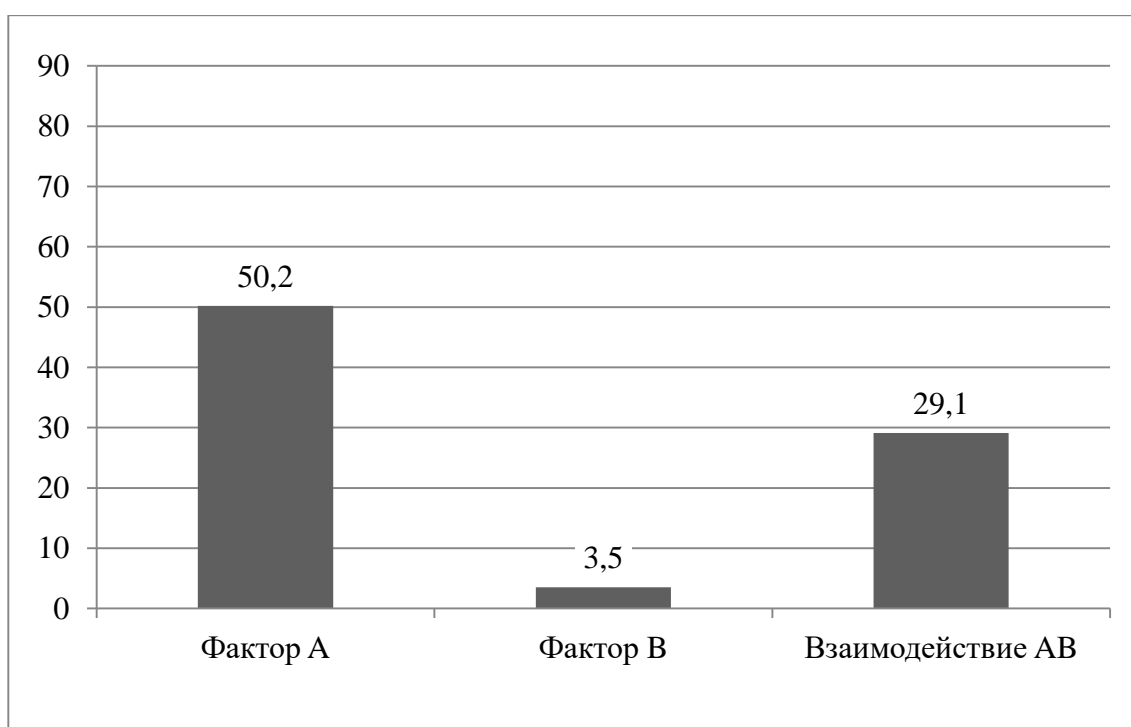


Рисунок 34 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на содержание сухого вещества, сырого протеина и крахмала в клубнях картофеля, %

Выявлено, что продукция всех сортов по содержанию нитратов в клубнях является экологически безопасной (рисунок 35).

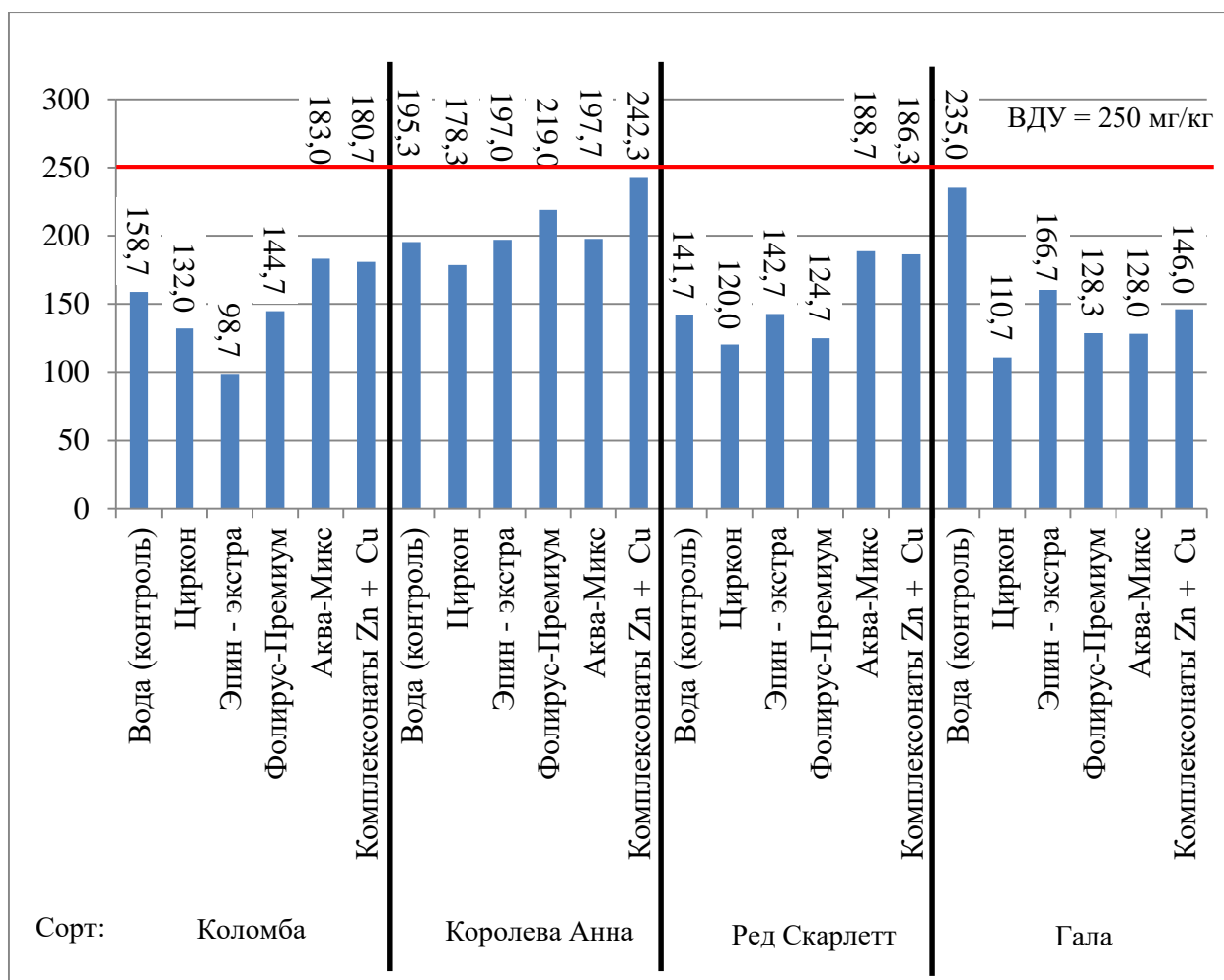


Рисунок 35 – Содержание нитратов в клубнях сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, среднее за 2019 – 2021 гг., мг/кг.

НСР<sub>05</sub> для сорта – 51,9 мг/кг, НСР<sub>05</sub> для препарата – 42,4 мг/кг.

Больше всего (242,3 мг/кг) нитратов накопил сорт Королева Анна в варианте с некорневой подкормкой комплексопатами Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК.

Выявлено, что содержание нитратов в клубнях картофеля в малой степени зависело от исследуемых факторов (рисунок 34). Доля их влияния составила 5,9 – 9,2 %.

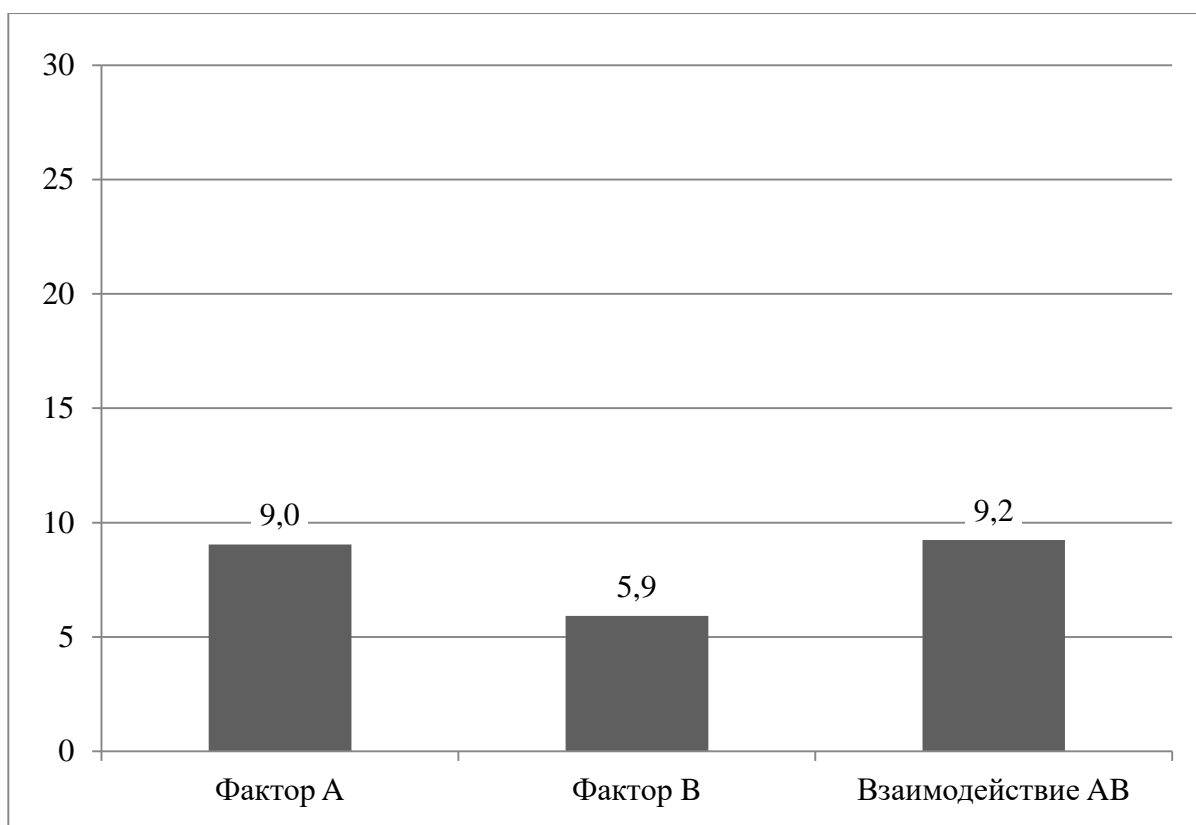


Рисунок 36 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на содержание нитратов в клубнях картофеля, %

Таким образом, на качество урожая влияли сорт и некорневая подкормка. Более высоким содержанием сухого вещества характеризовались сорта Ред Скарлетт и Гала, у которых этот показатель был выше, чем у сорта Коломба, на 1,6 - 1,7 %. Эти же сорта отличались более высоким содержанием крахмала в клубнях, которое превышало контроль (сорт Коломба) на 1,1 – 2,8 %. По содержанию сырого протеина в клубнях преимущество имел сорт Королева Анна, который накопили его на 1,7 % больше, чем Коломба.

Разные препараты неодинаково повлияли на качество урожая разных сортов. По содержанию сухого вещества от некорневых подкормок Эпин - экстра (1,4 %) и Фолирус - Премиум (1,1 %). По содержанию крахмала наибольшие прибавки у сорта Гала получены от некорневых подкормок Цирконом (1,5 %), Фолирус – Премиум, Аквамикс и комплексонатами микроэлементов (1,9 %).

У сорта Коломба повысило содержание сырого протеина применение Циркона и комплексонатов микроэлементов Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК (на 0,7

– 0,9 %), а у сорта Ред Скарлетт - все препараты, кроме Циркона (на 0,2 – 0,8 %).

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

### 3.9. Выход питательных веществ с гектара посадок

Выявлено влияние как сорта, так и препарата на выход абсолютно сухого вещества и крахмала с гектара посадок (рисунок 37).

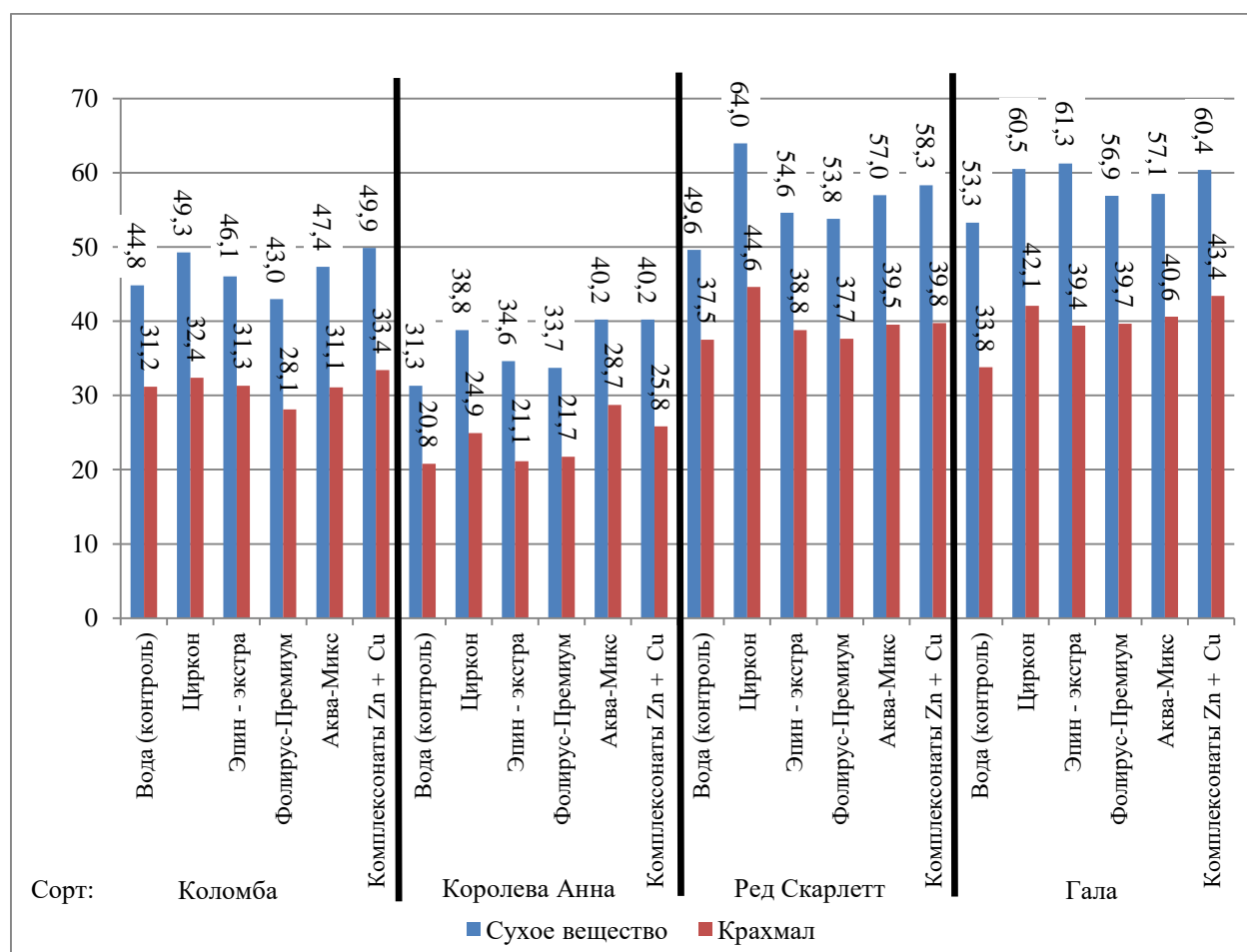


Рисунок 37 – Выход сухого вещества и крахмала с клубнями сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, среднее за 2019 – 2021 гг., ц/га. НСР<sub>05</sub> по сухому веществу: для сорта – 5,9 ц/га, для препарата – 4,7 ц/га; НСР<sub>05</sub> по крахмалу: для сорта – 2,4 ц/га, для препарата – 1,9 ц/га.

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

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

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

Данная закономерность сохранилась и по выходу с гектара сырого протеина (рисунок 38).

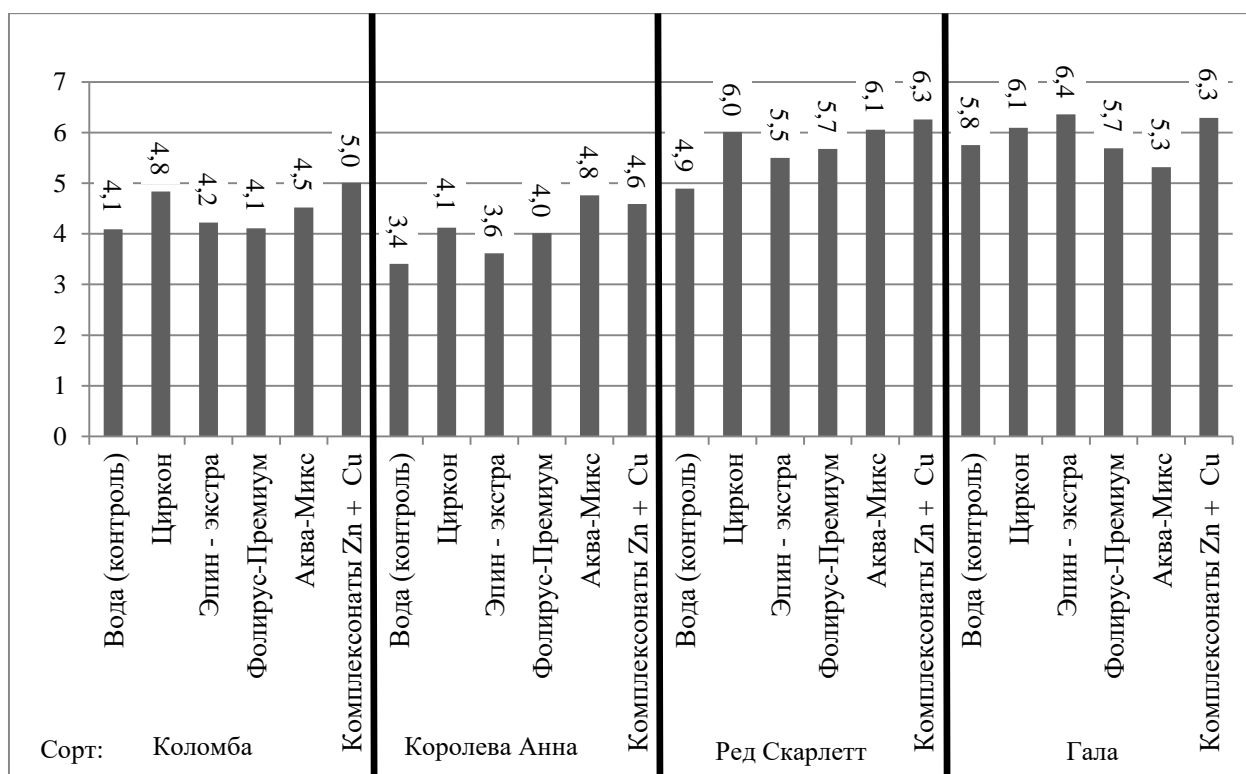


Рисунок 38 – Выход сырого протеина с клубнями сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, ср. за 2019 – 2021 гг., ц/га. НСР<sub>05</sub> для сорта – 0,7 ц/га, НСР<sub>05</sub> для препарата – 0,5 ц/га.

Сорта Ред Скарлетт и Гала превышали сорт Коломба по величине показателя на 1,3 - 1,5 ц/га, а препараты Циркон и смеси комплексонатов Zn-

ЭДДЯК + Су ЭДДЯК – повышали его по сравнению с контролем на 0,5 – 1,2 ц/га.

Выявлено, что на выход сухого вещества с клубнями картофеля наибольшее влияние (50,3 %) оказал выбор сорта (рисунок 39).

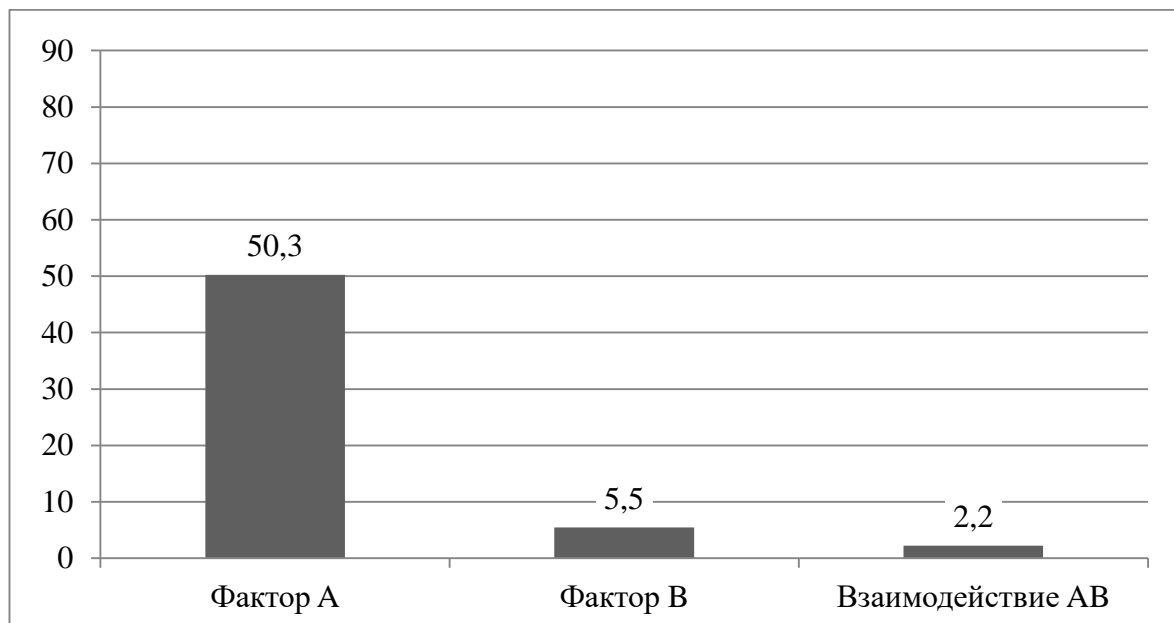


Рисунок 39 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на выход сухого вещества с клубнями картофеля, %

На выход сырого протеина и крахмала с клубнями картофеля так же в большей степени повлиял (31,6 и 71,3%) выбор сорта (рисунок 40 - 41).

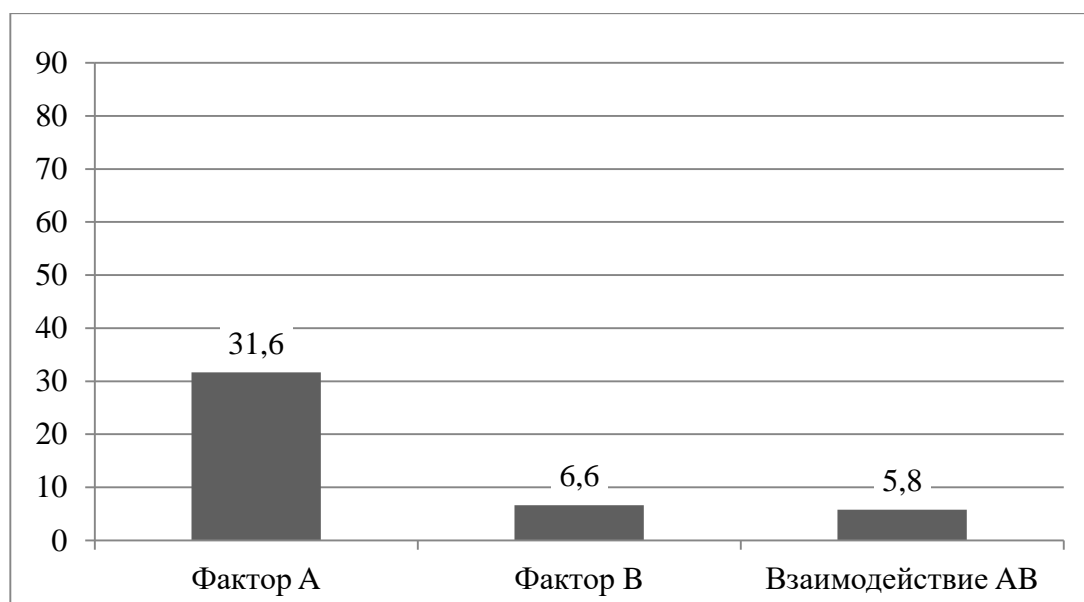


Рисунок 40 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на выход сырого протеина с клубнями картофеля, %



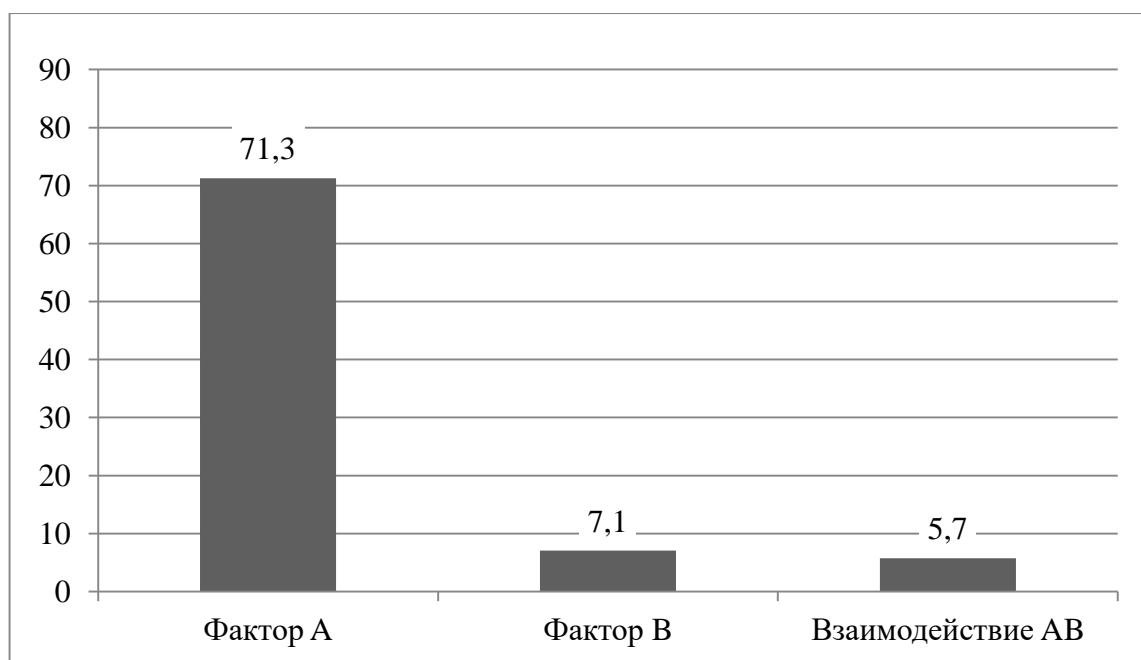


Рисунок 41 – Доля действия факторов (А – сорт, В – препарат) на выход крахмала с клубнями картофеля, %

Таким образом, среди сортов преимущество по выходу питательных веществ с гектара имели Ред Скарлетт и Гала, среди препаратов в большинстве случаев - Циркон и смесь комплексонатов Zn-ЭДДЯК + Cu ЭДДЯК.

### 3.10. Корреляционный и регрессионный анализ результатов исследований

Для выявления роли отдельных факторов в формировании урожайности картофеля проведен корреляционный и регрессионный анализы за 3 года функционирования агроценозов разных сортов (таблица 28).

В качестве характеристик силы и направления связи используются коэффициенты корреляции ( $r$ ) [51, 141].

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

урожаем абсолютно сухой биомассы с максимальной площадью листьев ( $r = 0,58$ ).

Таблица 28 - Корреляционная зависимость конечной продуктивности картофеля от показателей фотосинтетической деятельности

Переменные		R	$t_{\text{факт}}$ при $T_{05}=2,0$	$F_{\text{факт}}$ при $F_{05}=8,6$	Надежные уравнения регрессии
Зависимые	Независимые				
$Y_1$ - урожайность клубней	$X_1 - L_{\text{макс}}$	0,43	4,0	15,9	$Y_1=0,20*X_1 + 19,92$ (1)
	$X_2 - \text{ФПП}$	0,69	8,1	65,4	$Y_1=0,0079*X_2 + 14,69$ (2)
	$X_3 - \text{ЧПФ}$	-0,21	-1,8	3,27	-
$Y_2$ - урожайность абсолютно сухой биомассы	$X_1 - L_{\text{макс}}$	0,58	6,0	35,5	$Y_2=0,56*X_1 + 31,49$ (3)
	$X_2 - \text{ФПП}$	0,81	11,4	129,2	$Y_2=0,0195*X_2 + 21,4$ (4)
	$X_3 - \text{ЧПФ}$	-0,30	-2,7	7,2	-

Критерии  $t_{\text{факт}}$  и  $F_{\text{факт}}$  были выше табличных, что позволяет сделать вывод о надежности полученных уравнений регрессии. Наиболее надежным является уравнение (4).

Не выявлено корреляционной зависимости между показателями конечной продуктивности агроценоза и чистой продуктивностью фотосинтеза.

Таким образом, выявлена сильная положительная связь урожайности абсолютно сухой биомассы картофеля с фотосинтетическим потенциалом агроценоза ( $r = 0,81$ ) при  $t_{\text{факт}}$  и  $F_{\text{факт}}$  выше табличных. Получено надежное уравнение регрессии.

### 3.11. Экономическая эффективность производства картофеля

Экономическая эффективность имеет значение при оценке разрабатываемых приемов технологии, поскольку от нее зависит возможность

их внедрения на предприятии. Она оценивается получением прибыли и высокой окупаемостью производственных затрат, себестоимостью продукции [27,148].

В Центральном Нечерноземье установлена высокая экономическая эффективность производства картофеля [80,118,136,140].

Однако, расчеты экономической эффективности ранее не проводились на различных сортах при одновременном применении некорневых подкормок регуляторами роста и удобрениями.

Расчеты выполняли на основе составления технологических карт по каждому варианту. Стоимость материально – технических затрат брали по ценам 2022 года: ГСМ – 54450 руб./т. Стоимость посадочного материала: – 70000 руб./т; цена реализации – 20000 руб./т. Расчет экономической эффективности выполнен по средней за 2019 – 2021 г. урожайности.

Существенное влияние на экономическую эффективность производства продукции растениеводства оказывает величина производственных затрат [27]. Нами произведена сравнительная оценка данного показателя по всем вариантам опыта (таблица 29).

Выявлено, что применение некорневых подкормок у всех сортов увеличивает затраты на производство картофеля на 6,7 – 19,9 тыс.руб./га, что связано главным образом с повышением расходов на их приобретение и 2-х кратную обработку посадок.

Наибольшие производственные затраты (284,0 тыс. руб./га) получены в варианте с применением препарата Фолирус-Премиум, что связано с высокой его стоимостью и расходом на 1 га.

Наименее затратным является возделывание сорта Королева Анна, в связи с меньшими затратами на погрузку и транспортировку более низкого урожая клубней.

Таблица 29 - Производственные затраты при возделывании сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, тыс. руб./га

Препарат (В)	Сорт (А)				
	Коломба	Королева Анна	Ред Скарлетт	Гала	Среднее
Контроль (вода)	266,758	260,773	266,134	267,824	265,372
Циркон	275,563	272,300	276,396	276,513	275,193
Эпин-экстра	273,422	268,311	274,022	275,012	272,692
Фолирус-Премиум	285,692	279,999	286,059	284,078	283,957
Аквамикс	274,461	270,050	274,012	274,070	273,148
Комплексонаты Zn+Cu	274,605	269,652	275,421	276,062	273,935
Среднее	275,083	270,181	275,341	275,593	274,050

Как показали расчеты, большинство изучаемых препаратов позволяют повысить условно чистый доход и уровень рентабельности производства картофеля (таблица 30).

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

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

Таблица 30 - Условно чистый доход с гектара и уровень рентабельности сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, в среднем за 2019 – 2021 гг.

Препарат (В)	Сорт (А)				
	Коломба	Королева Анна	Ред Скарлетт	Гала	Среднее
Условно чистый доход, тыс. руб./га					
Контроль (вода)	229,242	81,227	259,866	316,176	221,628
Циркон	284,437	175,700	363,604	367,487	297,807
Эпин-экстра	244,578	125,689	315,978	348,988	258,808
Фолирус-Премимум	236,308	98,001	299,941	233,922	217,043
Аквамикс	287,539	191,950	323,988	325,930	282,352
Комплексонаты Zn+Cu	319,395	154,348	346,579	367,938	297,065
Среднее	266,917	137,819	318,326	326,740	262,450
Уровень рентабельности, %					
Контроль (вода)	85,9	31,1	97,6	118,1	83,2
Циркон	103,2	64,5	131,6	132,9	108,0
Эпин-экстра	89,5	46,8	115,3	126,9	94,6
Фолирус-Премимум	82,7	35,0	104,9	82,3	76,2
Аквамикс	104,8	71,1	118,2	118,9	103,3
Комплексонаты Zn+Cu	116,3	57,2	125,8	133,3	108,2
Среднее	97,1	51,0	115,6	118,7	95,6

Выращивание сорта Гала в вариантах с применением некорневых подкормок биопрепаратом Циркон и (или) комплексонатами микроэлементов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК обеспечивает получение наибольшего условно – чистого дохода (367,5 и 367,9 тыс.руб./га) и уровня рентабельности (132,9 – 133,3 %).

Анализ себестоимости клубней выявил влияние на данный показатель, как сорта, так и некорневой подкормки (таблица 31).

Таблица 31 - Себестоимость 1 ц клубней сортов картофеля в зависимости от применяемого препарата, в среднем за 2019 – 2021 гг., руб.

Препарат (В)	Сорт (А)				
	Коломба	Королева Анна	Ред Скарлетт	Гала	Среднее
Контроль (вода)	1075,635	1524,989	1011,916	917,205	1132,436
Циркон	984,154	1215,625	863,739	858,736	980,563
Эпин-экстра	1055,682	1361,985	928,887	881,449	1057,001
Фолирус-Премиум	1094,607	1481,477	976,312	1096,827	1162,306
Аквамикс	976,729	1169,046	916,428	913,568	993,943
Комплексонаты Zn+Cu	924,597	1271,945	885,598	857,336	984,869
Среднее	1018,567	1337,511	930,480	920,853	1051,853

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

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

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

Таким образом, возделывание картофеля в Верхневолжье является экономически выгодным.

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

Выращивание сорта Гала в вариантах с применением некорневых подкормок биопрепаратом Циркон и (или) комплексонатами микроэлементов

Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК обеспечивает получение наибольшего условно – чистого дохода (367,5 и 367,9 тыс.руб./га) и уровня рентабельности (132,9 – 133,3 %).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

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

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

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

3. Более высокую максимальную и среднюю площадь листьев в среднем за 3 года создавал сорт Ред Скарлетт (41,0 и 21,1 тыс.м<sup>2</sup>/га), а более низкую – сорт Королева Анна (29,8 и 12,4 тыс.м<sup>2</sup>/га).

Применение некорневых подкормок в большинстве случаев повышало максимальную и среднюю площадь листьев, в среднем за 3 года соответственно на 1,3 – 10,5 и 0,7 – 4,1 тыс.м<sup>2</sup>/га. Из регуляторов роста созданию наибольшей ассимилирующей поверхности способствовал препарат Циркон, а из комплексных удобрений – смесь комплексонов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК.

4. Величина фотосинтетического потенциала агроценоза картофеля (ФПП) находилась в той же зависимости от биологических особенностей сорта



и препарата, что и площадь листьев. Разница между сортами достигала 844 тыс. м<sup>2</sup> х сутки/га, прибавка от некорневых подкормок – 396 тыс. м<sup>2</sup> х сутки/га.

5. Наибольшая чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) наблюдалась у сортов Коломба и Гала (4,34 и 4,40 г/м<sup>2</sup> х сутки), что на 0,84 – 0,90 г/м<sup>2</sup> х сутки выше, чем у других сортов.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

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

1. Выращивание по интенсивной технологии сорта Гала в вариантах с применением некорневых подкормок биопрепаратом Циркон или комплексонатами микроэлементов Zn-ЭДДЯК + Cu-ЭДДЯК, которые обеспечивают экономически эффективное получение урожайности 32,2 т/га клубней высокого качества.

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

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абидов, Х.К. Сорт, уровень, питание, густота посадки - факторы, определяющие продуктивность картофеля / Х.К. Абидов, А.Х.Абазов, А.И.Сарбашева // Научная жизнь. - 2019. - Т. 14. - № 11 (99). - С. 1687-1695.
2. Абитова, Б.К. Влияние минеральных удобрений и птичьего помета на фотосинтетическую деятельность и урожайность раннего картофеля / Б.К. Абитова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. - 2013. - № 4. - С. 3-6.
3. Алиев, С.Г. Эффективность применения комплексных микроудобрений и регуляторов роста при возделывании картофеля / С.Г.Алиев, И.Р. Вильдфлуш // Почвоведение и агрохимия. - 2011. - № 1 (46). - С. 237-243.
4. Альсмик, П. И. Физиология картофеля / П. И. Альсмик [и др.]; под ред. Б.А. Рубина. – М.: Колос, 1979. - 272 с.
5. Анисимов, Б.В. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б.В. Анисимов [и др.] - М.: Картофелевод, 2009. - 272 с.
6. Анисимов, Б.В. Семеноводство картофеля на высоте/ Б.В. Анисимов // Картофель и овощи. – 2014. – № 8. – С. 29.
7. Анисимов, Б.В. Создание специальных территорий безвирусного семеноводства картофеля / Б.В. Анисимов [и др.]// Картофелеводство: история развития и результаты научных исследований по культуре картофеля: сб. науч. тр. / ВНИИКХ. – М., 2015. – С. 125-129.
8. Анисимов, Б.В. Сорта картофеля, возделываемые в России: 2013: справочное издание / Б.В. Анисимов [и др.]. – М. : Агроспас, 2013. – 144 с.
9. Анисимов, Б.В. Специальные зоны семеноводства картофеля / Б.В. Анисимов // Картофель и овощи. – 2015. – № 4. – С. 34-37.
10. Анисимов, Б.В. Фитосанитарные зоны и их роль в безвирусном семеноводстве картофеля / Б.В. Анисимов // Защита и карантин растений. – 2014. – № 11. – С. 14-19.

11. Аношкина, Л.С. Перспективные направления селекции картофеля в Кузбассе / Л.С. Аношкина, Ю.А. Вершинина, А.Н. Горшкова, Ю.В. Чечкарева // Картофелеводство : сб. науч. тр. : материалы координац. совещ. и науч.-практич. конф., посвящ. 125-летию со дня рожд. Н.И. Вавилова / Россельхозакадемия, ВНИИКХ. – М., 2012. – С. 69-70.
12. Артюшин, А.М. // Удобрение в интенсивных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур / А.М. Артюшин [и др.]. - М.: Агропромиздат, 1991. - С. 175.
13. Асланов, Г.А. Влияние удобрений на урожайность и качество клубней картофеля в Гянджа - Казахской зоне Азербайджана / Г.А. Асланов, Р.Т.Г. Джафарова // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. - 2017. - № 2 (34). - С. 5-7.
14. Афонников, Д.А. Информационные ресурсы по коллекциям картофеля / Д.А. Афонников, И.В. Тоцкий, З. Сташевски // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – Т. 22, № 1. – С. 115-121.
15. Барановский, И.Н., Практикум по агрохимии / И.Н. Барановский, М.Н. Перевалов. Под реда. И.Н. Барановского. 2-е изд., перераб. и доп. - Тверь, 2004. - 241 с.
16. Байбулатов, Т.С. Обоснование и результаты исследований применения стимуляторов роста на картофеле / Байбулатов Т.С., Хамхоев Б.И., Цечоева А.Х., Зурабов А.М.М. // Проблемы развития АПК региона. - 2021. - № 1 (45). - С. 25-30.
17. Баталова, Г.А. Картофель: производство, сорта и семеноводство / Г.А. Баталова, В.А. Стариков // Аграрная наука Евро-СевероВостока. – 2009. – № 3. – С. 4-8.
18. Болиева, З.А. Оценка качества клубней отечественных и зарубежных сортов картофеля в условиях предгорной зоны РСО-Алания / З.А. Болиева, Л.Ю. Доева, С.В. Лихненко // Научная жизнь. – 2015. – № 1. – С. 70-73.

19. Болиева, З.А. Оценка исходного материала картофеля на экологическую устойчивость в условиях РСО-Алания // З.А. Болиева, Ф.Т. Гериева // Горное сельское хозяйство. – 2018. – № 2. – С. 71-79.

20. Боров, Л.И. Особенности формирования урожая и потребления основных элементов картофелем и топинамбуром в условиях монокультуры: автореф. дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.09 / Л. И.Боров. – М., 1971. – 28 с.

21. Бутов, А.В. Урожай, качество и сохранность картофеля при использовании регуляторов роста растений / А.В.Бутов, А.А. Мандрова // Техника и технология пищевых производств. - 2017. - № 2 (45). - С. 13-19.

22. Быков, О.Д. Фотосинтез и продуктивность с/х растений / О.Д. Быков // Фотосинтез и продуктивность сельскохозяйственных культур: Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1980. - Т.67. Вып.2. - С. 7.

23. Васильев, А.А. Влияние приемов агротехники на семенную продуктивность картофеля в условиях Южного Урала / А.А. Васильев, А.К. Горбунов // Аграрный вестник Урала. - 2019. - № 7. - С.12 – 18.

24. Васильев, А.А. Сорт – основа урожая / А.А. Васильев, В.П. Дергилев// Картофель и овощи. - 2004. - № 7. - С. 6 – 7.

25. Вильдфлуш, И.Р. Влияние макро-, микроудобрений и регуляторов роста на фотосинтетическую деятельность и продуктивность среднепозднего картофеля на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Вильдфлуш И.Р., Ионас Е.Л., Цыганов А.Р. // Земледелие и растениеводство. - 2021. - № 2 (135). - С. 27-31.

26. Власенко, Н.Е. Удобрение картофеля / Н.Е. Власенко. – М.: Агропромиздат. - 1987. – 219 с.

27. Водяников, В.Т. Экономика сельского хозяйства. [Электронный ресурс] / В.Т. Водяников, Е.Г. Лысенко, Е.В. Худякова, А.И. Лысюк. — Электрон. дан. — СПб. Лань, 2015. — 544 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/64326>

28. Гавриленко, Т.А. Стратегия долгосрочного сохранения генофонда вегетативно размножаемых сельскохозяйственных растений в контролируемых

условиях среды / Т.А. Гавриленко [и др.]// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб., 2007. – Т. 164. – С. 273-285.

29. Гасанова, Р.Т. Влияние густоты посадки и удобрения на продуктивность клубней картофеля / Р.Т. Гасанова // Бюллетень науки и практики. 2019. Т. 5. № 10. С. 107-114.

30. Гатаулина, Г.Г. Растениеводство: учебник / Г.Г. Гатаулина, П.Д. Бугаев, В.Е. Долгодворов; под ред. Г.Г. Гатаулиной. — М.: ИНФРАМ, 2017. — 608 с.

31. Голдовская, Л.Ф. Химия окружающей среды: учебник для вузов / Л.Ф. Голдовская. – М.: Мир, 2005. – 296 с.

32. Головач, А.А. Эффективность зеленых и органических удобрений в звене севооборота на дерново-подзолистой рыхлосупесчаной почве / А.А. Головач // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы. - 2006. - т.1. - С. 86-91

33. ГОСТ 7194-81 Картофель свежий. Правила приемки и методы определения качества – Введ. 31.05.1982. – М.: Стандартиформ, 2010. – 13 с.

34. ГОСТ 13496.4-93 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина – Введ. 01.01.1995. – М.: Стандартиформ, 2011. – 15 с.

35. ГОСТ 13496.19-2015 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания нитратов и нитритов – Введ. 01.01.2017. – М.: Стандартиформ, 2016. – 27 с.

36. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества – Введ. 30.06.1996. – Издательство стандартов, 1992. – 6 с.

37. ГОСТ 26483-85. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО – Введ. 30.06.1986. – М.: Издательство стандартов, 1985. – 6 с.

38. ГОСТ 29270-95 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения нитратов – Введ. 01.01.1997. – М.: Стандартиформ, 2010. – 11 с.

39. ГОСТ 31640-2012. Корма. Методы определения содержания сухого вещества. – Введ. 01.07.2013. – М.: Стандартиформ, 2012. – 7 с.

40. ГОСТ Р 54650-2011. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО – Введ. 01.01.2013. – М.: Стандартиформ, 2013. – 7 с.

41. Григорьева, Р.З. Роль картофеля в обеспечении населения пищевыми веществами / Р.З. Григорьева, А.Ю. Просеков и др. // Достижения науки и техники АПК. - 2006. - № 8. - С.41-42.

42. Гриценко, В.В. Основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур / В.В. Гриценко, В.Е. Долгодворов.- М.: Агропромиздат, 1986.- 56 с.

43. Грозов, Д.Н. Фотосинтетическая деятельность растений при оптимизации условий произрастания / Д.Н. Грозов, Ю.К. Бабиян. - Кишинёв: Штииница, 1979. - С. 6877.

44. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. – 719 с.

45. Гуляев, Г.В. Остановить разрушение селекции и семеноводства / Г.В. Гуляев // Селекция и семеноводство. – 1997. – № 3. – С. 19-24.

46. Гусев, Г.С. Эффективность органических и минеральных удобрений при выращивании картофеля в зависимости от качества семенного материала / Г.С. Гусев, Р.А. Сабиров, Т.П. Сабирова, А.С. Ручкин // Агротехника. - 1999. - №11.- С. 44.

47. Гунар, Л.Э. Сорта картофеля в условиях дефицита влаги / Л.Э. Гунар, А.А.Черенков, М.С. Хлопук // Картофель и овощи. – 2014. – № 4. – С. 26-27.

48. Гутин, Н.Г. Отзывчивость разных сортов картофеля на применение удобрений / Н.Г. Гутин // О питании растений. - М., 1965. - С. 28.

49. Дзанагов, С.Х. Влияние припосадочного внесения удобрений на урожайность и качество клубней картофеля / Дзанагов С.Х., Хадиков А.Ю. // Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной памяти профессора Кесаева Хетага Естаевича. - Владикавказ, 2022. - С. 10-11.



50. Денисов, Е.П., Программирование урожая и индустриальная технология орошаемых культур / Е.П. Денисов, А.К. Юфин // Прогрессив. технол. возделыв. полев. к-р. на индустриал. основе. – Саратов, 1993. – С. 3-14.

51. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А.Доспехов. - М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

52. Ефимов, В.М. Урожайность картофеля в зависимости от минеральных удобрений, трепела и его смесей с минеральными удобрениями / В.М. Ефимов, Л.Г. Шашкаров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. - 2009. - Т.4. - № 3 (13). - С. 100-101.

53. Жевора, С.В. Картофелеводство России: итоги, прогнозы, приоритеты развития отрасли / С.В. Жевора, Б.В. Анисимов, Е.В. Овэс, Н.А. Янюшкина // Картофелеводство : материалы науч.-практич. конф. «Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля», 9-10 июля 2018 г. / ВНИИКХ. – М., 2018. – С. 3-15.

54. Жевора, С.В. Картофель: проблемы и перспективы / С.В. Жевора [и др.] // Картофель и овощи. – 2019. – № 7. – С. 2-7.

55. Жученко, А.А. Экономическая генетика культура растений как самостоятельная научная дисциплина. Теория и практика. – Краснодар : Просвещение Юг, 2010. – С. 187-189.

56. Замалиева, Ф.Ф. Алгоритм получения высокой урожайности картофеля / Ф.Ф. Замалиева, Г.Ф. Сафиуллина, Т.В. Зайцева, Л.Ю. Рыжих // Вестник Казанского ГАУ. – 2018. – № 1 (48). – С. 26-32.

57. Зангиева, Ф.Т. Оценка урожайности и устойчивости к вирусным и грибным болезням гибридных популяций картофеля / Ф.Т. Зангиева, С.В. Лихненко // Вестник Владикавказского научного центра. – 2015. – Т.15. - № 2 – С. 41- 45.

58. Засорина, Э.В. Сорта картофеля и способы подготовки клубней к посадке в Курской области / Э.В.Засорина // Картофель и овощи. - 2004. - № 1. - С. 26 – 27.

59. Захарова, О.П. Современные технологии минерального питания / О.П. Захарова. – Краснодар, 2005. – 100 с.
60. Зотеева, Н.М. Оценка устойчивости сортов картофеля из коллекции вир к фитофторозу (*Phytophthora infestans*) в полевом и лабораторном изучении / Н.М. Зотеева, О.С. Косарева // Вестник защиты растений. - 2021. - Т. 104. - № 2. - С. 113-119.
61. Иванов, И.А. Основы почвоведения, агрохимии и земледелия / И.А. Иванов, В.П. Якушев, А.И. Иванов. - Санкт-Петербург: Великолукская городская типография, 2010. – 236 с.
62. Иванова, С.С. Продуктивность картофеля разных групп скороспелости в зависимости от фонов удобрений / С.С. Иванова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной Академии. - 2018. - № 8. - С.26 – 31.
63. Иванюк, В.Г. Фитофтороз картофеля и пути снижения его вредоносности / Иванюк В.Г. // Защита и карантин растений. - 2009. - № 5. - С. 52-55.
64. Ивенин, В.В. Агротехнические особенности выращивания картофеля: Учебное пособие / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин. Под ред. В. В. Ивенина. — 2-е изд., перераб. — СПб.: Издательство «Лань», 2015.— 336 с.
65. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение / В.Б.Ильин. - Новосибирск: Наука, 1991. – 149 с.
66. Индустриальные технологические комплексы продуктов питания : учебник / С. Т. Антипов, С. А. Бредихин, В. Ю. Овсянников, В. А. Панфилов ; под редакцией В. А. Панфилова. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 440 с.
67. Калинин, А.В. Современные технологии возделывания картофеля / А.В.Калинин // Аграрный эксперт. – 2004. - № 3. – С.15 – 18.
68. Каюмов, М.К. Программирование урожаев сельскохозяйственных культур / М.К. Каюмов. - М.: Агропромиздат, 1989.-320 с.
69. Каюмов, М.К. Программирование продуктивности полевых культур/ М.К. Каюмов.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Росагропромиздат, 1989. – 368 с.

70. Кидин, В. В. Агрехимия / В.В. Кидин, С.П. Торошин — М.: Проспект, 2017. — 608 с.

71. Кириллова, И.Г. Действие синтетических регуляторов роста (мелафена и кремнийорганического регулятора роста) на физиологические процессы растения картофеля / И.Г. Кириллова // Актуальные проблемы картофелеводства: фундаментальные и прикладные аспекты. Материалы всероссийской научно-практической конференции с международным участием. - 2018. - С. 116-119.

72. Киру, С.Д. Генетическое разнообразие мировой коллекции картофеля ВИР и ее использование в селекции / С.Д. Киру, Л.И. Костина, О.С. Косарева, Т.Э. Жигадло, С.Н. Травина, Н.А. Чалая, Т.В. Кирпичева // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т.29. - №7. – С. 31-34.

73. Киру, С.Д. Мобилизация, сохранение и изучение генетических ресурсов культивируемого и дикорастущего картофеля / С.Д. Киру, Е.В. Рогозина // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – Т. 21. - № 1. – С. 7-15.

74. Киру, С. Д. Сохранение, изучение и использование в селекции генетического разнообразия картофеля во ВНИИР им. Н. И. Вавилова / С.Д. Киру [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2007. - № 7. - С. 2-6.

75. Кирюшин, В.И. Агротехнологии / В.И. Кирюшин, С.В. Кирюшин. — СПб. Лань, 2015. — 464 с.

76. Ключковский, В.М. Агрехимия: Учебник / В.М. Ключковский, А.В. Петербургский. - М: Колос. - 1964. - 527 с.

77. Коваленко, А.Ф. Ранний картофель на Южном Урале / А.Ф. Коваленко. Челябинск: Южно-Уральское книжное издательство, 1966. 96 с.

78. Кокшаров, В.П. Размеры корневых систем в зависимости от сорта, возраста растения, сроков посадки и уровня минерального питания / В.П. Кокшаров // Селекция, семеноводство и агротехника картофеля в нечерноземной зоне Урала: Труды Уральского НИИСХ. - 1984. - Т.40. - С.28.

79. Коняев, Н.Ф. Научные основы высокой продуктивности овощных растений / Н.Ф. Коняев. - Новосибирск, 1978. - С. 17.

80. Козлов, В.В. Сравнительная оценка технологий возделывания картофеля в условиях Верхневолжья: автореф. дис. ... кандидата с.-х. наук: 06.01.01 / В.В. Козлов. - Санкт - Петербург, 2017. - 21 с.

81. Костина, Л.И. Коллекция селекционных сортов картофеля – источник исходного материала для селекции на продуктивность, скороспелость, устойчивость к болезням и вредителям / Л.И. Костина, О.С. Косарева, Э.В. Трускинов, Т.В. Кирпичева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб., 2020. – Т.181 (2) – С. 50-56.

82. Костина, Л.Я. Особенности выращивания картофеля в лесотундровой зоне / Л.Я. Костина // Современные исследования оленеводства и растениеводства на Ямале (к 70 – летию Ямальской сельскохозяйственной опытной станции). Научный вестник. – Салехард: ГУП «Издательство «К.С.». - 2001. - № 7. - 60 с.

83. Куликов, И.М. Пути решения проблем оздоровления садовых культур от вирусов / И.М. Куликов, М.Т. Упадышев // Защита и карантин растений. – 2015. – № 4. – С. 10-12.

84. Куликов, И.М. Научно-методические основы индустриальной агротехнологии производства сертифицированного посадочного материала плодовых и ягодных культур в Российской Федерации / И.М. Куликов [и др.] // Садоводство и виноградарство. – 2018. – № 1. – С. 30-35.

85. Лапа, В.В. Система удобрений с.-х. культур: (рекомендации) / В.В. Лапа, Е.М. Лимантова и др. БелНИИПА. - Минск. - 1997. – 17 с.

86. Листопад, Г.Е. Программирование урожая (сущность метода) // Г.Е. Листопад, А.Л. Климов. - ВАСХНИЛ. Сб. науч. тр. – Волгоградский СХИ: Волгоград, 1985. – Т. LV. – С. 53-55.

87. Лихненко, С.В. Новые сорта картофеля для Северо-Кавказского региона / С.В. Лихненко, Л.Ю. Доева, Ф.Т. Зангиева // Вестн. Владикавказ. науч. центра. – 2016. – Т. 16. - № 4. – С.62-69.

88. Лихненко, С.В. Селекционная оценка гибридов и сортов картофеля / С.В. Лихненко, Л.Ю. Доева, Ф.Т. Зангиева // Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур : мат. Междунар. науч.-практич. конф., посвящ. юбилею Сарры Абрамовны Бекузаровой. – Владикавказ: Горский ГАУ, 2017. – С. 72-75.

89. Лукина, Ф.А. Урожайность и биохимический состав различных сортов картофеля в зависимости от типа почв в условиях Якутии / Ф.А. Лукина // Картофелеводство: результаты исследований, инновации, практический опыт: мат. науч.-практ. конф. и координационного совещания. – М.: ГНУ ВНИИКХ, 2008. - С. 272-277.

90. Любимская, И.Г. Влияние органоминерального удобрения на продуктивность семенного картофеля ранних сортов в условиях Костромской области / И.Г. Любимская, С.С. Кузнецов // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. - 2019. - № 3 (59). - С. 113-119.

91. Магомедов, Р.М. Влияние биогумуса и регуляторов роста на урожайность сортов раннего картофеля в орошаемых условиях Дагестана / Магомедов Р.М. [и др.]// Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. - 2021. - № 2 (100). - С. 50-59.

92. Максимович, М.М. Культура раннего картофеля / М.М. Максимович. - М.: Сельхозиздат. - 1962. – 167 с.

93. Мартинчик, Т.Н. Эффективность регуляторов роста растений на урожайность и качество клубней картофеля на фоне органо-минеральных удобрений / Т.Н. Мартинчик, Е.Г. Сапалева // Почвоведение и агрохимия. - 2009. - № 2 (43). - С. 197-205.

94. Мартынова, К.В. Совершенствование приемов возделывания новых сортов картофеля на продовольственные и семенные цели в условиях Нечерноземной зоны: дис. ... канд.с.-х. наук: 06.01.01 / К. В. Мартынова. – Смоленск, 2022. - 164 с.

95. Можарова, И. П. Влияние регуляторов роста на продуктивность картофеля и устойчивость к болезням: Можарова, Ирина Петровна дисс. ... канд. с-н.: 06.01.11. - Москва, 2007. - 159 с.
96. Молчанова, Е.Я. Сорт, технология и комплексная защита – основа высоких урожаев / Е.Я. Молчанова // Картофель и овощи. – 2013. – № 2. – С. 18-19.
97. Молявко, А.А. Качество картофеля и удобрения / А.А. Молявко, Л.А. Еренкова, А.В. Марухленко, Н.П. Борисова // Вестник Брянского государственного университета. - 2015. - № 3. - С. 398-400.
98. Мигулев, П.И. Продуктивность гибридов кукурузы при программировании урожайности в условиях Верхневолжья: дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.01 / П.И. Мигулев. - Тверь, 2019. – 127 с.
99. Минеев, В.Г. Агрохимические и физиологические аспекты потенциальной продуктивности растений / В.Г. Минеев, Н.Т. Ниловская // Сельскохозяйственная биология. - 1981. - Т.16. - №5. - С. 417.
100. Мусаев, М.Р. Эффективность применения стимуляторов роста под ранний картофель в условиях южного Дагестана / М.Р. Мусаев, Ш.Т. Алиярова, А.А. Магомедова, З.М. Мусаева, Т.В. Рамазанова // Проблемы развития АПК региона. - 2017. - Т. 30. - № 2 (30). - С. 36-40.
101. Нарушев, В.Б. Приемы повышения продуктивности картофеля на черноземных почвах Поволжья / Нарушев В.Б., Моисеев А.А., Шаповалов А.Г. // Научная жизнь. - 2020. - Т. 15. - № 12 (112). - С. 1596-1605.
102. Новикова, Л.Ю. Проявление хозяйственно-ценных признаков у сортов картофеля (*Solanum L.*) при изменении климата на европейской территории России / Л.Ю. Новикова, С.Д. Киру, Е.В. Рогозина // Сельскохозяйственная биология. – 2017. – Т.52. - № 1. – С. 75-83.
103. Никитишен, В.И. Формирование ассимиляционного аппарата и продуктивность фотосинтеза растений в различных условиях минерального питания / Никитишен В.И., Терехова Л.М., Личко В.И. // Агрохимия. - 2007. - № 8. - С. 35-43.

104. Ничипорович, А.А. Задачи работ по изучению фотосинтетической деятельности как фактора продуктивности / А.А. Ничипорович // Фотосинтезирующие системы высокой продуктивности. - М.: Наука, 1966. - С. 7-50.

105. Ничипорович, А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений / А.А. Ничипорович // Физиология фотосинтеза. - М.: изд-во "Наука", 1982. - С. 7-33.

106. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев: 15-е Тимирязевские чтения / А.А. Ничипорович. - М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 96 с.

107. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и урожай / А. А. Ничипорович. – М.: Знание, 1966. - 48 с.

108. Окашева, Н.А. Оценка биоресурса признаков картофеля у межвидовых гибридов ВИР при адаптации к экстремальным условиям горного Алтая / Н.А. Окашева, Т.А. Стрельцова, Е.В. Рогозина, С.Д. Киру // 125 лет прикладной ботаники в России : сб. тез. междунар. конф., 25-28 ноября. – Санкт-Петербург. – 2019. – С. 171.

109. Основы технологии сельскохозяйственного производства. Земледелие и растениеводство / Под ред. В.С. Никляева. - М.: «Былина», 2000. - 555 с.

110. Павлов, М.Н. Семенная и клубневая продуктивность сортов топинамбура в зависимости от фона минерального питания и фотопериодизма в условиях ЦРНЗ РФ: дис. ... канд. с-х. наук: 06.01.01 / М.Н. Павлов. - М.: РГАУ-МСХА им. КА Тимирязева, 2017. – 189 с.

111. Пашкова, Г.И. Сравнительная оценка раннеспелых сортов картофеля / Г.И.Пашкова, А.Н. Кузьминых // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. - 2017. - № 2 (10). - С. 44-48.

112. Пашкова, Г.И. Формирование урожая раннеспелого сорта картофеля при использовании стимуляторов роста / Пашкова Г.И., Кузьминых А.Н. //

Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. - 2018. - Т.4. - № 3 (15). - С. 57-63.

113. Петербургский, А.В. Агрехимия и физиология питания растений / А.В. Петербургский. – М.: Агропромиздат, 1987. – 486 с.

114. Плескачѳв, Ю.Н. Влияние современных комплексных водорастворимых удобрений со стимулирующим и защитным эффектом на фотосинтетические процессы, протекающие в растениях, и урожайность раннеспелых сортов картофеля в условиях Северного Прикаспия / Ю.Н. Плескачѳв, П.А. Андросов // Естественные науки. - 2022. - № 2 (7). - С. 65-73.

115. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений / Б. П. Плешков. - 3-е изд., доп. и перераб. - М.: Колос, 1985. - 255 с.

116. Половникова, В.В. Проявление фитофтороза на сортах картофеля в условиях Курганской области / В.В. Половникова // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. - 2007. - № 3 (171). - С. 26-29.

117. Поляков, И.Я. Фитосанитарная диагностика в интегрированной защите растений / И.Я. Поляков, М.М. Левитин, В.И. Танский. - М.: Колос, 1995. - 208 с.

118. Постников, А.Н. Картофель. 2-е изд., перераб. и доп. / А.Н.Постников, Д.А.Постников. - М., МСХА им. К.А. Тимирязева, 2006. – 160 с.

119. Посыпанов, Г.С. Растениеводство / Г.С.Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков и др. – М: НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 612 с.

120. Растениеводство: учебник / П.В.Вавилов, В.В.Гриценко, В.С.Кузнецов и др. - М.: Колос, 1979. – С. 310-317.

121. Ратников, А.Н. Эффективность применения новых комплексных удобрений при возделывании картофеля / А.Н.Ратников [и др.] // Вестник аграрной науки. - 2018. - № 1. - С. 14 – 21.

122. Романов, В.И. Влияние различных способов обработки почвы на урожай картофеля и его качество / В.И. Романов // Биология, земледелие и растениеводство: Доклады ТСХА. - 1972. - № 182. - С.96.



123. Романова, И.Н. Сроки, способы посадки и регуляторы роста как элементы ресурсосберегающей технологии картофеля / И.Н. Романова, С.Е. Терентьев, М.И. Перепичай, К.В. Мартынова // Картофель и овощи. - 2019. - № 10. - С. 19-21.

124. Российские сорта картофеля (каталог) / Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Склярова Н.П., Яшина И.М. – М.: ВНИИКХ. – 126 с.

125. Сапарклычева, С.Е. Формирование ассимиляционной поверхности и урожая картофеля в разных погодных условиях / С.Е. Сапарклычева, Н.В. Кандаков // Сборник научных трудов. Секция: селекция и семеноводство. Т.2. - Екатеринбург, 2001. - С. 71.

126. Сергеева, А.Н. Урожайность раннеспелых сортов картофеля в зависимости от дозы азотного удобрения и нормы посадки / А.Н. Сергеева, А.А. Скрябин, С.Л. Елисеев // Пермский аграрный вестник. - 2019. - №1 (25). - С. 69 – 75.

127. Сердеров, В.К. Новые перспективные сорта для развития отрасли картофелеводства в Дагестане / В.К. Сердеров, Б.К. Атамов, Д.В. Сердерова // Горное сельское хозяйство. – 2015. – № 4. – С.77-80.

128. Сиротенин, О.Д. Программирование урожая с помощью динамических моделей / О.Д. Сиротенин, Е.В. Абашина, Ш.А. Шаахмедов // Вест. с.-х. науки. – М., 1987. - № 8. – С. 37-39.

129. Скрябин, И.А. Влияние некорневой обработки сульфатом магния на фотосинтетическую активность и урожайность сортов картофеля / Скрябин И.А., Елисеев С.Л., Скрябин А.А. // Дневник науки. - 2022. - № 1 (61). - URL: <https://dnevniknauki.ru/images/publications/2022/1/agriculture/Skrabin.pdf> (дата обращения 1.09.2023).

130. Сорта картофеля российской селекции / Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В., Митюшкин А.В., Мелешин А.А., и др.; общ. ред. Е.А. Симаков – Москва, 2018. –120 с.

131. Старовойтова, О.А. Выращивание картофеля и топинамбура с применением микроэлементов / Старовойтова О.А., Старовойтов В.И., Манохина А.А., Чайка В.А. // Вестник ИрГСХА. - 2022. - № 108. - С. 41-52.
132. Танский, В. И. Фитосанитарная устойчивость агробиоценозов / В.И. Танский; под ред. К. В. Новожилова. – СПб., 2010. - 66 с.
133. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Тверской области / Официальный сайт. - URL: <https://tverstat.gks.ru/>
134. 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.
135. Усанова, З.И. Биологические особенности и технологии возделывания картофеля и земляной груши / З.И. Усанова, А.К. Осербаев. - Тверь: «Триада», 2004. – 76 с.
136. Усанова, З.И. Возделывать картофель по горчице выгодно / З.И. Усанова, В.В. Козлов //Картофель и овощи. - 2015. - № 12. – С.30-33.
137. Усанова, З.И. Клубнеплоды. Биологические особенности и технологии возделывания картофеля и земляной груши. Учебное пособие / З.И. Усанова, А.К. Осербаев, К.И. Зияев, М.Н. Павлов. - Тверь: Тверская ГСХА, 2018. - 150 с.
138. Усанова, З.И. Методика выполнения научных исследований по растениеводству / З.И.Усанова. – Тверь: Тверская ГСХА, 2015. – 143 с.
139. Усанова З.И. Продуктивность сортов картофеля зарубежной селекции в Центральном Нечерноземье / З.И. Усанова, П.И. Мигулев, П.А. Лесных, М.Н. Павлов // Аграрный научный журнал. - 2022. - № 2. - С. 34-37.
140. Усанова, З.И. Теория и практика создания высокопродуктивных посадок картофеля в Центральном Нечерноземье: монография / З.И. Усанова [и др.]; под ред. З.И. Усановой. – Тверь: Издательство «Триада», 2013. – 528 с.
141. Усанова, З.И. Теория и практика создания высокопродуктивных посевов полевых культур / З.И. Усанова. – Тверь: ТГСХА, 1999. – 330 с.

142. Усанова, З.И. Формирование высокопродуктивных агроценозов топинамбура: особенности минерального питания, удобрение: монография / З.И.Усанова, Ю.В. Байбакова. - Тверь: АгросфераА ТверскойГСХА, 2009. - 159 с.

143. Усанова, З.И. Увеличение содержания полифруктанов в клубнях топинамбура под влиянием хелатных комплексов микроэлементов / Т.И. Смирнова, Н.Н. Иванютина, М.Н. Павлов, О.А. Булюкина // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. - 2017. - № 3. - С. 139-147.

144. Усанова, З.И. Урожай и качество картофеля при внесении расчетных доз удобрений в условиях Верхневолжья / З.И.Усанова, Н.В.Самотаева // Достижения науки и техники АПК. - 2008. - № 7. - С. 41-43.

145. Устенко, Г.П. Агробиологические основы метода оптимального программирования урожая / Г.П. Устенко // Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. – Кишинев, 1976. – С.27-38.

146. Хох, Н.А. Влияние различных систем удобрений на продуктивность продовольственного картофеля на дерново-подзолистой супесчаной почве республики Беларусь / Н.А. Хох, В.В. Курилович, Д.В. Климентьева // Инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Нечерноземье Сб. докл. Всерос. науч.-практ.конф.,посв. 75-летию образования Владимирского НИИСХ. - Суздаль, 2013. - С. 278 – 282.

147. Чалая, Н.А. Новые перспективные российские сорта картофеля для Северо-Западного региона Российской Федерации / Н.А. Чалая, С.Д. Киру // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 58. – С. 45-50.

148. Чирков, Е. П. Экономика и организация кормопроизводства (теория, практика, региональный уровень) / Е. П. Чирков. – Брянск: ГУП «Брянск. обл. полигр. объединение». - 2008. – 192 с.

149. Чуликова, Н.С. Заселенность посадок цветных сортов картофеля колорадским жуком / Чуликова Н.С. //Новейшие направления развития аграрной науки в работах молодых ученых Сборник материалов VII международной

научно-практической конференции. Под редакцией Н.Г. Власенко и др. - 2019. - С. 108-112.

150. Чухнин, Ю.А. Основные принципы программирования урожаев полевых культур в Центральных областях Нечернозёмной зоны / Ю.А. Чухнин, М.Ф. Пелихов.- Л., 1981.- 62 с.

151. Шабанов, А.Э. Потенциальная урожайность сортов картофеля нового поколения в условиях оптимального агрофона / А.Э. Шабанов, А.И. Киселев, С.Н. Зебрин, Н.П. Попова // Вестник Российского государственного аграрного заочного университета. - 2016. - № 20 (25). - С. 19-25.

152. Шатилов, И.С. Агрофизические, агрометеорологические и агротехнические основы программирования урожая / И.С.Шатилов, А.Ф.Чудновский. – Л.: Гидрометеиздат, 1980. – 320 с.

153. Шатилов, И.С. Постановка опытов и проведение исследований по программированию урожаев полевых культур / И.С.Шатилов, М.К.Каюмов. – М.: ВАСХНИЛ, 1978. – 66 с.

154. Шальнов, И.В. Программированное возделывание кукурузы в Верхневолжье с применением наноматериалов и биопрепаратов: дис... канд. с.-х. наук: 06.01.01 / Шальнов Иван Викторович. – Тверь, 2016. - 204 с.

155. Щербакова Н.А. Регуляторы роста на картофеле в Нижнем Поволжье / Н.А. Щербакова // Картофель и овощи. 2013. № 10. С. 21-22.

156. Шитикова, А.В. Формирование урожая и качество клубней картофеля в зависимости от уровня минерального питания / Шитикова А.В., Черных А.С. // Плодородие. - 2013. - № 2 (71). - С. 12-13.

157. Шпаар, Д. Картофель / Д. Шпаар, Д. Дрегер, В. Иванюк, В. Кюрцингер, А.Н. Постников, П. Шуманн, В. Щербаков, К. Ястер. – Минск : ФУАинформ, 1999. – 272 с.

158. Шпаар, Д. Картофель / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер ; под ред. Д. Шпаара. – Торжок : Вариант, 2004. – 466 с.

159. Шпаар, Д. Картофель / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер. – М.: ДЛВ Агродело, 2010. – 458 с.

160. Ягодин, Б. А. Агрохимия/ Б. А. Ягодин, Ю. П. Жуков, В. И. Кобзаренко  
Под ред. Б. А. Ягодина. — М.: Колос, 2002. - 584 с.
161. Якушкина, Н.И. Физиология растений / Н.И. Якушкина, Е.Ю.  
Бахтенко. М.: Владос, 2004. - 464 С.
162. Яшина, И.М. Значение сорта в современных технологиях производства  
картофеля / Материалы научно-практической конференции «Картофель-2010».  
«Актуальные проблемы современной индустрии производства картофеля». –  
Чебоксары, 2010. – С. 41-44.
163. Barroso, R. Influencia de la fertilizacion potasica en el rendimiento y  
calidad de la papa (*Solanum tuberosum*) var. “Desiree” / R. Barroso, A. Guerra, L.  
Mendoza // *Agrotecn. Cuba*, - 1986. – Т. 18. – Р. 89-92.
164. Benton, J. J. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis / J.  
J. Benton. London: Washington: CRC Press. - 2001. - 363 p.
165. Domsch, H. Onland-Pflügen im Aufwind / H. Domsch // *Neue  
Landwirtschaft*. – 1995. - №8. – Р. 69-73.
166. Downing, J. Understanding organic potato fertilization dynamics at  
Intermountain REC / Downing J. et al // *California Agriculture*. – 2016. – Т. 70. – №. 2.  
– Р. 60-61.
167. Fittje, S. Pflanzguterzeugung im ökologischen Landbau / S. Fittje, H. Böhm,  
R. Peters // *Kartoffelbau*. – 2001. – Bd. 52, H. 7. – S. 303-309.
168. Flogel, J. Zeitgemasse Kalidungung der Kartoffeln // *Kartoffelbau*. – 1977.  
- Bd. 28, H.1 - S. 8-9.
169. Haase, N.U. Veränderungen der Inhaltsstoffe von Speisekartoffeln durch  
Lagerung und Verarbeitung // *Kartoffelbau*. – 2002. – Bd. 53, H. 7. – S. 284-289.
170. Hamouz, K. Influence of locality and way of cultivation on the nitrate  
and glycoalkoloid content in potato tubers / K. Hamouz, J. Cepl, B.Vokal, J.  
Lachman // *Rostl. Vyroba*. – 1999. – R. 45. – P. 11.
171. Jones, C. R. Nitrogen Use Efficiency of Potato / C. R. Jones. - University of  
Minnesota, 2019. – 78 p.

172. Lachman, J. Potato tubers as a significant source of antioxidants in humannutrition / J. Lachman [et al.]. // Rostl.Vyroba, 2001. – Vol. 46. – No 5. – P. 231–236.
173. Laszlo, M. Nutrition of potato (*Solanum tuberosum* L.) on Hungary on a chernozem soil // Acta Agron. Ovariensis. – 2000. – Vol. 42. – P. 81-93.
174. Struik, H.C. Seed potato technology / H.C. Struik, S.G. Wiersema // Wageningen Pers, Wageningen. The Netherlands. – 1999. – 383 p.
175. Taiz, L. Plant Physiology / L. Taiz, E. Zeiger // 4th ed., Sinauer Associates Inc.. - 2006. - 765 p.
176. Tomsett, A.A. Isles of Soilly experimental sub-station // Seed Potato. – 1985.- Vol. 25.- №1. – P. 15-17.
177. 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**

Результаты дисперсионного анализа урожайности клубней, 2019 год

МНОГОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Уровни факторов:

В	6
А	4
П	3

Размещение вариантов - метод организованных повторений

Источник вариации :	Сумма квадратов :	Число степ. своб. :	Средний квадрат :	F-значение фактическ. :	0.05	Различия : существ (+) : несущес (-) :
В	4302.9440	5	860.5889	6.100	2.420	+
А	107019.6000	3	35673.2000	252.860	2.810	+
ВА	5140.0560	15	342.6704	2.429	1.870	+
П	1183.0280	2	591.5139	4.193	3.200	+
Остаточ.	6489.6370	46	141.0791			
Общая	124135.3000	71				
Общее среднее -					171.806	
Средние по вариантам:						
197.000	214.000	193.667	192.667	205.000		
212.000	107.667	129.000	92.000	96.333		
121.667	109.333	142.667	177.000	175.333		
175.333	167.000	185.333	197.000	199.667		
213.333	195.000	202.000	223.333			
Средняя ошибка среднего -					6.858	
Относительная ошибка среднего, % -					3.991	
Н.С.Р. (уровень значимости = 0.05) :						
для частных различий -					19.6008	
для фактора В -					8.0020	
для фактора А -					9.8004	
для взаимодействия АВ -					9.8004	



Результаты дисперсионного анализа урожайности клубней, 2020 год

МНОГОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Уровни факторов:

В	6
А	4
П	3

Размещение вариантов - метод организованных повторений

Источник вариации :	Сумма квадратов :	Число степ. своб. :	Средний квадрат :	F-значение фактическ. :	Различия : существ (+) : несущес (-) :
В	379.8333	5	75.9667	25.080	2.420 +
А	696.3333	3	232.1111	76.630	2.810 +
ВА	201.1667	15	13.4111	4.428	1.870 +
П	17.3333	2	8.6667	2.861	3.200 -
Остаточ.	139.3333	46	3.0290		
Общая	1434.0000	71			
Общее среднее -				38.500	
Средние по вариантам:					
33.667	37.000	33.667	35.333	38.333	
40.333	29.000	39.000	36.667	32.667	
39.333	36.667	38.000	47.333	44.333	
42.333	43.333	46.000	36.667	41.667	
41.000	37.000	37.000	37.667		
Средняя ошибка среднего -				1.005	
Относительная ошибка среднего, % -				2.610	
Н.С.Р. (уровень значимости = 0.05) :					
для частных различий -				2.8720	
для фактора В -				1.1725	
для фактора А -				1.4360	
для взаимодействия АВ -				1.4360	

Результаты дисперсионного анализа урожайности клубней, 2021 год

МНОГОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Уровни факторов:

В	8
А	4
П	3

Размещение вариантов - метод организованных повторений

Источник вариации :	Сумма квадратов :	Число степ. своб. :	Средний квадрат :	F-значение фактическ.:	Различия : существ (+) : несущес (-) :
В	37888.4800	7	5412.6410	5.703	2.170 +
А	475962.7000	3	158654.2000	167.175	2.760 +
ВА	10907.8800	21	519.4230	.547	1.750 -
П	29868.5800	2	14934.2900	15.736	3.150 +
Остаточ.	58840.0700	62	949.0334		
Общая	613467.6000	95			
Общее среднее -				261.115	
Средние по вариантам:					
212.000	255.000	242.667	239.000	256.667	
271.667	282.000	285.333	114.333	154.333	
132.000	145.667	176.000	164.333	173.000	
149.333	260.333	331.333	279.000	279.333	
300.667	301.667	290.000	327.667	311.333	
351.667	319.333	313.667	329.333	363.333	
364.000	379.667				
Средняя ошибка среднего -				17.786	
Относительная ошибка среднего, % -				6.812	
Н.С.Р. (уровень значимости = 0.05) :					
для частных различий -				50.3142	
для фактора В -				17.7887	
для фактора А -				25.1571	
для взаимодействия АВ -				25.1571	

Результаты дисперсионного анализа урожайности клубней, 2019 - 2021 гг.

МНОГОФАКТОРНЫЙ ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ

Уровни факторов:

В	6
А	4
П	3

Размещение вариантов - метод организованных повторений

Источник вариации :	Сумма квадратов :	Число степ. своб. :	Средний квадрат :	F-значение фактическ. :	0.05	Различия : существ (+) : несущес (-) :
В	16973.7400	5	3394.7470	2.619	2.420	+
А	116019.1000	3	38673.0500	29.841	2.810	+
ВА	3958.0970	15	263.8731	.204	1.870	-
П	545643.4000	2	272821.7000	210.513	3.200	+
Остаточ.	59615.2200	46	1295.9830			
Общая	742209.6000	71				
Общее среднее -				269.681		
Средние по вариантам:						
248.333	280.000	259.000	261.333	281.667		
297.000	170.667	223.333	197.333	189.000		
230.667	212.333	263.333	319.667	295.000		
292.667	299.333	310.667	291.333	322.667		
311.667	293.333	300.333	321.667			
Средняя ошибка среднего -				20.784		
Относительная ошибка среднего, % -				7.707		
Н.С.Р. (уровень значимости = 0.05) :						
для частных различий -				59.4076		
для фактора В -				24.2530		
для фактора А -				29.7038		
для взаимодействия АВ -				29.7038		