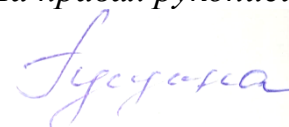


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Волгоградский государственный аграрный университет»

На правах рукописи



Гущина Ирина Анатольевна

**ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЧИПСОВОГО КАРТОФЕЛЯ
ВЕСЕННЕЙ ПОСАДКИ ПРИ ПОЛИВЕ ДОЖДЕВАНИЕМ НА СВЕТЛО-
КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ВОЛГО-ДОНСКОГО МЕЖДУРЕЧЬЯ**

Специальность: 4.1.5. Мелиорация, водное хозяйство и агрофизика

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор
технических наук, профессор
Ахмедов А.Д.

Волгоград 2026

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВОЗДЕЛЫВАНИЮ КАРТОФЕЛЯ.....	9
1.1 Исторический аспект, особенности и текущее состояние производства картофеля.....	9
1.2 Особенности выращивания картофеля в условиях орошения.....	13
1.3 Обеспечение питательного режима почвы при выращивании картофеля.....	19
1.4 Основные вредители и болезни картофеля: способы борьбы с ними...	26
2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, СХЕМА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	35
2.1 Климатическая характеристика территории исследования	35
2.2 Почва опытного участка.....	38
2.3 Методика экспериментальных исследований.....	44
2.4 Схема проведения опытно-производственных исследований.....	46
2.5 Агротехнические приемы при возделывании картофеля.....	50
3 УПРАВЛЕНИЕ ОСНОВНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЧИПСОВОГО КАРТОФЕЛЯ ВЕСЕННЕЙ ПОСАДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЖДЕВАНИЯ.....	55
3.1 Режим орошения чипсового картофеля с использованием дождевания при весенней посадке.....	55
3.2 Определение величины суммарного водопотребления в зависимости от варианта опыта чипсового картофеля весенней посадки при дождевании.....	57
3.3 Коэффициент водопотребления чипсового картофеля весенней посадки по вариантам опыта при дождевании.....	62
3.4 Определение величины затраты воды картофелем при дождевании....	68

4 ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ВЕСЕННЕЙ ПОСАДКИ ПРИ ДОЖДЕВАНИИ.....	72
4.1 Динамика роста и развития чипсового картофеля весенней посадки в зависимости от варианта опыта.....	72
4.2 Фотосинтетическая деятельность чипсового картофеля при дождевании.....	76
4.3 Фотосинтетический потенциал и продуктивность фотосинтеза весенней посадки чипсового картофеля при дождевании.....	86
4.4 Динамика накопления сухой биомассы картофеля весенней посадки в течение вегетационного периода в зависимости от фазы его роста и развития.....	96
4.5 Структура и качество урожая чипсового картофеля весенней посадки при дождевании.....	105
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ВЕСЕННЕЙ ПОСАДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЖДЕВАНИЯ.....	119
5.1 Экономическая оценка эффективности возделывания чипсового картофеля весенней посадки в различных вариантах опыта при дождевании...	119
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	124
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	126
ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ.....	127
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	128
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	150

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Увеличение производства картофеля в настоящее время возможно при условии повышения его урожайности. В связи с этим необходимо проводить целенаправленную работу по обеспечению более устойчивого развития отрасли, осуществлять мероприятия по совершенствованию и внедрению интенсивных технологий возделывания картофеля. С целью обеспечения гарантированного получения стабильных урожаев растений высокого качества требуются рациональное использование водного и пищевого режима почвы, правильный выбор способов полива, оптимальных доз минеральных удобрений и схем посадки с учетом почвенно-климатических условий данного региона.

В условиях Нижнего Поволжья одним из перспективных направлений совершенствования технологии возделывания сельскохозяйственных культур является дождевание. Основными преимуществами дождевания по сравнению с другими способами орошения являются высокая эффективность и рациональное использование оросительной воды, удобрений и других ресурсов. Кроме того, использование дождевания позволяет автоматизировать процесс полива, создавая оптимальные условия для развития растений.

На протяжении последних лет урожайность картофеля в Волгоградской области остается на низком уровне. Отсутствие рекомендаций, связанных с оптимизацией водного режима почвы и доз минеральных удобрений для чипсового картофеля весенней посадки, определило необходимость проведения исследований, направленных на повышение урожайности при экономном использовании оросительной воды. Особое внимание необходимо уделить получению экологически безопасных, стабильных урожаев чипсового картофеля весенней посадки с минимальными затратами труда и материальных ресурсов. Проведение экспериментальных исследований в данном направлении имеет ключевое значение как для мелиоративной науки, так и для ее практического применения.

Степень разработанности темы. В последние годы вопросам совершенствования технологии возделывания картофеля на орошаемых землях с использованием раз-

личных способов полива уделялось значительное внимание. Существенный вклад в изучение данной области внесли известные в научном сообществе следующие ученые: Бородычев В.В., Дубенок Н.Н., Кружилин И.П., Овчинников А.С., Тютюма Н.В., Бондаренко А.Н., Гарьянова Е.Д., Гиченкова О.Г., Жидков В.М., Ивенин В.В., Ишбулатов М.Г., Коринец В.В., Мушинский А.А., Навитня А.А., Новиков А.А., Ольгаренко В.И., Петров, Н.Ю., Плескачев Ю.Н., Филимонов Р.А., Чечко Р.А., Цепляев А.Н., Шадских В.А., Шляхов В.А. и другие исследователи. Анализ опубликованных данных подтверждает, что различные способы орошения положительно влияют на водно-физические свойства почвы. Это, в свою очередь, способствует росту и развитию сельскохозяйственных культур, повышая их продуктивность. Опыты, выполненные волгоградскими учеными, показали, что наиболее благоприятные условия для возделывания картофеля отмечены в южных и юго-восточных частях Волгоградской области, где преобладают светло-каштановые почвы.

Несмотря на значительный объем исследований, посвященных различным способам полива картофеля, вопросы оптимизации режимов полива с учетом конкретных почвенно-климатических условий и сортовых особенностей по-прежнему остаются актуальными. Исходя из вышеизложенных положений настоящее исследование направлено на уточнение технологии возделывания чипсового картофеля весенней посадки при дождевании в засушливых условиях региона.

Цель и задачи исследований. Цель исследования – разработка технологии возделывания чипсового картофеля весенней посадки при поливе дождеванием на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья, обеспечивающей получение запланированной урожайности в пределах 20-25 т/га.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- разработать наиболее эффективный режим орошения и внесения минеральных удобрений для получения намеченного урожая чипсового картофеля весенней посадки;
- выявить основные тенденции в изменении суммарного и среднесуточного потребления воды чипсовым картофелем весенних посадок в зависимости от уровня влажности почвы и объема получаемой продукции;

- установить характер влияния улучшенной влагообеспеченности и минерального питания на фотосинтетическую активность растений;

- изучить особенности формирования урожая и качественных характеристик клубней картофеля весенней посадки в зависимости от водного режима почвы и различных доз минеральных удобрений;

- провести экономическую оценку возделывания чипсового картофеля весенней посадки с учетом влияния водного режима почвы и применения различных доз минеральных удобрений.

Научная новизна. Впервые на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья экспериментально обоснованы ведущие элементы технологии возделывания чипсового картофеля весенней посадки при поливе дождеванием, а именно режимы орошения и дозы минеральных удобрений, обеспечивающие урожайность 25 т/га при значительной экономии оросительной воды. Выявлены закономерности изменения показателей суммарного и среднесуточного водопотребления, установлены связи между продуктивностью и влагообеспеченностью чипсового картофеля весенней посадки. Получены математические зависимости, отражающие тесную взаимосвязь между продуктивностью чипсового картофеля, показателями коэффициента водопотребления и затратами оросительной воды на производство 1 т урожая. На основе полученных данных составлена блок-схема, отражающая основные технологические параметры и их взаимосвязи для получения урожайности чипсового картофеля на уровне 25 т/га при весенней посадке.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость заключается в научном обеспечении и экспериментальном подтверждении в определенных природных условиях технологий регулирования основных параметров водно-питательного режима почвы при возделывании чипсового картофеля весенней посадки с применением дождевания.

Практическая значимость работы заключается в обосновании наиболее эффективных параметров водного режима почвы и оптимальных доз удобрений, позволяющих экономно расходовать воду на единицу урожая чипсового картофеля при дождевании и обеспечивающих урожайность не менее 25 т/га.

Результаты полевого опыта прошли проверку в ООО «АГРО-ПРОГРЕСС» Городищенского района Волгоградской области.

Методология и методы исследования. В рамках методологии исследований использовался системный подход прикладного характера, базирующийся на методе полевого опыта. В процессе разработки программы и в ходе полевого опыта исследования проводились с изучением теоретического и практического материала, связанного с объектом исследований, опираясь на общепризнанные методические принципы, представленные в работах таких авторов, как Г.В. Веденяпин, Б.А. Доспехов, В.Н. Перегудов, В.Н. Плешаков и другие. В ходе полевых испытаний чипсового сорта картофеля «ВР 808» был использован метод системного анализа.

Положения, выносимые на защиту:

- режим орошения и нормы внесения минеральных удобрений, обеспечивающие получение запланированной урожайности чипсового картофеля весенней посадки в пределах 15-25 т/га на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья;
- закономерности изменения суммарного и среднесуточного водопотребления чипсового картофеля весенней посадки в зависимости от уровня влагообеспеченности и объема полученной продукции при использовании дождевания;
- отзывчивость формирования фотосинтетической деятельности чипсового картофеля весенней посадки в зависимости от водного режима почвы и дозы минерального питания;
- особенности формирования урожая картофеля весенней посадки (клубней) и его качественных характеристик при комбинировании различных водных режимов почвы и норм внесения минеральных удобрений;
- экономическая оценка выращивания чипсового картофеля весенней посадки с учетом водного режима почвы и норм вносимых минеральных удобрений.

Степень достоверности и апробация результатов исследований подтверждается на основе многократных экспериментальных данных, полученных в течение многолетних полевых испытаний, при строгом соблюдении методик и

последующей математической и статистической обработке, а также проверкой рекомендуемых положений в производственных условиях.

Основные результаты диссертационного исследования, полученные на основе многолетних полевых испытаний, были представлены и одобрены на научно-практических и международных конференциях, проходивших в Волгоградском ГАУ в городе Волгограде с 2020 по 2024 год.

В рамках диссертационной работы опубликовано 10 научных трудов, среди которых 2 статьи, рекомендованные ВАК РФ для публикации материалов диссертаций. Общий объем публикаций составляет 13,01 п. л., при этом личный вклад автора – 4,06 п. л.

Структура и объем работы. Диссертация изложена на 166 страницах, содержит 26 таблиц и 50 рисунков, дополнена списком литературы, включающим 183 источника (в том числе 16 зарубежных авторов), и завершается 14 приложениями. Работа состоит из введения, 5 глав, основных выводов и рекомендаций для внедрения в производство.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ВОПРОСОВ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВОЗДЕЛЫВАНИЮ КАРТОФЕЛЯ

1.1 Исторический аспект, значимость и текущее состояние производства картофеля

Картофель является ценной продовольственной культурой в питании людей многих стран мира, поскольку он имеет высокий энергетический потенциал. Кроме этого, его используют для получения спирта, биоэтанола, крахмала, иной продукции и как корм животным. Посевные площади под картофелем в России в промышленном секторе составляют более 300 тыс. га, а средняя урожайность клубней составляет 10-14 т/га. В некоторых странах мира и в отдельных передовых хозяйствах благодаря внедрению в производство научно-технического прогресса производительность этой культуры достигает 30-40 т/га, то есть сейчас потенциал биологической и хозяйственной продуктивности картофеля остается полностью неиспользованным. Указанное повышение урожайности картофеля возможно благодаря улучшению селекционно-семеноводческой работы, подбору адаптивных к природно-климатическим условиям сортов, совершенствованию основных агротехнологических приемов их выращивания. Ведь главной причиной низкой урожайности картофеля является отсутствие фундаментальных научных знаний [8, 23, 33].

Картофель очень древняя культура. Он был известен еще 14-15 тысяч лет назад на территории Южной Америки, где его издавна выращивало население. Неизвестно имя первооткрывателей этой любимой всеми культуры. Даже ее родину точно определить не так просто, ведь Южная Америка – огромный континент. Большинство ботаников считает, что картофель родом из высокогорья Анд – тропической части Южной Америки, а также из умеренных широт центрального Чили вместе с островом Чилое [1].

В Европе, если точнее, в Испании картофель появился в 1570 г. в 1590 г. его завезли в Англию. Картофелем занимались в течение трех десятилетий, вслед-

ствие чего он распространился по всей Европе. Даже после широкого распространения культуры выращивали ее, прежде всего, ботаники-любители из любопытства. Такое отношение к картофелю было обусловлено закоренелыми преимуществами в рационе питания и население стало настолько зависимым от этого продукта, что неурожай картофеля вызвал голод в стране. Причиной этого была ужасная болезнь культуры, вызванная грибом *Phytophthora infestans*. Это самая распространенная и опасная болезнь картофеля, которая привела к опустошению картофельных полей по всей Европе. Картофельный голод в Ирландии сократил население наполовину и из-за голода, и из-за иммиграции населения. Эффективное средство для борьбы с болезнью было изобретено в 1883 г. французским ботаником Александром Милларде [168, 1733].

Очень скоро картофель получил массовое признание по всей Европе и в конечном итоге по Атлантике вернулся в Северную Америку. С тех пор картофель стал одним из главных продуктов мира [2].

На сегодняшний день картофель является основной продовольственной, кормовой и технической культурой.

Продовольственная ценность клубней определяется высокими вкусовыми качествами и благоприятным для здоровья человека химическим составом. Клубни картофеля содержат приблизительно 25 % сухих веществ, в том числе 14-22 % крахмала, 1,4-3 % белков, около 1 % клетчатки, 0,2-0,3 % жира, 0,8-1 % зольных веществ и витамины [43].

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) из рода Паслен (*Solanum*) семейства Пасленовые (*Solanaceae* L.) относится к многолетним травянистым растениям. Вокруг себя картофель объединяет примерно до 150 дикорастущих и культурных клубнеплодных видов. Как однолетнее растение в культуре его выращивают – высаживая клубни каждый год, из которых за один вегетационный период получают урожай новых спелых клубней [173].

Картофель можно выращивать также и из семян, что в основном используется в селекционной практике.

Картофель относится к растениям умеренного климата. На температуру ниже 7-8 °С и выше 30 °С он реагирует прекращением роста. Чрезмерная жара (выше 25 °С) сильно угнетает растения. Если почва прогревается выше 29 °С – клубни не образуются или на столонах формируются дочерние [20, 43].

Картофель достаточно требователен к влаге, поскольку формирует большую подземную массу при относительно малоразвитой корневой системе. Поэтому высокие урожаи собирают при влажности почвы 75-85 % НВ. Снижение влажности до 60 % приводит к уменьшению урожайности на 3-9 %, а до 40 % НВ – на 40-43 %.

Меньше влаги картофелю нужно во время прорастания и появления всходов, когда молодые растения используют влагу в основном из материнской бульбы. Функцию регулятора по обеспечению влагой играют также молодые клубни. В условиях недостатка влаги в почве растение берет воду из клубней, а при полном увлажнении клубни наполняются влагой, что является дополнительным резервом для роста растений [20, 43].

Лучше всего картофель растет на рыхлых, хорошо разрыхленных почвах. Корневая система картофеля интенсивно дышит, поглощая кислорода в 5-10 раз больше по сравнению с другими растениями. Для насыщения почвы достаточным количеством кислорода ее нужно содержать в достаточно рыхлом состоянии с плотностью почвы не более 1,0-1,2 т/м³. В переувлажненных, уплотненных почвах содержание кислорода уменьшается до 2 %, а содержание углекислого газа резко увеличивается. При таких условиях клубни задыхаются и загнивают. На уплотненных почвах плохо развиваются столоны, картофель формирует мелкие, деформированные клубни [43].

Картофель выращивают на удобренных супесчаных и суглинистых черноземах, дерново-подзолистых, серых лесных почвах. Для выращивания семян хорошо подходят окультуренные торфяники. При внесении высоких норм органики картофель хорошо родит на легких песчаных почвах [43].

Таким образом, как видно из приведенного обзора литературных источников, применение регуляторов роста растений имеет исключительное значение,

ведь от него зависят рост и развитие растений, формирование вегетативной массы и значительных приростов урожайности клубней картофеля с высокими показателями качества. Применение регуляторов роста дает возможность направленно регулировать биологические процессы в растительном организме, полнее реализовать потенциальные возможности сорта или гибрида.

Главными мировыми производителями картофеля считаются 22 страны, 9 из которых расположены в Европе, 5 – в Северной и Южной Америке, другие – в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Безоговорочный лидер – Китай, который в 2014 году получил урожай на уровне 65 млн т [175].

Лидерами по производству картофеля считаются Китай, который производит ежегодно 88,99 млн т картофеля. Второе и третье места между собой делят Индия и Россия, которые производят 45,34 млн т и 30,20 млн т картофеля в год соответственно.

Картофелеводство – важная социальная, бюджетообразующая отрасль АПК России, что формирует современную специализацию растениеводства. Ведь доля картофеля и продуктов его переработки в стоимостной структуре валовой продукции растениеводства составляет 1/5, или около 20 % наряду с зерновыми культурами – 22 %. Кроме того, в структуре потребительской корзины картофель, который традиционно считают «вторым хлебом», занимает примерно 13 %, уступая лишь молочным продуктам (19,8 %) и овощебахчевой группе (14,6 %) [39,42].

По данным ВОЗ, человеку необходимо потреблять 124 кг картофеля в год.

Для получения нового урожая доля затрат на посадку составила 24,7 % от общих объемов производства. На переработку поступает около 16 % картофеля, хотя в США перерабатывают более 60 % валового сбора, в Великобритании – 40, в Германии – 50 %. Развитая перерабатывающая промышленность картофеля есть в Дании, Швеции, Франции. Отсутствие мощностей по его переработке в полуфабрикаты и готовые к употреблению продукты питания приводит к потерям 15-20 % выращенного картофеля.

На перспективу производство картофеля следует развивать на базе инновационного развития отрасли, не только путем прямого увеличения капиталовложе-

ний на единицу посевной площади, а с применением научно обоснованных систем севооборотов с учетом региональных особенностей, удобрений, гербицидов, своевременной сортозамены и сортообновления [123, 128].

Общие посевные площади под картофелем по информации областного Комитета сельского хозяйства в Волгоградской области составляют 4,4 тыс. га [3].

Лидером по производству картофеля в Волгоградской области является Городищенский район, урожай которого с 1293 га в 2019 году составил 42 тыс. т [4].

1.2 Особенности выращивания картофеля в условиях орошения

Для обеспечения высокого урожая клубней картофеля необходим достаточный запас продуктивной влаги в почве. За период вегетации картофель нуждается в 250 мм осадков, то есть 2500 м³/га воды. На территории Волгоградской области такое количество осадков выпадает в теплый период только на полесье, что касается лесостепи и особенно степи, там их выпадает значительно меньше и нерегулярно. Даже в благоприятные по увлажнению годы, в периоды между дождями картофель страдает от недостатка воды. Поэтому в степной зоне орошение картофеля для получения гарантированного урожая обязательно, в лесостепи – желательно, а на полесье – возможно в отдельные годы [31, 32, 42].

В зависимости от условий увлажнения зоны установлены и оросительные нормы. Если в степи для получения ранней продукции нужно 1500 м³/га воды, в лесостепи – 800-1000, то на полесье достаточно 300-500 м³/га.

В Волгоградской области в жаркое лето или в отдельные периоды следует применять освежительные поливы для улучшения микроклимата на участке. Днем орошение снижает максимальную температуру воздуха (на высоте 0,5 м от поверхности почвы разница достигает 6 °С), а ночью повышает минимальную (разница достигает 2 °С). Повышается относительная влажность воздуха на 20-50 %, снижается максимальная температура на поверхности почвы (на 25 °С) и уменьшаются на 10-15 °С ее колебания по сравнению с неорошаемым участком. При этом особенно благоприятно влияет на растения дождевание. Действие оро-

шения продолжается несколько суток, в течение которых температура воздуха, почвы и относительная влажность воздуха уравниваются [42].

Эффективность орошения при выращивании картофеля тем выше, чем выше степень засушливости климата. Среднегодовая урожайность его на орошаемых землях по сравнению с урожайностью на неорошаемых во влажной зоне почти в 1,2 раза выше, в засушливой – в 2-3 и острозасушливой – в 3-6 раз [42, 81].

Орошение – искусственное увлажнение почвы применяют тогда, когда естественного увлажнения недостаточно для нормального развития сельскохозяйственных культур. По влиянию на почву и растения его различают как:

- увлажняющее, когда в почве не хватает влаги, и ее компенсируют подачей воды из природных или искусственных водоемов;

- удобрительное – вместе с водой подают рассчитанное количество растворенных в ней удобрений;

- влагозарядковое, или в запас – участок поливают осенью или зимой для создания необходимых запасов воды в почве;

- промывочное – воду подают для растворения и вымывания из почвы вредных солей [42, 45, 53].

Чтобы организовать полив, прежде всего надо иметь источник орошения. Наиболее благоприятный полив в ранние или вечерние часы, чтобы избежать ожогов картофеля (капли воды на листьях действуют как линзы), потери воды от испарения, чтобы улучшить микроклимат на участке.

Дождевание – этот способ механизирован, поливная норма регулируется более совершенно, можно поливать участки на достаточно крутых склонах, исключается нарезание борозд, улучшается микроклимат на участке, на 15-20 % уменьшаются затраты воды. Однако дождевание имеет и недостатки: нужны трубопроводы и оросительные механизмы, неравномерность полива при ветре, недостаточно увлажняются тяжелые глинистые почвы. Интенсивность дождевания не должна превышать скорости проникновения воды в почву. Оптимальная интенсивность дождя – 0,06-0,15 мм. Диаметр капель дождя не должен превышать 1-2 мм [11, 14, 42, 53].

В условиях орошения формируется другой тип растений картофеля по сравнению с неорошаемых участках. У них снижается всасывающая способность корней, повышается тургор (упругость) тканей, увеличивается поверхность листьев, шире открываются устьица, причем чаще и на более продолжительное время, поэтому ассимиляция интенсивнее. Корневая система формируется в верхнем слое почвы, то есть растение приспосабливается к жизни в условиях достаточного увлажнения [42, 84, 85].

Таким образом, к орошению нужно относиться серьезно. Если начинать орошение картофеля, то следует довести дело до конца, то есть обеспечить регулярный полив в течение вегетации.

В почве, затопленной слоем воды, комочки распадаются, а после высыхания на поверхности образуется плотная корка с трещинами, которую необходимо своевременно разрушать. Кроме того, во время полива из капилляров почвы выдавливается воздух, и если вода стоит, не всасываясь, несколько дней, от нехватки воздуха могут задохнуться корни, особенно клубни. Следовательно, нельзя длительное время удерживать картофельное поле под водой, после высыхания необходимо немедленно провести разрыхление почвы [113, 116, 117].

Поэтому при выращивании картофеля в условиях орошения количество междурядных обработок удваивают, а иногда и утраивают.

Орошаемый картофель может обеспечить высокий урожай при условии достаточного питания. Запасы питательных веществ необходимо создать заранее путем внесения под основную подготовку почвы органических и минеральных удобрений в высоких дозах, а также подкормкой в течение вегетации.

Для картофеля наибольшее значение имеют поливы в период бутонизации-цветения, когда интенсивно формируются клубни. Высокие урожаи получают благодаря регулярным поливам. Один-два полива после, а иногда даже до всходов, усиливают рост ботвы, способствуют раннему клубнеобразованию и повышают урожайность на 10-15 %. В жаркую погоду перерывы между поливами не должны превышать 10 дней. Сроки проведения полива зависят от зоны и типа почвы. Так, на черноземах глубоких (суглинистых) орошение проводят при влаж-

ности 26-22 % в слое 0-0,2 м, 24-20 % в слое 0-0,6 м, на черноземах обычных (суглинистых) соответственно – 24-20 и 22-18 %, а на черноземах обыкновенных супесчаных – 18-16 и 17-15 % [85, 98, 104].

Количество поливов зависит от того, какой спелости сорта, наличия запасов влаги в почве и частоты дождей. Если в почве влаги не хватает, при посадке картофеля иногда делают влагозарядковый полив.

Сорт имеет значение как фактор интенсификации производства картофеля, дает возможность значительно повысить урожай с затратой дополнительных средств и труда на удобрение и орошение, окупить все расходы и получить немалую прибыль [42].

Есть две группы сортов: экстенсивные и интенсивные. Первые, приспособленные к определенным почвенно-климатическим условиям, способны полностью использовать плодородие почвы, но их реакция на большие дозы минеральных удобрений и полив ограничена. Следовательно, при увеличении доз удобрений и полива урожай растёт медленно, достигает определённого уровня и перестаёт повышаться. Интенсивные сорта, наоборот, значительно реагируют на удобрения и орошение, что приводит к росту урожая с увеличением их дозы и нормы поливов. Поэтому правильный выбор сорта имеет особое значение [87, 101].

Орошение может быть выгодным по двум причинам: повышение конечного урожая и как можно более раннее получение продукции. При таких условиях следует использовать разные сорта.

Учитывая вышеизложенное, особый интерес представляет влияние условий водного и пищевого режимов почвы на продуктивность картофеля. В связи с этим результаты проведенных трехфакторных полевых опытов на светло-каштановых почвах в ФГУП «Орошаемое», выполненных В. В. Бородычевым Т.Н. Дроновой и другими доказывают, что «поддержание предполивной влажности 80 % НВ в слое 0,6 м в течение вегетации способствовало формированию на контроле в среднем 12,5-14,0, в удобренных вариантах – 20,3-29,7 т/га. Примерно такой же продуктивностью характеризовались посевы в варианте промачивания 0,4 м слоя

почвы до фазы бутонизации (80 % НВ) и до 0,6 м от бутонизации до конца вегетации (70 % НВ)» [31].

Установлено, что полив по фазам роста и развития картофеля значительно повышает его эффективность. Например, согласно результатам исследования О.Г. Гиченковой, на светло-каштановых тяжелосуглинистых почвах Волго-Донского междуречья обоснован дифференцированный по глубине промачивания почвы режим орошения для получения раннего картофеля на уровне 10-15 т/га. Автор предлагает, что «при выращивании раннего картофеля следует поддерживать предполивной порог влажности на уровне 80 % НВ с дифференциацией глубины промачивания 0,3 м до цветения и 0,6 м до конца вегетации» [33].

Исследования проведенные в хозяйствах Семикаракорского района Ростовской области И.В. Гуриной, Т.В. Мельником и И.М. Калечаком с применением современной дождевальной техники отмечают, что «высокая продуктивность сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля, обеспечивается при правильном регулировании влагообеспеченности активного слоя почвы. ... наиболее высокая продуктивность сельскохозяйственных культур достигается при поддержании предполивной влажности почвы в активном слое на уровне 75-80 % НВ» [38].

Н.Н. Дубенок, Д.А. Болотин и другие отмечают, что на светло-каштановых почвах в засушливых условиях Нижнего Поволжья «максимальная урожайность картофеля получена в варианте 80 % НВ в слое почвы 0,4 м и по годам исследований в зависимости от изучаемых сортов изменялась от 34,88 до 46,03 т/га, составив в среднем за три года 36,23...43,10 т/га. Увеличение расчетного слоя увлажнения почвы до 0,6 м сопровождалось существенным снижением урожайности клубней картофеля до 28,62...37,92 т/га, а в среднем за три года – до 30,63...36,07 т/га. В варианте 80 % НВ в слое почвы 0,4 и 0,6 м урожайность клубней картофеля была выше, чем в варианте 80 % НВ в слое 0,6 м, но ниже, чем в варианте 80 % НВ в слое почвы 0,4 м, и в среднем за три года исследований изменялась от 33,05 до 40,39 т/га. Минимальная урожайность клубней картофеля по-

лучена в варианте без орошения, которая в зависимости от сортов изменялась по годам от 1,72 до 7,56 т/га» [51].

Результаты опыта, проведенного А.А. Новиковым в течение 2008-2010 годов на светло-каштановых почвах СПК «Престиж» Ленинского района Волгоградской области при капельном орошении, показали, что «для поддержания порога предполивной влажности почвы 80 % НВ с фазы всходов необходимо провести от 8 до 20 поливов, с начала фазы бутонизации – от 7 до 18 поливов, с начала фазы цветения – от 6 до 15 поливов по 130 м³/га. Суммарное водопотребление картофеля при сочетании факторов, обеспечивающих формирование урожайности до 50 т/га зрелых клубней, составляло 3470-3590 м³/га воды. Период вегетации от посадки до начала фазы сбора продукции возрастал с 91-97 суток при внесении удобрений дозой N₄₀P₅₀K₀ и поддержании предполивного уровня влажности почвы 80 % НВ с начала фазы цветения до 100-108 суток при внесении удобрений дозой N₂₁₀P₂₀₀K₂₉₀ и поддержании предполивного уровня влажности почвы 80 % НВ с фазы всходов» [111].

Для получения раннего урожая надо выбирать ультраранние и ранние сорта, которые формируют хозяйственно ценный урожай клубней за 50-60 дней от посадки. К этой группе относятся как экстенсивные, так и интенсивные сорта.

Для получения высокого окончательного урожая пригодны только сорта интенсивного типа, которые, как правило, отличаются не только производительностью, но и крахмалистостью, устойчивостью против болезней, которые в условиях орошения особенно агрессивных, против неблагоприятных условий (заморозки, временное затопление и тому подобное).

Но надо помнить, что такие сорта реализуют свои генетические возможности только при высоком уровне агротехники, при полном обеспечении всеми жизненно важными факторами. Если отсутствует высокий агрофон и достаточное орошение, они дают более низкие урожаи, чем сорта экстенсивного типа [88, 92].

Благодаря орошению ежегодно получают высокие урожаи клубней. Если без орошения средний урожай картофеля составляет 1,5-2 кг/м² и колеблется от

0,8 до 4 кг/м², то при орошении урожаи значительно превышают эти высокие показатели [90, 107].

В степи и лесостепи орошения используется как фактор получения раннего урожая клубней для того, чтобы удовлетворить спрос населения в летний период. В этих условиях получение рекордно высокого урожая не является самоцелью.

1.3 Обеспечение питательного режима почвы при выращивании картофеля

В различных почвенно-климатических зонах России, особенно в условиях орошаемого земледелия, обеспечивается не только получение высоких уровней урожаев сельскохозяйственных культур, но и способствует положительное влияние на сохранение и повышение плодородия почвы, а также на сохранение окружающей среды в целом [10, 18, 26, 31].

Питательные вещества, которые содержатся в почве и используются сельскохозяйственными культурами, являются материальной основой сформированного урожая и качества полученной продукции.

Особенно важна оптимизация условий питания для картофеля. Эта культура очень требовательна к питанию. Корневая система растений картофеля составляет лишь 3 % от массы надземной части и на 60-65 % она сосредоточена в пахотном слое почвы (до 0,2 м), 18 % корней находится в слое 0,2-0,4 м, а остальные глубже – 0,4 м [33, 44, 92].

На типах почв, которые не отличаются высоким плодородием и обеспеченностью доступными элементами питания, выращивание картофеля возможно только при внесении удобрений. Их применение обогащает почвенную среду элементами питания и улучшает питательный режим растений.

По сравнению с другими культурами картофель более требователен к питательным веществам, так как он накапливает значительную вегетативную массу растений и клубней при относительно слабом развитии корневой системы, и в связи с чем требует применения значительного количества удобрений [1].

Более благоприятной является такая система удобрений, при которой растения обеспечены питанием равномерно на протяжении всего периода вегетации культуры.

Картофель считают вторым хлебом. Эта культура является одной из высокопродуктивных, урожайность клубней может составлять 100 т/га и выше. По валовому производству картофеля в мире Россия занимает 4-е место после Китая и Индии, однако урожайность клубней остается, к сожалению, низкой. Следовательно, для каждой зоны необходимо разрабатывать и совершенствовать элементы технологии выращивания картофеля в зависимости от почвенно-климатических условий с целью существенного повышения урожайности клубней с соответственно высокими показателями их качества. Достичь этого без применения удобрений под картофель невозможно. Их рациональное использование обеспечивает 40-50 % и более прироста урожая [44, 88, 102].

Картофель – растение короткого дня, требовательное к свету. При затенении нарушаются процессы фотосинтеза, снижается урожайность. Даже при незначительном уменьшении освещения происходит пожелтение растений, вытягивание стеблей, ухудшение усвоения элементов питания из почвы. Такие неблагоприятные условия могут сложиться при избыточном загущении картофеля.

Картофель выращивают на удобренных супесчаных и суглинистых черноземах, дерново-подзолистых, серых лесных почвах. Для выращивания семян хорошо подходят окультуренные торфяники. При внесении высоких норм органики картофель дает хороший урожай на легких песчаных почвах. Применение удобрений под картофель – необходимое условие получения устойчивых и высоких урожаев. Особую ценность для повышения урожая картофеля составляют органические удобрения, так как наряду с обеспечением растений элементами питания они повышают биологическую активность почвы, способствуя улучшению её физического состояния [44, 133, 135, 148].

Органические удобрения лучше вносить с осени. В условиях, когда не хватает подстилочного навоза, желательно широко применять зеленые удобрения. Наряду с традиционными сидератами – люпин, озимая рожь, рапс в последнее

время для удобрения полей высевают горчицу белую, горчицу кормовую, редьку масличную и смеси этих культур с горохом.

Доказано, что использование сидератов под картофель по эффективности приравнивается к внесению 30-40 т/га навоза [44].

Картофель может давать хороший урожай после разных предшественников. Размещают его в севообороте после озимых зерновых, зернобобовых, однолетних и многолетних трав, кукурузы на силос.

Высокие урожаи собирают также после льна, озимых культур, многолетних трав. Картофель часто рекомендуют для монокультурного выращивания. Однако бесменное выращивание на одном и том же поле приводит к сильному развитию болезней и вредителей, с которыми имеются значительные проблемы и при соблюдении чередования культур. Даже на плодородных почвах, при систематическом внесении удобрений, урожаи картофеля при повторном выращивании неизбежно уменьшаются на 30 % и более. Поэтому возвращать картофель на прежнее место в севообороте можно не ранее чем через 3-5 лет. Картофель является одним из лучших предшественников для озимых [85, 151].

Основной задачей обработки почвы под картофель является глубокое рыхление пахотного слоя, создание благоприятного водно-воздушного режима, уничтожение сорняков, накопление и сохранение влаги. Система обработки под картофель предусматривает проведение основной и предпосевной обработки почвы, а также после яровых зерновых, льна.

Высокий урожай клубней можно получить только при использовании здорового, не поврежденного болезнями и невырожденного семенного материала. Подготовка клубней к посадке включает переборку и сортировку, прогревание или проращивание и, при необходимости, обработку защитно-стимулирующими препаратами. Как правило, клубни калибруют на три фракции: мелкую (25-50 г), среднюю (50-80 г) и крупную (более 80 г).

Высаживают клубни по фракциям, при этом норма высадки и глубина заделки зависят от размера клубней. На продовольственные и семенные цели следует высаживать прогретые клубни, которые на период посадки должны иметь про-

росшие глазки с длиной черешка 2-3 мм. Для получения раннего урожая необходимо проводить проращивание клубней в течение 30-45 сут. на свету при температуре +14-16 °С (яровизация). На проращивание закладываются клубни массой более 60 г. [44].

Одним из основных условий плодородия почвы является наличие в ней питательных веществ, необходимых для роста и развития растений, а также для микробиологической деятельности. Содержание доступных для растений питательных веществ определяет питательный режим почвы, так как способность почвы обеспечить растения элементами питания зависит не только от их общего содержания, но и от содержания доступных элементов питания.

Многочисленные опытные данные свидетельствуют, что растения кроме воды и азота поглощают из почвы зольные элементы (калий, кальций, магний, натрий, алюминий, марганец и др.). Содержание их в почве – обязательное условие нормального развития растений.

Исследования Н.П. Чекаева и Л.Т. Янаевой по изучению разных доз куриного помета и минеральных удобрений на урожайность и качество картофеля на аллювиальной дерновой почве в условиях Лопатинского района в 2012-2013 годах показали, что «Разные дозы куриного помета и минеральных удобрений повлияли на количество клубней с одного растения. Количество клубней с одного растения на удобренных вариантах было больше чем на контроле в среднем за два года на 1,5-10,5 штук. Самое большое количество клубней было на вариантах с повышенными дозами куриного помета и минеральных удобрений» [150].

По результатам исследований И.П. Кружилина, В.В. Мелихова, А.А. Навитней и О.Г. Гиченковой установлено, что «в подзоне светло-каштановых тяжелосуглинистых почв в условиях Нижнего Поволжья при использовании гребневой технологии возделывания картофеля сорта Гулливер на фоне применения минеральных удобрений $N_{190}P_{80}K_{170}$ и поддержания в течении всего периода вегетации водного режима почвы не ниже 80 % НВ в слое 0,4 м в сочетании с биологической системой защиты способствует получению урожайности до 31,6 т/га клубней картофеля, что на 11,0 % выше, чем на химической системе защиты, также при-

менение биопрепаратов повышает содержание крахмала на 12,5 % и витамина С – 29,3 %, а накопление нитратов снижает на 30,0 %» [81].

По результатам полевых исследований, проведенных В.В. Мелиховым и А.А. Новиковым выявлено, что «при возделывании картофеля в ранней культуре на орошаемых капельным способом светло-каштановых почвах сухостепной зоны Нижнего Поволжья с низкой обеспеченностью доступными формами азота и фосфора и высокой – обменным калием эффективность удобрений повышается при увеличении дозы с $N_{45}P_{50}K_0$ до $N_{155}P_{150}K_{180}$. Для получения наибольшего эффекта, при урожайности молодых клубней 23,8-29,9 т/га, удобрение картофеля в дозе $N_{155}P_{150}K_{180}$ необходимо сочетать с поддержанием дифференцированного порога предполивной влажности почвы: 70 % НВ от посадки до начала бутонизации и 80 % НВ с фазы бутонизации до уборки» [92].

Основной запас питательных веществ почва содержит в виде органических и труднорастворимых минеральных соединений. Доступными питательными веществами растение обеспечивается в результате минерализации органических веществ, которую осуществляют различные группы микроорганизмов – бактерии, грибы и актиномицеты.

Все химические элементы очень неравномерно распределяются как в разных почвах, так и в их генетических горизонтах, и колебание содержания их по отдельным генетическим типам и видам почв весьма значительно. Содержание (в весовых процентах) основных макро- и микроэлементов в почвах.

Биологический круговорот химических элементов и энергии в биосфере определяется жизнедеятельностью растений и микроорганизмов. Важным показателем интенсивности биологического круговорота является скорость оборота химических элементов. Чем выше урожайность растений ежегодно с единицы площади, тем больше интенсивность биологического круговорота.

Сельскохозяйственные культуры в отношении химических элементов обнаруживают выборочную впитывающую способность. Характерно, что она больше всего проявляется в отношении таких химических элементов как: азот, фосфор, сера, молибден, калий, хлор, бром, йод, углерод, кальций, магний, цинк, медь, ко-

балът, радий и рубидий. Поэтому количество этих элементов растительные организмы часто содержат больше, чем почвы. Кроме того, такие элементы как цирконий, торий, хром, титан, алюминий, ванадий, иридий, кремний, свинец, никель, фтор, мышьяк и железо, в процентном отношении больше в грунте, чем в растениях. Соотношение содержания натрия, марганца, стронция, лития и селена почти одинаковое в почве и в растительных организмах [44, 63, 92].

Совершенное определение химического состава почв и растений позволяет правильно регулировать виды и нормы удобрений, которые надо вносить в почву.

В сельскохозяйственном производстве, кроме обычных минеральных и органических удобрений, широко используют удобрения, которые содержат микроэлементы [44].

Азот в почве содержится преимущественно в органических остатках растений и животных [44, 126].

В почве постоянно происходит процесс минерализации всех органических соединений. При этом из органических веществ образуются минеральные соединения, которые содержат доступный для растений азот в виде нитратов, нитритов и солей аммония.

Наиболее доступен растениям нитратный азот и азот аммиачных соединений. Всесоюзным научно-исследовательским институтом удобрений и инсектофунгицидов установлено, что азот, внесенный в виде нитратных и аммиачных соединений, используется растениями на 50-75 %. Аммиачный азот растения используют более эффективно по сравнению с нитратным, потому что нитратный ион не поглощается почвенным комплексом. Часть азота используют микроорганизмы для построения своего тела.

Обеспеченность растений доступными соединениями азота в определенной степени зависит от интенсивности процессов минерализации. Однако растения потребляют много азота, и для того, чтобы иметь высоких урожаев, надо вносить в почву органические и минеральные азотные удобрения.

Фосфор в почве содержится в органических и минеральных соединениях. Растения усваивают фосфор в почве преимущественно из солей фосфорной кис-

лоты – фосфатов. Однако не все фосфаты в равной степени доступны растениям. Эффективнее всего растения используют наиболее растворимые в воде фосфаты, в частности натрия и калия. Фосфаты алюминия и железа наименее растворимы и поэтому малодоступны для растений. Труднорастворимые двух- и трехкальциевые фосфаты под воздействием углекислоты, которая выделяется во время разложения растительных остатков, превращаются в растворимую монокальциевую соль [100, 124, 126].

Кальций в почве входит в состав минералов, а больше всего его в составе солей (хлоридов, нитратов, карбонатов, фосфатов и др.). В отдельных почвах карбонаты кальция составляют морфологические горизонты.

Калий в почве входит в состав кристаллических решеток первичных и вторичных минералов и для растений труднодоступен. Более доступен для растений обменный калий, который адсорбционными силами удерживается на поверхности почвенных коллоидов. Калий, входящий в состав простых солей, наиболее доступен для растений, однако почвы содержат его очень мало [145, 147].

Сера входит в состав органических веществ, простых солей. Наиболее доступны для растений в почве сульфаты. Серу, которая содержится в органических веществах, растения потребляют после минерализации этих соединений. Обычно почвы содержат достаточное для растений количество сульфатов. Обеспеченность растений питательными веществами зависит не только от общего содержания химических соединений в почве и их растворимости, но и от того, как будут пополняться запасы их в почве [44, 150, 151].

В основных возделываемых зонах картофель высаживают гребенчатым способом, что позволяет осуществлять уход за посевами до появления всходов, не уплотняя грунт в гребнях, где размещены клубни. Гребенчатая поверхность весной лучше прогревается, меньше уплотняется осадками, способствует газообмену в почве, благодаря чему создаются оптимальные условия для растений еще в начале вегетации. При этом способе оптимальная высота гребней 0,10-0,12 м, при площади поперечного сечения 4,0-4,5 м.

1.4 Основные вредители и болезни картофеля: способы борьбы с ними

При выращивании картофеля в первую очередь необходимо учитывать почвенно-климатические условия участка, биологические особенности сорта и ряд других факторов. Следует отметить, что при посадке картофеля в холодную влажную почву в основном происходит поражение клубней болезнями, это в свою очередь, способствует уменьшению их всхожести и приводит к снижению урожайности [8, 45].

Глубина посадки клубней должна быть одинаковой. Для супесчаных дерново-подзолистых почв при гребневом способе посадки глубина посадки должна составлять 0,12-0,14 м от верхушки гребня до поверхности клубня [98].

Оптимальной глубиной посадки клубней на черноземах следует считать 0,06-0,08 м.

Глубина заделки клубней картофеля при весенних сроках посадки в засушливых южных районах составляет 0,12-0,14 м, а при летних и свежесобранными клубнями – 0,06-0,08 м [84].

Рекомендуемая глубина посадки клубней картофеля учитывает изменения погодных условий последнего периода.

Густота посадки клубней зависит от массы посадочного материала, спелости сорта, назначения посадок и увлажненности почвы. В районах с достаточным увлажнением и плодородными почвами клубни нужно высаживать гуще 0,7×0,2, 0,70×0,25 м (60-70 тыс./га), а в районах с меньшей влагообеспеченностью реже – 0,7×0,3, 0,70×0,35 м (45-50 тыс./га). Для лесостепи оптимальная густота посадки клубней составляет 55-60 тыс. на 1 га. В степной зоне на орошении клубни выращивают с плотностью 50-55 тыс./га [33, 71, 84].

подавляющее большинство посевов картофеля находится в хозяйствах населения. Незначительный размер земельных участков, некачественный посадочный материал, отсутствие севооборота приводят к накоплению и распространению болезней и вредителей картофеля.

Наиболее распространенные болезни: грибные – фитофтороз, фомоз, альтернариоз, сухая фузариозная гниль, ризоктониоз, парша обыкновенная, рак картофеля; бактериальные – черная ножка, мокрая и кольцевая гнили; вирусные – обыкновенная мозаика, морщинистая и полосатая мозаики, скручивание и закручивание листьев, курчавость листьев, готика, аукуба и другие; физиологические (неинфекционные) – удушение клубней, потемнение мякоти, ржавая пятнистость.

Большой вред наносят вредители: колорадский жук, проволочники, ненастоящие проволочники, медведки, личинки майских жуков [84].

Надежно защитить картофель от болезней и вредителей можно при соблюдении и выполнении комплекса агротехнических, фитосанитарных, химических и биологических мероприятий. Картофель – одна из самых пестицидоемких культур, и в ближайшей перспективе химический метод борьбы с вредителями и болезнями на ней остается одним из основных, тогда как другие методы защиты применяются недостаточно. Для этого используют только те пестициды, которые входят в перечень пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к использованию в России с обязательным соблюдением мер безопасности и инструкций и методических указаний по их применению [84, 102].

Значительное внимание необходимо уделить защите посадок картофеля от колорадского жука и фитофтороза. Необходимо следить за появлением колорадского жука после зимовки. По многолетним данным выход жуков из почвы чаще всего начинается с 22 апреля по 5 мая. Массовый выход вредителя отмечается через 20 дней после появления первых жуков и сопровождается появлением первых яйцекладок. Для интенсивного откладывания яиц благоприятной является температура воздуха в пределах 17-23 °С при влажности 60-75 %.

Во всех агроклиматических зонах массовое отложение личинок при устойчивом потеплении наблюдается 10-15 июня – до начала бутонизации-цветения (наиболее чувствительные к поражению фазы развития растений). Именно этот период времени определяет экономическую целесообразность применения химических средств защиты посевов против колорадского жука. Посевы в это время опрыскивают инсектицидами. Для всех препаратов последний срок обработки – за

20-35 дней до уборки урожая. При выборе препарата для защиты растений картофеля от вредителя необходимо учитывать продолжительность действия препаратов [84, 101].

Обработку посевов биологическими препаратами проводят при сухой погоде, без ветра, когда выпадение осадков в первые 8-10 часов после обработки маловероятно. Необходимо учитывать, что спустя 4-8 часов после обработки в зависимости от температуры воздуха, вредители перестают питаться и теряют подвижность. Погибают вредители за 2-3 суток после обработки. Преимущества биологических средств над химическими в том, что первые быстро разлагаются и не загрязняют окружающую среду токсичными веществами [84, 122].

Кроме колорадского жука, значительный ущерб на приусадебных участках наносит медведка, которая распространена на хорошо увлажненных, богатых гумусом и перегноем почвах. На участках, где осенью была обнаружена медведка, за 7-10 дней до посадки картофеля раскладывают ядовитую приманку из овса или кукурузы, обработанную соответствующим инсектицидом и заворачивают.

Для борьбы с вредителем применяют также химические препараты. Вносят их в борозды глубиной 3-4 см по периметру или между грядками с последующим заворачиванием землей и поливом водой из расчета 10 л/м² после посадки клубней [84, 105].

Заметный ущерб картофелю наносят проволочники (личинки жука-щелкуна). Сами жуки мало вредны, но их личинки-проволочники, проживающие в почве, наносят значительный вред картофелю. Их вредоносность растет на малогумусных (супесчаных) почвах. Наибольшее количество проволочников наблюдается на многолетних травах и полях, засоренных злаковыми сорняками. Вредоносность проволочников на полях картофеля проявляется в основном во второй половине лета, в начале образования клубней. В этот период, сухую жаркую погоду, проволочники, защищаясь от потери влаги в организме, зарываются в клубни. На ранних сортах картофеля, клубни которых образуются при достаточных запасах влаги в почве, проволочники повреждают его меньше, чем поздние сорта. Хороший эффект в борьбе с проволочниками дает качественный уход за

растениями картофеля: периодическое глубокое рыхление междурядий, борьба с сорняками, особенно пыреем. Для борьбы с проволочниками разрешены химические препараты-протравители [124, 126].

Большую угрозу для картофелеводства составляет золотистая картофельная нематода, которая является карантинным объектом. Распространение ее наблюдается на приусадебных участках, где из года в год картофель возделывается на одном месте. Развитие паразита проходит на корнях растений картофеля. В почве нематода сохраняется в стадии цисты до 12 лет. Распространяется она за счет несоблюдения севооборота, с пораженными клубнями, орудиями труда, с почвой [80, 101].

Определить пораженные посевы можно при осмотре их общего развития. На фоне хорошо развитых растений наблюдаются «островки» – небольшие участки, на которых растения в фазе цветения резко отстают в росте, имеют угнетенный вид.

Пораженные растения имеют мочковатые корни, на них образуются мелкие клубни, но на сильно пораженных их вообще нет. Весной из цист при температуре 15-20 °С выходят личинки, которые имеют четыре возрастные стадии. Они проникают в зону корней, где локализуются и развиваются до взрослых самок нематоды.

Существуют химические меры борьбы с золотистой картофельной нематодой, но они экологически опасны. В «Перечне пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к использованию в России» химические препараты для борьбы с картофельной нематодой нематоциды – отсутствуют. Лучше всего очищают почву от паразита нематодоустойчивые сорта картофеля. Снижают заражение почвы золотистой картофельной нематодой такие культуры, как капуста, огурцы, салат, щавель, горох, фасоль, рожь, кукуруза, овес, ячмень, гречиха [84, 85].

Во избежание появления агрессивных биотипов картофельной нематоды нематодоустойчивые сорта картофеля рекомендуется выращивать в севообороте с вышеперечисленными овощными, бобовыми, зерновыми и техническими культурами.

Для борьбы с золотистой картофельной нематодой целесообразно выращивать сидеральные культуры – озимую рожь, горчицу, редьку масличную.

При введении протинематодного севооборота рекомендуется применять органические и минеральные удобрения.

Очистке почвы от карантинного объекта способствует выращивание раннего картофеля и его ранняя уборка. Клубни, собранные в очагах картофельной нематоды, запрещается использовать для семян. Запрещено вывозить клубни, корнеплоды, укоренившиеся растения пасленовых культур из населенных пунктов, где выявлены их очаги.

В связи с потеплением климата на посадках картофеля наблюдается нарастание вредоносности грибной болезни – альтернариоза, или ее еще называют ранней сухой пятнистости. Ее симптомы наблюдаются на листьях, стеблях, реже на клубнях. Перед началом бутонизации или цветения, в годы с жаркой погодой и при появлении обильной росы на листьях появляются сухие темно-коричневые пятна округлой или неправильной формы, которые сначала достигают размера 1,5 см, а в дальнейшем сливаются, вызывая преждевременное усыхание и отмирание листьев. На стеблях и черешках поражение наблюдается в виде сухих язвочек серо-коричневого цвета [140, 144].

Обработки посевов картофеля для защиты от альтернариоза начинают при появлении первых пятен на листьях фунгицидами контактного и системно-контактного действия.

Однако наибольший вред картофелю наносит фитофтороз, болезнь, которая может привести к 70 % потерь урожая. Вызывает ее микроскопический грибок, который поражает все органы растения, кроме корней. Первые симптомы поражения можно наблюдать на ранних сортах картофеля в виде темно-бурых пятен. При благоприятных условиях болезнь очень быстро распространяется, пятна увеличиваются, и ботва полностью погибает [125, 126].

Болезнь развивается из-за частых выпадающих дождей, температуры воздуха в пределах 6-20 °С, высокой влажности и туманов. Стеблевая форма фитофтороза поражает ботву на всех стадиях развития растений, начиная со всходов, а

обыкновенная (листовая) – в период от бутонизации-цветения до полного отмирания ботвы. На пораженных листьях наблюдается белый налет спороношения гриба, споры которые легко смываются дождем и разносятся ветром, способствуют быстрому поражению растений, а при попадании на поверхность почвы они способны поражать клубни, особенно при контакте с больным картофелем и во время сбора урожая недозрелых клубней с механическими повреждениями [84].

Эффективно защитить картофель можно только путем проведения профилактических обработок фунгицидами. Производители картофеля не уделяют должного внимания защите от этой болезни. Без проведения профилактических обработок болезнь прогрессирует и наносит существенные убытки производителям.

Необходимо помнить, что успех борьбы с фитофторозом зависит от первых своевременных качественных опрыскиваний фунгицидом системно-контактного действия. При появлении первых признаков стеблевой формы на всходах картофеля посева срочно опрыскивают. Если картофель не поражен стеблевой формой фитофтороза, первое опрыскивание фунгицидом целесообразно проводить при смыкании ботвы в рядках, в фазе бутонизации-цветения растений, второе – не позже чем через 10-14 дней после первого, третье – через 10-14 дней после второго [84, 145].

При проведении 2-3 опрыскиваний эффективными препаратами можно в значительной мере защитить посева.

На приусадебных участках против фитофтороза картофеля используют также контактные фунгициды. При использовании только контактных препаратов посева опрыскивают через каждые 7-8 дней. Последнюю обработку фунгицидами проводят не позднее, чем за 20 сут. до сбора урожая [145].

Качественную уборку урожая обеспечивает своевременная подготовка поля. Это уничтожение ботвы и при необходимости рыхление почвы в междурядьях. Ботву уничтожают механическим или химическим способами.

К уборке урожая картофеля необходимо приступать, когда клубни достигают хозяйственной спелости. Уборочные работы следует проводить в сухую, сол-

нечную погоду и заканчивать к снижению среднесуточной температуры воздуха до +10 °С [154, 157].

Способ уборки картофеля выбирают в зависимости от уровня урожайности, погодных условий, хозяйственного назначения клубней и наличия технических средств. На легких дерново-подзолистых почвах картофель собирают комбайнами. На тяжелых почвах с помощью картофелекопалок. Картофель, выращенный по ресурсосберегающей технологии, также собирают комбайнами [164, 165].

Перед закладкой на хранение картофель полезно обсушить на воздухе в течение 2-3 часов. Обсушку можно проводить и в хранилищах с помощью усиленного вентилирования.

Обсушивание свежевыкопанных клубней способствует огрубению кожуры, повышает устойчивость клубней к механическим нагрузкам, тормозит развитие возбудителей болезней и облегчает отделение грунтовых примесей. Обсушивание клубней легче осуществить при контейнерной технологии уборки, перевозки и хранения. В этом случае клубни просушивают в течение 10 дней под навесами или в хранилище [153].

Картофель является одной из основных сельскохозяйственных культур для перерабатывающей промышленности, потому что из него можно производить много продуктов различных видов готовых к употреблению и полуфабрикатов. Основные требования к картофелю для производства из него пищевых продуктов [15, 36, 51, 80, 81, 147]:

1. Высокое содержание сухого вещества обеспечивает при производстве повышенный выход готовой продукции. Увеличение содержания сухого вещества в клубнях всего на 1 % повышает выход сушеных продуктов на 1 кг с каждого центнера исходного материала. Кроме того, чипсы и картофель фри с высоким содержанием сухого вещества поглощают меньше масла или жира. Поэтому необходимо использовать сорта картофеля с содержанием сухого вещества не менее 22 % для получения продукта с наименьшими затратами энергии.

2. Сведение к минимуму при переработке появления темной окраски в мякоти сырых клубней, а также потемнения картофеля в процессе жарки и после варки.

3. Высокое содержание сахаров при термической обработке вызывает потемнение картофеля из-за появления темноокрашенных веществ в результате реакции сахаров с аминокислотами. Кроме того, меланоидины придают изделиям из картофеля горьковатый привкус. Степень потемнения определяется количеством редуцирующих сахаров, поскольку свободных аминокислот в клубнях всегда более чем достаточно. В картофеле содержание редуцирующих сахаров не должно превышать 0,2 % для чипсов, 0,25 % – для картофеля фри, 0,5 % – для всех остальных продуктов.

4. Уборку картофеля проводить при полной спелости клубней, не допуская снижения температуры ниже критического уровня (7-12 °С) в зависимости от сорта, чтобы не накапливались сахара. Кроме того, при температуре почвы ниже 7 °С картофель слишком чувствителен к повреждениям. Созревание картофеля можно определить по динамике сухого вещества в клубнях. Анализы проводят еженедельно. Когда два из трех взятых образцов имеют одинаковое значение сухого вещества, картофель достиг максимальной спелости. Использовать на переработку необходимо лишь созревший картофель, который способен к быстрому ресинтезу редуцирующих сахаров при кондиционировании.

5. Форма, размер и глубина залегания глазков определяют количество отходов при очистке. Для изготовления картофеля фри необходимы не только крупные, но и однородные по размеру клубни, чтобы получить соломку одинаковой длины. Для изготовления других продуктов желательна сортировка картофеля по размерам, поскольку существует корреляция между удельным весом и размерами клубней. Крупные клубни содержат меньше крахмала, чем средние и мелкие. Некалиброванный картофель даже одного сорта неоднороден по содержанию сухого вещества. В партии клубней одинакового размера отклонения по удельной массе незначительны. По форме наиболее пригодны для переработки округлые клубни, поскольку теоретически в них наименьшие отходы при очистке.

Размер клубней должен быть в пределах 5-7 см. Количество ячеек не должно превышать 7-8 штук, а глубина залегания их – не более 1,5 мм. Они должны быть правильной круглой, округлой или продолговато-овальной формы с отношением длины к ширине не более чем 1,4:1 (для картофеля фри это соотношение может быть большим, без ограничений).

6. Пищевые продукты из картофеля можно разделить на два основных вида: продукты, используемые в пищу без дополнительной кулинарной обработки и продукты, используемые в пищу после быстрой кулинарной обработки.

К первому виду относится хрустящий картофель (чипсы) – это лепестки толщиной 1,0-1,3 мм, обжаренные в масле в течение 1,5-3,0 мин., наиболее распространенный продукт из картофеля с приятным вкусом и высокой пищевой ценностью.

Для производства хрустящего картофеля используют клубни округлой формы с диаметром не менее 40-60 мм, с поверхностным залеганием глазков, количество отходов при механической чистке не должно превышать 15 %.

Ко второму виду продуктов относятся гарнирный картофель, сушеное картофельное пюре и сухое молочно-картофельное пюре.

2 ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА, СХЕМА И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1 Климатическая характеристика территории исследования

Полевые исследования проводились в 2018 -2020 годах в течение полевого сезона на территории Городищенского района Волгоградской области. Данная территория расположена в зоне неустойчивого увлажнения, т. е. непосредственно на территории Волго-Донского междуречья.

Рассматриваемая территория в частности имеет ярко выраженный континентальный климат. Это в первую очередь, связано с неравномерностью распределения осадков и недостаточным количеством выпавших сумм осадков. Во-вторых, на данной территории наблюдаются значительные колебания суточных и годовых температур.

На данной территории в течение года продолжительность солнечного дня варьируется от 1800 до 2400 часов, с безморозным периодом, продолжающимся около 160-180 дней [80].

Самые высокие показатели относительной влажности воздуха (около 95 %) достигаются обычно в зимнее время. По данным многолетних наблюдений установлено, что годовая сумма осадков на территории Волгоградской области в среднем составляет 320-350 мм, в то время как испаряемость достигает 950-1100 мм. При этом за вегетационный период выпадает всего 175-200 мм осадков.

Коэффициент естественного увлажнения и гидротермический коэффициент по Селянинову для территории, классифицированной как полузасушливая зона с незначительным увлажнением по методике Д. И. Шашко, изменяется соответственно в пределах 0,10-0,15 и 0,5-0,8 и ниже [158, 179].

В основном летние осадки характеризуются ливневым характером, поэтому большая их часть не поглощается почвенными горизонтами, а стекает с поверхности почвы. В связи с этим, данные осадки также не оказывают значительного влияния на повышение влажности почвы, так как почва не успевает впитывать такое количество воды.

Принимая во внимание количество суммарной температуры и продолжительность солнечных дней можно отметить, что на территории Волгоградской области полученная среднемесячная температура достаточна для возделывания картофеля. С приходом осени природа начинает преобразоваться, и середина сентября знаменует начало этого времени года. Середина октября приносит с собой первые предвестники зимы, и в это время наблюдается значительное понижение температуры до +8-9 °С. Начиная с середины ноября, температура стремительно падает, а ночные легкие заморозки становятся реальностью. Как правило, с середины декабря зима уже полностью вступает в свои права.

Оценка климатических условий за вегетационный период растений с использованием гидротермического коэффициента (ГТК) Г.Т. Селянинова детально представлена в таблице 2.1 и приложениях А-Г. Анализ данных показывает, что в течение вегетационных периодов значения ГТК варьируются от 0,33 до 0,44.

Таблица 2.1 – Погодные условия в годы проведения исследований

Месяцы	Показатели теплообеспеченности			
	Сумма осадков, мм	Сумма температур, °С	ГТК	Оценка погоды
2018 г.				
Апрель	19,4	219,4	0,88	засушливая
Май	12,7	677,6	0,19	сухая
Июнь	7,2	746,5	0,10	сухая
Апрель-июнь	39,3	1643,5	0,24	сухая
2019 г.				
Апрель	21,8	260,8	0,84	засушливая
Май	50,4	612,1	0,82	засушливая
Июнь	13,9	807,8	0,17	сухая
Апрель-июнь	86,1	1680,7	0,51	очень засушливая
2020 г.				
Апрель	2,2	267,1	0,08	сухая
Май	73,6	486,7	1,51	влажная
Июнь	18,6	765,3	0,25	сухая
Апрель-июнь	94,4	1519,1	0,62	очень засушливая

На основе трехлетних наблюдений (2018-2020 гг.) с использованием гидро-термического коэффициента (ГТК) Г.Т. Селянинова установлено, что 2018 год вегетационный период характеризовался как сухой (ГТК 0,24), а 2019 и 2020 годы были очень засушливыми.

В 2019 году сумма температур за весь вегетационный период картофеля составила приблизительно 1518,9 °С. В течение этого периода наибольшее количество дождей пришлось на май, в то время как в июне этот показатель существенно снизился до 13,9 мм (рис. 2.1-2.2).

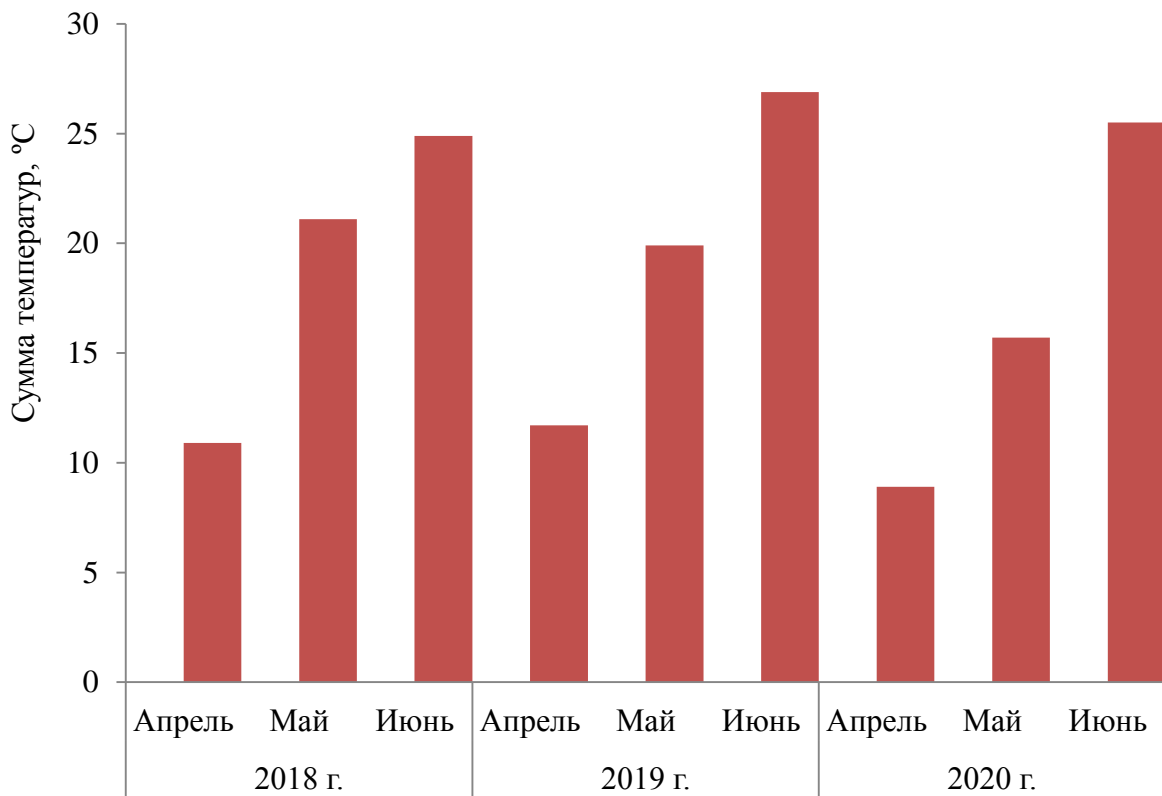


Рисунок 2.1 – Динамика изменения средней месячной температуры воздуха в вегетационный период за 2018-2020 гг.

Наибольший объем выпавших осадков в 2020 году зафиксирован в мае (73,6 мм), наименьший – в апреле (2,2 мм). Средняя температура по месяцам превышала обычные значения. Самым жарким месяцем стал июнь, а за период вегетации при этом сумма температур достигла 1519,1 °С.

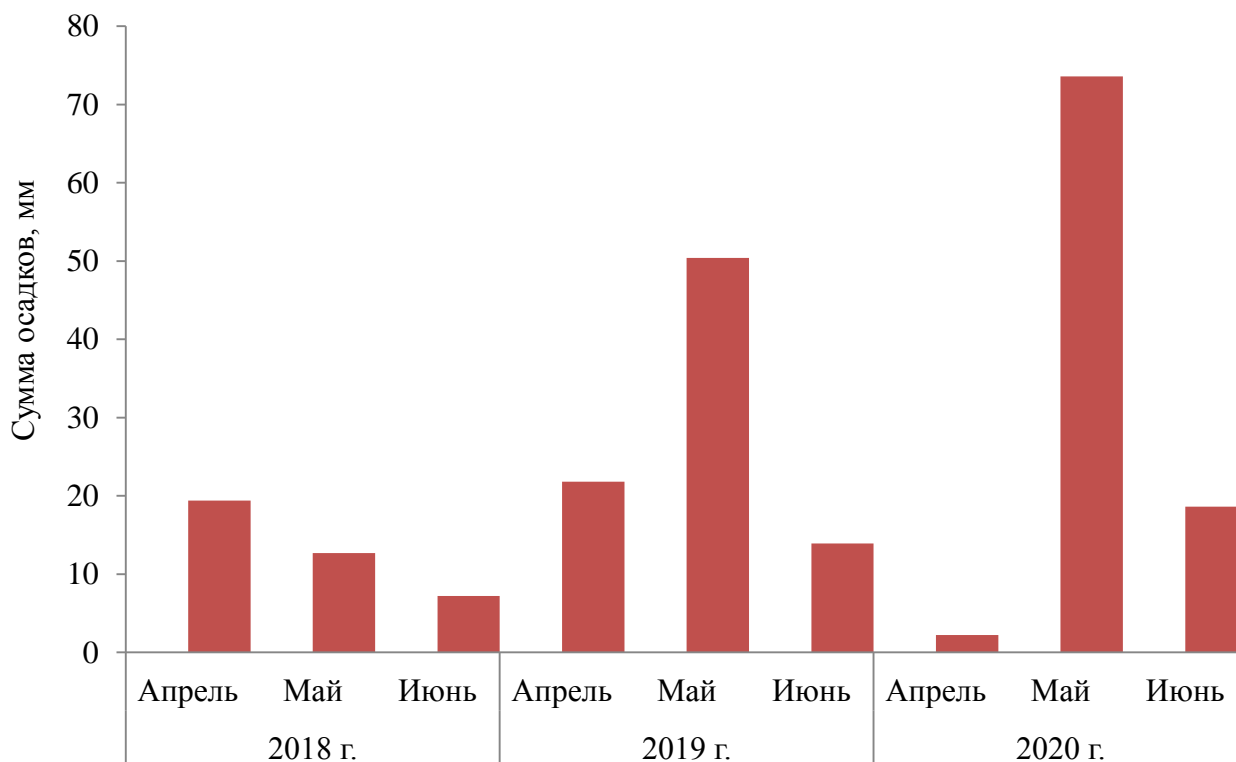


Рисунок 2.2 – Среднемесячная динамика распределения осадков за вегетационный период в течение 2018-2020 гг.

Учитывая особенности климатических условий Волго-Донского региона, для поддержания и увеличения влажности почвы, а также для обеспечения стабильного урожая сельскохозяйственных культур, в том числе картофеля весенней посадки, необходимо разрабатывать комплексные агротехнические мероприятия. Повышение уровня влаги в почве невозможно без искусственного орошения.

2.2 Почва опытного участка

Экспериментальный участок, на котором проводились трёхлетние исследования, находился в Волго-Донском междуречье и имел светло-каштановые почвы. По механическому составу почвы характеризуются как тяжелые суглинистые с переходом в средние суглинистые почвы [54].

По совокупности показателей, характеризующих водно-физические и агрохимические свойства, почвы опытного участка типичны для подзоны распространения

светло-каштановых почв Волго-Донского междуречья. Почва опытного участка по морфологическим показателям относится к светло-каштановой почве, которая характеризуется маломощными гумусовыми горизонтами. Следовательно, анализ образцов почвы опытного участка по наличию доступных форм минеральных элементов показал, что содержание азота является недостаточным, фосфора – средним, а обменного калия – высоким.

Общее количество поглощенных оснований в целом на 100 г почвы не превышает 23,7 мг-экв, а доля кальция в обменных катионах колеблется от 50 до 60 %. Кислотность почвы слабощелочная, рН варьируется в пределах от 6,9 до 8,1.

В верхнем слое почвы опытного участка (0-0,4 м) уровень гумуса низкий, в среднем 1,85-2,01 %, плотность составляет 1,23 т/м³.

По всему профилю щелочность нормальных карбонатов отсутствовала, изменение количества легкорастворимых солей почвы колебалось в пределах от 0,17 до 0,31 %, при этом почва не была засолена, а содержание хлора не достигало токсичных значений.

В почвах опытного участка содержание питательных элементов соответствовало характеристикам полей, которые были недавно вовлечены в массив орошаемого земледелия. В связи с этим можно отметить, что содержание нитратного азота варьировалось от 2,42 до 5,12 мг, фосфора от 16,21 до 29,35 мг, обменного калия от 324 до 252 мг на 1 кг почвы (табл. 2.2).

Таблица 2.2 – В почвах опытного участка
содержание поглощенных оснований, мг/кг

Год	N - NO ₃	P ₂ O ₅	K ₂ O
В слое 0,0...0,2 м			
2018	5,12	29,35	324
2020	10,40	32,17	359
В слое 0,2...0,4 м			
2018	2,42	16,21	252
2020	7,21	27,82	287

Анализ полученных данных до начала проведения полевого опыта показывает, что в 2018 г. почва опытного участка по наличию доступных форм элементов минерального питания имела бедные формы азота и средние формы фосфора, а по содержанию калия – повышенные. В целом, в 2020 г. по окончании опыта плодородие почвы опытного участка по содержанию питательных элементов сохранилось с некоторыми улучшениями [172].

По горизонтам опытного участка механический состав почвы располагается крайне неоднородно. Однако, по сравнению с пахотным слоем наличие илистых частиц (B_1 и B_2) размером менее 0,001 мм возросло с 27,68 % до 33,10-33,67 %. В горизонтах BC_1 и BC_2 состав почвенного профиля во фракции с размером менее 0,01 мм изменился и составил 45,65-45,82 %, что свидетельствует о снижении доли физической глины. Данное снижение в горизонте С происходило на уровне до 39,57 % и поэтому горизонт С (подстилающий почвенный покров) прежде всего можно отнести к категории среднесуглинистых почв (табл. 2.3).

Таблица 2.3 – Гранулометрический состав почв опытного участка,
% массы сухой почвы

Горизонт	Глубина отбора образцов, м	Крупность частиц, мм						
		1,00-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	менее 0,001	менее 0,01
$A_{\text{пах}}$	0 - 0,25	0,72	6,50	45,11	8,67	11,09	27,68	47,46
B_1	0,26 - 0,35	0,21	3,74	45,72	9,68	9,75	33,67	53,18
B_2	0,36 - 0,55	0,11	4,67	39,50	8,83	13,56	33,10	55,57
BC_1	0,56 - 0,76	0,13	7,72	46,17	6,17	18,24	21,37	45,80
BC_2	0,77 - 0,95	0,10	7,50	46,66	6,01	11,68	27,80	45,61
С	0,96 - 1,10	0,26	16,49	43,52	6,39	10,49	22,63	39,57

Таким образом, по единой классификационной шкале почвы опытного участка по данному составу относятся к тяжелосуглинистым и легкосуглинистым с содержанием физической глины (частицы менее 0,01 мм) менее 50 %, а содержание этих частиц в горизонтах B_1 и B_2 составляет более 50 %.

В результате полученные данные показывают, что содержание частиц размером менее 0,01 мм в верхних горизонтах колеблется в пределах 47,46 -53,18 %, что характеризует почву как тяжелую суглинистую.

Кроме того, анализ полученных данных показывает, что плотность почв по горизонтам в естественном состоянии изменяется в определенной связи со структурой, механическим составом, обработкой, содержанием органического вещества и другими показателями. Например, для пахотного слоя почвы плотность имела самые низкие значения и колеблется от 1,22 до 1,24 т/м³ (табл. 2.4 и рис. 2.3).

Таблица 2.4 – Водно-физические свойства почвы опытного участка

№ п/п	Слой почвы, м	Плотность, т/м ³	Плотность твердой фазы, т/м ³	Наименьшая влагоёмкость, % от сухой почвы	Пористость, %
1	0,0 - 0,1	1,22	2,32	25,1	46
2	0,1 - 0,2	1,23	2,44	24,6	48
3	0,2 - 0,3	1,24	2,46	23,4	48
4	0,3 - 0,4	1,27	2,36	23,0	45
5	0,4 - 0,5	1,32	2,61	21,3	48
6	0,5 - 0,6	1,35	2,58	20,2	46
7	0,6 - 0,7	1,32	2,51	23,5	46
8	0,7 - 0,8	1,30	2,57	23,0	48
9	0,8 - 0,9	1,34	2,62	22,3	47
10	0,9 - 1,0	1,33	2,66	22,1	48
11	0,0 - 0,5	1,26	2,44	23,5	47
12	0,0 - 1,0	1,29	2,51	22,9	47

Анализируя полученные данные, далее можно отметить, что плотность почвы в зависимости от глубины подпахотных горизонтов изменялась в пределах 1,27-1,35 т/м³, т. е. в слое 0,0-0,5 м составила 1,26 т/м³, а в слое 0,0-1,0 м находилась на уровне 1,29 т/м³. В метровом слое почвы (от 0,0 до 1,0 м) плотность твёрдой фазы изменяется в пределах 2,32-2,66 т/м³. При этом наименьшие значения влагоёмкости в пахотном слое почвы достигают величины на уровне 23,4-25,1 % от массы сухой

почвы. В слое 0,5-0,6 м она уменьшилась до величины 20,2 % массы сухой почвы. Наименьшая влагоемкость при этом в активном слое почвы толщиной 0,5 м в среднем составила 23,4 %, а пористость – 47 %.

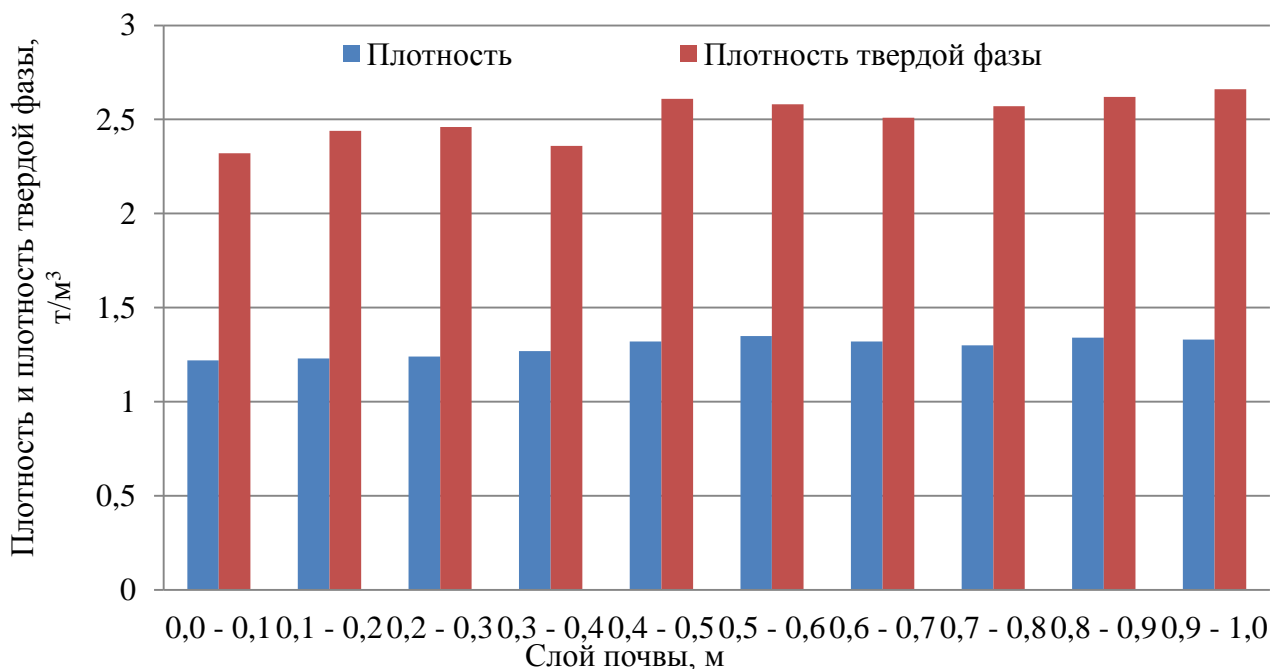


Рисунок 2.3 – Динамика изменения плотности и плотности сложения в зависимости от глубины слоя почвы

На опытном поле для уточнения показателей водопроницаемости почвогрунтов через каждый час изучали скорость впитывания воды. На основе анализа полученных данных можно отметить, что после первого часа наблюдения она составила примерно 0,81 мм/мин, со временем уменьшаясь до 0,65 и 0,50 мм/мин через два и три часа соответственно (рис. 2.4).

В ходе дальнейшего наблюдения за скоростью впитывания воды через 4, 5 и 6 часов можно отметить, что снижение этих величин продолжалось и соответственно составило 0,41, 0,36 и 0,34 мм/мин.

Учитывая классификацию С. В. Астапова и принимая во внимание полученные данные, по скорости водопоглощения можно заключить, что почва на исследуемом участке обладает слабой водопроницаемостью и, согласно ранее сделанным выводам, по водопоглощению относится к III группе.

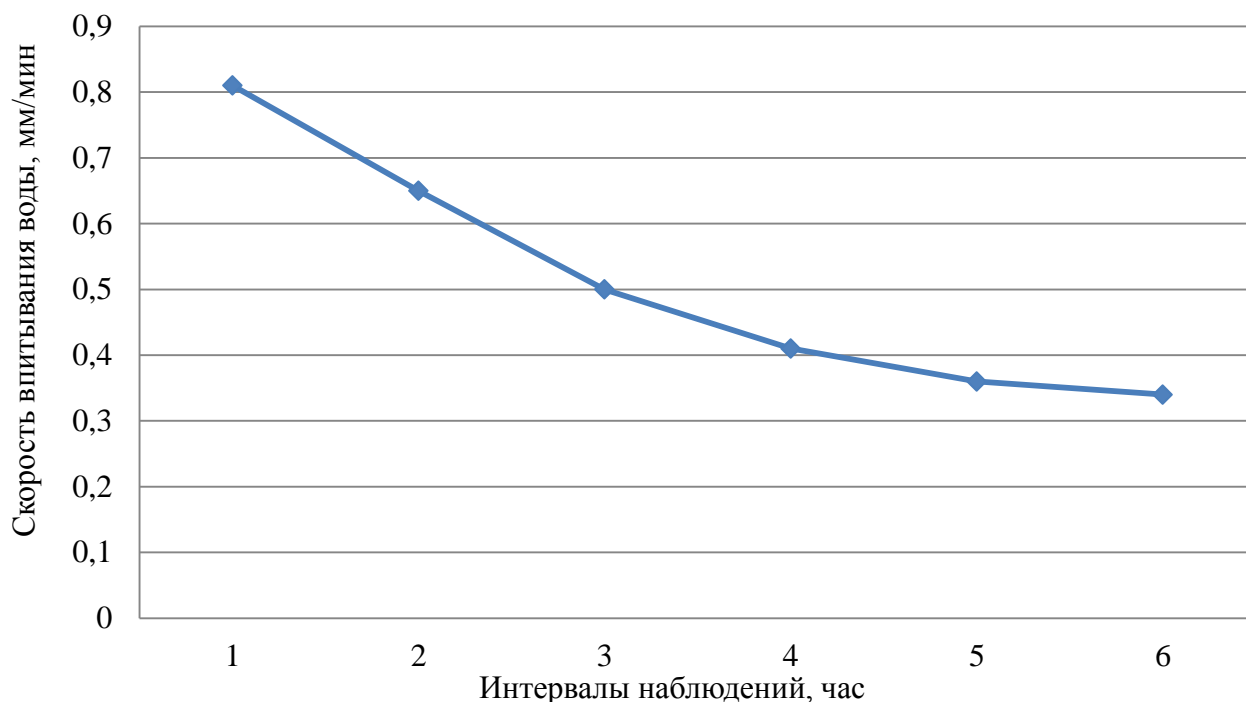


Рисунок 2.4 – График изменения скорости впитывания воды за интервал времени

Необходимо отметить, что ключевыми факторами, влияющими на плодородие и стабильность урожайности, являются содержание азота, фосфора и калия (табл. 2.5).

Таблица 2.5 – Результаты агрохимического анализа почв опытного участка

Горизонт почвы, м	рН водной вытяжки	Гумус, %	мг/кг сухой почвы			Натрий поглощенный	
			фосфор подвижный	калий обменный	азот легкогидролизуемый	мг.-экв.	% от емкости
0,0-0,1	6,9	2,51	41	321	39	0,24	2,1
0,1-0,2	7,0	1,58	34	327	35	0,26	2,4
0,2-0,3	7,2	0,99	20	281	31	0,23	2,6
0,3-0,4	7,5	0,31	16	223	17	0,21	2,5
0,4-0,5	7,5	0,24	13	185	7	0,27	2,9
0,5-0,6	7,7	0,23	12	172	5	0,28	3,1
0,6-0,7	7,8	0,20	11	136	-	0,20	3,2
0,7-0,8	7,8	0,14	12	113	-	-	-
0,8-0,9	7,9	0,12	10	62	-	-	-
0,9-1,0	8,1	0,09	13	45	-	-	-

Таким образом, при освоении опытного участка под дождеванием для получения гарантированных урожаев картофеля в подзоне светло-каштановых почв Волго-Донского междуречья с научной точки зрения необходимо проводить комплекс агротехнических и мелиоративных мероприятий.

2.3 Методика экспериментальных исследований

Полевые исследования проводились согласно методике Б.А. Доспехова [87] и в соответствии с методикой полевого опыта в условиях орошения [61, 107, 178-181, 187, 197, 217, 224, 231].

Для определения плотности почвенного сложения использовался метод режущего кольца Н.А. Качинского, и замеры проводились на глубину до 1 м. На опытном участке наименьшую влагоемкость определяли методом малых заливаемых площадок с использованием двух рам размером $0,25 \times 0,25$ м и $0,5 \times 0,5$ м. В период вегетации влажность почвы определяли термостатно-весовым методом. На опытном участке фенологические наблюдения за фазами развития растений проводили по общепринятой методике Г.Ф. Никитенко, а накопление подземной массы корней определяли по Н.З. Станкову.

С помощью уравнения водного баланса А.Н. Костякова определялись основные показатели режима орошения и водопотребление растений [133, 134].

При проведении экспериментальных исследований необходимо применять ряд различных методик. В связи с этим выпадающие осадки определяли по дождемерам Ф.Ф. Давитая [56].

Агрохимическая оценка почв включала определение следующих показателей:

- водный и солевой рН – потенциметрический метод по ГОСТ 26483-90;
- общий азот – по Кьельдалю;
- легкогидролизуемый азот – по И.В. Тюрину и М. М. Коновой;
- подвижный фосфор и калий – по Б.П. Мачигину (ГОСТ 26205-91);
- гумус – по А.М. Тюрину и Б.А. Никитину в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213-84 [300] (приложение Д).

По методике В. И. Филина производили расчёт доз внесения удобрений, в расчётах учитывали поправочные коэффициенты на содержание в почве подвижных форм NPK [275].

Согласно рекомендациям ученых [47, 77, 150, 165, 177, 178] при расчете нормы внесения удобрений в основном учитывались:

- вынос питательных веществ под планируемые урожайности;
- биологические особенности сельскохозяйственных культур и их потребность в питательных веществах в расчете на единицу основной продукции растений и т. п.

Учитывая рекомендации ряда ученых Волгоградского ГАУ, для тяжелосуглинистых светло-каштановых почв с низким содержанием подвижного фосфора коэффициент возмещения азота был принят равным 1,0, зная, что в среднем на каждые 10 т картофеля выносятся около 50 кг азота, 20 кг фосфора и 90 кг калия. При этом соотношение поглощения клубнями картофеля азота, фосфора и калия составляет соответственно 1:0,4:1,7 [149, 172].

На опытном участке залегание грунтовых вод располагалось глубже, чем 3,5 м, поэтому наблюдения за изменением динамики грунтовых вод не проводились.

Экономическую эффективность технологии возделывания чипсового картофеля весенней посадки выполняли по методике РАСХН. В условиях полевых исследований камеральная обработка материалов проводилась с помощью обычных приемов математической статистики.

При определении поливной нормы применялась следующая формула, предложенная А.Н. Костяковым [53]:

$$m = 100 \cdot H \cdot \alpha (\beta_{\text{НВ}} - \beta_{\text{ппв}}), \quad (2.1)$$

где H – глубина увлажнения, м;

α – плотность сложения расчетного слоя почвы, т/м³;

$\beta_{\text{НВ}}$ и $\beta_{\text{ппв}}$ – соответственно наименьшая влагоемкость и допустимая влажность почвы, % от сухой массы.

При расчете суммарное водопотребление учитывало оросительную норму (M), атмосферные осадки ($Q_{\text{атм.}}$) и изменение запаса почвенной влаги (ΔW):

$$E = M + Q_{\text{атм.}} + \Delta W. \quad (2.2)$$

На 16 отобранных растениях чипсового картофеля каждые декады определяли массу сырого и сухого органического вещества в начале основных фаз роста [100]. При определении массы органического вещества в период формирования клубней учитывалась их масса. Рассчитывали биологическую продуктивность клубней и проводили биохимический анализ для определения массы накопленного сухого вещества, не учитывая вес материнского клубня. Без доступа прямых солнечных лучей вегетативную часть растений сушили в затемненном, хорошо проветриваемом помещении [76].

На каждом этапе развития картофеля оценивалось в основном количество образовавшегося сухого вещества и увеличение общей биомассы растений в течение всего вегетационного периода.

После отбора образцов у 8 растений удаляли листья и определяли площадь листовой поверхности картофеля, используя метод высечек [76].

В ходе исследований сплошным методом проводили учет урожая клубней картофеля [31]. С целью оценки качества были отобраны пробы клубней картофеля для изучения их биохимического состава.

2.4 Схема проведения опытно-производственных исследований

В настоящее время в рационе современного человека картофель является одним из главных растительных источников питания. В нём присутствует значительное количество микроэлементов, около 17 % крахмала, жиры, белки, витамины В, А, С, К, РР, а также оптимальное содержание органических и минеральных веществ.

В условиях ограниченных ресурсов и посадочных площадей картофеля возникает необходимость интенсификации технологий возделывания картофеля. Для этого необходимо оценить особенности влияния режимов орошения и дозы минеральных удобрений на рост, развитие и урожайность картофеля [2, 6, 17, 111, 119, 150, 162].

С точки зрения науки, в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области особый интерес представляет дождевание. В связи с этим в течение трех лет на территории ООО «АГРО-ПРОГРЕСС» в п. Областной Городищенского района Волгоградской области нами проводились исследования по возделыванию чипсового сорта картофеля весенней посадки с применением дождевальной машины Valley (США) (рис. 2.5).



Рисунок 2.5 – Полив картофеля весенней посадки дождевальной машиной Valley на опытно-производственном участке

Двухфакторный полевой опыт проводился в течение 2018-2020 гг. на светло-каштановых почвах Городищенского района Волгоградской области. При проведении исследований применяли в основном рекомендации Б.А. Доспехова и В.Н. Плешакова. Балансовым методом В.И. Филина рассчитывались дозы минеральных удобрений [45, 56, 57, 58, 94, 111, 127].

Нормы минеральных удобрений на всех вариантах по режиму орошения рассчитывали (кг д. в./га) $N_{130}P_{75}K_{100}$, $N_{160}P_{85}K_{120}$, $N_{190}P_{95}K_{140}$ под урожайность картофеля 15, 20, 25 т/га соответственно.

Решение поставленных задач в ходе исследования осуществлялось в 2-х факторных полевых опытах при дождевании: первый фактор А – водный режим почвы, второй фактор В – дозы минеральных удобрений (табл. 2.6-2.7).

По варианту фактор А – поддержание предполивной влажности почвы в слое 0,4 м в течение всего вегетационного периода не ниже:

- 1) 70 % НВ;
- 2) 80 %;
- 3) 70 % НВ от посадки до фазы бутонизации и 80 % НВ до конца вегетации картофеля.

По варианту фактор В – пищевой режим почвы:

- 1) $N_{130}P_{75}K_{100}$ – планируемая урожайность 15 т/га;
- 2) $N_{160}P_{85}K_{120}$ – планируемая урожайность 20 т/га;
- 3) $N_{190}P_{95}K_{140}$ – планируемая урожайность 25 т/га.

Таблица 2.6 – Варианты полевого опыта при возделывании картофеля «ВР 808»

№ варианта	Факторы		Планируемая урожайность, т/га
	Фактор А – водный режим почвы	Фактор В – дозы минеральных удобрений	
1	70 % НВ	$N_{130}P_{75}K_{100}$	15
2	80 % НВ	$N_{160}P_{85}K_{120}$	20
3	70-80 % НВ	$N_{190}P_{95}K_{140}$	25

Объектом исследований являлся среднеранний чипсовый сорт картофеля «ВР 808», который имеет массу товарных клубней 80-110 г, содержание крахмала 16-19 %, срок созревания составляет 70-80 дней.

Эксперимент по возделыванию картофеля весенней посадки был проведен на площади 18,0 га, учетный участок составил 160 м². В ходе исследований было заложено 12 вариантов с трехкратной повторностью. Посадку клубней картофеля производили в оптимальные сроки – конец второй и начало третьей декады апреля. Схема посадки клубней: 0,4 × 0,7 м, то есть расстояние между растениями в ряду – 0,4 м, а между рядами – 0,7 м. Густота посадки составляет 35 тыс. растений на 1 га.

Таблица 2.7 – Основные факторы полевого опыта при выращивании картофеля

№ п/п	Фактор А		Фактор В		Полное обозначе- ние вари- антов
	Предполивная влажность почвы, % НВ	Обо- зна- чение	Доза минерального удобрения, кг д. в./га		
1	70	A ₁	Без удобрения (контроль)		A ₁ B ₀
2		A ₁	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀		A ₁ B ₁
3		A ₁	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀		A ₁ B ₂
4		A ₁	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀		A ₁ B ₃
1	80	A ₂	Без удобрения (контроль)		A ₂ B ₀
2		A ₂	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀		A ₂ B ₁
3		A ₂	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀		A ₂ B ₂
4		A ₂	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀		A ₂ B ₃
1	70-80	A ₃	Без удобрения (контроль)		A ₃ B ₀
2		A ₃	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀		A ₃ B ₁
3		A ₃	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀		A ₃ B ₂
4		A ₃	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀		A ₃ B ₃

Схема размещения вариантов полевого опыта картофеля весенней посадки при дождевании показана на рисунке 2.6.

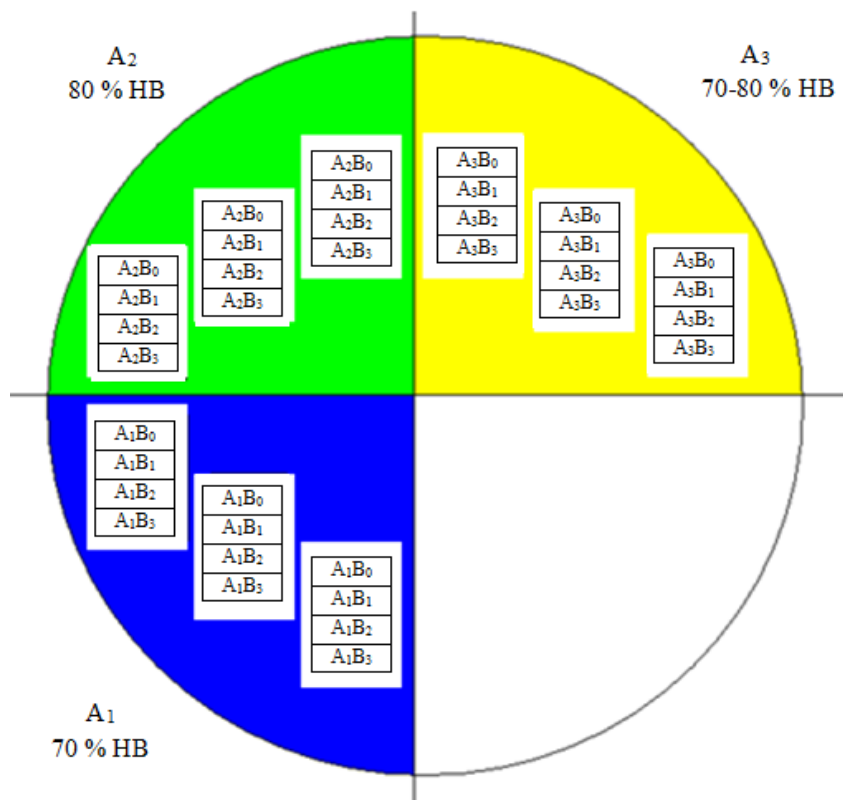


Рисунок 2.6 – Размещение вариантов полевого опыта картофеля весенней посадки на опытно-производственном участке

На опытном участке в течение вегетационного периода густота посадки картофеля составляла приблизительно на уровне 35,0 тыс. растений на гектар. Ежегодно в течение трех лет исследования посадку среднераннего чипсового сорта картофеля «ВР 808» на опытном поле производили в конце второй-начале третьей декады апреля. Все агротехнические приемы были стандартными и соответствовали установленным общепринятым нормам для данного региона с использованием системы дождевания.

2.5 Агротехнические приемы при возделывании картофеля

Необходимо отметить, что для достижения точных результатов основным условием была однородность почвы, хотя варианты исследования возможны также и на неоднородных участках, но это требует тщательного выбора участка с одинаковыми характеристиками. Площадь, форма и ориентация делянок определялись по стандартам, а полученные данные использовались для оценки факторов, влияющих на рост картофеля весенней посадки. Учитывая это, нами в течение трех лет проводились исследования влияния различных водных режимов почвы и доз минеральных удобрений на рост и развитие картофеля весенней посадки с применением дождевания [56, 68, 72, 86, 94, 120].

На опытном участке при выращивании картофеля применялись стандартные агротехнические приемы, учитывающие почвенно-климатические особенности региона и биологические потребности растений. В процессе исследований, направленных на оптимизацию технологии выращивания картофеля, первостепенное внимание уделялось основной обработке почвы.

Основная обработка почвы осенью проводилась на глубину 0,23-0,25 м с использованием плуга ПЛН-3.35 в агрегате с трактором МТЗ-1221.

В опытных участках в весенний период по основной обработке система подготовки почвы включала комплекс мероприятий, в том числе предпосадочную подготовку. Сразу после уборки предшественника (лука репчатого) на глубине 0,10-0,12 м проводилось лушение дисковыми луцильниками ЛДГ-10 + с трактором МТЗ-1221.

На опытном участке минеральные удобрения вносились с использованием РУМ-0,8 на тракторе МТЗ-82.

С помощью тяжелых зубчатых борон БЗТС-1,0, работавших в паре с трактором МТЗ-1221, ранней весной на глубине 0,03-0,05 м для очистки поля от сорняков проводилось мелкое боронование. Кроме того, на глубину 0,10-0,12 м с помощью МТЗ-80+КПС-4,0 было проведено 2 культивации.

На картофелесортировальном пункте перед началом посадки калибровали семенные клубни по фракциям и отбирали клубни для посадки весом 50-65 г. Посадки картофеля проводили на глубине 0,10-0,12 м.

Пропашными культиваторами на глубину 6-8 см для борьбы с уничтожением сорняков и коркой проводилась междурядная обработка почвы.

В зависимости от засоренности полей, культивация почвы культиватором КОН-2,8 осуществлялась на глубину от 0,12 до 0,14 м. Последующие обработки проводились с интервалом в 10-12 дней на глубину 0,10-0,12 м. Окучивание картофеля при этом производилось культиваторами, оснащенными тремя ярусами стрельчатых лап.

Минеральные удобрения по предложенной схеме опыта вносили дифференцированно. В ходе исследований осенью под зяблевую вспашку в соответствии со схемой опыта было внесено 75 % фосфорных и 62 % калийных удобрений от общего запланированного объема, а также треть азотных удобрений. Оставшиеся удобрения можно вносить дробно с помощью специальных устройств – гидродокормщиков или узлов внесения удобрений в форме аммиачной селитры (46 % азота), двойного суперфосфата (42 % P_2O_5) и калийной селитры (62 % K_2O) вносили с поливной водой в качестве подкормки.

Для проведения опытов был выбран сорт картофеля ВР 808 – продукт немецко-голландской агрофирмы компания KWS Potato B.V. Данный сорт картофеля, начиная с 2013 г. в России прошел испытания. После этого он был внесен в Госреестр и рекомендован для регионов Северо-Кавказского и Центрально-Черноземного (рис. 2.7).

Сорт картофеля «ВР 808» является среднеранним сортом, период образования технически зрелых клубней от появления первых всходов составляет примерно 70-

80 суток. Форма клубней данного сорта – овальная, продолговатая. Размеры средние или крупные – отмечают очень длинные клубни. Масса картофеля изменяется от 80 г до 110 г. Кожура клубней гладкая, плотная, желтая, с мелкими поверхностными глазками, что значительно облегчает мытье, чистку и другие процедуры с картофелем.



Рисунок 2.7 – Общий вид картофеля ВР 808

Густота посадки, в зависимости от фракции семенного картофеля, варьируется от 35 до 45 тыс. растений на 1 га, в отдельных случаях до 55 тыс. растений на 1 га. Густоту посадки необходимо рассчитывать так, чтобы к уборке получить 250 тыс. стеблей на 1 га.

Высадка картофеля начинается в конце апреля. Необходима нейтральная температура – не слишком низкая и не слишком высокая. На глубине 8-10 см оптимальная температура в 13 °С тепла. Картофель сажают рядовым способом с помощью картофелесажалок. На сильно увлажнённых территориях картофель сажают на возвышениях. Расстояние между растениями должно быть не менее 20-25 см, «ВР 808» развивает множество клубней. «ВР 808» плохо реагирует на вещества против сорной травы, если применять такие вещества, то только в самом начале вегетационного пе-

риода, когда ростки еще не проросли. Далее уход за данным сортом ничем не отличается от других: окучивание, мульчирование, полив.

Содержание крахмала в сорте картофеля ВР 808 варьируется в пределах от 16 до 19 %. Потребительские качества хороший вкус, много полезных веществ. Количество клубней в кусте более 10. Лежкость 95 %, а урожайность достигает до 24,5 т/га (рис. 2.8).



Рисунок 2.8 – Общий вид количество клубней в кусте картофеля ВР 808

Предшественниками картофеля являются лук, морковь и зерновые культуры. Более благоприятная почва для картофеля – после лука.

Картофель ВР 808 имеет следующие достоинства и недостатки:

- высокий уровень товарной урожайности;
- высокие вкусовые качества;
- высокая устойчивость к заболеваниям;
- длительное хранение;

- засухоустойчивость;
- крупные клубни;
- нетребовательность к типу почвы;
- обильный урожай.

Из недостатков можно отметить в основном среднюю устойчивость к механическим повреждениям.

Таким образом, можно отметить, что чипсовый сорт картофеля ВР 808 отзывчив на удобрения, а особенно на ранних этапах развития требователен к азотному питанию, которое напрямую влияет на его продуктивность. Поэтому при расчете доз минеральных удобрений необходимо учитывать вынос основных элементов с урожаем растений.

3 УПРАВЛЕНИЕ ОСНОВНЫМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ЧИПСОВОГО КАРТОФЕЛЯ ВЕСЕННЕЙ ПОСАДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЖДЕВАНИЯ

3.1 Режим орошения чипсового картофеля с использованием дождевания при весенней посадке

Нам известно, что в основном водный режим почвы является главным фактором для получения планируемой урожайности картофеля весенней посадки. В связи с этим можно отметить, что как нехватка влаги в почве, так и ее избыток приблизительно одинаково влияют на развитие растений. При этом снижается урожайность сельскохозяйственных культур и ухудшается экологическое состояние орошаемых земель [25, 70, 89, 95, 106, 121, 137, 139, 142].

В настоящее время для успешного выращивания овощных культур, в том числе картофеля весенней посадки, оптимизация режима орошения как неотъемлемого фактора имеет первостепенное значение. Он определяет производительность и качество продукции с гектара, общие и эксплуатационные затраты на ресурсы, потребность в водных и энергетических ресурсах, а также состояние охраны почв. В связи с этим для повышения эффективности оросительной мелиорации необходимо совершенствовать режим орошения, технологию полива, его механизацию и автоматизацию, создавать новые, более производительные способы полива [78, 93, 105, 110].

При современной экономической оценке системы ведения сельскохозяйственного производства, прежде всего особое внимание уделяют применяемым видам орошения и технике полива, которые зависят от многих факторов и условий. В связи с этим немаловажное значение имеет дождевание – более совершенный способ полива, обеспечивающий благоприятные условия для развития и формирования стабильного урожая сельскохозяйственных культур. Следовательно, в зависимости от условий эксперимента для обеспечения оптимального уров-

ня влажности глубина активного слоя почвы при выращивании картофеля была установлена на отметке 0,4 м.

Учитывая вышеизложенное, одним из резервов для улучшения качества продукции и повышения производства картофеля служит разработка научных основ оптимизационных условий выращивания, совершенствование технологии его производства применительно к условиям Волгоградской области, поэтому вызывает особый интерес возделывание районированных раннеспелых сортов, которые способны давать хороший урожай до наступления высоких температур воздуха и почвы. Таковым является среднеранний чипсовый сорт картофеля «BP 808».

Для расчета оптимального водного режима почвы при выращивании картофеля необходимо, в зависимости от водно-климатических условий, своевременно применять региональные агротехники, определять количество и нормы поливов, способы орошения и другие мероприятия.

В течение вегетации потребность картофеля в воде заметно изменяется. В целом, в зависимости от условий года количество поливов колеблется от 5 до 11, причем половина из них приходится на период наиболее интенсивного роста растений и клубнеобразования – фазы бутонизации и цветения (табл. 3.1).

Таблица 3.1 – Режим орошения картофеля за 2018-2020 гг.

Нижний порог влажности почвы, % НВ	Годы исследований	Общее число поливов, шт.	Поливная норма, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га
70	2018	7	380	2660
	2019	6		2280
	2020	5		1900
	средняя	6		2280
80	2018	11	270	2970
	2019	9		2430
	2020	8		2160
	средняя	9		2520
70-80	2018	10 (3 / 7)	380 / 270	3030
	2019	9 (3 / 6)		2760
	2020	8 (3 / 5)		2490
	средняя	9 (3 / 6)		2760

Полученные данные показывают, что поливная норма в зависимости от предполивной влажности почвы составляет 270-380 м³/га, а оросительная норма изменяется в среднем на уровне от 2280 до 2760 м³/га.

При дифференцированном режиме орошения (третий вариант) нижний порог влажности почвы поддерживали от посадки до фазы бутонизации 70 % НВ, а от фазы цветения до конца вегетации – 80 % НВ. В зависимости от года исследования самая высокая оросительная норма сложилась в сухой 2018 г. и изменялась в пределах 2660-3030 м³/га.

Максимальная оросительная норма формировалась на варианте с влажностью почвы на уровне 70-80 % НВ и равнялась в среднем 2760 м³/га. В среднем за годы исследований оросительная норма при выращивании чипсового картофеля по вариантам опыта составила 2280 м³/га при 70 % НВ, 2520 м³/га при 80 % НВ и 2760 м³/га при 70-80 % НВ (приложения Е, Ж, И, К).

3.2 Определение величины суммарного водопотребления в зависимости от варианта опыта чипсового картофеля весенней посадки при дождевании

В настоящее время оптимизация режима орошения имеет первостепенное значение как неотъемлемый фактор агрометеорологического развития. Он определяет производительность и качество продукции с гектара, общие и эксплуатационные затраты на ресурсы, а также потребность в водных и энергетических ресурсах. При проектировании режимов орошения сельскохозяйственных культур прежде всего необходимо учитывать почвенно-климатические условия региона, а также среднесуточные расходы воды и суммарное водопотребление растений.

Расход воды на поле регулируется в той или иной степени самими растениями, в определенной степени связанными с совокупным воздействием метеорологических факторов. Потребление воды растениями – сложный агрофизиологический процесс, который зависит от плодородия почвы, биологических особенностей культуры, сорта, способа полива климата и метеорологических условий года.

В связи с этим общий расход воды на одну и ту же культуру колеблется в широких пределах.

Растения в процессе своей жизнедеятельности потребляют определенное количество воды, которая для них является главным фактором, и в связи с этим в течение вегетации суммарное водопотребление имеет значение как количественный показатель [79, 82, 110, 123, 124, 128, 131, 132].

Картофель очень чувствителен к температурным условиям воздуха и почвы. Поэтому правильный режим орошения может значительно снизить негативные явления. При этом поливная вода выравнивает температурный режим в слоях почвы, тем самым активизируя микробиологические процессы и влияя на развитие растений. При недостатке влаги и высоких температурах воздуха прекращается рост клубней, и их кожура грубеет.

Необходимо отметить, что картофель требователен к влажности почвы, но при этом, в зависимости от фазы вегетации картофеля, водный режим почвы неодинаково влияет на рост и развитие растений. В связи с этим картофель, в зависимости от фазы вегетации, по-разному реагирует на недостаток или переизбыток влаги. Из-за избыточной влаги в период формирования всходов семена картофеля начинают гнить в почве, стеблестой становится редким. Особенно на фоне низких температур также увеличивается вероятность развития ризоктонии.

При переходе от прохладной погоды к жаре, когда почва сильно переувлажнена, резко проявляется увядание листьев. Когда происходит налив и в эту фазу развития картофель недополучает влаги в нужном количестве, то тогда, в основном ограничиваются темпы роста и развития клубней, а далее снижается их размер, происходит возможная деформация клубней и ускоряется увядание (рис. 3.1).

Учитывая вышеизложенное, можно отметить, что уточнение величины суммарного водопотребления картофеля сопряжено со сложностями, так как на результат влияют различные факторы, и следовательно, не существует однозначного подхода к определению этого показателя. В связи с этим данный вопрос представляет научный интерес и требует для дальнейшего изучения.






				
Всходы	Рост ботвы	Смыкание рядков	Налив	Созревание клубней
Задержка всходов	Ограниченное развитие растения и листы	Ограниченное развитие растения и листы	Ограниченное развитие растения и клубней	Ограничение относительной плотности клубней
Ограниченное развитие активной корневой системы	Ограниченное формирование клубней	Ограниченное формирование клубней	Снижение размера клубней	Снижение размера клубней
Ограниченное развитие растения и стеблей	Снижение количества клубней	Снижение количества клубней	Возможная деформация клубней	
			Ускорение увядания	

Рисунок 3.1 – Влияние водного режима почвы на рост и развитие картофеля в зависимости от фазы вегетации

За годы исследований суммарное водопотребление чипсового картофеля в среднем за годы исследования составило 3502-3921 м³/га. В зависимости от года исследования самое высокое суммарное водопотребление сложилось в 2018 г. и изменялось в пределах 3534-3858 м³/га. Наибольшее суммарное водопотребление получено в варианте с поддержанием предполивной влажности почвы на уровне 70-80 % НВ и изменялось в пределах от 3855 до 4050 м³/га (табл. 3.2).

Таблица 3.2 – Суммарное водопотребление и его структура
на посевах картофеля за 2018-2020 гг.

Предпо- ливая влажность почвы, % НВ	Годы ис- следова- ний	Используйва- ние запасов почвенной влаги		Осадки		Ороситель- ная норма		Суммар- ное водо- потребле- ние, м ³ /га
		м ³ /га	%	м ³ /га	%	м ³ /га	%	
70	2018	481	13,6	393	11,1	2660	75,3	3534
	2019	496	13,6	861	23,7	2280	62,7	3637
	2020	489	14,7	944	28,3	1900	57,0	3333
	средняя	489	14,0	733	20,9	2280	65,1	3502
80	2018	462	12,1	393	10,3	2970	77,6	3825
	2019	453	12,1	861	23,0	2430	64,9	3744
	2020	447	12,5	944	26,6	2160	60,8	3551
	средняя	454	12,2	733	19,8	2520	68,0	3707
70-80	2018	435	11,3	393	10,2	3030	78,5	3858
	2019	429	10,6	861	21,3	2760	68,1	4050
	2020	421	10,9	944	24,5	2490	64,6	3855
	средняя	428	10,9	733	18,7	2760	70,4	3921

Анализируя данные, полученные в таблице 3.2, можно отметить, что в структуре суммарного водопотребления оросительная норма в среднем за три года составила 65,1-70,4 %, а осадки – 18,7-20,9 %. При этом в среднем оросительная норма в зависимости от режима орошения на первом, втором и третьем вариантах соответственно составила 2280 м³/га, 2520 м³/га и 2760 м³/га.

В исследовании уровень грунтовых вод в структуре суммарного водопотребления не был учтен, так как находился ниже 3,7 м.

В структуре суммарного водопотребления при поддержании влажности почвы на уровне 70-80 % НВ установлено, что оросительная норма в зависимости от года исследования составила 64,6-78,5 %, а осадки – 10,2-24,5 %. При этом использование запасов почвенной влаги имело наименьшее значение в структуре суммарного водопотребления и в среднем за три года исследований в зависимости от вариантов опыта составило 10,9-14,0 % (рис. 3.2).

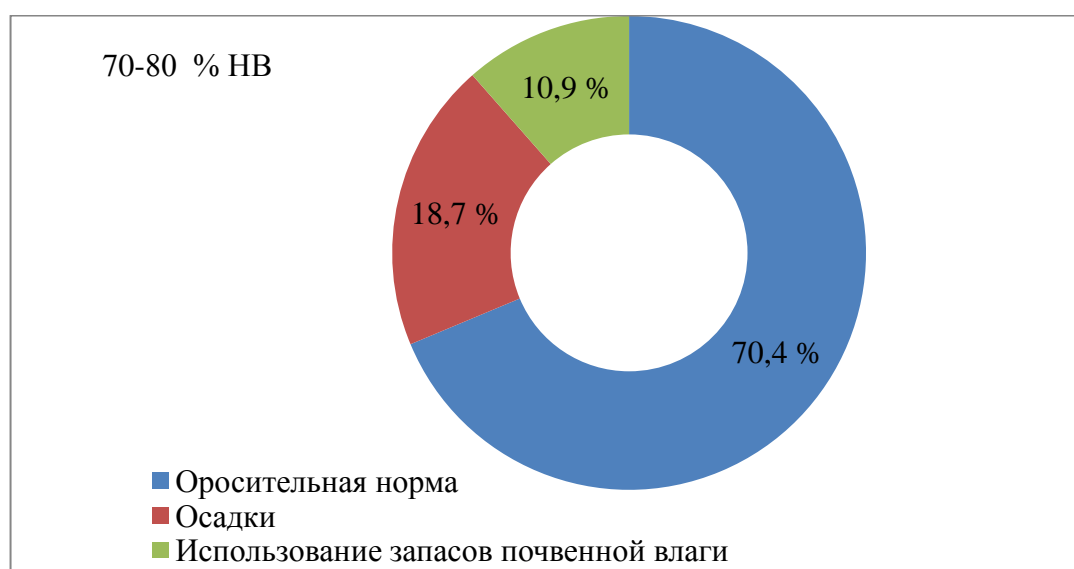
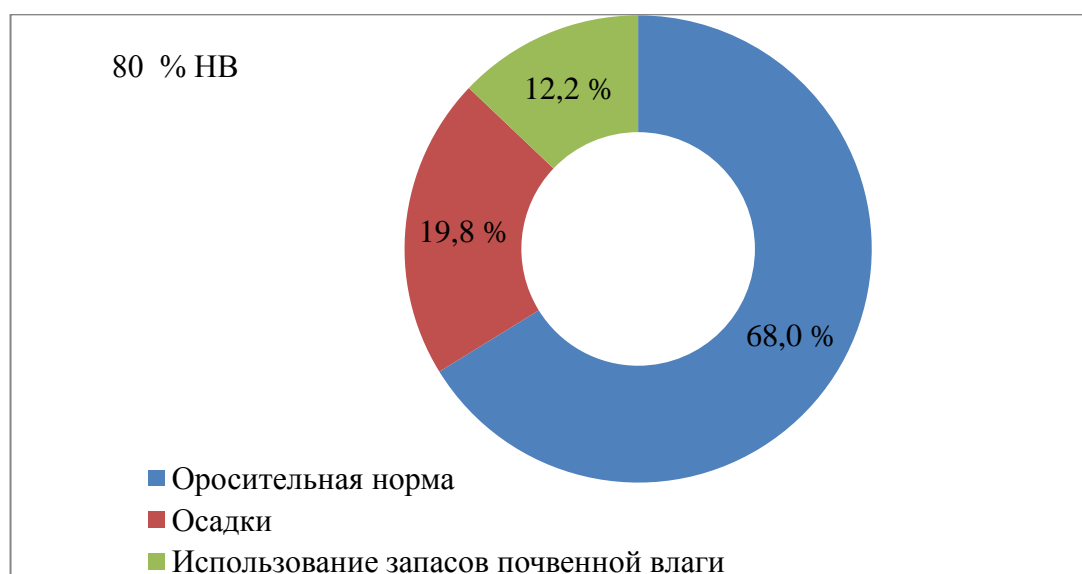
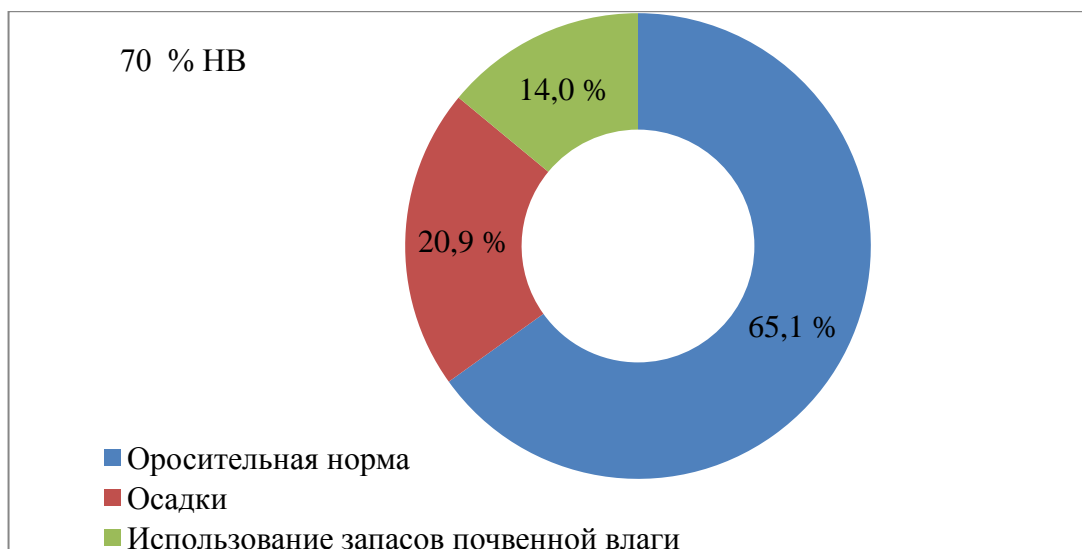


Рисунок 3.2 – Структура суммарного водопотребления на посевах картофеля в среднем за 2018-2020 гг.

В целом можно отметить, что при возделывании чипсового картофеля весенней посадки для получения стабильных урожаев и обеспечения влагой растений основную роль играют климатическая зона региона, агротехника, тип почв, способы полива, количество осадков и другие факторы.

3.3 Коэффициент водопотребления чипсового картофеля весенней посадки по вариантам опыта при дождевании

Растения в течение своей жизни расходуют определенное количество воды на транспирацию. При оптимальных условиях обеспечения питательными веществами и водой интенсивность транспирации достигает наивысшего уровня, но снижается процесс транспирации при нарушении этих условий. В практических целях обычно используют коэффициент водопотребления, т. е. общий объем воды, потребляемой почвой на транспирацию и испарение в расчете на 1,0 т урожая. Почвенная влага используется более экономично по мере повышения плодородия почвы, при этом происходит снижение коэффициента водопотребления [75, 76, 100, 121].

Коэффициент водопотребления не является постоянной величиной и зависит от многих факторов [2, 3, 6, 13, 14, 51, 69, 73, 90, 112, 113, 114, 122]:

- агротехники;
- влагообеспеченности;
- метеорологических особенностей года;
- плодородия почв;
- способов и техники полива;
- физико-географических условий;
- условий испарения и других.

Следует отметить, что при анализе эффективности использования оросительной воды одним из важных показателей является коэффициент водопотребления. Он в основном отражает то количество воды, которое расходуется растениями на единицу урожая [51, 69, 73, 90, 112, 113, 114, 122].

Таким образом, на основе полученных данных установлено, что эффективность использования оросительной воды для картофеля весенней посадки во многом зависит от количества полученного урожая, то есть, прежде всего, от величины коэффициента водопотребления [31, 61, 144].

Учитывая вышеизложенное, в течение трехлетнего исследования были определены величины коэффициентов водопотребления чипсового картофеля весенней посадки при дождевании.

В наших исследованиях опытным путем установлено, что коэффициент водопотребления чипсового картофеля весенней посадки по вариантам опыта при дождевании в среднем составляет 154,4-327,3 м³/т.

При формировании урожая картофеля с применением различных доз удобрений установлено, что внесение удобрений способствует значительному снижению коэффициента водопотребления на образование 1 т клубней картофеля, т. е. чем выше дозы NPK, тем сильнее выражается снижение величины коэффициента водопотребления. Следовательно, на контрольном варианте эта величина колеблется в пределах 282,1-327,3 м³/т.

Однако, по мере увеличения доз удобрений от N₁₃₀P₇₅K₁₀₀ до N₁₉₀P₉₅K₁₄₀ происходит заметное снижение коэффициента водопотребления от 271,5 до 154,4 м³/т (табл. 3.3).

В ходе исследования нами установлено, что в контрольном варианте коэффициент водопотребления чипсового картофеля в среднем за 2018-2020 гг. при влажности почвы 70 % НВ принимал наибольшие значения на 1 т урожая на уровне 327,3 м³.

Таблица 3.3 – Коэффициенты водопотребления картофеля
весенней посадки в среднем за 2018-2020 гг.

Режим орошения, % НВ	Суммарное водопотребление, м ³ /га	Коэффициенты водопотребления, м ³ /т			
		Без удобрения (контроль)	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀
70	3502	327,3	271,5	208,5	181,5
80	3707	306,4	255,7	195,1	164,0
70-80	3921	282,1	242,0	180,7	154,4

В результате анализа полученных данных установлено, что коэффициент водопотребления при внесении минеральных удобрений снижается на 25-30 и более процентов. Представленные данные показывают, что орошение и минеральное питание эффективно влияют на рост и развитие картофеля и способствуют повышению урожайности данной культуры (приложение Л). Так, например, в среднем за три года коэффициент водопотребления в контрольном варианте на фоне влажности почвы 80 % НВ составил 306,4 м³/т, а при влажности 70-80 % НВ – 282,1 м³/т.

При применении различных норм удобрений в диапазоне от N₁₃₀P₇₅K₁₀₀ до N₁₉₀P₉₅K₁₄₀ было установлено, что коэффициент водопотребления изменялся на уровне 271,5-154,4 м³/т. В связи с этим среднее значение удельного расхода воды в наших исследованиях снизилось на 33,2 % за 3 года. Это указывает на то, что при улучшении состояния почвы происходит снижение водопотребления (рис. 3.3).

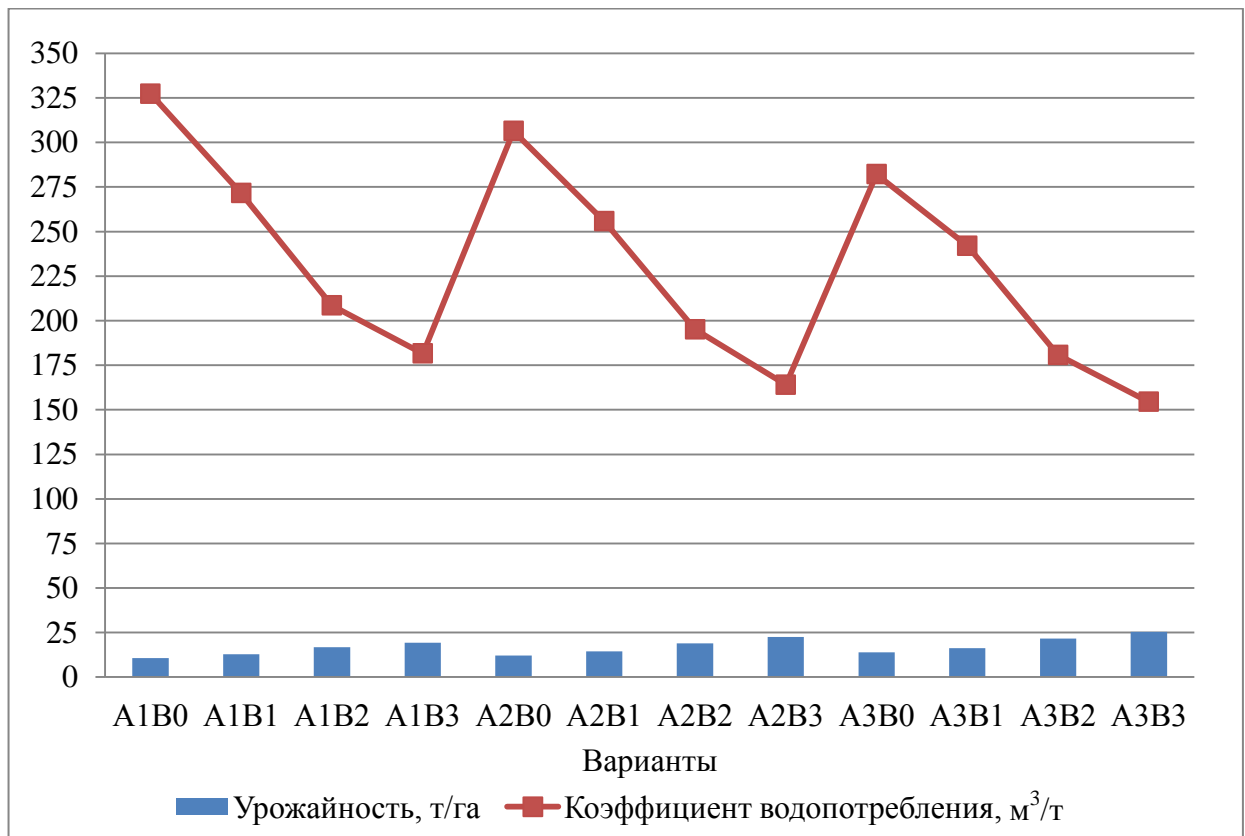


Рисунок 3.3 – График изменения коэффициента водопотребления и урожайности картофеля весенней посадки в среднем по вариантам опыта

Снижение водопотребления и соответственно повышение продуктивности картофеля за весь вегетационный период зависят от регулирования влагосодержания в почве, которое является ключевым фактором. При этом установлено, что наилучшее использование влаги достигалось при влажности почвы 70-80 % НВ. Коэффициент водопотребления в среднем составил 154,4-242,0 м³/т, а удельный расход воды снизился за три года в среднем на 56,2 %. Особую роль при этом играет и количество внесенных минеральных удобрений.

Подводя итог, можно отметить, что чипсовый картофель за вегетационный период демонстрирует наилучшие результаты при внесении минеральных удобрений с нормой N₁₉₀P₉₅K₁₄₀. При этом дифференцированный режим орошения с использованием дождевания обеспечивает наиболее эффективное использование влаги, что и доказывается полученными данными в этом варианте.

Далее, после обработки экспериментальных данных, нами были построены графики зависимости величины коэффициента водопотребления от урожайности картофеля и суммарного водопотребления. Результаты этих графиков представлены на рисунках 3.4 и 3.5.

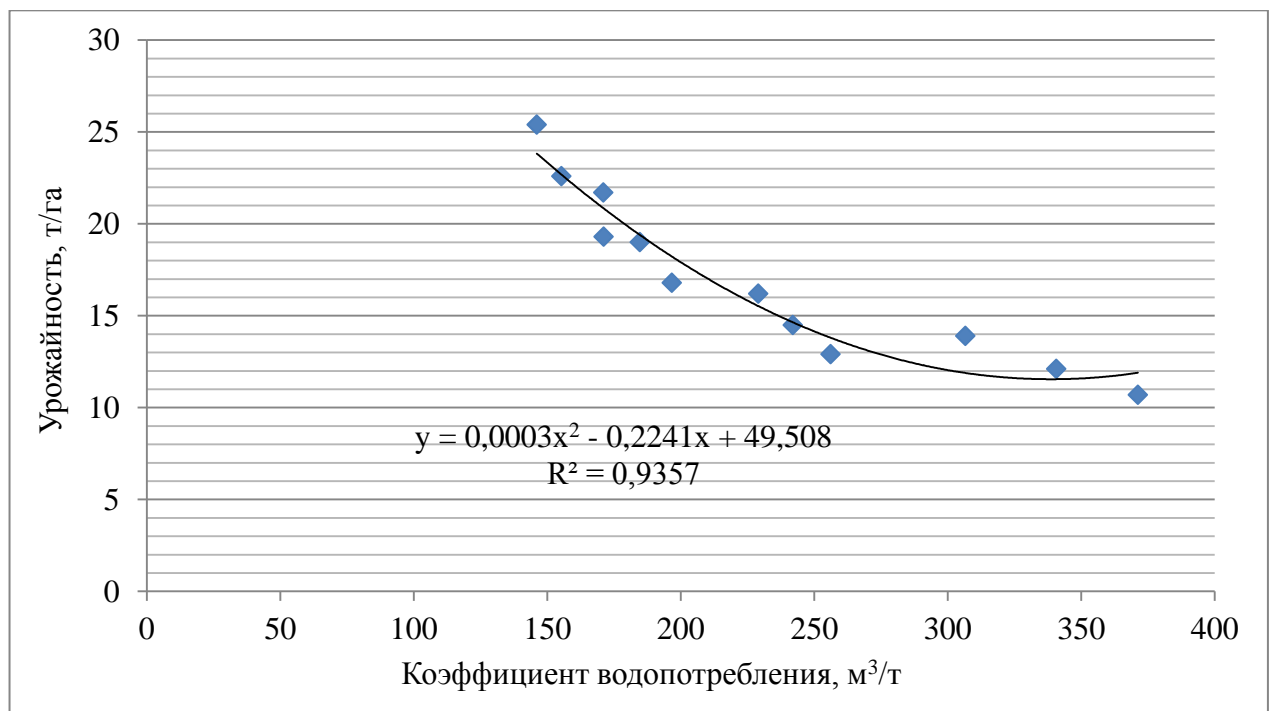


Рисунок 3.4 – Зависимость коэффициента водопотребления от изменения урожайности картофеля весенней посадки

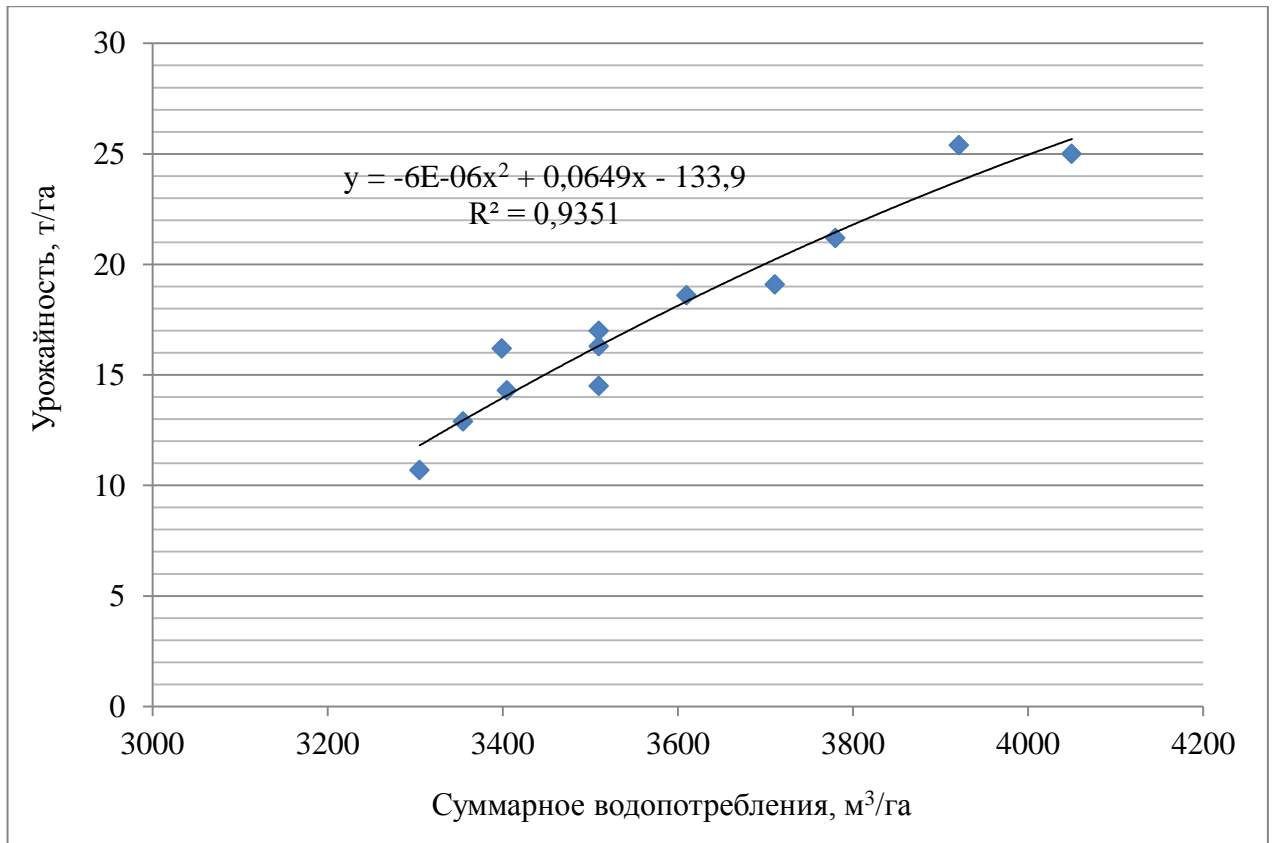


Рисунок 3.5 – Зависимость урожайности картофеля весенней посадки в среднем от суммарного водопотребления

На основании экспериментальных данных, полученных с использованием метода множественной нелинейной регрессии и с применением программы Statistica 10, была получена регрессионная зависимость, описывающая закономерности изменения коэффициента водопотребления картофеля в зависимости от изучаемых факторов (рисунок 3.6).

На основании экспериментальных данных, полученных с применением метода множественной нелинейной регрессии, нами, при использовании программного обеспечения Statistica 10, была установлена регрессионная зависимость.

Зависимость изменения коэффициента водопотребления чипсового картофеля весенней посадки в зависимости от изучаемых факторов на светло-каштановых почвах проиллюстрированная на рисунке 3.6 имеет следующий вид и описывается уравнением полинома второй степени:

$$K_B = 565,4763 - 98,4972 \cdot x - 0,963 \cdot y + 12,7667 \cdot x^2 + 0,0461 \cdot x \cdot y + 0,0066 \cdot y^2, \quad (3.1)$$

где K_v – коэффициент водопотребления в зависимости от изучаемых факторов, m^3/t ; y – суммарная доза удобрения, кг д.в./га; x – варианты опыта.

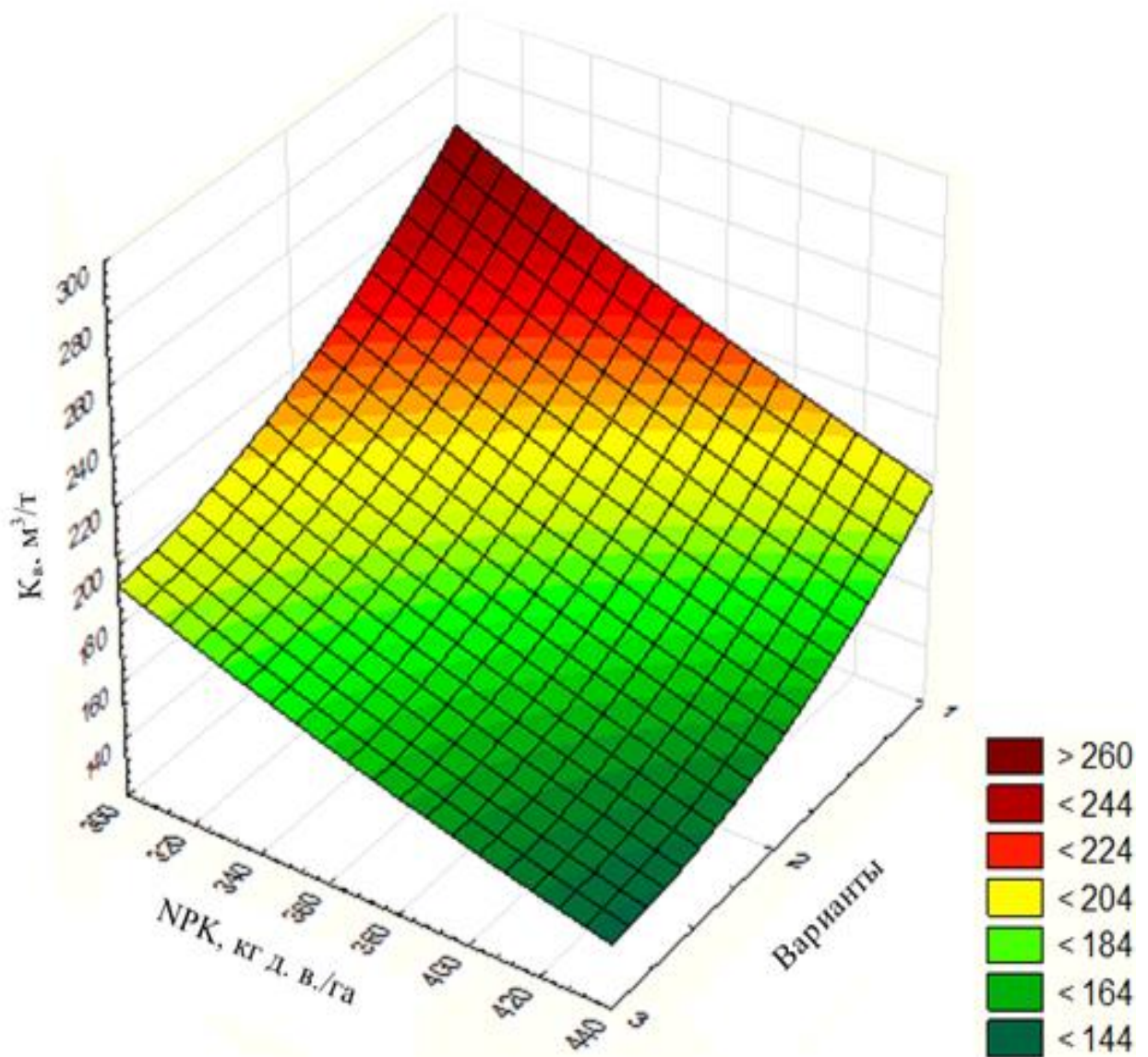


Рисунок 3.6 – График поверхности отклика коэффициента водопотребления в зависимости от количества вносимых удобрений и вариантов опыта

Таким образом, регулирование основных факторов жизни растений на орошаемых землях обеспечивает повышение урожайности картофеля, а значит, увеличивается эффективность оросительной мелиорации. Все это позволяет повысить эффективность использования оросительной воды и продуктивность ее использования при выращивании 1 т картофеля.

3.4 Определение величины затраты воды картофелем при дождевании

В настоящее время оптимизация режима орошения имеет первостепенное значение как неотъемлемый фактор при выращивании картофеля. Он определяет производительность и качество продукции с гектара, общие и эксплуатационные затраты предприятия, потребность в водных и энергетических ресурсах, а также состояние охраны почв. В связи с этим особый интерес представляют определение величины затраты воды картофелем весенней посадки при дождевании за весь вегетационный период [13, 37, 77, 136, 145].

В научных исследованиях для установления эффективности орошения обычно используют два основных показателя: коэффициент водопотребления и затраты оросительной воды.

Учитывая это, при формировании урожая чипсового картофеля с применением различных доз удобрений установлено, что внесение удобрений способствует значительному снижению затрат оросительной воды и коэффициента водопотребления на образование 1 т клубней картофеля. Так, например, затраты оросительной воды в контрольном варианте в зависимости от режима орошения картофеля изменяются от 198,6 до 213,1 м³/т. При внесении удобрений N₁₃₀P₇₅K₁₀₀ эта величина изменяется на 170,3-176,7 м³/т.

По мере увеличения доз удобрений систематически повышается урожай картофеля, снижаются затраты оросительной воды и на II и III фоне удобрений соответственно составляют 127,2-135,7 и 108,7-118,1 м³/т (табл. 3.4).

Таблица 3.4 – Затраты оросительной воды картофеля в среднем за 2018-2020 гг.

Режим орошения, % НВ	Оросительная норма, м ³ /га	Затраты оросительной воды, м ³ /т			
		Без удобрения (контроль)	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀
70	2280	213,1	176,7	135,7	118,1
80	2520	208,3	173,8	132,6	111,5
70-80	2760	198,6	170,3	127,2	108,7

Данные в контрольном варианте показывают, что в наших опытах величина затрат оросительной воды для картофеля весенней посадки в среднем принимала максимальные значения 198,6-213,1 м³/т.

В целом, на основе проведенных исследований установлено, что чем выше урожайность чипсового картофеля весенней посадки, тем ниже расход оросительной воды на производство каждой тонны продукции (рис. 3.7).

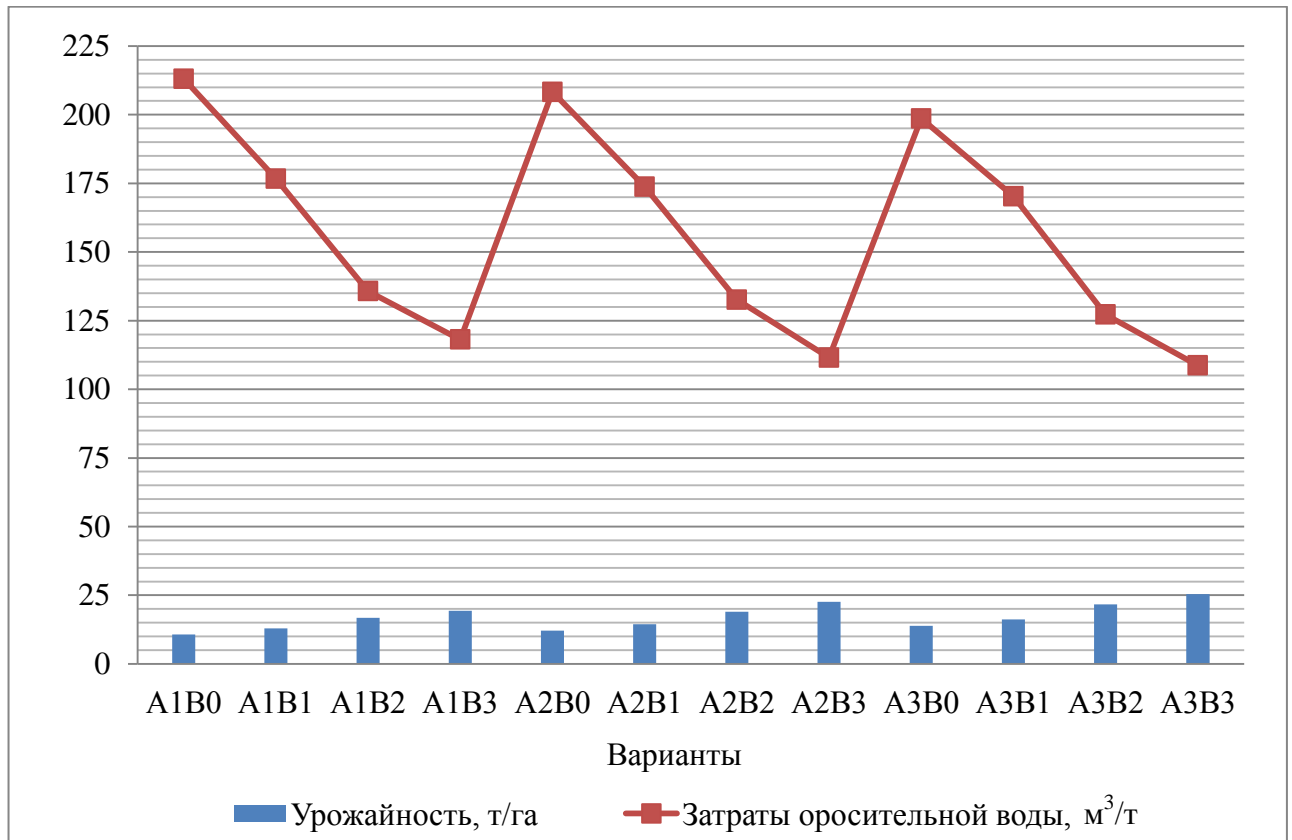


Рисунок 3.7 – График изменения затрат оросительной воды и урожайности картофеля весенней посадки в среднем по вариантам опыта

Анализ данных о затратах оросительной воды для чипсового картофеля весенней посадки в сочетании с различными дозами удобрений показывает, что максимальные ее значения за вегетацию были получены при влажности 70 % НВ. В данном варианте эти величины в среднем изменялись от 118,1 до 176,7 м³/га.

В целом, затраты оросительной воды для чипсового картофеля весенней посадки при дождевании значительно снижаются при улучшении режима орошения и уровня минеральных удобрений.

В ходе исследований установлено, что в повышении урожайности при весенней посадке картофеля эффективность орошения и уровень минеральных удобрений играют ключевую роль, что подтверждается как экспериментальными данными, так и соответствующими графиками. Эти данные подтверждают тесную взаимосвязь между затратами оросительной воды, нормами внесения минеральных удобрений и итоговой урожайностью. Графически представленные зависимости (рис. 3.8, 3.9), отражая эффективность различных вариантов опыта, демонстрируют регрессионную связь между режимами орошения и объемом полученного урожая картофеля.

В результате проведенных исследований выявлена значимая роль орошения и минеральных удобрений в повышении урожайности чипсового картофеля при весенней посадке. Экспериментально подтверждена тесная взаимосвязь между затратами оросительной воды, нормами внесения минеральных удобрений и итоговой урожайностью. Графически представленные зависимости (рис. 3.8, 3.9) демонстрируют регрессионную связь между режимами орошения и объемом полученного урожая картофеля, отражая эффективность различных вариантов опыта.

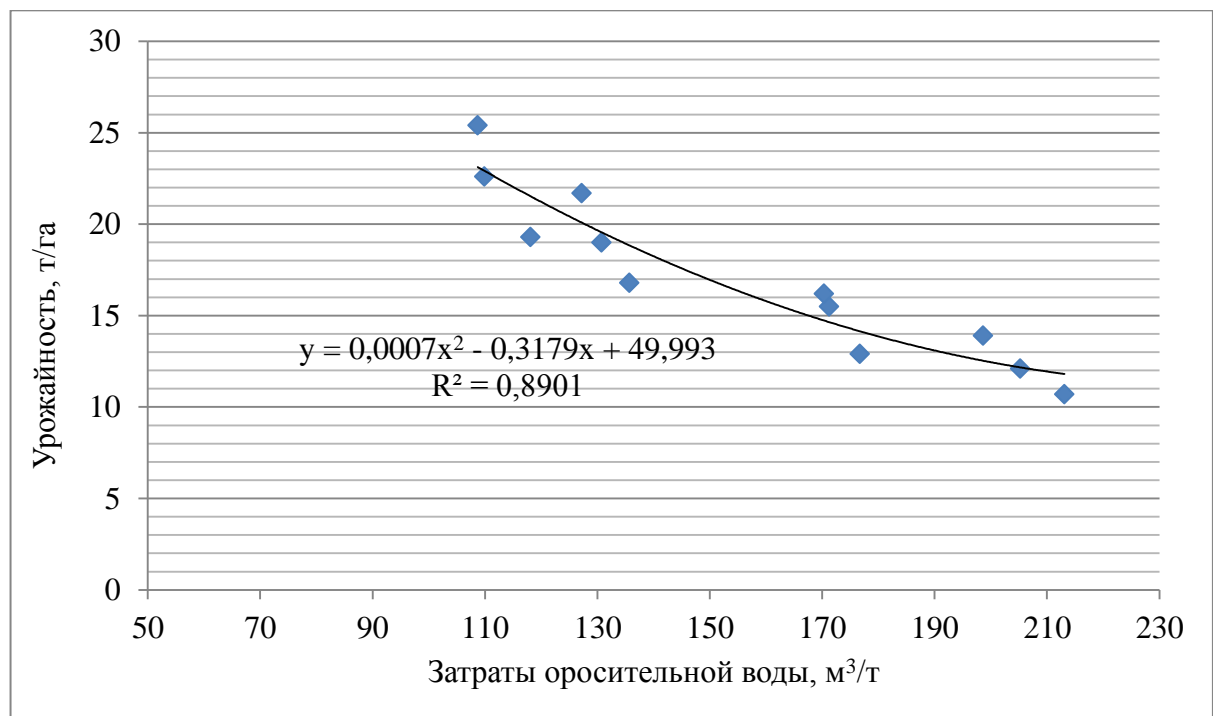


Рисунок 3.8 – Зависимость затрат оросительной воды от изменения урожайности картофеля весенней посадки

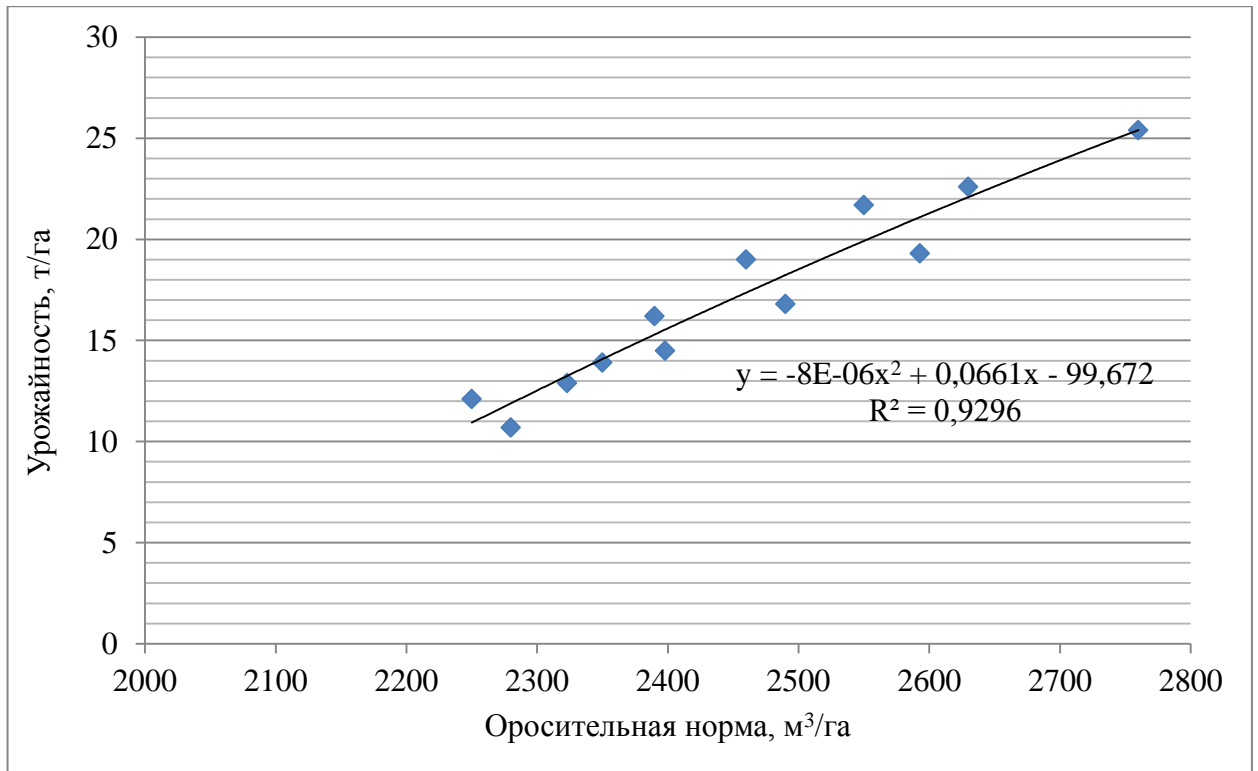


Рисунок 3.9 – Зависимость урожайности картофеля весенней посадки в среднем от оросительной нормы

Таким образом, можно отметить, что растения картофеля нуждаются в глубоко разработанной, достаточно влажной и рыхлой почве, богатой питательными веществами, поэтому основное требование при обработке почвы под картофель – создание максимально глубокого и хорошо разрыхленного пахотного слоя. Это достигается глубокой вспашкой (0,28-0,30 м) обычным плугом или двухъярусной вспашкой плантажным плугом на глубину 0,35-0,37 м. Глубокую вспашку сочетают с внесением повышенных доз удобрений. Учитывая это, при формировании урожая чипсового картофеля с применением различных доз удобрений установлено, что внесение удобрений способствует значительному снижению затрат оросительной воды и коэффициента водопотребления на образование 1 т клубней картофеля.

4 ВЛИЯНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ПОЧВЫ И ДОЗ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ВЕСЕННЕЙ ПОСАДКИ ПРИ ДОЖДЕВАНИИ

4.1 Динамика роста и развития чипсового картофеля весенней посадки в зависимости от варианта опыта

В настоящее время одним из резервов для улучшения качества продукции и повышения производства картофеля служит разработка научных основ оптимизации условий выращивания, совершенствования технологии его производства применительно к условиям Волгоградской области, поэтому особый интерес вызывает возделывание районированных раннеспелых сортов, которые способны давать хороший урожай до наступления высоких температур воздуха и почвы. Таковым является среднеранний чипсовый сорт картофеля «ВР 808» [2, 3, 6, 8].

Ежегодно для получения стабильной урожайности картофеля весенней посадки за весь вегетационный период необходимо устанавливать оптимальный водный режим почвы и своевременно регулировать дозы минерального питания, соблюдая региональные агротехники [78, 62, 98, 108, 134, 138, 143].

Основываясь на результатах проведенных исследований, нами установлено, что первый, третий и шестой этапы фазы роста и развития картофеля весенней посадки протекали почти одновременно.

Ежегодно посадки картофеля производились во второй декаде апреля. Согласно гидротермическим показателям, среднегодовые температуры воздуха в годы проведения исследований были схожими, что создавало неблагоприятные условия для выращивания картофеля без орошения. Поэтому применение дождевания на протяжении всего вегетационного периода нивелировало различия в сроках фаз роста и развития картофеля. Также установлено, что вне зависимости от применения удобрений, фазы роста и развития растений протекали практически одновременно. Продолжительность фаз от появления всходов до наступления технической спелости варьировалась в пределах 1-2 дней в зави-

симости от изучаемых факторов и вариантов опыта. Например, в варианте с нижним порогом 70 % НВ и дозой удобрений на уровне $N_{130}P_{75}K_{100}$ за весь вегетационный период продолжительность вегетации картофеля составила 71 день. Дальнейшее повышение дозы удобрения увеличивало продолжительность вегетации картофеля от 73 до 75 дней. В контрольном варианте в зависимости от фазы роста и развития растений продолжительность принимала наименьшие значения в пределах 70-71 дней (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Продолжительность фазы роста и развития картофеля весенней посадки в зависимости от исследуемых факторов (среднее за 2018-2020 гг.)

Уровень минерального питания, кг д. в./га	Фазы роста и развития, дней						Всходы – техническая спелость
	всходы	буто- низа- ция	цветение	прекращение прироста ботвы	увядание ботвы	техническая спелость	
Уровень предполивной влажности почвы 70 % НВ							
Без удобрения (контроль)	10	16	8	14	14	8	70
$N_{130}P_{75}K_{100}$	10	16	8	14	14	9	71
$N_{160}P_{85}K_{120}$	10	17	8	15	14	9	73
$N_{190}P_{95}K_{140}$	10	18	8	15	15	9	75
Уровень предполивной влажности почвы 80 % НВ							
Без удобрения (контроль)	10	17	8	14	13	8	70
$N_{130}P_{75}K_{100}$	10	17	8	15	13	9	72
$N_{160}P_{85}K_{120}$	10	18	8	15	14	9	74
$N_{190}P_{95}K_{140}$	10	18	8	16	14	9	75
Уровень предполивной влажности почвы 70-80 % НВ							
Без удобрения (контроль)	10	18	8	14	13	8	71
$N_{130}P_{75}K_{100}$	10	18	8	15	13	9	73
$N_{160}P_{85}K_{120}$	10	18	8	16	14	9	75
$N_{190}P_{95}K_{140}$	10	18	8	16	14	10	76

В целом, анализируя полученные данные таблицы 4.1 можно отметить, что продолжительность основных фаз роста и развития чипсового картофеля весенней посадки в зависимости от исследуемых факторов по всем вариантам опыта не сильно оказывала влияние на продолжительность вегетационного периода. В зависимости от исследуемых факторов на однотипных фонах внесение удобрений и созревание картофеля на делянках отмечено почти одновременно.

В результате полученных экспериментальных данных построены графики зависимости продолжительности межфазных периодов чипсового картофеля весенней посадки от уровня минерального питания при разной влажности почвы в среднем за 2018-2020 гг. (рис. 4.1-4.3).

Установлено, что при разной влажности почвы в зависимости от уровня минерального питания в среднем разница в продолжительности межфазных периодов картофеля за 3 года исследований была незначительной и колебалась в пределах 1-2 суток.

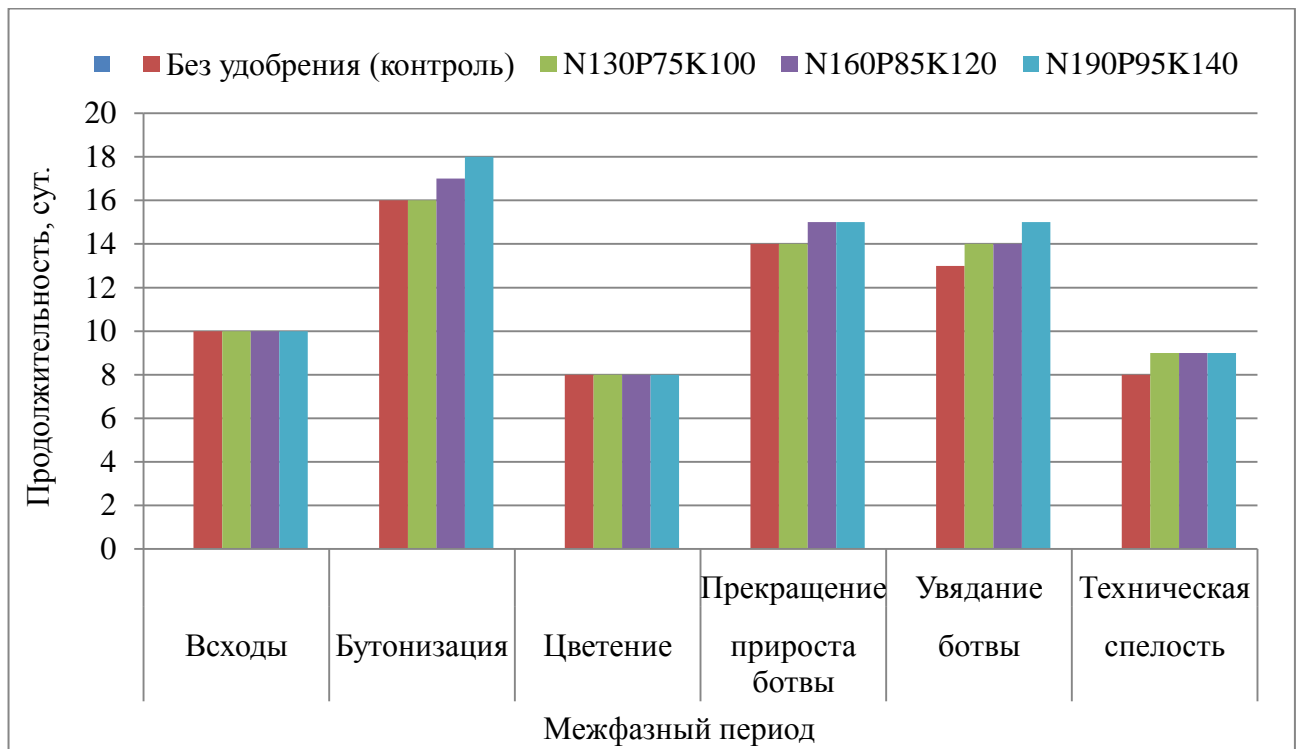


Рисунок 4.1 – Зависимость продолжительности межфазных периодов картофеля от уровня минерального питания при влажности почвы 70 % НВ (среднее за 2018-2020 гг.)

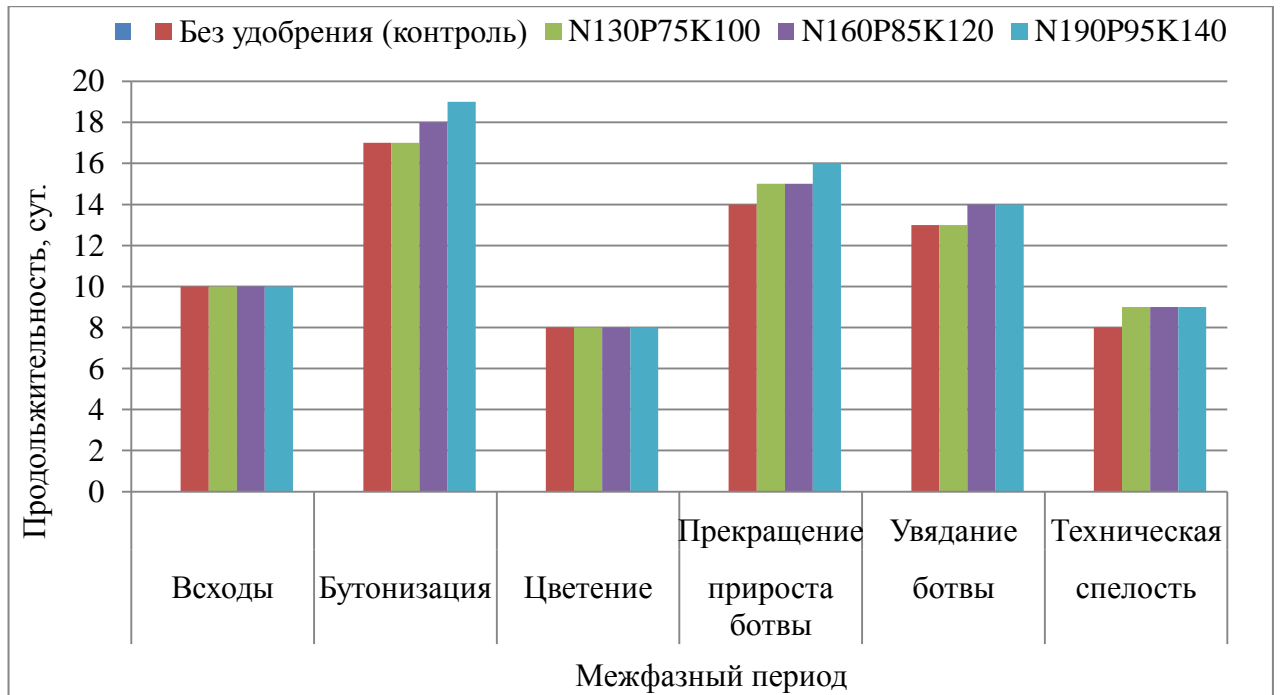


Рисунок 4.2 – Зависимость продолжительности межфазных периодов картофеля от уровня минерального питания при влажности почвы 80 % НВ (среднее за 2018-2020 гг.)

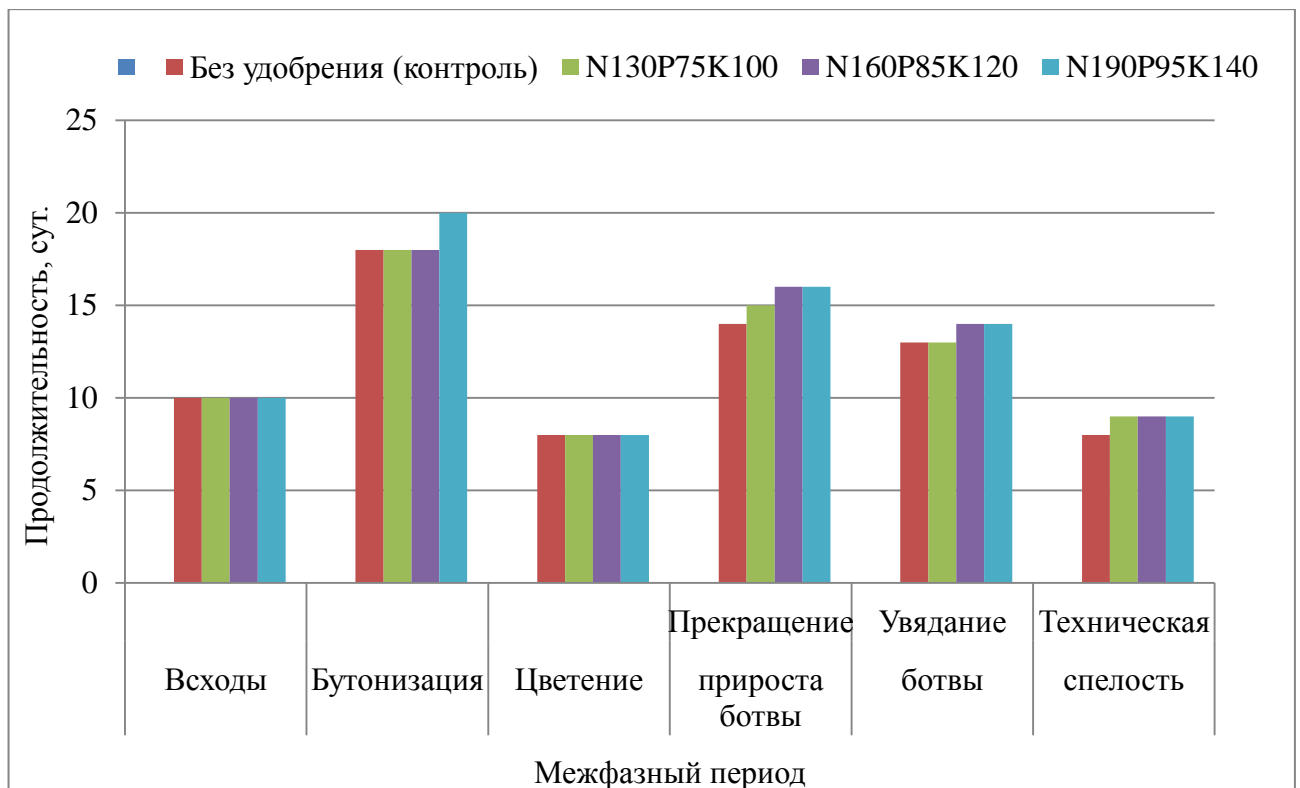


Рисунок 4.3 – Зависимость продолжительности межфазных периодов картофеля от уровня минерального питания при влажности почвы 70-80 % НВ (среднее за 2018-2020 гг.)

В зависимости от влажности почвы продолжительность межфазных периодов у чипсового картофеля весенней посадки при влажности не ниже 70-80 % НВ составила 71-76 дней (приложение М).

Таким образом, от всходов до технической спелости продолжительность вегетационного периода чипсового картофеля по вариантам опыта составила от 71 до 76 суток. При этом максимальный вегетационный период в зависимости от предполивной влажности почвы был отмечен на варианте, где применяли дозы минерального питания на уровне $N_{190}P_{95}K_{140}$, и составил 75-76 суток. Применение различных доз минерального питания увеличивало продолжительность вегетационного периода от всходов до технической спелости от двух до четырёх суток.

4.2 Фотосинтетическая деятельность чипсового картофеля при дождевании

В процессе роста и развития жизнедеятельности любой сельскохозяйственной культуры одним из главных процессов является фотосинтетическая деятельность растений. Поэтому ряд авторов считает, что повышение урожайности в значительной мере связано с фотосинтетической активностью растений, что подтверждается корреляционной связью между продуктивностью и площадью листьев. Следовательно, с развитием листовой поверхности можно определить поглощение солнечной энергии органом растений, т. е. чем больше листовой поверхности, тем и выше поглощение растениями солнечной энергии [74, 94, 93, 109].

В ходе выполнения работ одной из задач исследований являлось установление динамики развития фотосинтетической деятельности чипсового картофеля при дождевании. Поэтому в полевых условиях нам необходимо было установить взаимосвязь влияния различной влажности почвы и дозы минеральных удобрений на урожайность чипсового картофеля весенней посадки.

Анализируя динамику развития площади листовой поверхности можно отметить, что в зависимости от предполивной влажности почвы и применяемых доз удобрений лучший темп прироста наблюдался в фазе «бутонизация» и «цветение» на варианте $N_{190}P_{95}K_{140}$ и при 70, 80, 70-80 % НВ, что соответственно составило 29,9-36,8; 31,2-38,7; 32,7-40,9 тыс. $m^2/га$. На основе полученных данных установ-

лено, что в фазе «всходы» исследуемых вариантов опыта в зависимости от уровня минерального питания площади листовой поверхности не изменились и в среднем составили 7,9 тыс. м²/га (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Нарастание площади листьев в зависимости от исследуемых факторов по фазам развития чипсового картофеля (среднее за 2018-2020 гг.)

Уровень минерального питания, кг д. в./га	Фазы роста и развития, тыс. м ² /га				
	всходы	бутонизация	цветение	прекращение прироста ботвы	увядание ботвы
Уровень предполивной влажности почвы 70 % НВ					
Без удобрения (контроль)	7,9	24,3	30,7	32,4	20,8
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	7,9	26,1	32,5	34,8	22,9
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	7,9	27,2	34,6	36,4	24,6
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	7,9	29,9	36,8	38,2	26,2
Уровень предполивной влажности почвы 80 % НВ					
Без удобрения (контроль)	7,9	25,7	32,6	33,5	21,9
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	7,9	27,5	34,4	35,7	24,1
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	7,9	29,4	36,5	37,3	25,8
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	7,9	31,2	38,7	39,6	27,5
Уровень предполивной влажности почвы 70-80 % НВ					
Без удобрения (контроль)	7,9	26,8	33,4	34,1	23,7
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	7,9	28,6	35,1	36,2	25,6
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	7,9	30,5	37,5	38,4	26,9
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	7,9	32,7	40,9	41,5	28,3

В ходе полевых исследований наибольшие значения прироста площади листьев нами были выявлены в фазе «прекращение прироста ботвы» чипсового картофеля весенней посадки. За три года исследования в зависимости от уровней предполивной влажности почвы и минерального питания в среднем эти значения изменялись от 34,8 до 41,5 тыс. м²/га.

В наших опытах минимальные значения нарастания площади листьев по фазам роста и развития чипсового картофеля весенней посадки, независимо от водного режима почвы, в среднем были получены в контрольном варианте.

Например, при влагообеспеченности 70 % НВ в фазах «прекращение прироста ботвы» и «увядание ботвы» суточный прирост площади листьев изменялся от 32,4 тыс. м²/га до 20,8 тыс. м²/га, а при 80 % НВ и 70-80 % НВ соответственно 33,5 тыс.-21,9 тыс. м²/га и 34,1 тыс.-23,7 тыс. м²/га.

Таким образом, темп прироста площади листовой поверхности в основном формировался в фазах «бутонизация» и «цветение» и в зависимости от исследуемых факторов в среднем за рассматриваемые годы соответственно изменился от 24,3 до 32,7 и от 30,7 до 40,9 тыс. м²/га. Далее, после окончания фазы «цветение» прирост площади листовой поверхности значительно снижался. Этот процесс продолжался до конца периода «прекращение прироста ботвы». Значительное отмирание ботвы по всем вариантам опыта в среднем наблюдалось в фазу «увядание ботвы».

Анализ полученных данных показывает, что за 2018-2020 гг. в среднем динамика прироста площади листовой поверхности чипсового картофеля за вегетационный период в зависимости от уровня предполивной влажности почвы и различных доз минерального питания изменяется по-разному. Например, на всех вариантах опыта в начальной фазе развития «всходы» площадь листьев чипсового картофеля весенней посадки принимала наименьшие значения и изменялась на уровне 7,9 тыс. м²/га.

На варианте с предполивной влажностью почвы 70 % НВ нарастание площади листьев в зависимости от дозы минеральных удобрений формировалось на уровне 26,1-38,2 тыс. м²/га.

Дальнейшие улучшения влажности почвы до 80 % НВ способствовали увеличению площади листьев приблизительно на 1,4 тыс. м² на 1 га или составили в среднем 27,5-39,6 тыс. м²/га.

Более интенсивное формирование листовой поверхности чипсового картофеля происходило в варианте 70-80 % НВ. В этом варианте размер листовой поверхности в зависимости от фазы развития растения (от бутонизации до прекращения прироста ботвы) в среднем изменялся от 28,6 тыс. м² до 41,5 тыс. м² на 1 га (рис. 4.4-4.6).

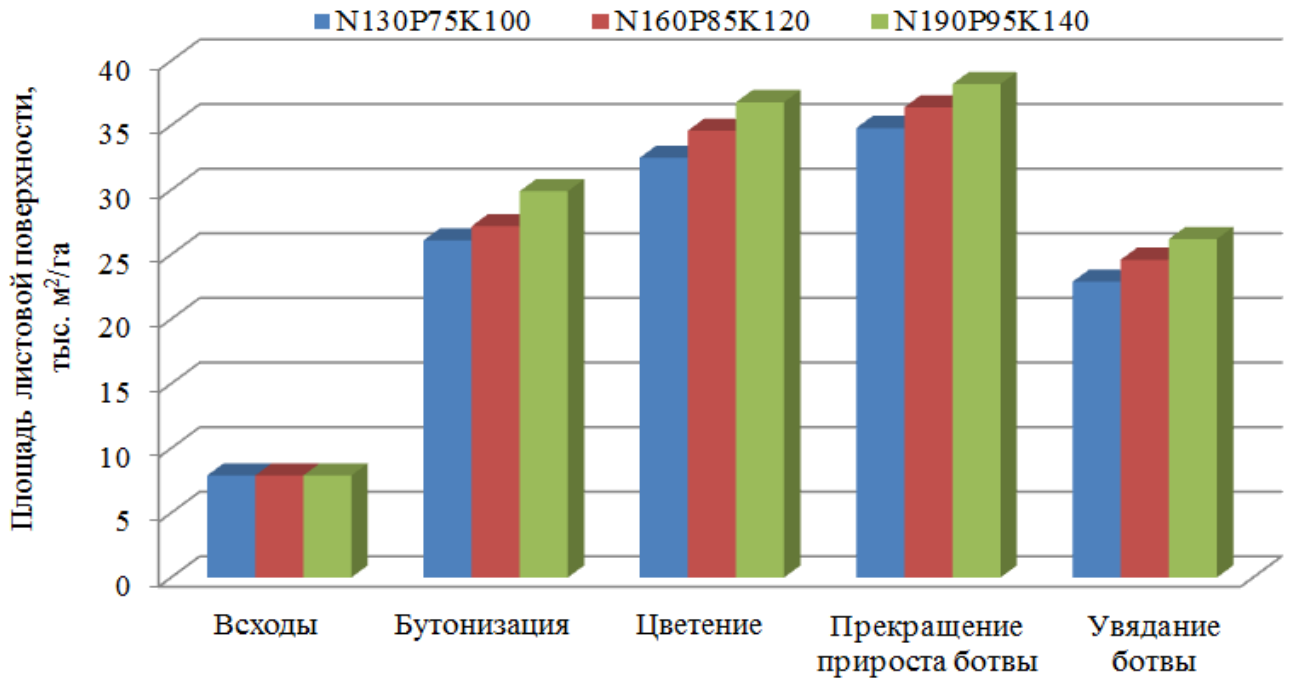


Рисунок 4.4 – Динамика прироста площади листовой поверхности чипсового картофеля весенней посадки за вегетационный период в зависимости от дозы минерального питания при 70 % НВ в среднем за 2018-2020 гг.

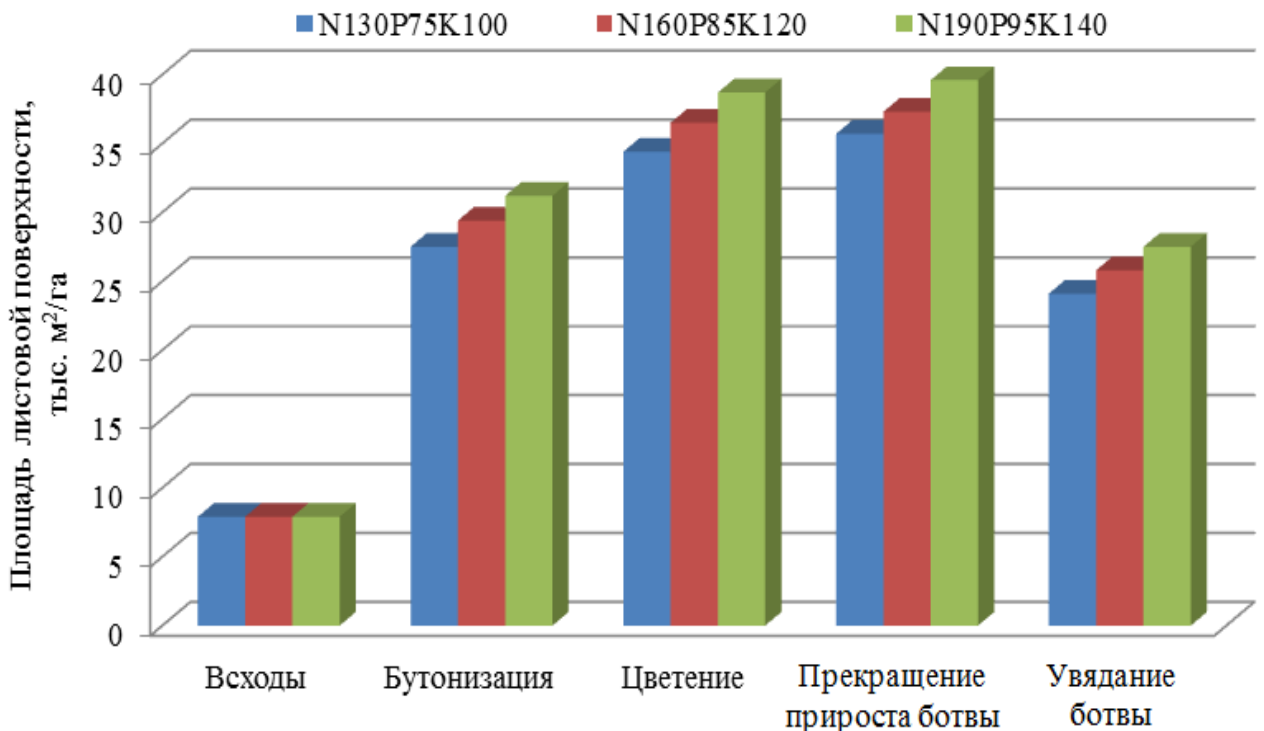


Рисунок 4.5 – Динамика прироста площади листовой поверхности чипсового картофеля весенней посадки за вегетационный период в зависимости от дозы минерального питания при 80 % НВ в среднем за 2018-2020 гг.

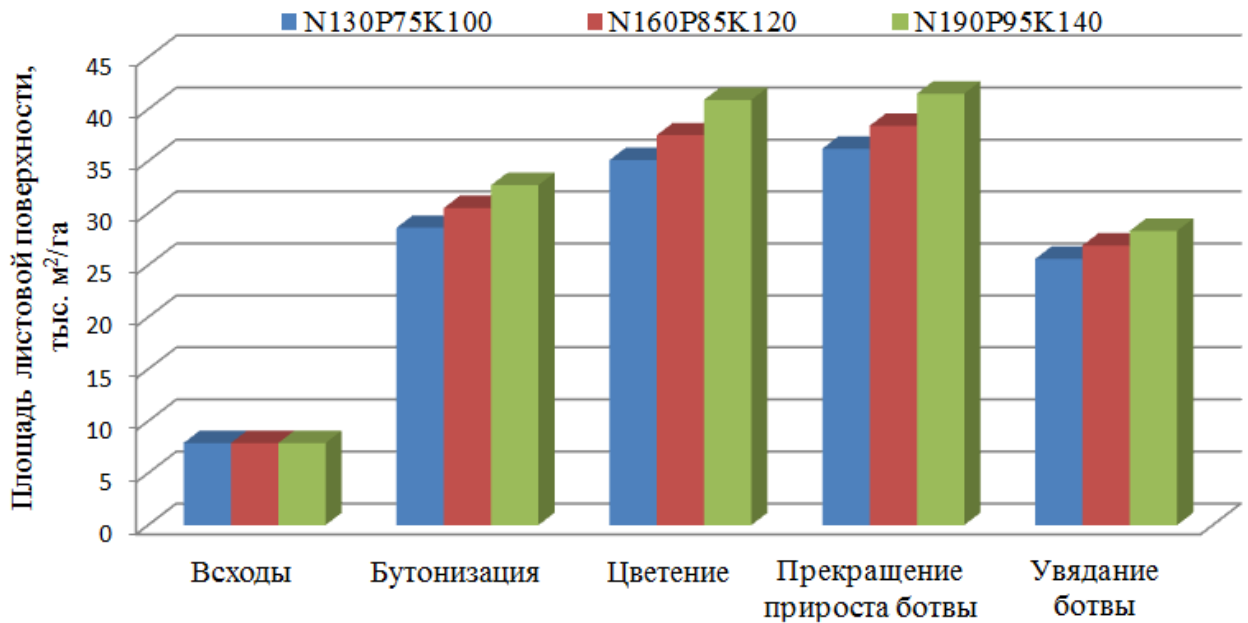


Рисунок 4.6 – Динамика прироста площади листовой поверхности чипсового картофеля весенней посадки за вегетационный период в зависимости от дозы минерального питания при 70-80 % НВ в среднем за 2018-2020 гг.

Анализируя графики 4.1-4.3 видно, что максимальный прирост площади листовой поверхности чипсового картофеля весенней посадки при дождевании за вегетационный период в зависимости от дозы минерального питания в основном формировался на варианте $N_{190}P_{95}K_{140}$.

Подводя итоги, можно отметить, что на всех вариантах опыта результаты наблюдений показали общую закономерность – постепенное увеличение до фазы прекращения прироста ботвы листьев чипсового картофеля весенней посадки и далее снижение площади листовой поверхности в фазе увядания ботвы в зависимости от исследуемых факторов в среднем на 22,9-28,3 тыс. м²/га.

На основе полученных результатов исследований установлена эмпирическая зависимость, которая представлена на рисунке 4.7. Данный график показывает зависимость динамики изменения урожайности чипсового картофеля весенней посадки от внесения суммарных минеральных доз удобрений.

Согласно результатам проведенных исследований установлено, что значительное влияние на увеличение площади листовой поверхности чипсового картофеля оказывают полив и различные дозы минеральных удобрений (рис. 4.8-4.10).

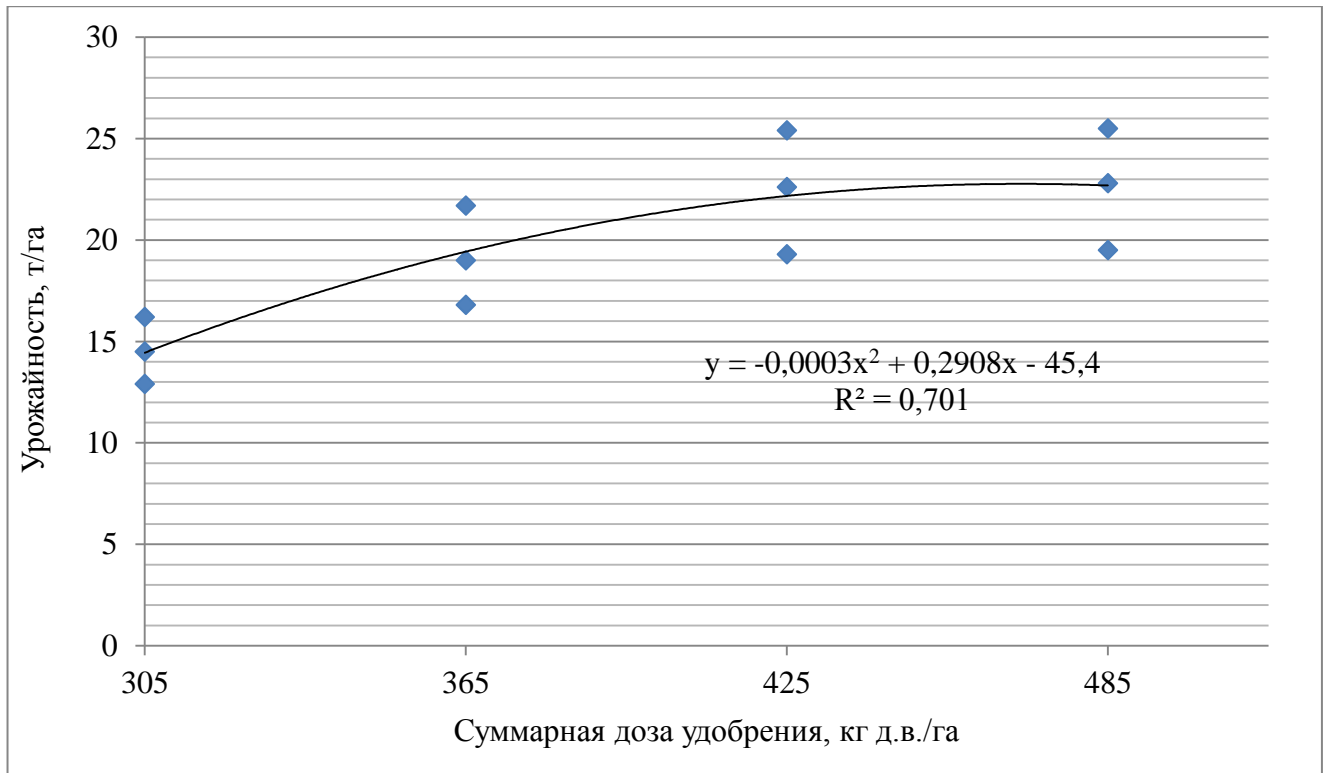


Рисунок 4.7 – Динамика изменения урожайности картофеля весенней посадки от внесения расчетных доз минеральных удобрений, в среднем за 2018-2020 гг.

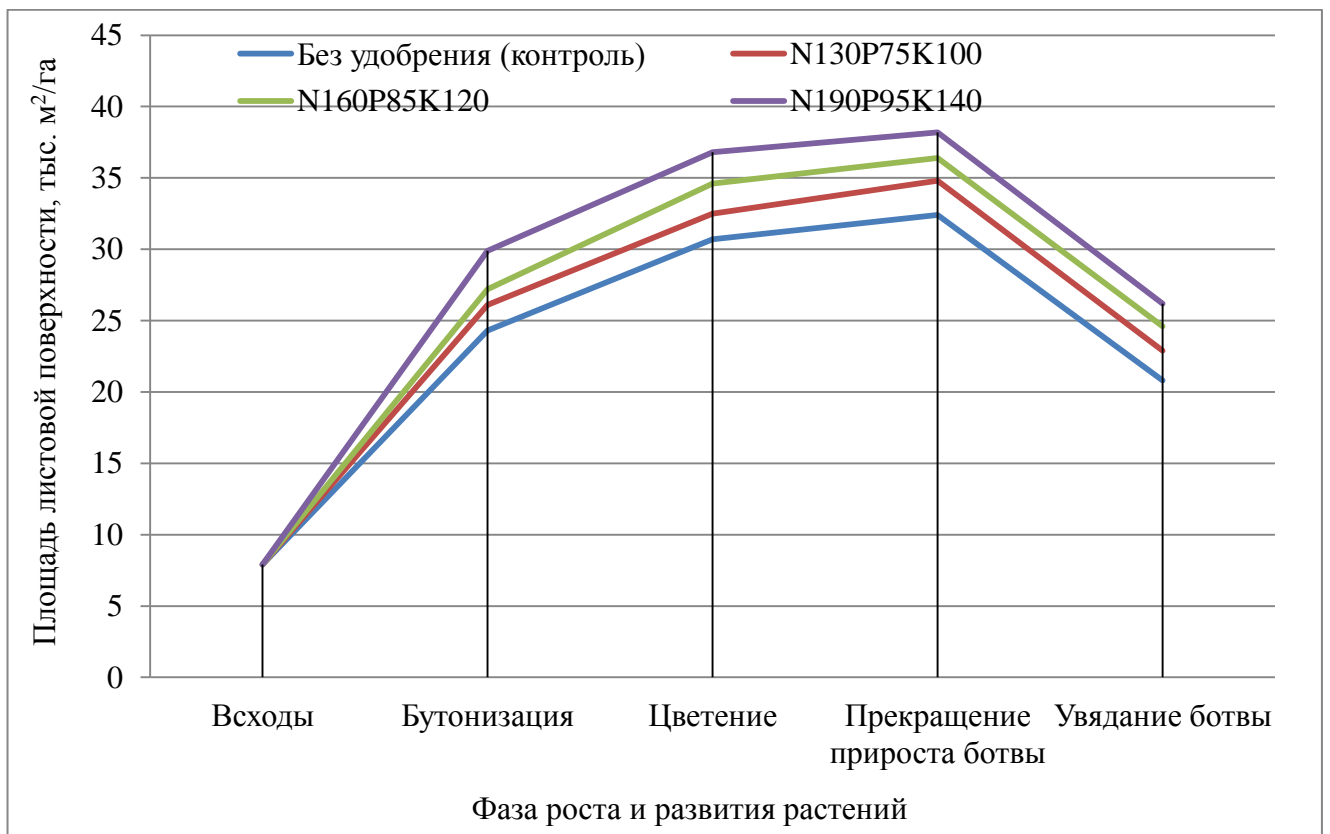


Рисунок 4.8 – Формирование площади листовой поверхности по межфазным периодам в зависимости от дозы удобрений на варианте 70 % НВ

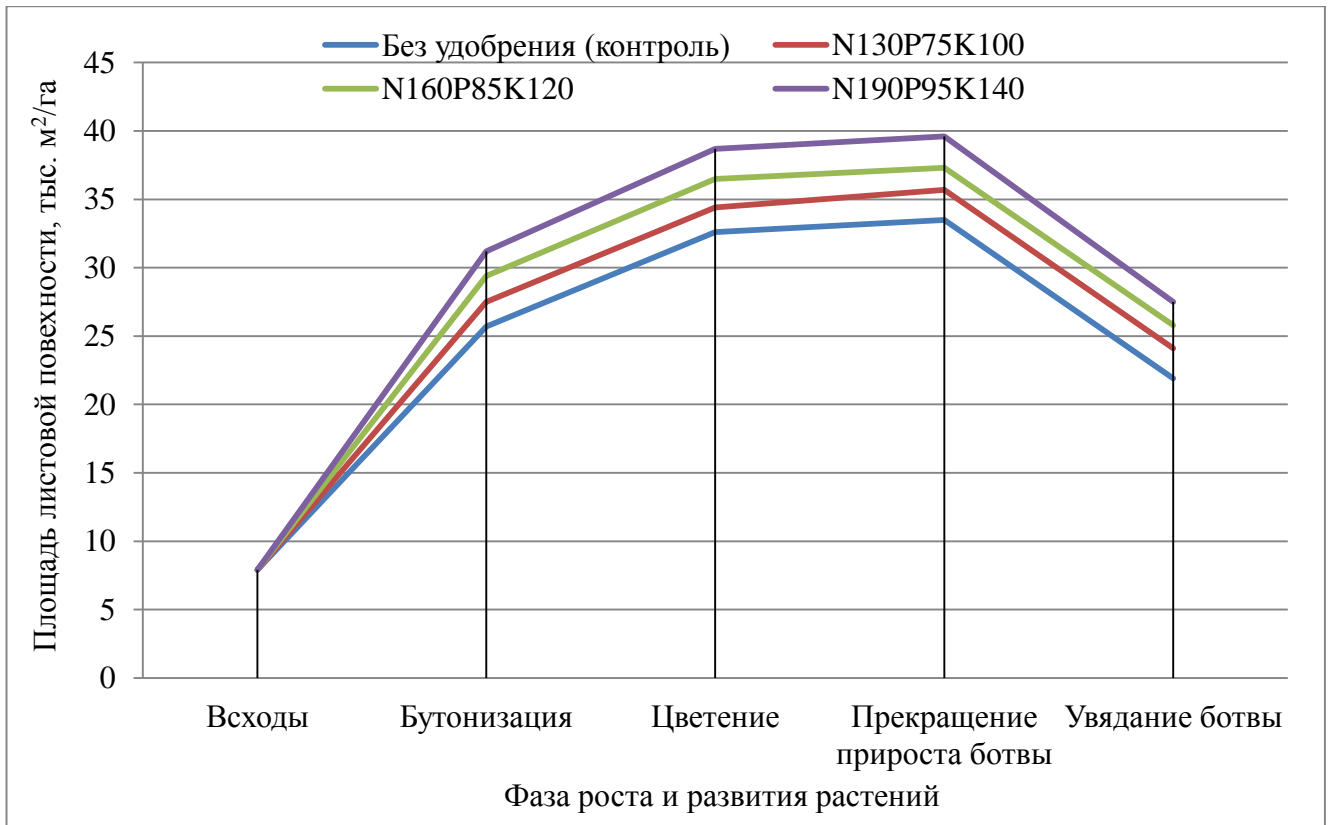


Рисунок 4.9 – Формирование площади листовой поверхности по межфазным периодам в зависимости от дозы удобрений на варианте 80 % НВ

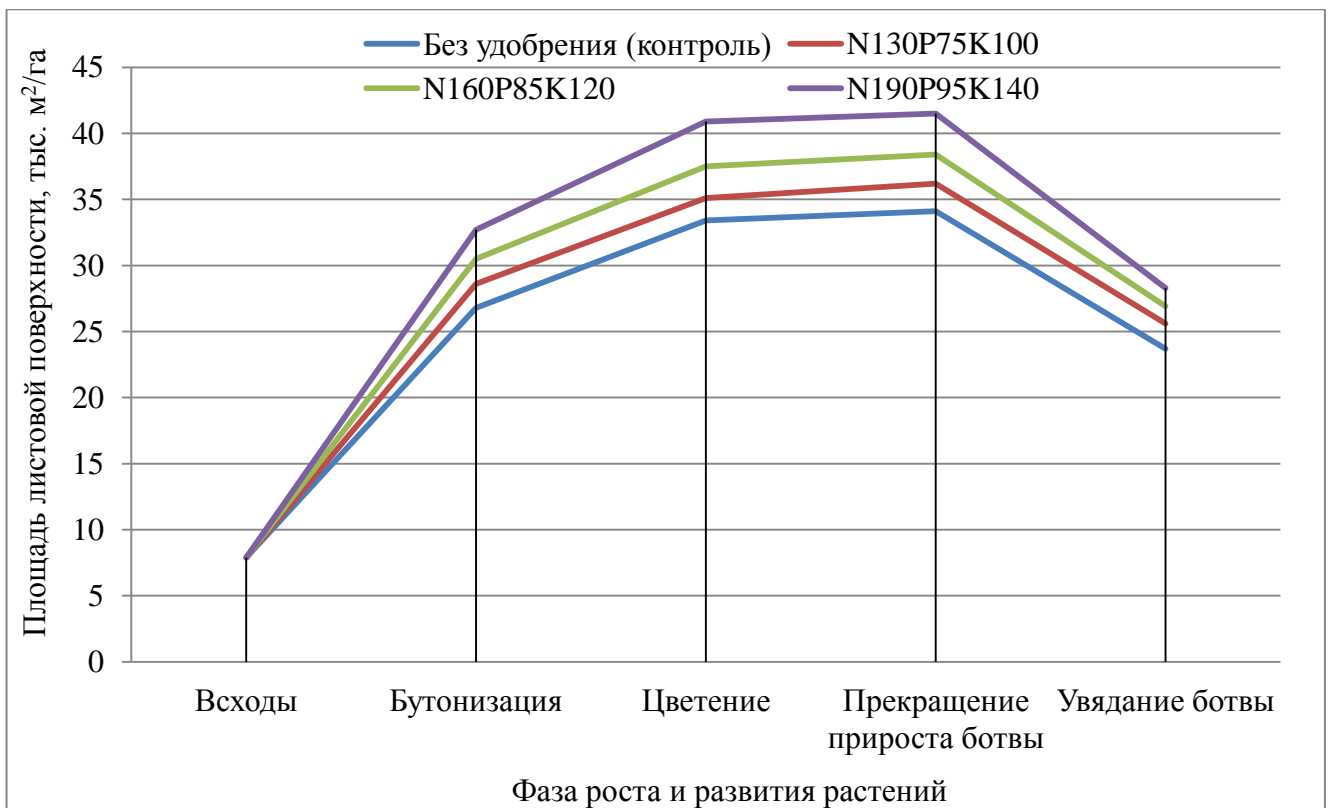


Рисунок 4.10 – Формирование площади листовой поверхности по межфазным периодам в зависимости от дозы удобрений на варианте 70-80 % НВ

В дальнейшем для успешного развития и сбора урожая необходимо наиболее правильное соотношение полива и норм удобрений. По результатам исследования установлено, что с улучшением режима орошения и уровня минерального питания полученные данные при дождевании подтверждали, что площадь листовой поверхности чипсового картофеля значительно возрастала. В связи с этим повышалась и урожайность картофеля.

В ходе трехлетних исследований было установлено, что увеличение доз удобрений от $N_{130}P_{75}K_{100}$ до $N_{190}P_{95}K_{140}$ положительно влияет на площадь листовой поверхности картофеля: например, при режиме орошения поддерживающем влажность почвы не ниже 70 % НВ площадь составляла от 34,8 до 38,2 тыс. м²/га; при режиме орошения 80 % НВ от 35,7 до 39,6 тыс. м²/га; при режиме орошения 70-80 % НВ – от 36,2 до 41,5 тыс. м²/га. В контрольном варианте площадь листьев чипсового картофеля имела наименьшие размеры и при режиме орошения 70, 80 и 70-80 % НВ соответственно составила 31,2, 31,9 и 32,3 тыс. м²/га (табл. 4.3).

Таблица 4.3 – Динамика формирования площади листовой поверхности чипсового картофеля по вариантам опыта в зависимости от влажности почвы и доз минеральных удобрений в среднем за 2018-2020 гг.

Урожайность, т/га	Предполивная влажность почвы, % НВ	Доза минеральных удобрений, кг д. в./га	Площади листовой поверхности, тыс. м ² /га
10,7	70	Без удобрений	31,2
12,9		$N_{130}P_{75}K_{100}$	34,8
16,8		$N_{160}P_{85}K_{120}$	36,4
19,3		$N_{190}P_{95}K_{140}$	38,2
12,1	80	Без удобрений	31,9
14,5		$N_{130}P_{75}K_{100}$	35,7
19,0		$N_{160}P_{85}K_{120}$	37,3
22,6		$N_{190}P_{95}K_{140}$	39,6
13,9	70-80	Без удобрений	32,3
16,2		$N_{130}P_{75}K_{100}$	36,2
21,7		$N_{160}P_{85}K_{120}$	38,4
25,4		$N_{190}P_{95}K_{140}$	41,5

Анализ экспериментальных данных позволил выявить четкую взаимосвязь между урожайностью чипсового картофеля весенней посадки и площадью листовой поверхности растений (рис. 4.11).

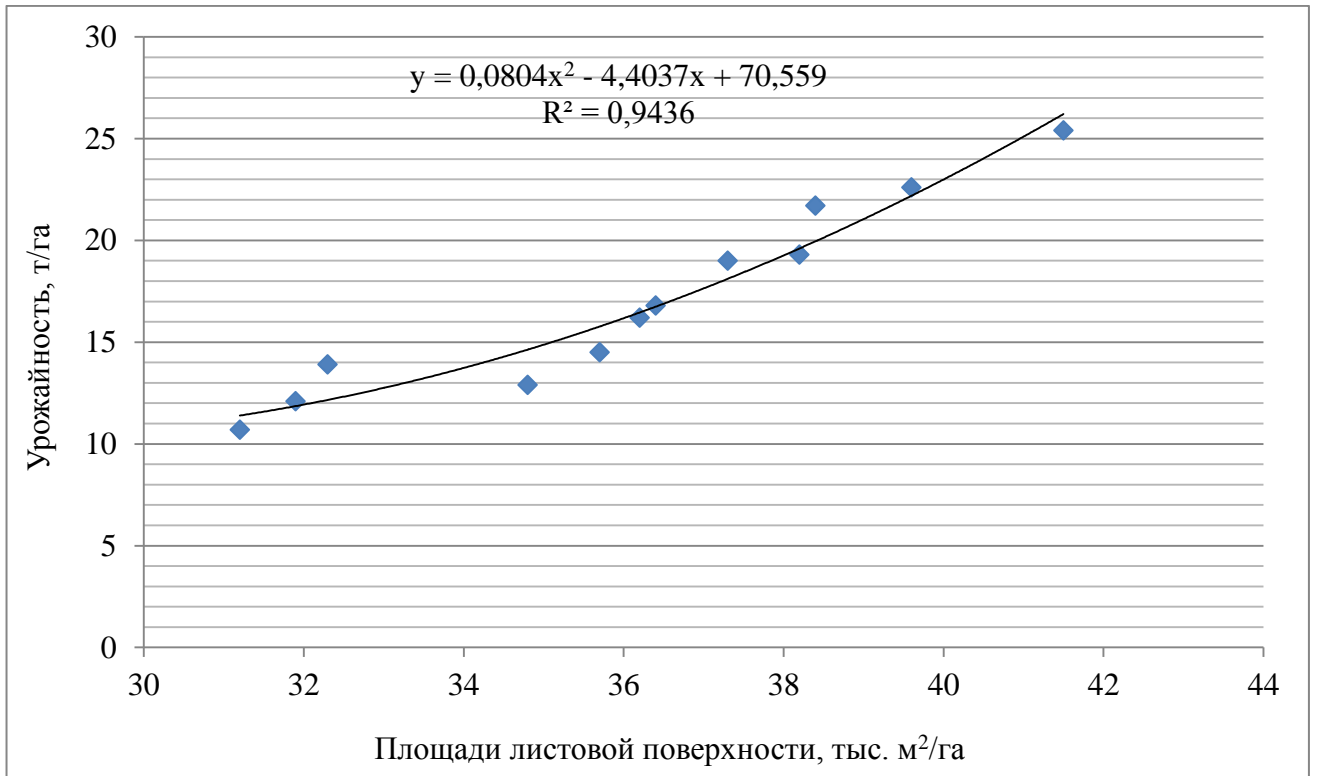


Рисунок 4.11 – Зависимость урожайности чипсового картофеля от площади листовой поверхности растений

Исследования, проведенные на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья свидетельствуют о том, что для формирования максимальной площади листьев и получения высоких урожаев при возделывании чипсового картофеля необходимо поддерживать влажность почвы не ниже 70-80 % НВ с нормой минеральных удобрений $N_{190}P_{95}K_{140}$. При таком режиме площадь листовой поверхности составила 41,5 тыс. м²/га, что обеспечивало получение урожайности чипсового сорта картофеля «ВР 808» на уровне 25,4 т/га.

В итоге нами на основе полученных данных была установлена динамика зависимости площади листовой поверхности чипсового картофеля в среднем за три года исследований от внесения доз минеральных удобрений (рис. 4.12).

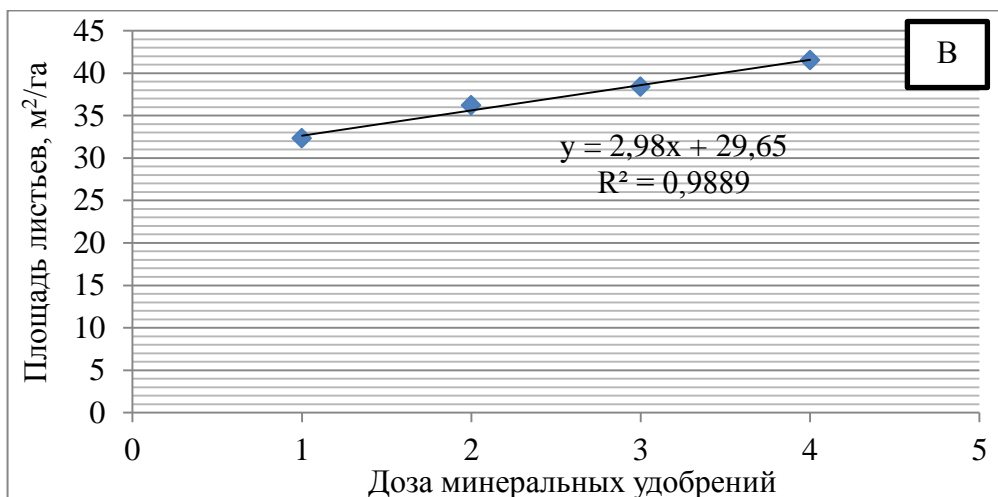
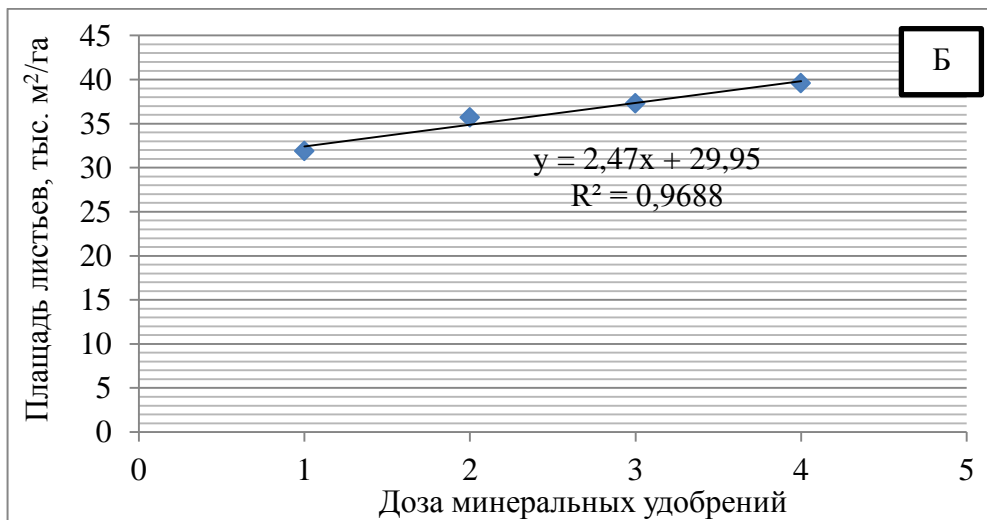
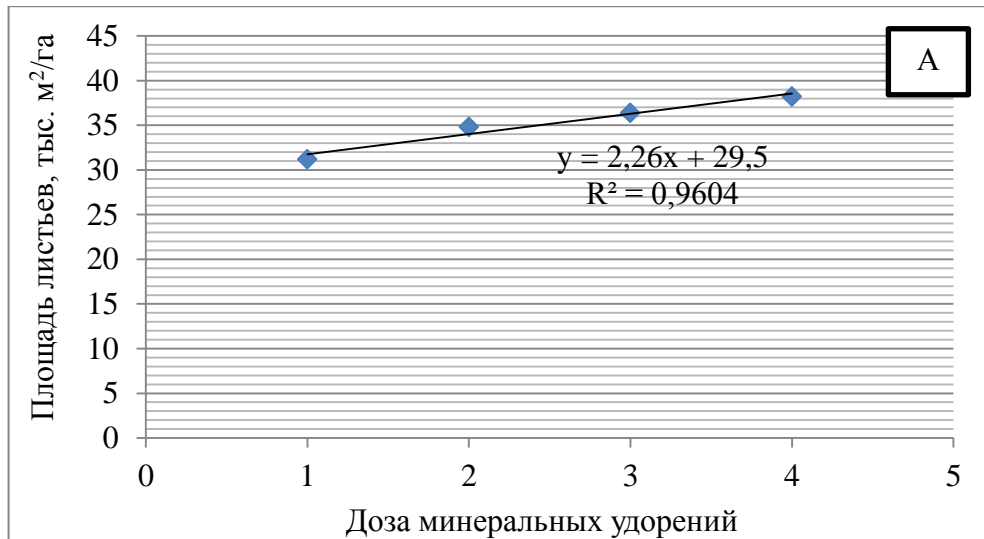


Рисунок 4.12 – Формирование площади листьев чипсового картофеля в зависимости от доз минеральных удобрений, в среднем за три года

А – при 70 % НВ; Б – при 80 % НВ; В – при 70-80 % НВ

(Примечание: 1 – Без удобрений; 2 – $N_{130}P_{75}K_{100}$; 3 – $N_{160}P_{85}K_{120}$; 4 – $N_{190}P_{95}K_{140}$)

Таким образом, проведенные полевые исследования с применением дождевальной машины Valley подтвердили, что режимы орошения и разные нормы удобрений способствуют формированию максимальной площади листьев чипсового сорта картофеля «BP 808» для получения стабильных урожаев.

4.3 Фотосинтетический потенциал и продуктивность фотосинтеза весенней посадки чипсового картофеля при дождевании

На опытном участке для определения показателей фотосинтеза использовались биометрические методы, основанные на непосредственном измерении площади листовой поверхности с последующим расчетом фотосинтетического потенциала.

С развитием вегетативной части растения начинает формироваться площадь листового аппарата, поэтому эти два параметра напрямую связаны между собой. Следовательно, потенциальную производственную мощность растений определяют с точки зрения фотосинтеза листового аппарата, то есть определяющим для производительности растений является фотосинтез. Важно учитывать не только площадь листьев, но и их экспозицию солнечному свету.

Результаты трехлетних исследований по возделыванию чипсового картофеля показали, что фотосинтетический потенциал является одним из ключевых показателей продуктивности. Данные за вегетационный период по оценке фотосинтетического потенциала картофеля представлены в таблице 4.4.

Фотосинтетический потенциал, который отражает динамику развития листьев и продолжительность воздействия солнечного света, связан с показателями чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) и площади листьев. Согласно наблюдениям и анализу данных из таблицы 4.4, видно, что фотосинтетический потенциал контрольного варианта на протяжении всего вегетационного периода колебался в пределах 1,34-1,42 млн м²дн./га. По сравнению с контрольным вариантом фотосинтетическая активность картофеля в зависимости от исследуемых факторов оказалась существенной. В частности, поддержание влажности почвы не ниже 70 % НВ приводит-

ло к изменению ФСП в диапазоне от 1,51 до 1,74 млн м²дн./га, а при влажности почвы 80 и 70-80 % НВ соответственно в среднем в пределах 1,57-1,81 и 1,62-1,90 млн м²дн./га.

Таблица 4.4 – Показатели фотосинтетического потенциала чипсового картофеля за вегетационный период, млн м² · дн./га

Предпо- ливая влаж- ность почвы, % НВ	Доза мине- ральных удобрений, кг д. в./га	Фотосинтетический потенциал (ФСП), млн м ² дн./га				Повышения ФСП в зави- симости от исследуемых факторов	
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Сред- няя	млн м ² дн./га	%
70	Без удобрения	1,28	1,40	1,35	1,34	-	-
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	1,43	1,56	1,55	1,51	0,17	12,7
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	1,53	1,66	1,65	1,61	0,27	20,1
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	1,65	1,79	1,78	1,74	0,40	29,8
80	Без удобрения	1,32	1,46	1,37	1,38	-	-
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	1,49	1,64	1,58	1,57	0,19	13,8
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	1,61	1,73	1,67	1,67	0,29	21,0
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	1,73	1,87	1,82	1,81	0,43	31,2
70-80	Без удобрения	1,36	1,46	1,43	1,42	-	-
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	1,54	1,68	1,63	1,62	0,20	14,1
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	1,65	1,81	1,75	1,74	0,32	22,5
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	1,81	1,98	1,92	1,90	0,48	33,8

Исследования в течение вегетационного периода показали, что применение минерального питания в сочетании с орошением значительно активизирует рост и развитие листьев, и в итоге повышается динамика накопления ФСП картофеля. На всех вариантах опыта наибольший фотосинтетический потенциал картофеля был получен с применением дозы удобрений на уровне N₁₉₀P₉₅K₁₄₀ и варьировался в среднем от 1,74 до 1,90 млн м²дн./га. Наименьший фотосинтетический потенциал был сформирован на участках, где при посадке картофеля применяли дозы удобрений на уровне N₁₃₀P₇₅K₁₀₀. При этом, величина ФСП не превышала 1,51-1,62 млн м²дн./га (рис.4.13-4.15).

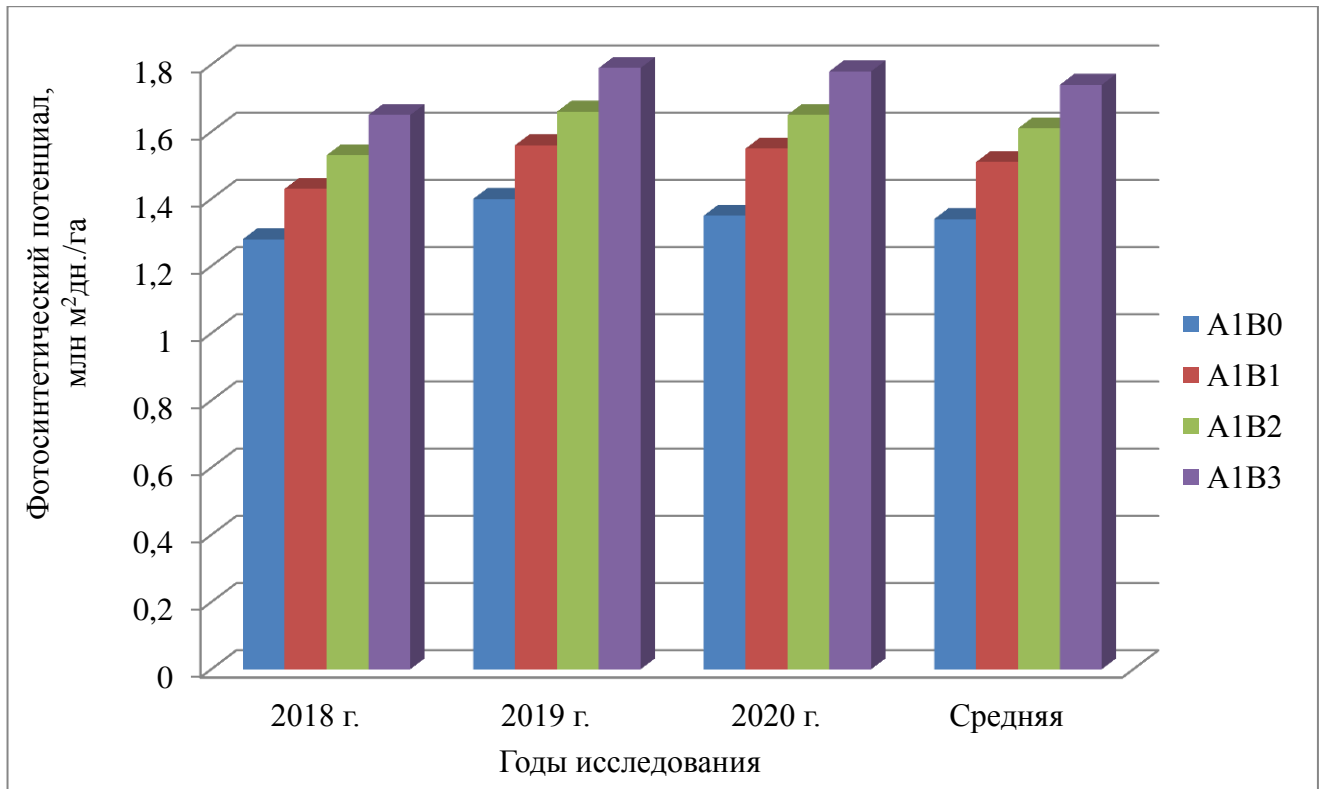


Рисунок 4.13 – Динамика накопления фотосинтетического потенциала картофеля в зависимости от дозы минеральных удобрений при 70 % НВ за 2018-2020 гг.

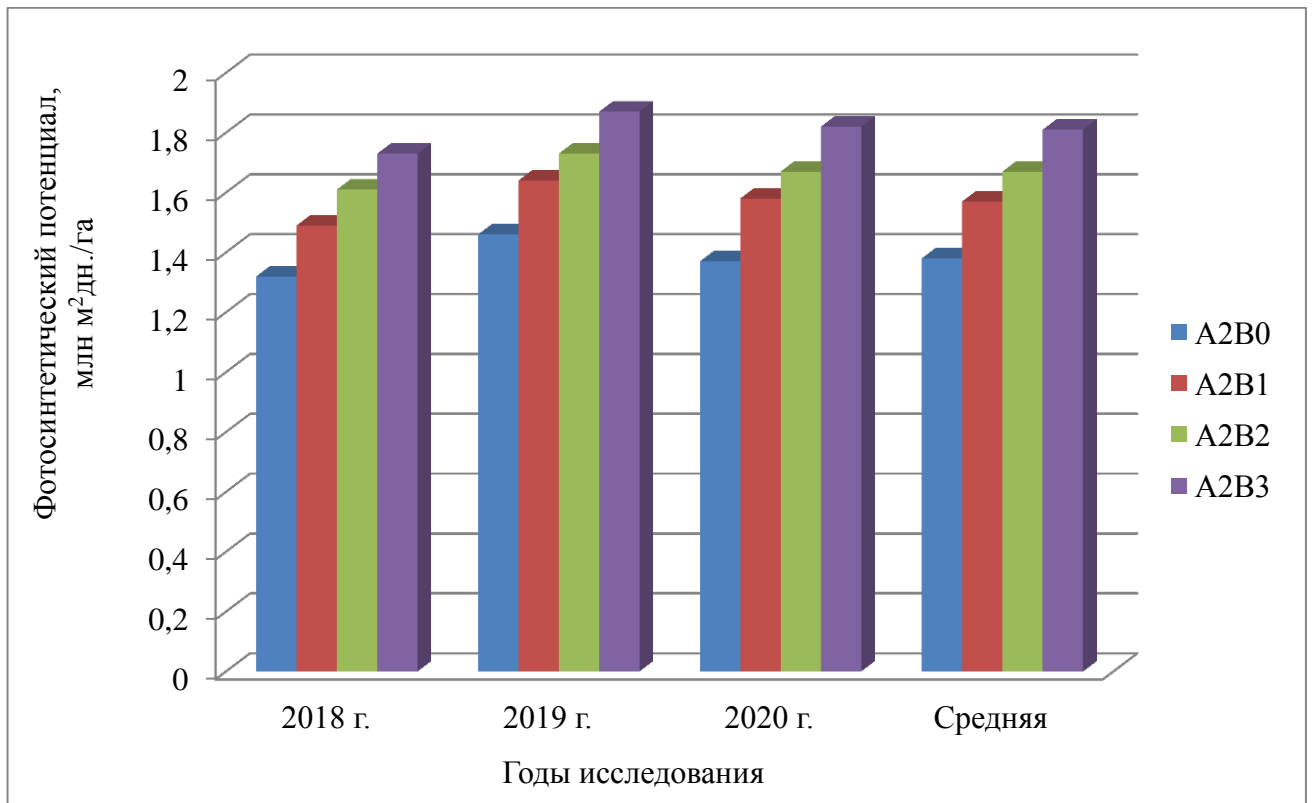


Рисунок 4.14 – Динамика накопления фотосинтетического потенциала картофеля в зависимости от дозы минеральных удобрений при 80 % НВ за 2018-2020 гг.

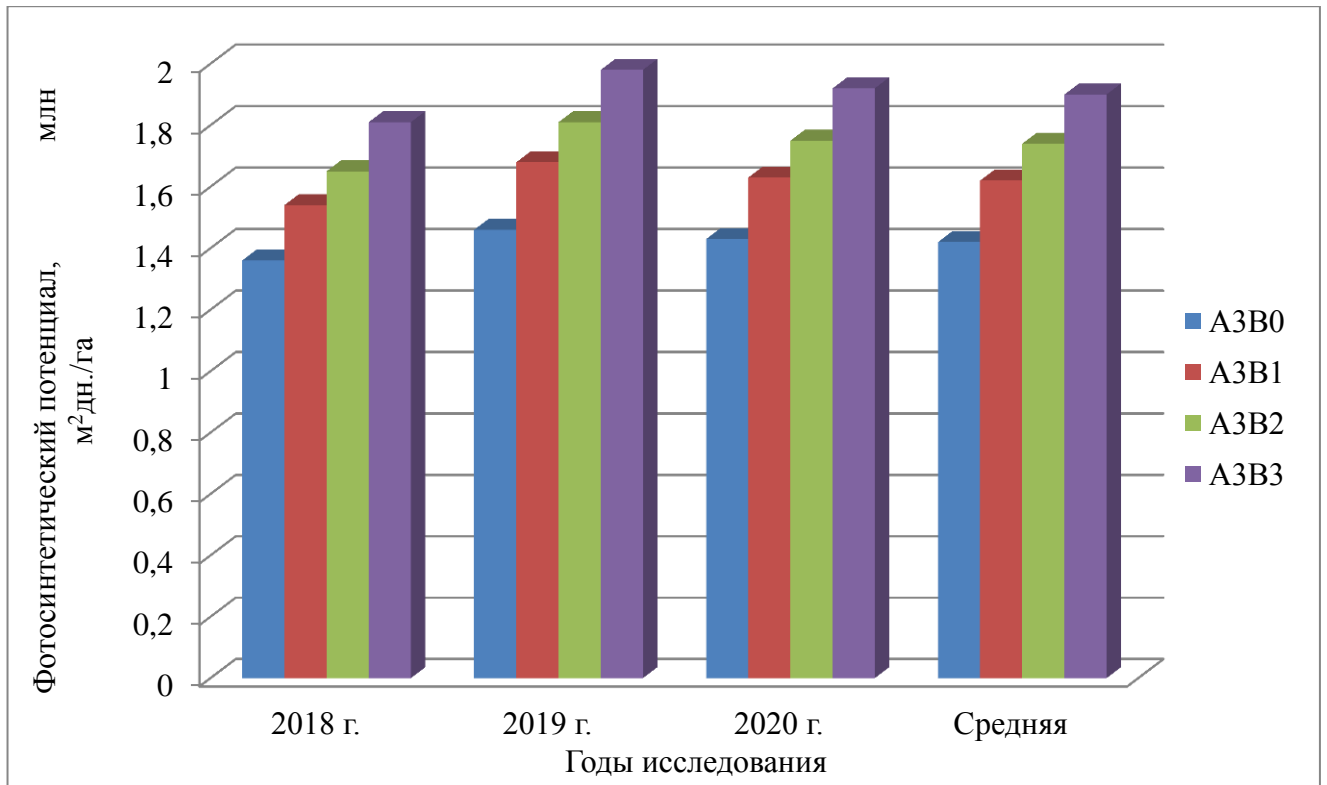


Рисунок 4.15 – Динамика накопления фотосинтетического потенциала картофеля в зависимости от дозы минеральных удобрений при 70-80 % НВ за 2018-2020 гг.

В течение вегетационного периода картофеля, анализируя данные фотосинтетического потенциала в зависимости от влажности почвы и доз минеральных удобрений можно отметить, что эти факторы обеспечили повышение показателей фотосинтетического потенциала по сравнению с контрольным вариантом. При этом повышение ФСП в зависимости от исследуемых факторов в среднем составило 12,7-33,8 %. В то же время при 70 % НВ эта величина находилась на уровне 12,7-29,8 %, при 80 % НВ – 13,8-31,2 % и при 70-80 % НВ – 14,1-33,8 %.

Таким образом, за годы исследования фотосинтетическая активность картофеля зависит в основном от влажности почвы перед поливом и дозы внесения удобрений. В нашем опыте наибольший фотосинтетический потенциал чипсового картофеля накапливался на варианте, где предполивной порог влажности поддерживали на уровне 70-80 % НВ с применением дозы удобрений на уровне $N_{190}P_{95}K_{140}$. Данный вариант является лучшим вариантом, и величина фотосинтетического потенциала в этом варианте за три года исследования в среднем составила на уровне 1,90 млн м² дн./га.

Отражающим эффективностью использования фотосинтетического потенциала картофеля ключевым индикатором служит чистая продуктивность фотосинтеза. Этот показатель на протяжении всего вегетационного периода изучался внимательно. В рамках наших исследований оценка чистой продуктивности фотосинтеза осуществлялась на различных этапах роста и развития картофеля. Это, прежде всего, позволило проследить динамику использования фотосинтетического потенциала и оценить его эффективность к моменту уборки урожая (таблица 4.5, рис. 4.16-4.18).

Таблица 4.5 – Показатели чистой продуктивности фотосинтеза картофеля весенней посадки за вегетационный период, г/м² в сут. (средняя за 2018-2020 гг.)

Уровень минерального питания, кг д. в./га	Фазы роста и развития				За вегетацию
	Всходы - начало бутонизации	Начало бутонизации - цветение	Цветение - начало отмирания ботвы	Начало отмирания ботвы - техническая спелость клубня	
Уровень предполивной влажности почвы 70 % НВ					
Без удобрения (контроль)	3,91	5,89	4,18	1,07	4,09
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	4,12	6,45	4,81	1,42	4,72
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	4,12	6,48	4,84	1,44	4,73
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	4,12	6,52	4,89	1,46	4,75
Уровень предполивной влажности почвы 80 % НВ					
Без удобрения (контроль)	4,02	6,05	4,29	1,18	4,20
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	4,21	6,56	4,92	1,53	4,91
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	4,21	6,59	4,96	1,55	4,93
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	4,21	6,63	5,01	1,58	4,98
Уровень предполивной влажности почвы 70-80 % НВ					
Без удобрения (контроль)	4,02	6,13	4,50	1,29	4,42
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	4,23	6,69	5,13	1,64	5,18
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	4,23	6,73	5,16	1,66	5,23
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	4,23	6,79	5,21	1,68	5,31

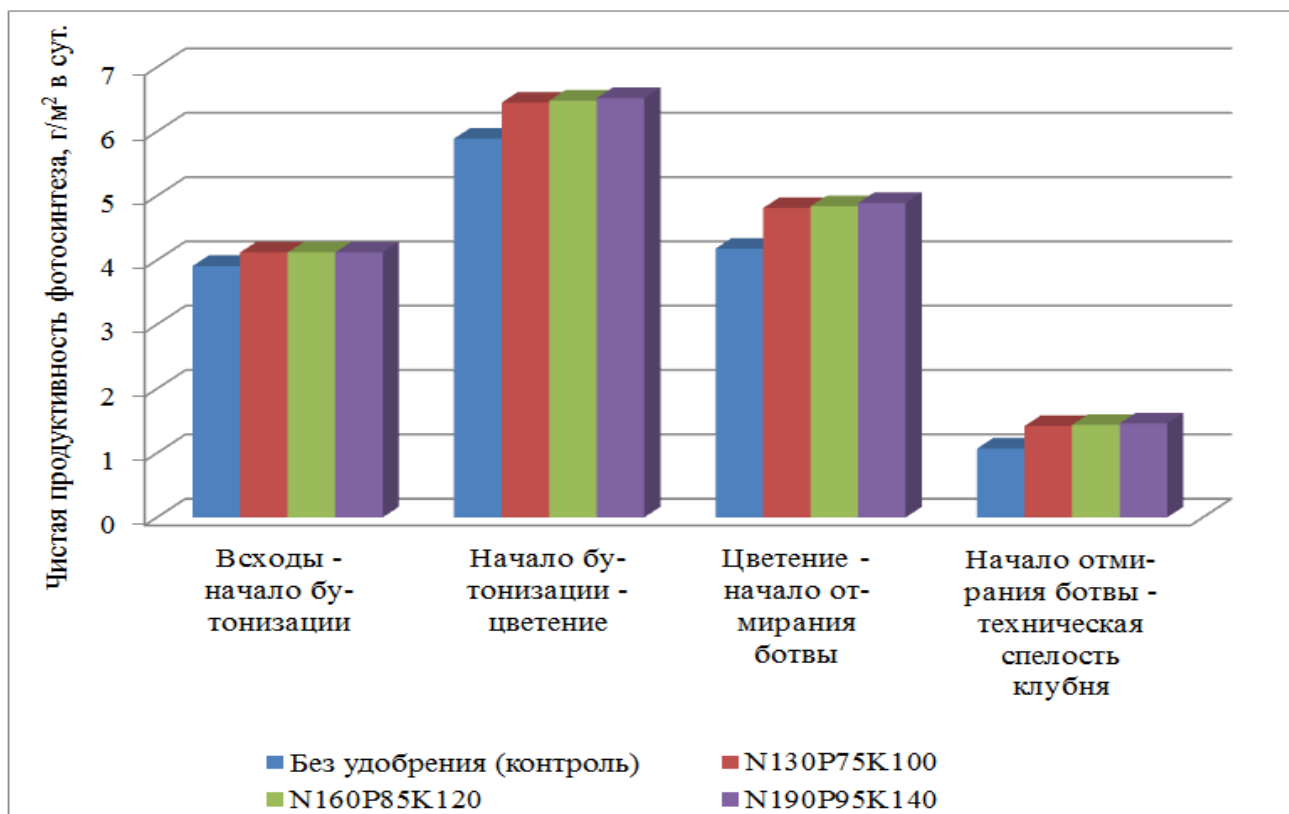


Рисунок 4.16 – Чистая продуктивность фотосинтеза чипсового картофеля в зависимости от фазы роста и развития при 70 % НВ в среднем за 2018-2020 гг.

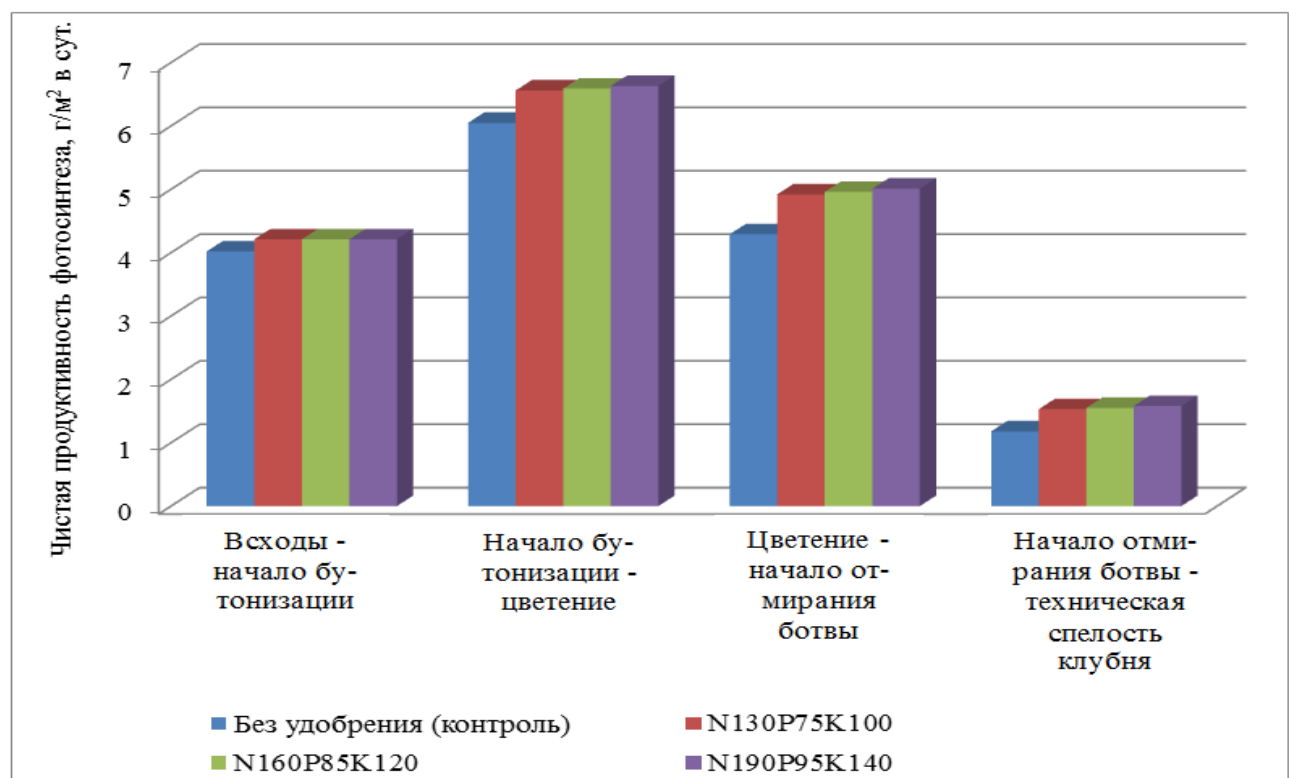


Рисунок 4.17 – Чистая продуктивность фотосинтеза чипсового картофеля в зависимости от фазы роста и развития при 80 % НВ в среднем за 2018-2020 гг.

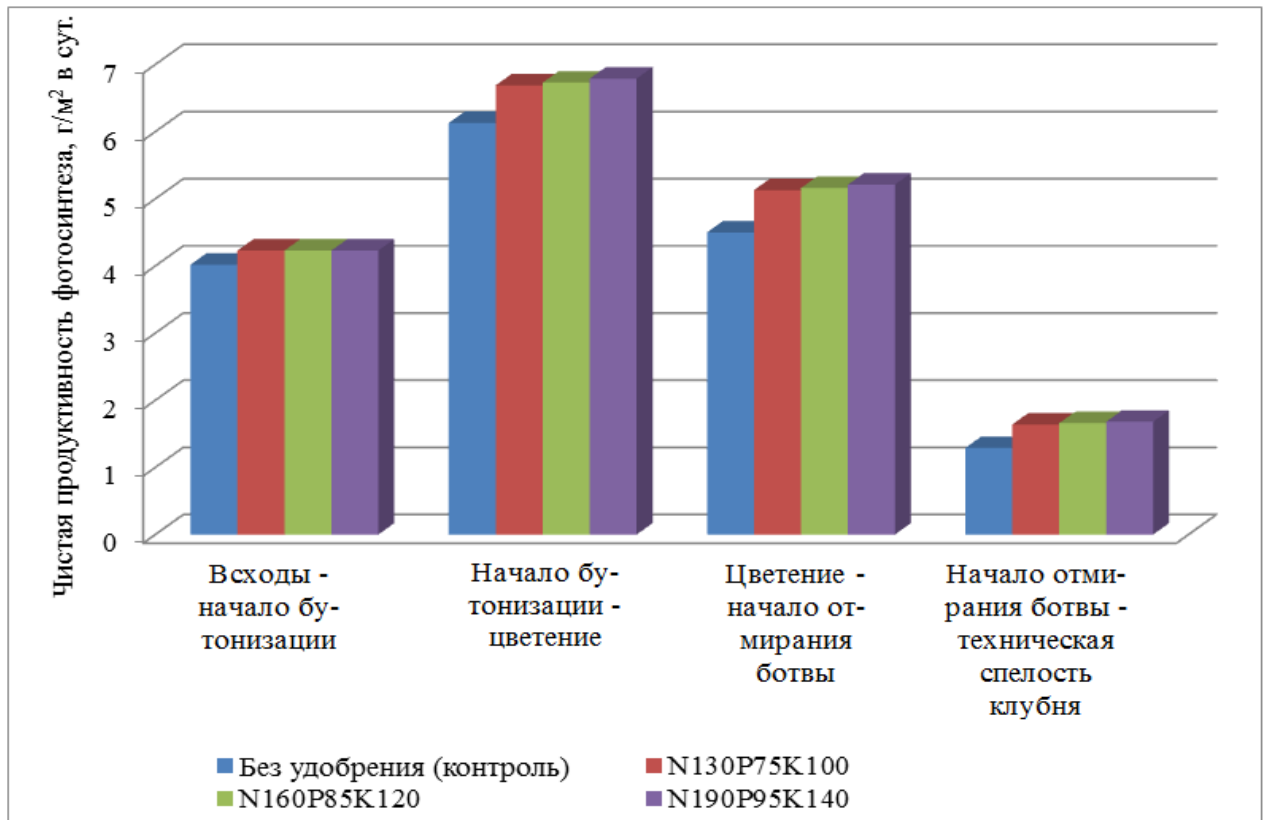


Рисунок 4.18 – Чистая продуктивность фотосинтеза чипсового картофеля в зависимости от фазы роста и развития при 70-80 % НВ в среднем за 2018-2020 гг.

На протяжении всех исследуемых вариантов в ранние межфазные периоды роста и развития картофеля фотосинтетическая активность оставалась в основном умеренной вплоть до фазы бутонизации. Чистая продуктивность фотосинтеза в начальной фазе от появления всходов до начала бутонизации колебалась в пределах 3,91-4,23 г/м² в сутки. Анализ полученных данных в зависимости от уровня влажности почвы и дозы внесенных удобрений показывает небольшие колебания фотосинтетической активности растений в течение вегетации.

При посадке картофеля планируемых по схеме опыта наблюдается тенденция к улучшению фотосинтетической деятельности растений. В среднем за три года исследований чистая продуктивность фотосинтеза в период с начала бутонизации до цветения достигала максимальных значений и составляла 5,89-6,79 г/м² в сутки. Данный показатель в зависимости от применяемой дозы удобрений при влажности почвы 70-80 % НВ достигал максимальных значений, варьируясь от 6,69 до 6,79 г/м² в сутки.

Начиная с фазы цветения и до начала увядания ботвы картофеля чистая продуктивность фотосинтеза при влажности 70 % НВ составила в среднем 4,18-4,89 г/м² в сутки. Увеличение влажности почвы до 80 % НВ приводило к росту показателя на 0,11-0,12 г/м² в сутки, достигая значений от 4,29 до 5,01 г/м² в сутки.

При поддержании влажности 70-80 % НВ в период от цветения до начала увядания ботвы, это способствовало общему увеличению чистой продуктивности фотосинтеза на 0,20-0,22 г/м² в день. В среднем этот показатель варьировался от 4,50 до 5,21 г/м² в сутки. Однако, в зависимости от исследуемых факторов, чистая продуктивность фотосинтеза, начиная с фазы «начало отмирания ботвы - техническая спелость клубней», снижается до величины 1,07-1,68 г/м² в сутки. Это приводит к доминированию процессов некроза и перераспределению органического вещества в растении.

При сравнении вариантов между собой можно отметить, что самые низкие значения чистой продуктивности фотосинтеза независимо от фазы роста и развития картофеля были отмечены в контрольном варианте (без удобрения) и варьировались при влажности почвы 70, 80 и 70-80 % НВ в пределах 1,07-5,89, 1,18-6,05 и 1,29-6,13 г/м² в сутки соответственно.

За вегетационный период средняя чистая продуктивность фотосинтеза чипсового картофеля варьировалась от 4,09 до 5,31 г/м² в сутки. Однако этот показатель зависел от предполивной влажности почвы и дозы внесенных удобрений. Так, при влажности почвы 70 % НВ в контрольном варианте чистая продуктивность фотосинтеза в среднем за три года составила 4,09 г/м² в сутки, а при внесении удобрений в дозах от N₁₃₀P₇₅K₁₀₀ до N₁₉₀P₉₅K₁₄₀ изменялась от 4,72 до 4,75 г/м² в сутки (табл. 4.6 и рис. 4.19).

При влажности почвы 80 % НВ чистая продуктивность фотосинтеза чипсового картофеля в контрольном варианте в среднем составила 4,20 г/м² в сутки. С внесением различных доз удобрений данный показатель в основном увеличивается. Так, например, при внесении удобрений в количестве N₁₃₀P₇₅K₁₀₀ средняя продуктивность составила 4,91 г/м² в сутки. При дальнейшем увеличении доз удобрений до N₁₆₀P₈₅K₁₂₀ и N₁₉₀P₉₅K₁₄₀ она колебалась от 4,93 до 4,98 г/м² в сутки соответственно (рис. 4.20).

Таблица 4.6 – Чистая продуктивность фотосинтеза чипсового картофеля в зависимости от варианта опыта, т/га (за 2018-2020 гг.)

Предпо- ливная влаж- ность почвы, % НВ	Доза мине- ральных удобрений, кг д. в./га	Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), г/м ² в сут.				Повышения ЧПФ в зави- симости от исследуемых факторов	
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Сред- няя	г/м ² в сут.	%
70	Без удобрения (контроль)	3,98	4,17	4,12	4,09	-	-
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	4,61	4,79	4,76	4,72	0,63	15,4
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	4,62	4,80	4,77	4,73	0,64	15,6
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	4,64	4,82	4,79	4,75	0,66	16,1
80	Без удобрения (контроль)	4,13	4,26	4,21	4,20	-	-
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	4,78	5,01	4,94	4,91	0,71	16,9
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	4,79	5,04	4,96	4,93	0,73	17,4
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	4,84	5,08	5,02	4,98	0,78	18,6
70-80	Без удобрения (контроль)	4,31	4,49	4,46	4,42	-	-
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	5,10	5,25	5,19	5,18	0,76	17,2
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	5,12	5,31	5,26	5,23	0,81	18,3
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	5,21	5,38	5,34	5,31	0,89	20,1

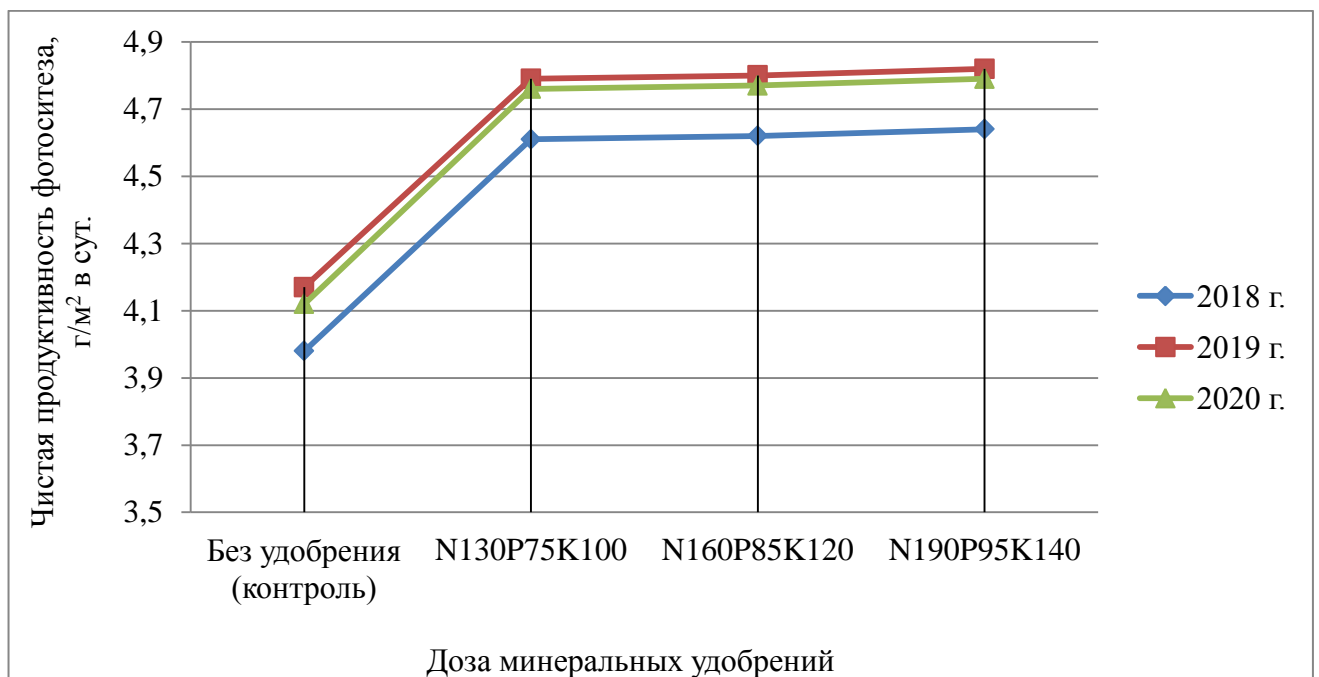


Рисунок 4.19 – Динамика изменения чистой продуктивности фотосинтеза картофеля в зависимости от дозы удобрений при 70 % НВ за 2018-2020 гг.

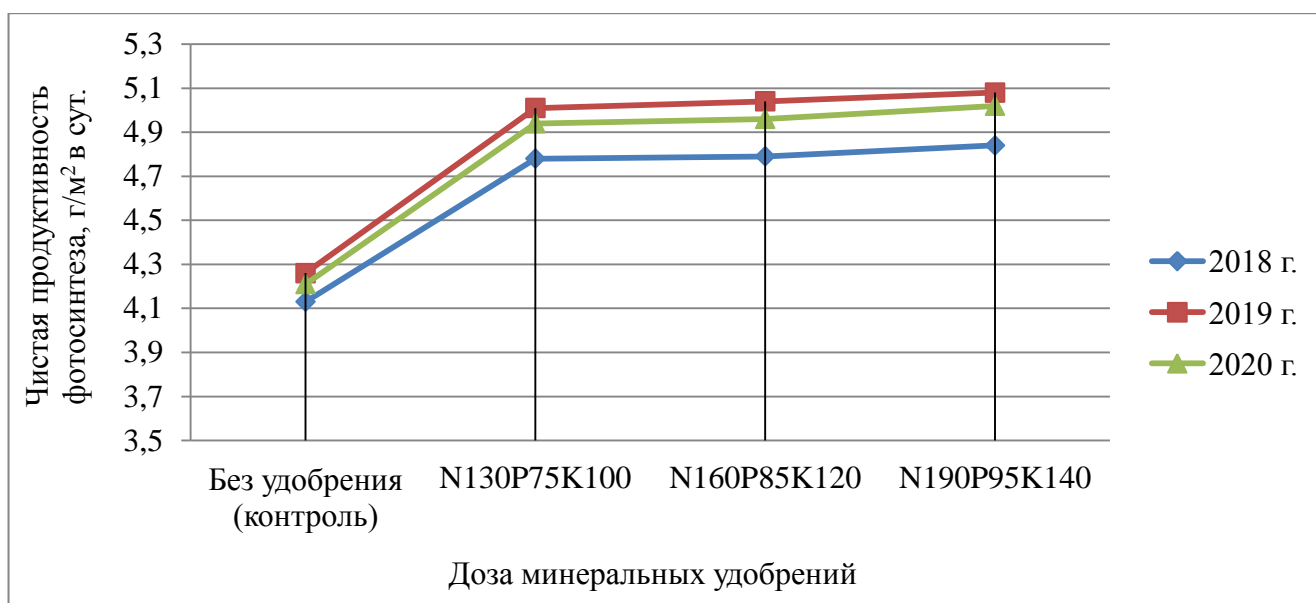


Рисунок 4.20 – Динамика изменения чистой продуктивности фотосинтеза картофеля в зависимости от дозы удобрений при 80 % НВ за 2018-2020 гг.

Наибольшей фотосинтетической активностью чипсовый картофель весенней посадки демонстрировал при влажности почвы на уровне 70-80 % НВ. При этом в контрольном варианте средняя чистая продуктивность фотосинтеза достигала 4,42 г/м² в сутки на протяжении всего вегетационного периода. При внесении минеральных удобрений в дозах от N₁₃₀P₇₅K₁₀₀ до N₁₉₀P₉₅K₁₄₀ данная величина за три года исследования в среднем составила 5,18-5,31 г/м² в сутки (рис. 4.21).

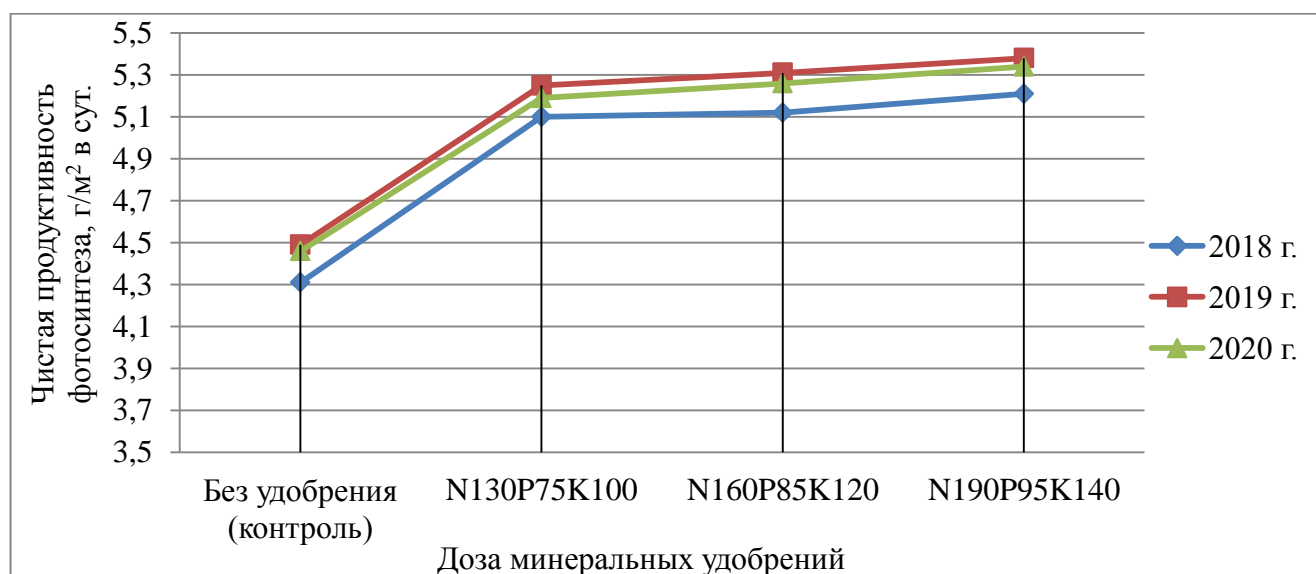


Рисунок 4.21 – Динамика изменения чистой продуктивности фотосинтеза раннего картофеля в зависимости от дозы удобрений при 70-80 % НВ за 2018-2020 гг.

На основе обобщенных данных можно подчеркнуть, что продуктивность чистого фотосинтеза чипсового картофеля, выращиваемого с использованием дождевания, непостоянна на протяжении всего периода вегетации. Однако фотосинтетическая активность картофеля значительно меняется ежегодно в зависимости от влажности почвы и дозы удобрений. При этом оптимальным вариантом является вариант с поддержанием влажности почвы на уровне 70-80 % НВ.

Подводя итоги, можно отметить, что в среднем за три года исследования на опытном участке с использованием дождевальной машины Valley для весенних посадок чипсового картофеля при поддержании влажности почвы 70-80 % НВ с применением различных доз удобрений было достигнуто максимальное значение площади листовой поверхности и накопленного фотосинтетического потенциала, составившее не менее 36,2-41,5 тыс. м²/га и 1,62-1,90 млн м²дн./га соответственно.

4.4 Динамика накопления сухой биомассы картофеля весенней посадки в течение вегетационного периода в зависимости от фазы его роста и развития

Как уже было отмечено, что продуктивность основных сельскохозяйственных культур в основном зависит от эффективности фотосинтетической деятельности растений, которая в посевах характеризуется как динамикой накопления органического вещества. Характерно, что в процессе роста и развития растений синтез, накопление и перераспределение органического вещества являются основными элементами формирования урожая [74, 143].

С учетом вышеизложенного, в ходе исследований нами на опытном поле был проведен анализ накопления сухой биомассы вегетативной части растения и клубней картофеля. В течение вегетационного периода чипсового картофеля суммарное накопление массы сухого вещества проводилось по фазам роста и развития растений. Установлено, что на участках без применения удобрений средние темпы накопления сухой биомассы картофеля ниже, чем на опытных участках с удобрениями. В среднем за три года исследований в фазу массовых всходов общая вегетативная биомасса чипсового картофеля весенней посадки в полностью

сухом состоянии составляла 0,18-0,26 т/га, при этом различия в массе сухого вещества зависели от уровня почвенной влажности (табл. 4.7-4.9, рис. 4.22-4.24).

Таблица 4.7 – Динамика накопления сухой биомассы чипсового картофеля за вегетационный период, т/га (среднее за 2018-2020 гг.)

Уровень минерального питания, кг д. в./га	Период роста и развития				
	Всходы	Начало бутонизации	Цветение	Начало отмирания ботвы	Техническая спелость клубня
Уровень предполивной влажности почвы 70 % НВ					
Без удобрения (контроль)	0,18	1,04	2,86	6,83	7,67
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	0,22	1,38	3,57	8,42	8,84
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	0,22	1,38	3,58	8,43	8,85
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	0,22	1,39	3,60	8,45	8,87
Уровень предполивной влажности почвы 80 % НВ					
Без удобрения (контроль)	0,20	1,31	3,14	7,12	7,86
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	0,24	1,54	3,86	8,71	9,12
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	0,24	1,54	3,88	8,73	9,14
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	0,24	1,55	3,90	8,75	9,16
Уровень предполивной влажности почвы 70-80 % НВ					
Без удобрения (контроль)	0,22	1,26	3,53	8,32	8,78
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	0,26	1,59	4,25	9,91	10,35
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	0,26	1,60	4,27	9,93	10,37
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	0,26	1,60	4,30	9,95	10,41

На опытном участке в контрольном варианте при поддержании влажности на уровне 70 % НВ наблюдалась наименьшая сухая биомасса всходов – 0,18 т/га. При добавлении удобрений в разных дозах этот показатель увеличивался до 0,22 т/га. При повышении влажности почвы до 80 % НВ накопление сухой биомассы чипсового картофеля достигал отметки – 0,20 т/га, а при использовании различных доз удобрений данный показатель принимал величины 0,24 т/га. В зависимости от вариантов опыта при влажности почвы 70-80 % НВ средняя масса

сухой биомассы всходов чипсового картофеля достигала максимальных значений в диапазоне 0,22-0,26 т/га. Такая тенденция наблюдается и в других фазах роста и развития растений (рис. 4.22-4.24).

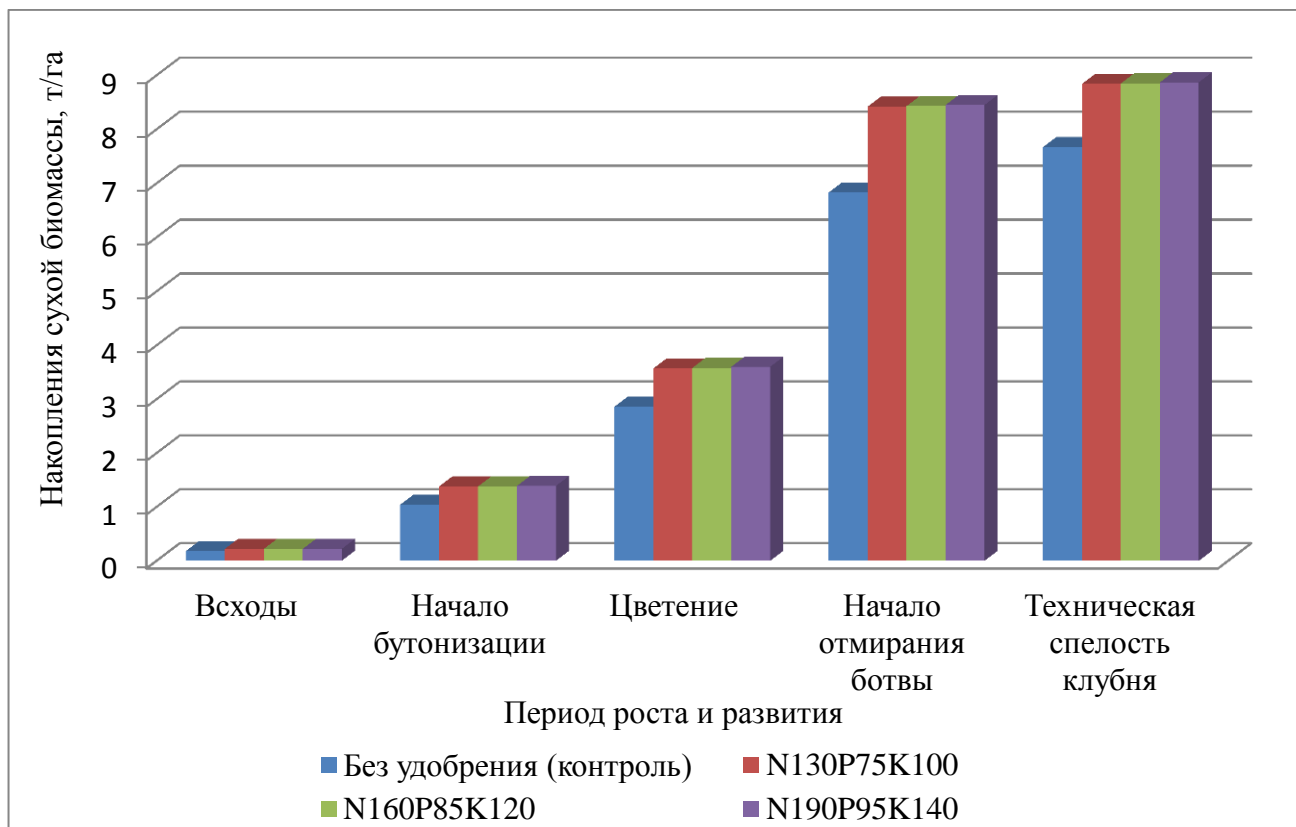


Рисунок 4.22 – Динамика накопления сухой биомассы чипсового картофеля в зависимости от фазы развития растений при 70 % НВ в среднем за 2018-2020 гг.

В ходе исследований путем экспериментов было установлено, что накопление сухой биомассы до появления всходов главным образом состоит из вегетативных органов. Активизация процессов клубнеобразования у чипсовых сортов активно начинается, когда растение начинает цвести (фаза бутонизация). Поэтому именно с этого момента начинают оценку накопленной растительной массы (сухой биомассы). При этом к началу цветения общая сухая биомасса растений за три года наблюдений колебалась от 0,72 до 1,23 т/га. Другими словами, параллельно с этим значительная часть биомассы перераспределяется в клубни растений и к моменту начала цветения образовавшихся клубней накапливалось от 0,32 до 0,37 тонны сухой биомассы на гектар.

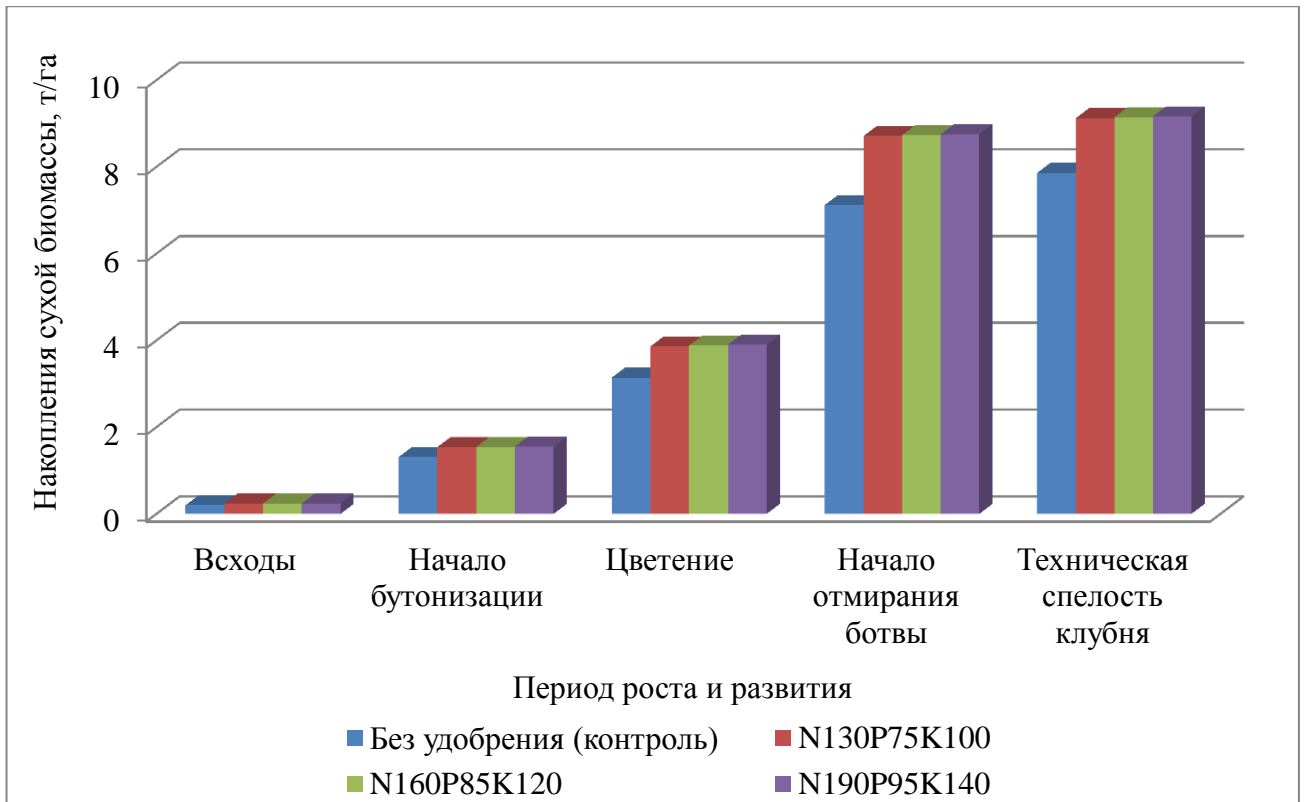


Рисунок 4.23 – Динамика накопления сухой биомассы чипсового картофеля в зависимости от фазы развития растений при 80 % НВ в среднем за 2018-2020 гг.

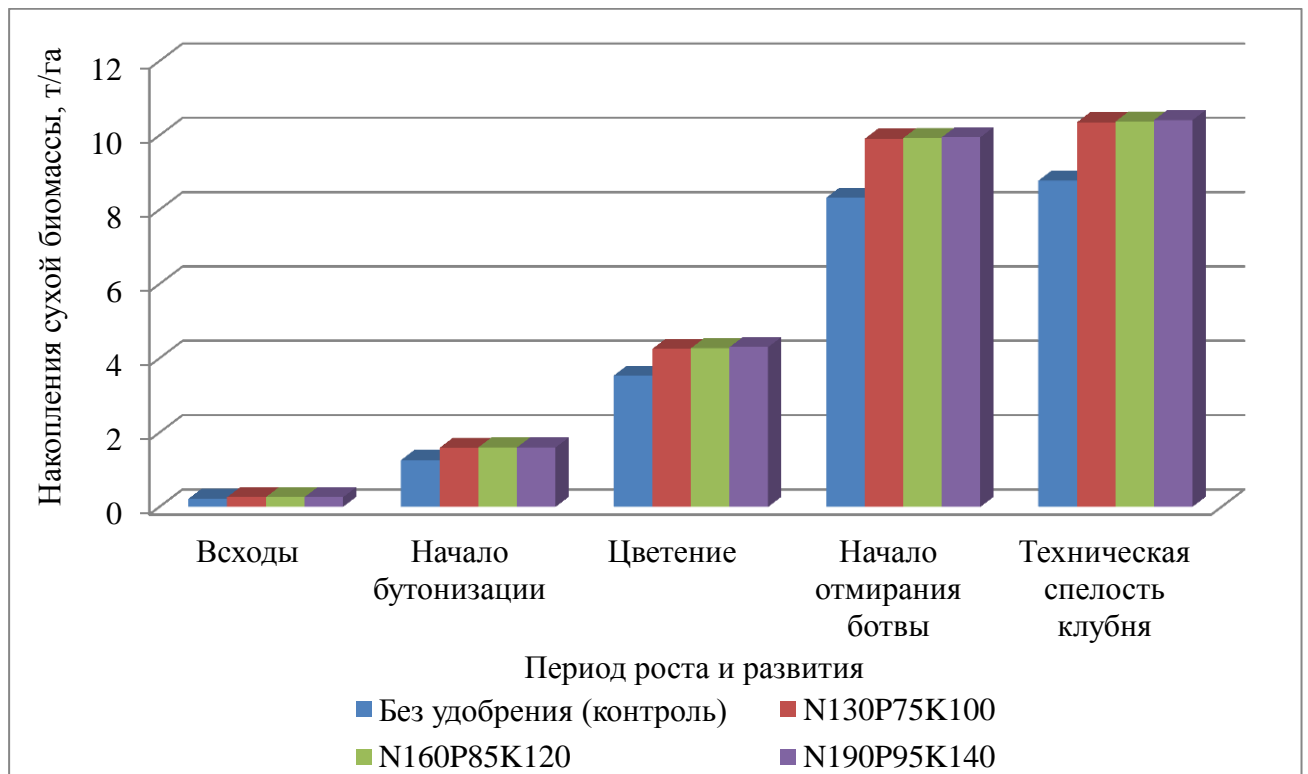


Рисунок 4.24 – Динамика накопления сухой биомассы чипсового картофеля в зависимости от фазы развития растений при 70-80 % НВ в среднем за 2018-2020 гг.

В зависимости от условий и варианта эксперимента результаты исследования накопления биомассы картофеля показали значительные различия. Следовательно, на этапе бутонизации, когда растение готовится к цветению, общая масса сухого вещества, накопленного на гектаре, колебалась от 1,04 до 1,60 тонны. Анализ влияния водного режима на этот показатель показал, что оптимальная влажность почвы, составляющая 70-80 % от НВ, способствовала наибольшему накоплению сухой биомассы – от 1,26 до 1,60 т/га.

На основе полученных данных можно утверждать, что в благоприятных условиях масса сухого вещества в клубнях значительно превышает массу вегетативной сухой наземной части растения.

Дальнейшие наблюдения за динамикой роста показали, что к фазе массового цветения в клубнях суммарное накопление сухого вещества за весь вегетационный период составляет приблизительно 41-45 % от общей массы органического вещества, синтезированного растением. В этот период данный показатель достигает впечатляющих значений – от 2,86 до 4,30 т/га. Многолетние наблюдения, проведенные при оптимальной влажности почвы (70-80 % НВ), позволили установить средние показатели накопления сухого вещества в ботве, которое накапливалось около 2,26 т/га, а в клубнях – 2,52 т/га.

Необходимо отметить, что после периода массового цветения рост ботвы значительно замедляется, однако в данном случае на высоком уровне сохраняется общая динамика накопления сухого вещества клубней картофеля.

Из приведенных данных таблицы 4.7 видно, что в фазе начала отмирания ботвы накопление сухой биомассы чипсового картофеля в зависимости от исследуемых факторов в наших опытах за вегетационный период изменялось от 6,83 до 9,95 т/га.

В зависимости от дозы внесенных минеральных удобрений в фазе технической спелости чипсового картофеля, объем накопленной сухой биомассы, при условии поддержания влажности почвы на уровне не ниже 70 % НВ, варьировался в пределах 7,67-8,87 т/га. При увеличении влажности до 80 % НВ данный показатель повышаясь, достигал величины 7,86-9,16 т/га.

Также стоит отметить, что максимальные показатели накопленной сухой биомассы картофеля в диапазоне 8,78-10,41 т/га наблюдались при поддержании влажности почвы в пределах 70-80 % НВ.

Таким образом, в наших опытах лучшим вариантом является тот вариант, где влажность почвы поддерживается на уровне 70-80 % НВ с применением дозы удобрений на уровне $N_{190}P_{95}K_{140}$. При данном варианте накопление сухой биомассы чипсового картофеля в зависимости от фазы развития и роста растений в среднем за 3 года изменялось от 0,26 до 10,41 т/га.

Сравнение сухой биомассы чипсового картофеля в зависимости от года исследований установлено, что в 2019 г. были получены лучшие результаты, и в зависимости от варианта опыта величина сухой биомассы раннего картофеля достигала 8,03-10,41 т/га (табл. 4.8, рис. 4.25-4.27).

Таблица 4.8 – Динамика изменения накопленной сухой биомассы картофеля весенней посадки в зависимости от исследуемых факторов

Предполивная влажность почвы, % НВ	Доза минеральных удобрений, кг д. в./га	Сухая биомасса, т/га				Повышения сухой биомассы	
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Средняя	т/га	%
70	Без удобрения (контроль)	7,17	8,03	7,81	7,67	-	-
	$N_{130}P_{75}K_{100}$	8,25	9,24	9,02	8,84	1,17	15,3
	$N_{160}P_{85}K_{120}$	8,28	9,25	9,02	8,85	1,18	15,3
	$N_{190}P_{95}K_{140}$	8,30	9,26	9,05	8,87	1,20	15,6
80	Без удобрения (контроль)	7,32	8,27	7,99	7,86	-	-
	$N_{130}P_{75}K_{100}$	8,72	9,46	9,18	9,12	1,26	16,0
	$N_{160}P_{85}K_{120}$	8,73	9,48	9,21	9,14	1,28	16,3
	$N_{190}P_{95}K_{140}$	8,73	9,51	9,24	9,16	1,30	16,5
70-80	Без удобрения (контроль)	8,01	9,37	8,96	8,78	-	-
	$N_{130}P_{75}K_{100}$	9,96	10,72	10,35	10,35	1,57	17,9
	$N_{160}P_{85}K_{120}$	9,97	10,74	10,37	10,37	1,59	18,1
	$N_{190}P_{95}K_{140}$	9,98	10,80	10,41	10,41	1,63	18,6

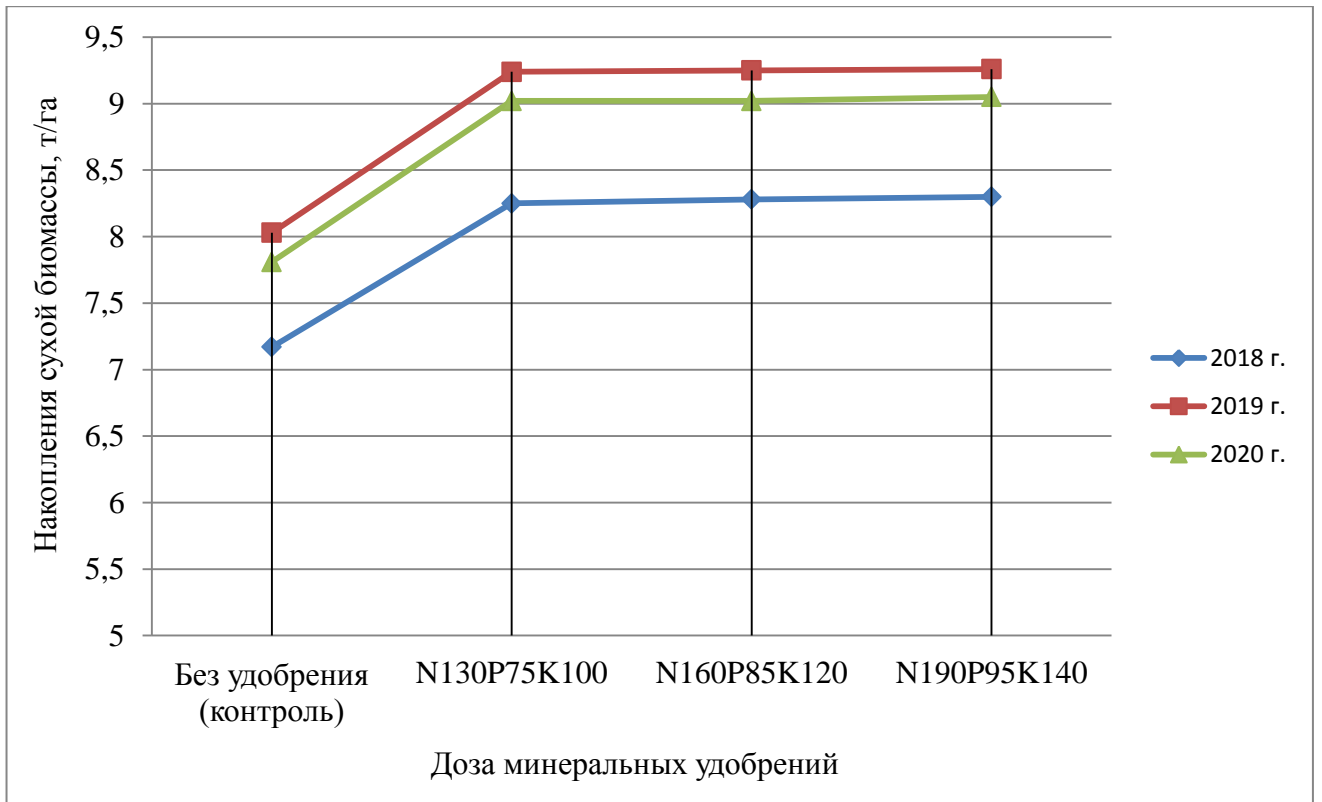


Рисунок 4.25 – Динамика изменения сухой биомассы чипсового картофеля в зависимости от дозы удобрений при 70 % НВ за 2018-2020 гг.

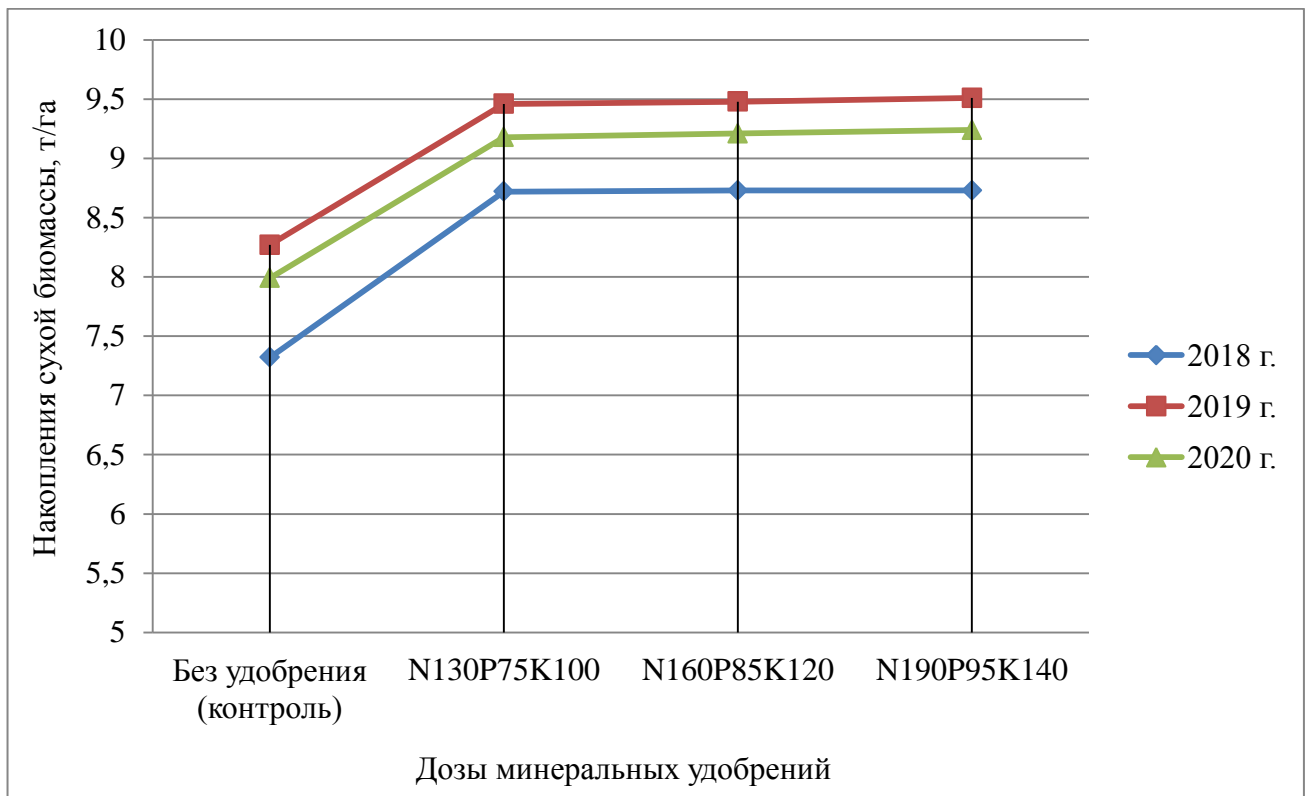


Рисунок 4.26 – Динамика изменения сухой биомассы чипсового картофеля в зависимости от дозы удобрений при 80 % НВ за 2018-2020 гг.

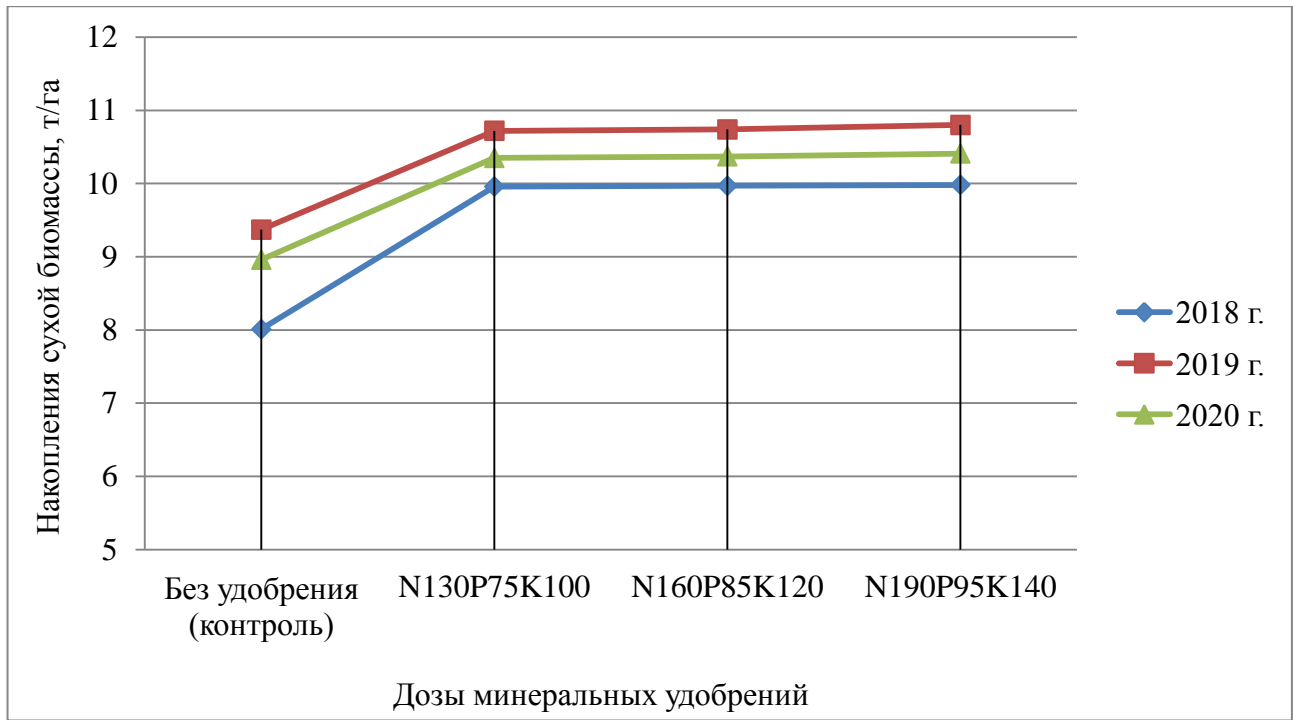


Рисунок 4.27 – Динамика изменения сухой биомассы чипсового картофеля в зависимости от дозы удобрений при 70-80 % НВ за 2018-2020 гг.

Далее, анализируя полученные данные можно отметить, что среднесуточные значения прироста сухой биомассы чипсового картофеля в среднем за вегетационный период, в зависимости от вариантов опыта изменяются в пределах 108-152 кг/га в сутки. При этом наименьшие среднесуточные значения накопления сухой биомассы растений были получены в контрольном варианте и в зависимости от года исследования при влажности почвы 70 % НВ варьировались от 101 до 115 кг/га в сутки.

В контрольном варианте при влажности почвы, достигающей 80 % НВ, среднесуточный прирост сухой биомассы картофеля демонстрировал ощутимый скачок, т. е. увеличивался на 3-4 кг/га. В среднем за три года наблюдений этот показатель колебался в пределах от 105 до 118 кг/га в сутки. Наиболее впечатляющий среднесуточный прирост сухой биомассы картофеля наблюдался при оптимальной влажности почвы на уровне 70-80 % НВ, достигая от 113 до 125 кг/га в сутки в зависимости от года проведения исследования (табл. 4.9, рис. 4.28).

В целом, на основе полученных данных можно утверждать, что влажность почвы на уровне 70-80 % НВ при использовании удобрений в разных дозах обес-

печивала максимальные значения среднесуточного прироста сухой биомассы чипсового картофеля на уровне 144-152 кг/га в сутки.

Таблица 4.9 – Динамика среднесуточного накопления сухой биомассы картофеля весенней посадки в зависимости от варианта опыта за 2018-2020 гг.

Предпо- ливая влаж- ность почвы, % НВ	Доза мине- ральных удоб- рений, кг д. в./га	Среднесуточные значения накопле- ния сухой биомассы, кг/га в сут.				Изменения среднесуточ- ные значения накопления сухой биомас- сы растений	
		2018 г.	2019 г.	2020 г.	Сред- няя	кг/га в сут.	%
70	Без удобрения (контроль)	101	115	109	108	-	-
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	123	131	129	128	20	18,5
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	126	134	132	131	23	21,3
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	131	138	135	135	27	25,0
80	Без удобрения (контроль)	105	118	113	112	-	-
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	127	140	136	134	22	19,6
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	132	143	139	138	26	23,2
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	136	145	143	141	29	25,9
70-80	Без удобрения (контроль)	113	125	120	119	-	-
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	136	149	147	144	25	21,0
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	142	153	150	148	29	24,4
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	146	157	154	152	33	27,7

Сравнивая годы исследований, можно отметить, что в нашем опыте более благоприятным годом являлся 2019 г. При этом динамика изменения среднесуточных накоплений сухой биомассы чипсового картофеля в зависимости от варианта опыта изменялась от 115 до 157 кг/га в сутки.

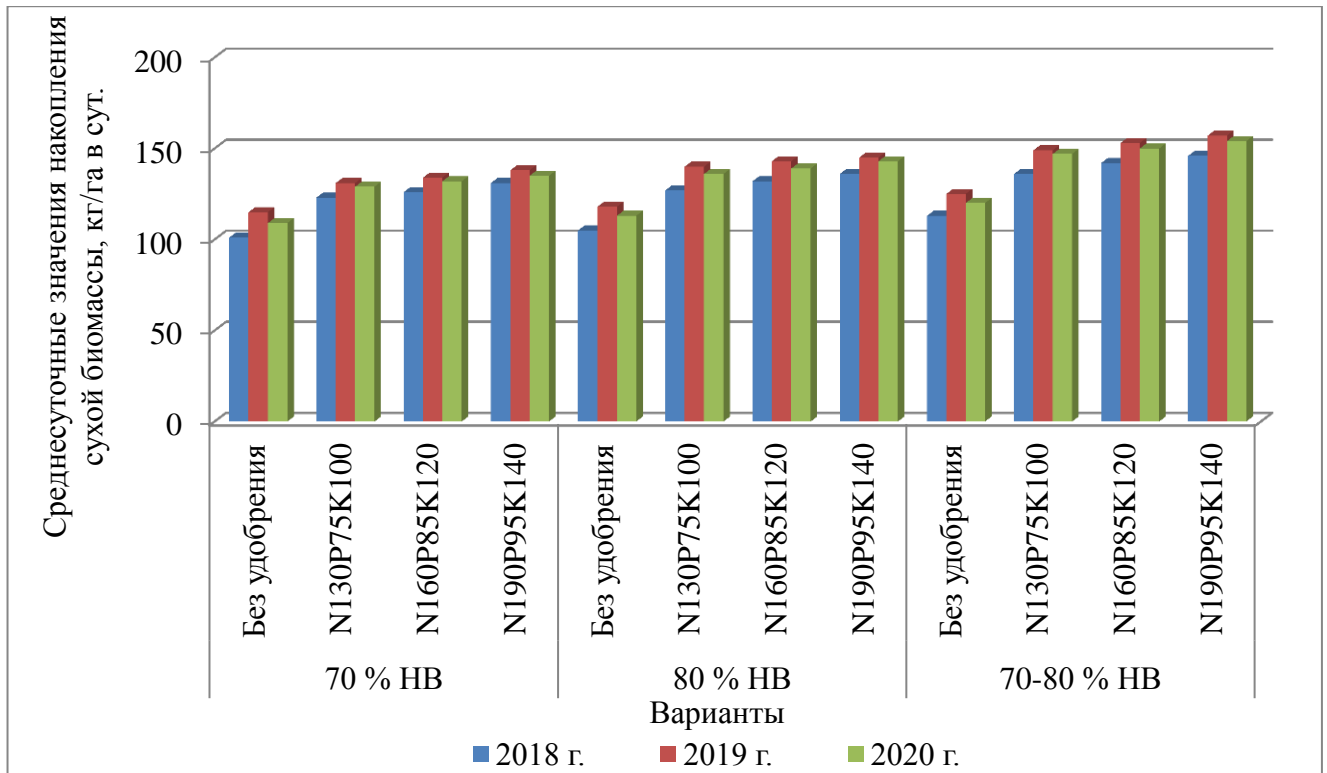


Рисунок 4.28 – Динамика изменения среднесуточных значений накопления сухой биомассы картофеля в зависимости от исследуемых факторов за 2018-2020 гг.

Подводя итоги, можно отметить, что при выращивании чипсового картофеля увеличение объема накопленной сухой биомассы достигается благодаря продлению активного роста растений и ускорению процесса накопления органического вещества. Для этого необходимо создать подходящие условия, которые в течение всего вегетационного периода благоприятно влияют на фотосинтетическую активность растений и тем самым повышают их хозяйственную значимость.

4.5 Структура и качество урожая чипсового картофеля весенней посадки при дождевании

Оптимизация режимов орошения, являясь неотъемлемым фактором выращивания сельскохозяйственных культур, имеет первостепенное значение. Она в основном определяет общие и эксплуатационные затраты на ресурсы, производительность с гектара и качество продукции, потребность в водных и энергетических ресурсах, а также состояние охраны почв. В связи с этим для повышения

эффективности оросительных мелиораций и получения качественных, стабильных урожаев необходимо совершенствовать режим орошения, технику полива, ее механизацию и автоматизацию, создавать новые, более производительные способы орошения [16, 29, 74, 115, 147, 148, 149, 146].

Продуктивность растений в основном зависит от биологических особенностей и условий внешней среды. В связи с этим для повышения урожайности картофеля особое внимание заслуживает внедрение в широких масштабах научно обоснованных систем орошаемого земледелия, интенсивных технологий, позволяющих получать планируемую урожайность картофеля при дождевании. В связи с этим основным критерием эффективности возделывания картофеля с использованием дождевания является величина урожая и расход воды на единицу продукции.

В продовольственной программе страны картофель по универсальности использования занимает ведущее место среди других сельскохозяйственных культур и является незаменимым продуктом для россиян [2, 8]. В связи с этим Волгоградская область является одним из главных производителей среднераннеспелого картофеля с применением дождевальных машин. Следовательно, главная задача в наших исследованиях заключалась в получении планируемых урожаев чипсового сорта картофеля «BP 808» в пределах 15-25 т/га с использованием дождевальной машины Valley (США) [5].

Учитывая все это, при проведении исследований нами были изучены закономерности влияния водного режима почвы и норм внесения минеральных удобрений на формирование урожая чипсового сорта картофеля; определены взаимосвязи водопотребления с уровнем формируемого урожая [4, 7].

Проведенные нами исследования выявили положительное влияние оптимального увлажнения почвы на продуктивность чипсового сорта картофеля при орошении с применением дождевания. В частности, поддержание почвенной влажности на уровне 70 % НВ позволяло получать урожай в пределах 10,7-19,3 т/га. Увеличение этого показателя до 80 % НВ приводило к дополнительному росту урожая на 1,4-3,3 т/га, что составило 13,1-17,1 % (табл. 4.10).

Таблица 4.10 – Продуктивность картофеля в зависимости от изучаемых факторов в среднем за 2018-2020 гг.

Дозы удобрений, кг д.в./га	Предполивная влажность почвы, % НВ	Урожайность, т/га	Прибавка урожая от повышения влагообеспеченности	
			т/га	%
Контроль (без удобрений)	70	10,7	–	–
	80	12,1	1,4	13,1
	70-80	13,9	3,2	29,9
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	70	12,9	–	–
	80	14,5	1,6	12,4
	70-80	16,2	3,3	25,6
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	70	16,8	–	–
	80	19,0	2,2	13,1
	70-80	21,7	4,9	29,2
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	70	19,3	–	–
	80	22,6	3,3	17,1
	70-80	25,4	6,1	31,6

За весь период исследований максимальная урожайность чипсового картофеля весенней посадки была получена при влажности почвы 70-80 % НВ и внесении удобрений в дозе на уровне N₁₉₀P₉₅K₁₄₀. В данном варианте влияние этих факторов способствовало получению урожайности картофеля 25,4 т/га (рис. 4.29).

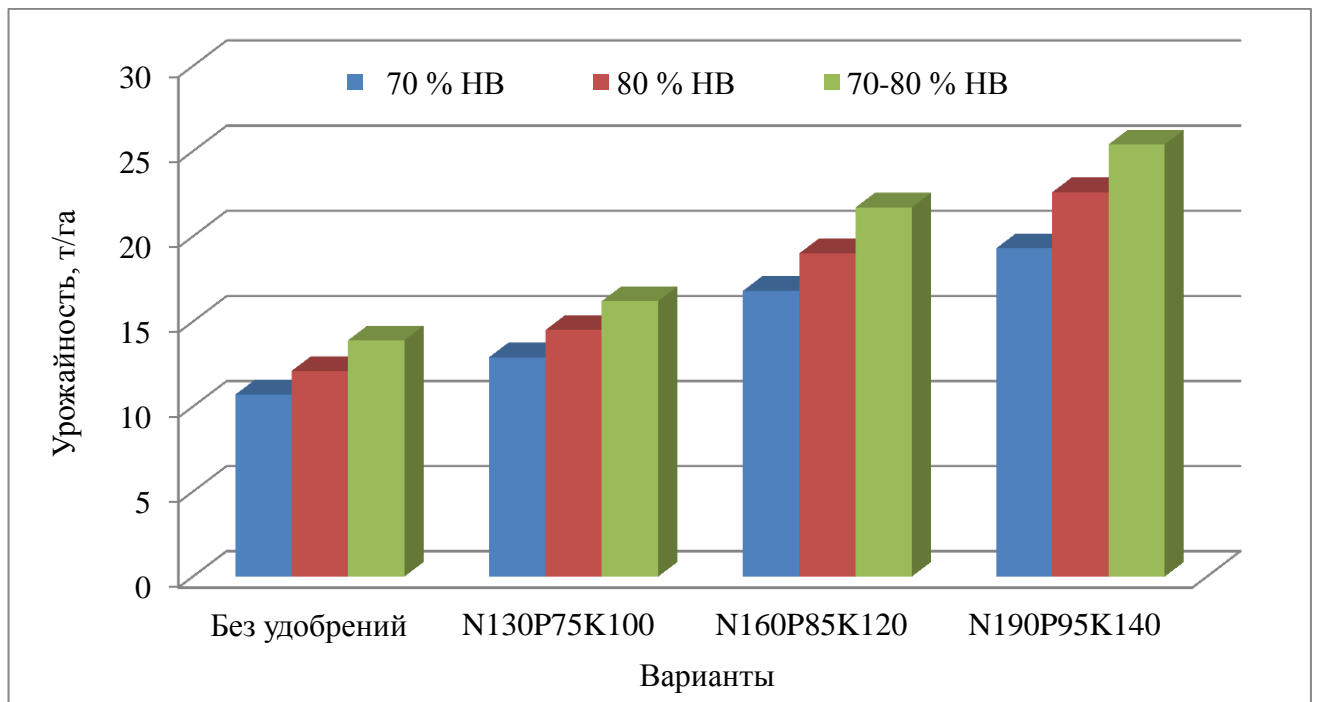


Рисунок 4.29 – Урожайность чипсового картофеля в зависимости от влажности и минерального питания почвы в среднем за 2018-2020 гг.

Для формирования урожая чипсового картофеля весенней посадки на отметке 15 т/га следует поддерживать влажность почвы 70 % НВ с внесением удобрений в дозах $N_{160}P_{85}K_{120}$. Увеличение урожайности до 20 т/га требует повышения влажности почвы до отметки 80 % НВ и дозы удобрений – до $N_{190}P_{95}K_{140}$.

Для получения урожая свыше 25 т/га необходимо обеспечить влажность активного слоя почвы до 70-80 % НВ и использовать удобрения в норме $N_{190}P_{95}K_{140}$ в течение вегетационного периода. Такие условия способствовали увеличению накопленной сухой биомассы и чистого выхода фотосинтеза, что позволяет улучшить продуктивность картофеля.

В заключение следует отметить, что для повышения продуктивности картофеля на орошаемых землях Волгоградской области рекомендуется ежегодное использование среднераннего чипсового сорта «ВР 808». При этом в течение всего вегетационного периода необходимо учитывать научно обоснованное регулирование таких факторов, как режимы орошения и дозы удобрений. В целом максимальная продуктивность картофеля (25,4 т/га) была достигнута при применении дифференцированной влажности почвы на уровне 70-80 % НВ с внесением максимальной нормы удобрений в дозах $N_{190}P_{95}K_{140}$.

В итоге анализа полученных данных прежде всего можно выделить, что ключевыми факторами, влияющими на урожайность чипсового картофеля весенней посадки, являются корректировка режима орошения и доз удобрений с учетом климатических условий региона в период вегетации растений.

В течение трехлетних исследований было обнаружено, что разные дозы удобрений и уровни водоснабжения по-разному влияют на урожайность чипсового картофеля весенней посадки. Например, при влагообеспеченности 70 % НВ продуктивность картофеля при внесении удобрений в дозе $N_{130}P_{75}K_{100}$ увеличивалась на 20,6 % по сравнению с контрольным вариантом, достигнув 12,9 т/га. Последующее улучшение питательного режима почвы до уровня $N_{160}P_{85}K_{120}$ способствовало увеличению урожайности на 6,1 т/га (на 57,0 %), составив 16,8 т/га. Применение максимальных доз удобрений $N_{190}P_{95}K_{140}$ позволило получить урожай до 19,3 т/га, что соответствует увеличению продуктивности на 80,4 % (табл. 4.11).

Таблица 4.11 – Динамика изменения урожайности чипсового картофеля в зависимости от водного режима почвы и дозы удобрений в среднем за 2018-2020 гг.

Предполивная влажность почвы, % НВ	Доза удобрений, кг д. в./га	В среднем за 2018-2020 гг.	Прибавка урожайности	
		т/га	т/га	%
70	Без удобрений (контроль)	10,7	–	–
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	12,9	2,2	20,6
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	16,8	6,1	57,0
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	19,3	8,6	80,4
80	Без удобрений (контроль)	12,1	–	–
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	14,5	2,4	19,8
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	19,0	6,9	57,0
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	22,6	10,5	84,3
70-80	Без удобрений (контроль)	13,9	–	–
	N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	16,2	2,3	16,5
	N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	21,7	7,8	56,1
	N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	25,4	11,5	82,7

При улучшении влагообеспеченности до уровня не ниже 80 % НВ и с внесением удобрений в дозах N₁₃₀P₇₅K₁₀₀, N₁₆₀P₈₅K₁₂₀ и N₁₉₀P₉₅K₁₄₀ прибавки урожая чипсового картофеля в среднем за 3 года исследования повышались на 2,4 т/га (на 19,8 %), 6,9 т/га (на 57,0 %) и 10,5 т/га (на 84,3 %) соответственно по сравнению с контрольным вариантом. При этом фактическая средняя урожайность чипсового картофеля весенней посадки изменялась от 14,5 т/га до 22,6 т/га, что в основном зависело от водного режима почвы и применения удобрений (рис. 4.30).

Дальнейшее изменение влажности почвы не ниже 70-80 % НВ по сравнению с предыдущими вариантами урожайность чипсового картофеля принимала максимальное значение и равнялась при внесении удобрений в дозе N₁₃₀P₇₅K₁₀₀ – 16,2 т/га, а при N₁₆₀P₈₅K₁₂₀ и N₁₉₀P₉₅K₁₄₀ достигала 21,7 и 25,4 т/га соответственно.

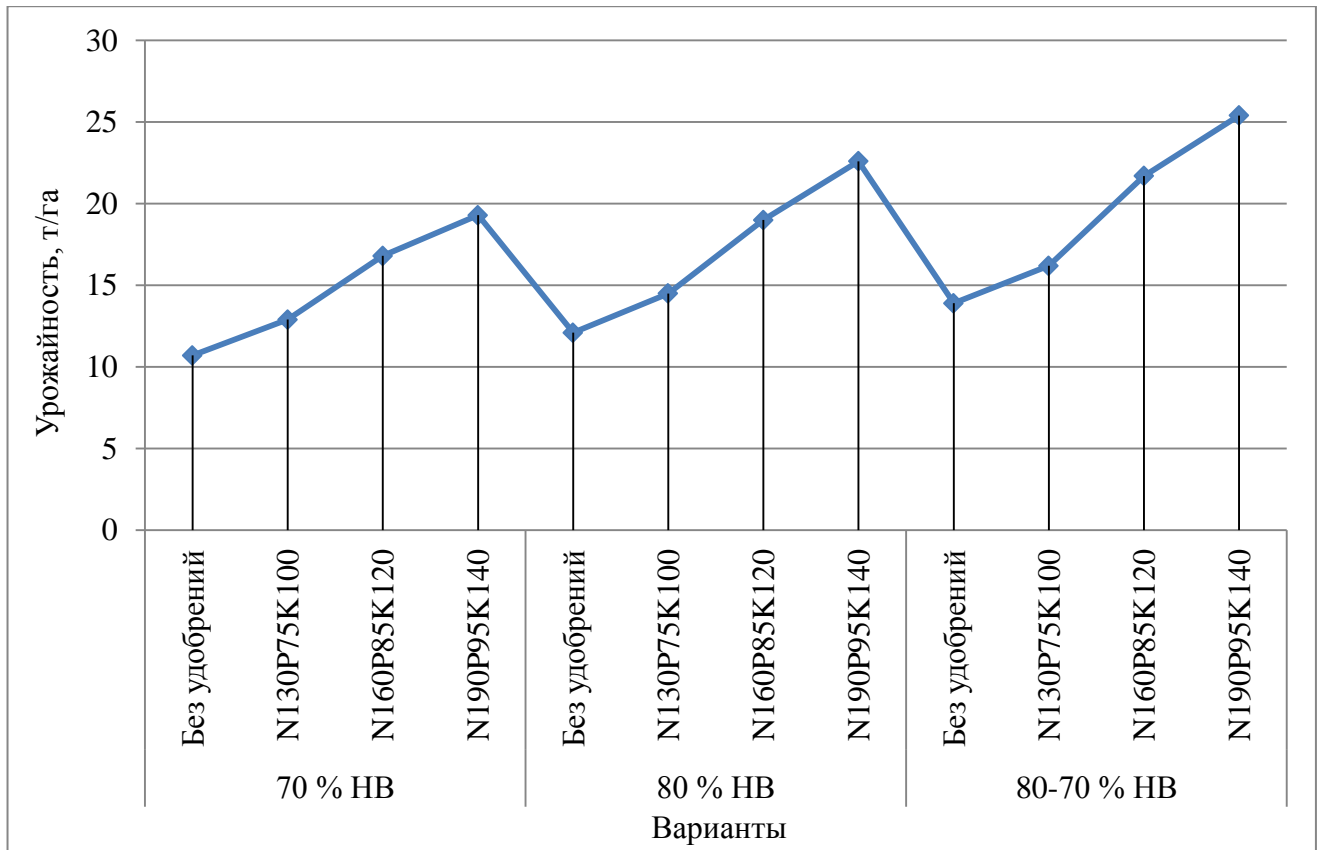


Рисунок 4.30 – Фактическая урожайность чипсового картофеля в зависимости от водного режима почвы и дозы удобрений в среднем за 2018-2020 гг.

В результате дисперсионного анализа данных, полученных в ходе трехлетних исследований чипсового картофеля, с использованием критерия Фишера, выявлены статистически значимые различия на 5 %-ном уровне. При этом фактор А (режим орошения) показал значение $F_{0,5} = 3,44$, а фактор В (дозы удобрений) – $F_{0,5} = 3,05$. Это свидетельствует о существенном влиянии обоих факторов на урожайность.

Опытным путем установлено, что каждый вариант, запланированный в ходе исследований, дает существенную прибавку урожая чипсового картофеля весенней посадки. По результатам дисперсионного анализа определены наименьшие существенные различия ($НСР_{0,5}$) по фактору А на уровне 1,72 -2,56 т/га и по фактору В – 1,52 - 2,29 т/га (приложения Н, О, Р).

Результаты опытных данных убедительно продемонстрировали положительное влияние дождевальных машин на урожайность чипсового картофеля ве-

сенней посадки в сочетании с оптимальным режимом полива и сбалансированным минеральным питанием во всех исследованных вариантах.

В наших опытах в зависимости от варианта опыта валовой сбор чипсового картофеля в пересчете на 1 га урожая варьировал существенно и достигал величины в пределах 12,3-28,9 т, демонстрируя значительную изменчивость. Такие различия в общем сборе картофеля по вариантам опыта обусловлены изменением продуктивности отдельных растений (табл. 4.12).

Таблица 4.12 – Структура урожая чипсового картофеля в зависимости от влагообеспеченности и дозы удобрений в среднем за 2018-2020 гг.

Доза удобрений, кг д. в./га	Валовой сбор клубней, (в расчете 1 га), т	Масса клубней картофеля с одного среднего растения, г	Выход товарной продукции (по ГОСТ 7176-85), %	Среднее число товарных клубней на одного растений, шт.	Среднее масса товарного клубня, г
Предполивная влажность почвы при 70 % НВ					
Без удобрений (контроль)	12,3	713	90,7	6,9	70
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	14,7	732	93,6	8,2	78
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	19,1	734	93,8	8,4	80
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	21,9	737	94,1	8,6	82
Предполивная влажность почвы при 80 % НВ					
Без удобрений (контроль)	13,9	718	91,3	7,2	72
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	16,5	736	93,8	8,3	80
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	21,6	740	94,0	8,5	83
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	25,7	745	94,3	8,8	85
Предполивная влажность почвы при 70-80 % НВ					
Без удобрений (контроль)	15,7	722	91,9	7,4	75
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	18,4	739	94,1	8,5	83
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	24,8	744	94,3	8,8	86
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	28,9	749	94,7	9,1	90

Так, например, в наших опытах в среднем за годы исследований наибольшая индивидуальная продуктивность картофеля наблюдалась при влажности почвы 70-80 % НВ, где масса клубней с одного растения варьировала от 739 до 749 г. При поддержании влажности на уровне 80 % НВ эта масса уменьшалась на 3-4 г и составила всего 736-745 г. При влажности почвы 70 % НВ средняя масса клубней картофеля имела минимальное значение в пределах от 732 до 737 г.

Сравнивая между собой варианты можно отметить, что наименьшей индивидуальной продуктивностью чипсового картофеля в среднем за 3 года исследований отличался на контрольном варианте и составил 713-722 г. При этом значимой разницы в средней массе клубней в зависимости от степени водообеспеченности почвы не было обнаружено.

Следует отметить, что не весь урожай соответствовал требованиям ГОСТ 7176-85, предъявляемым к товарному картофелю. Товарным продуктом считаются здоровые, целые, не пораженные болезнями и вредителями клубни диаметром не менее 30 мм.

В наших исследованиях урожайность товарного картофеля в среднем колебалась в пределах 93,6-94,7 % в зависимости от влажности почвы и нормы удобрений. При этом наибольшая доля выхода товарных клубней картофеля наблюдалась при влажности почвы на уровне 70-80 % НВ, где доля товарных клубней составила 94,1-94,7 %.

Снижение влажности до 70 % НВ привело к уменьшению доли товарных клубней до 93,6-94,1 %, а в контроле (без удобрений) этот показатель оказался наименьшим – 90,7-91,9 %. Каждое растение при этом образовало в среднем 6,9-7,4 шт. товарных клубней, каждый из которых имел массу в пределах 70-75 г.

Было установлено, что количество клубней, формируемых одним растением, ощутимо варьируется в зависимости от условий, в которых проводился эксперимент. Так, при поддержании влажности 70 % НВ и применении различных доз удобрений одно растение со средней массой 78-82 г формировало 8,2-8,6 шт. товарных клубней. При повышении влажности почвы до 80 % НВ в среднем удается собрать от 8,3 до 8,8 шт. клубней картофеля весом около 80-85 г каждый.

При влажности почвы 70-80 % НВ получали в среднем 7,4-9,1 шт. клубня массой 83-90 г, то есть при этом создаются наиболее благоприятные условия для роста и формирования наиболее высокого урожая клубней картофеля.

Экспериментальные данные показали, что максимальная урожайность чипсового картофеля весенней посадки (26,0 т/га) была достигнута в 2019 году при режиме орошения 70-80 % НВ и минеральном питании с нормой $N_{190}P_{95}K_{140}$ (табл. 4.13 и рис. 4.31).

Таблица 4.13 – Урожайность картофеля в зависимости от варианта опыта

Уровень предполивной влажности почвы, % НВ	Уровень минерального питания, кг д. в./га	Урожайность по годам, т/га			Среднее за 2018-2020 гг.
		2018	2019	2020	
70	Без удобрений (контроль)	9,4	11,8	10,9	10,7
	$N_{130}P_{75}K_{100}$	11,6	13,9	13,2	12,9
	$N_{160}P_{85}K_{120}$	15,5	17,8	17,1	16,8
	$N_{190}P_{95}K_{140}$	18,3	20,2	19,4	19,3
80	Без удобрений (контроль)	10,8	13,1	12,4	12,1
	$N_{130}P_{75}K_{100}$	13,3	15,4	14,8	14,5
	$N_{160}P_{85}K_{120}$	17,9	19,8	19,3	19,0
	$N_{190}P_{95}K_{140}$	21,8	23,3	22,7	22,6
70-80	Без удобрений (контроль)	12,7	14,7	14,3	13,9
	$N_{130}P_{75}K_{100}$	15,3	16,9	16,4	16,2
	$N_{160}P_{85}K_{120}$	20,8	22,4	21,9	21,7
	$N_{190}P_{95}K_{140}$	24,5	26,0	25,7	25,4

С учетом полученных данных и метода множественной нелинейной регрессии с применением программного пакета для статистического анализа Statistica нами были получены графики поверхности отклика урожайности чипсового кар-

тофеля в зависимости от водного режима почвы и различных доз минеральных удобрений (рис. 4.32).

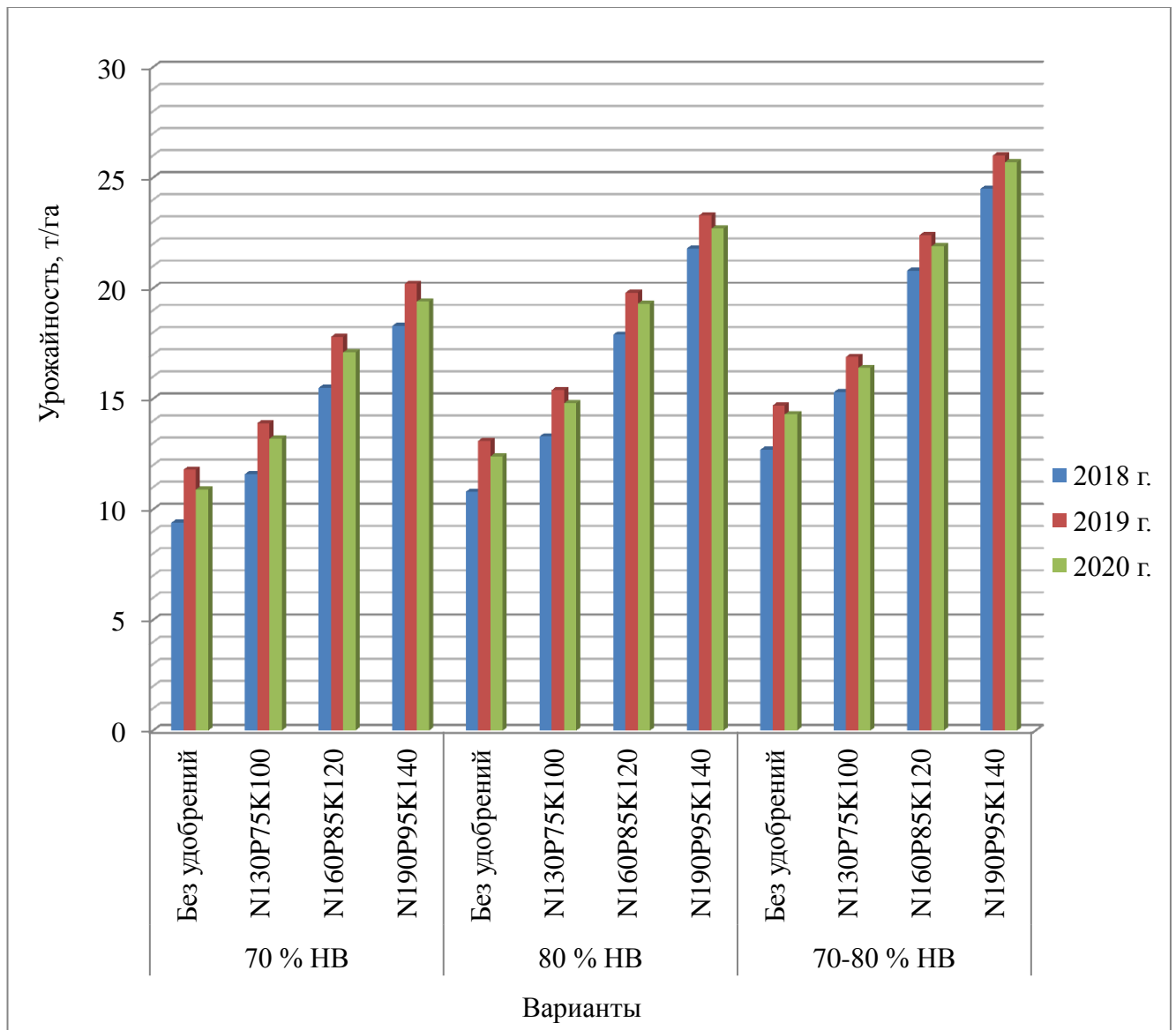


Рисунок 4.31 – Урожайность чипсового картофеля в зависимости от водного режима почвы и дозы удобрений за 2018-2020 гг.

Полученная зависимость урожайности чипсового картофеля от изучаемых факторов имеет следующий вид и описывается уравнением полинома второй степени:

$$Y = 1,8457 + 2,4924 \cdot x + 0,0205 \cdot y - 0,6889 \cdot x^2 + 0,0115 \cdot x \cdot y - 6,1728E - 6 \cdot y^2, \quad (4.1)$$

где Y – урожайность чипсового картофеля в зависимости от уровня минерального питания и водного режима почвы, т/га;

y – суммарная доза удобрения, кг д.в./га;

x – варианты опыта.

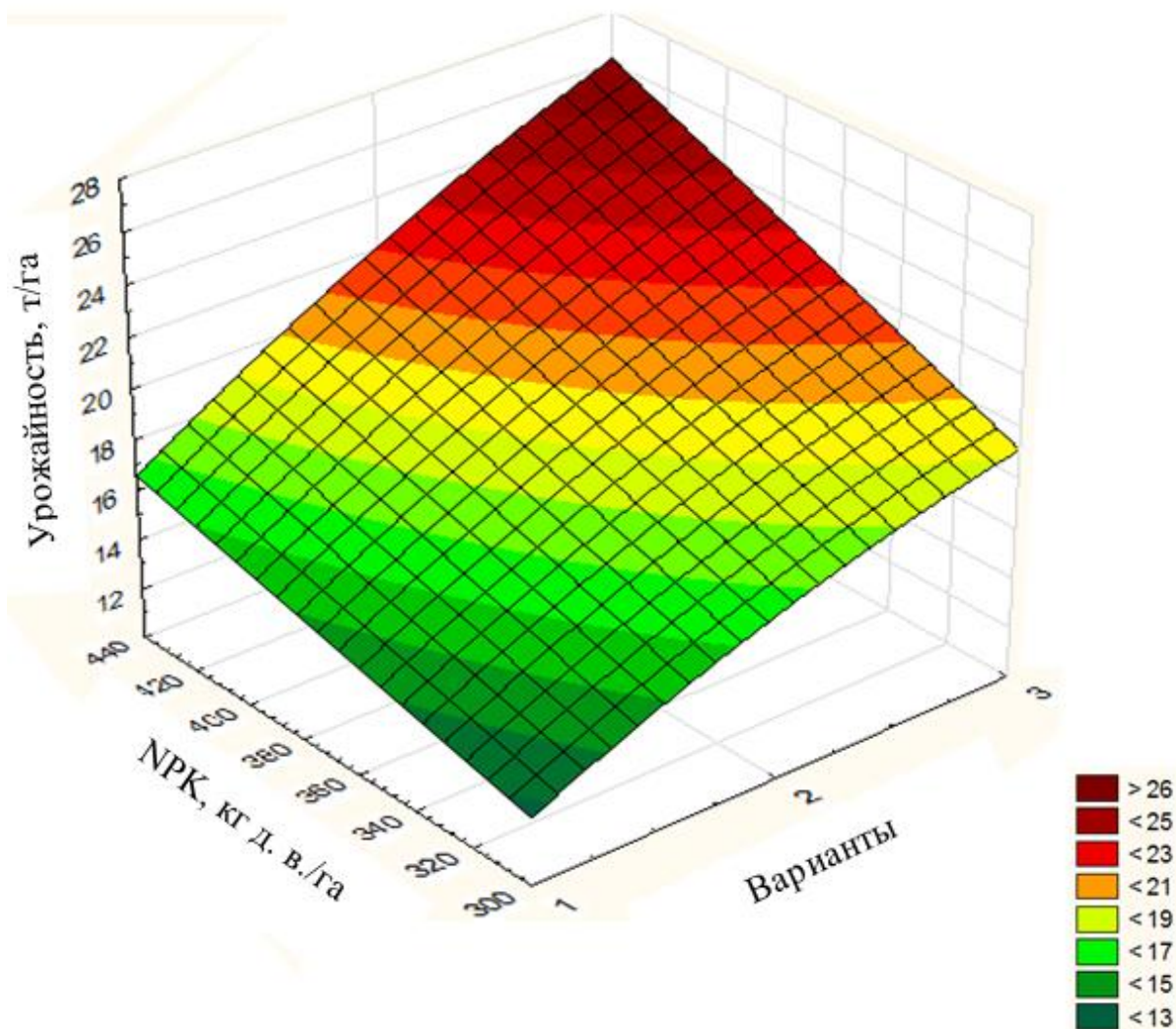


Рисунок 4.32 – Графики поверхности отклика урожайности чипсового картофеля в зависимости от уровня минерального питания и водного режима почвы

Таким образом, с улучшением режима орошения и уровня минерального питания результаты полученных данных при дождевании подтверждал, что урожайность картофеля значительно возрастала. Кроме того, проведенные на светло-каштановых почвах Волгоградской области исследования с использованием дождевальной машины (pivot) Valley показали, что применяемые режимы орошения и нормы внесения минеральных удобрений позволяют получать урожайность чипсового сорта картофеля «BP 808» от 15 до 25 т/га (приложение Р).

Проведенный анализ определения наиболее эффективного варианта получения планируемых урожаев клубней картофеля весенней посадки позволил разработать блок-схемы для технологии получения урожайности на уровне 25 т/га на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья (рис. 4.33).

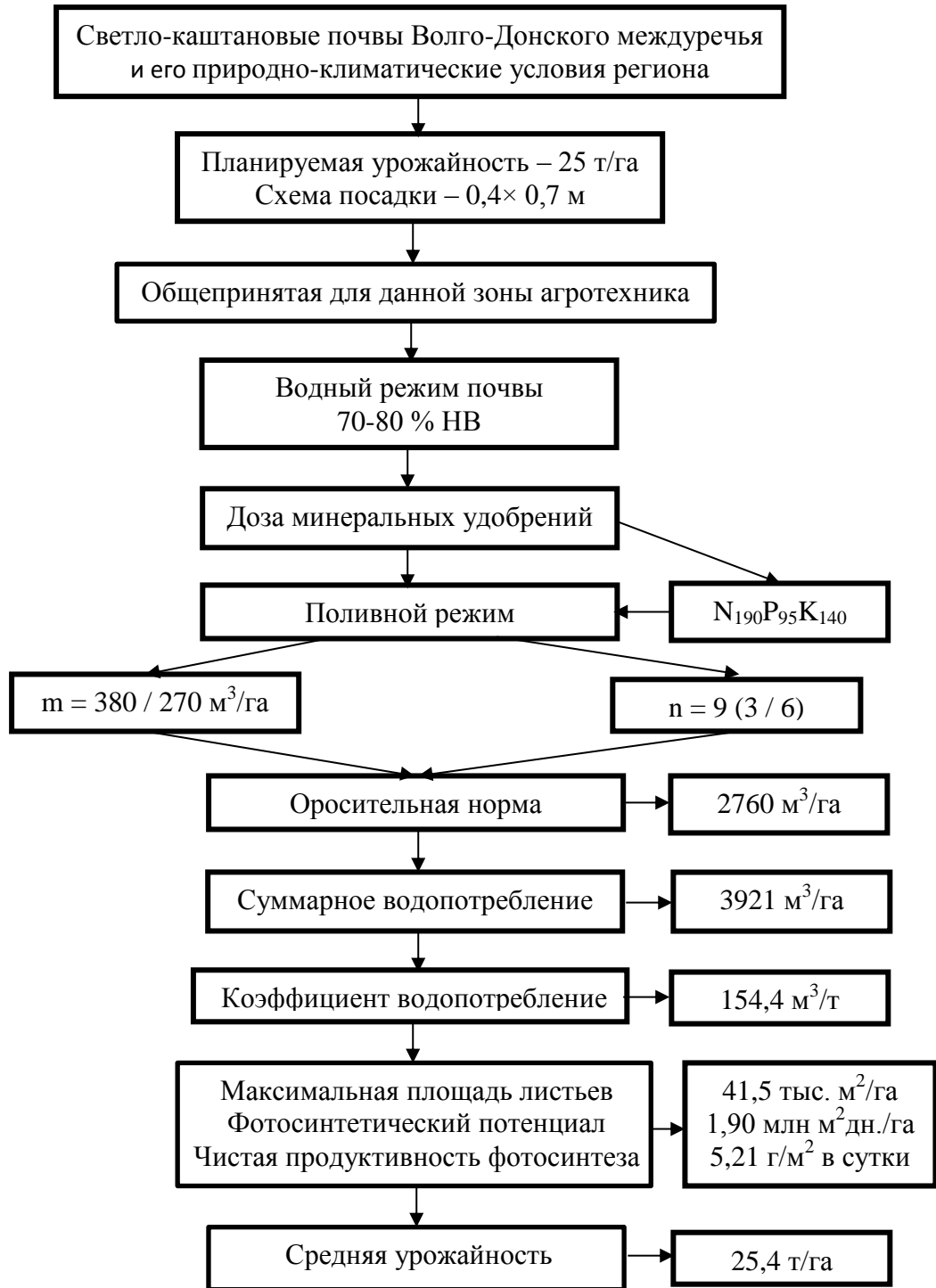


Рисунок 4.33 – Блок-схема: основные параметры и взаимосвязи в технологии получения 25 т/га клубней картофеля весенней посадки при поливе дождеванием

Кроме продуктивности растений следует иметь в виду, что основным показателем является и их качество. Ряд авторов, согласно результатам проведённых многолетних исследований, акцентируют своё внимание на значительное влияние агротехнических приёмов на качественные характеристики картофельных клубней [1, 3, 13, 15, 27, 38, 49, 64, 65, 81, 123, 134, 141].

На основе полученных данных в полевых условиях в зависимости от влагообеспеченности и доз минеральных удобрений удалось установить существующую тесную связь между урожайностью чипсового картофеля и ее качеством. Например, при влажности почвы 70 % НВ в клубнях картофеля в среднем содержалось от 16,1 до 18,5 % сухих веществ; 15,9-18,1 % крахмала; 0,46-0,51 % сумма сахаров; 13,9-15,8 % аскорбиновой кислоты. Содержание нитратов в клубнях картофеля в данном варианте находилось в пределах 128,3-160,2 мг/кг (табл. 4.14).

Таблица 4.14 – Биохимический состав картофеля в среднем за 2018-2020 гг.

Доза удобрений, кг д. в./га	Показатели				Содержание нитратов, мг/кг
	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, %	
Предполивная влажность почвы при 70 % НВ					
Без удобрений (контроль)	16,1	15,9	0,51	13,9	128,3
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	17,8	17,6	0,49	15,4	136,7
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	18,2	17,9	0,47	15,7	148,6
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	18,5	18,1	0,46	15,8	160,2
Предполивная влажность почвы при 80 % НВ					
Без удобрений (контроль)	16,4	16,2	0,50	14,2	134,9
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	18,3	17,9	0,48	15,8	143,1
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	18,6	18,1	0,46	16,0	154,3
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	18,9	18,3	0,45	16,1	165,8
Предполивная влажность почвы при 70-80 % НВ					
Без удобрений (контроль)	16,8	16,6	0,49	14,5	137,2
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	18,7	18,4	0,47	15,9	149,7
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	18,9	18,5	0,45	16,2	161,5
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	19,2	18,7	0,44	16,3	172,4

С повышением влажности почвы до 80 % НВ было характерно содержание в клубнях картофеля 16,4-18,9 % сухих веществ; 16,2-18,3 % крахмала; 0,45-0,50 % суммы сахаров; 14,2-16,1 % аскорбиновой кислоты; нитратов – 134,9-165,8 мг/кг.

С применением влажности почвы на уровне 70-80 % НВ сопровождалось увеличением в клубнях картофеля содержания сухих веществ до 16,8-19,2 %, крахмала – до 16,6-18,7 %, аскорбиновой кислоты – до 14,5-16,3 %, нитратов – до 137,2-172,4 мг/кг и снижением суммы сахаров до 0,44-0,49 %.

Таким образом, в ходе исследований при изучении условий питания почв внесение минеральных удобрений оказало существенное влияние на динамику изучаемых показателей химического состава клубней чипсового картофеля. Так, при увеличении дозы удобрений с $N_{130}P_{75}K_{100}$ до $N_{190}P_{95}K_{140}$ и повышении обеспеченности почвы минеральными элементами содержание сухого вещества в клубнях картофеля при влажности почвы 70 % НВ увеличилось с 17,8 до 18,5 %. При влажности 80 % НВ и 70-80 % НВ этот показатель возрастал соответственно до 18,3-18,9 % и 18,7-19,2 %.

Далее в зависимости от влагообеспеченности содержание крахмала поднялось с 17,6-18,4 до 18,1-18,7 %. Аскорбиновая кислотность повысилась с 15,4-15,9 до 15,8-16,3 %, а сумма сахаров с 0,49-0,47 до 0,46-0,44 % снизилась. В зависимости от изучаемых факторов в наших исследованиях содержание нитратов незначительно увеличивалось, то есть в пределах от 136,7-149,7 до 160,2-172,4 мг/кг. Однако полученные данные свидетельствуют о том, что уровень нитратов в клубнях чипсового картофеля весенней посадки не превышал предельно допустимые концентрации (ПДК).

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ ВЕСЕННЕЙ ПОСАДКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДОЖДЕВАНИЯ

5.1 Экономическая оценка эффективности возделывания чипсового картофеля весенней посадки в различных вариантах опыта при дождевании

На основе полученных фактических показателей урожайности проводили экономический анализ целесообразности выращивания чипсового картофеля с применением дождевальной машины. Все вычисления для оценки экономической эффективности осуществлялись в ценах, актуальных для 2024 года.

При производстве раннего картофеля для расчета полной себестоимости в основном учитывались издержки на заработную плату, топливо и смазочные материалы, а также амортизационные отчисления основных фондов. Для экономического анализа целесообразности выращивания чипсового картофеля весенней посадки с применением дождевальных машин был составлен список действий, необходимых для оптимального ведения картофелеводства, включая корректировки агрономических практик.

Наиболее важным моментом в расчетах было использование качественного посадочного материала, затраты на который были включены в себестоимость. Оценка экономической эффективности учитывала особенности почвы, климат, нормы удобрений и системы полива, основываясь на общепринятых методах и документации. Экономическая эффективность орошения сельскохозяйственных культур сильно зависит от затрат на агрономические меры и мелиорацию. Далее анализ состояния орошения в Волгоградской области показал, что эффективность во многом зависит от режима полива, соблюдения технологий и внедрения современных форм организации труда. Улучшение технологий способствует увеличению продуктивности и рентабельности. Поэтому в основу экономической оценки были положены данные об урожайности, фактических трудовых и материальных затратах на выращивание картофеля при различных режимах полива и уровнях минерального питания. При определении стоимости затрат, связанных с поливом,

учитывались расходы на оплату труда поливальщиков, амортизацию насосной станции и дождевальной техники, а также затраты на электроэнергию. По каждому варианту опыта включали приобретение и стоимость минеральных удобрений.

Основные показатели при оценке экономической эффективности чипсового картофеля учитывали в основном повышение себестоимости валовой продукции, снижение срока окупаемости и себестоимости 1 т продукции, а также рост производительности труда, чистой прибыли и рентабельности растений. Далее в итоге все это оказывает положительное влияние на производительность труда, продуктивность и рентабельность растений.

В ходе исследований при определении экономической эффективности выращивания чипсового картофеля с использованием дождевальной машины Valley в расчетах была использована цена 32 руб. за килограмм. Результаты расчетов показали, что при производстве чипсового картофеля величина совокупных затрат изменялась от 311,9 тыс. руб. до 493,9 тыс. руб. Так, например, на возделывании картофеля при влажности почвы 70 % НВ наибольшие совокупные затраты 423,5 тыс. руб., были получены с внесением минеральных удобрений в дозе $N_{190}P_{95}K_{120}$. Наименьшие совокупные затраты на этом варианте были достигнуты в контрольном варианте (без внесения удобрений) и в среднем составили 311,9 тыс. руб. Результаты основных расчетов экономической эффективности производства чипсового картофеля представлены в таблице 5.1.

Повышение влажности до 80 % НВ в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области ведёт к ощутимому росту себестоимости продукции, достигающему 387,2-732,2 тыс. руб. Поддержание оптимального уровня почвенной влаги в пределах 70-80 % НВ, напротив, обеспечивает высокую экономическую эффективность. При этом варьирование доз минеральных удобрений вносило свои коррективы, то есть вызывая колебания этой величины в среднем от 518,4 тыс. руб. до 812,8 тыс. руб.

На контрольном варианте независимо от влагообеспеченности почвы чистый доход и рентабельность получились незначительными, и изменялись соответственно от 30,5 до 71,0 и от 9,31 до 19,00.

Таблица 5.1– Экономическая эффективность возделывания чипсового картофеля

по вариантам опыта при дождевании в среднем за 2018-2020 гг.

Доза удобрений, кг д. в./га.	Урожайность, т/га	Стоимость полученной продукции, тыс. р.	Сумма затрат на 1 га, тыс. р.	Стоимость продукции на 1 р. затрат	Себестоимость 1 т продукции, тыс. р./т	Чистый доход, тыс. р.	Прибыль с 1 т проданной продукции, тыс. р.	Рентабельность, %	Срок окупаемости, лет
Предполивная влажность почвы при 70 % НВ									
Без удобрений (контроль)	10,7	342,4	311,9	1,10	30,58	30,5	2,85	9,31	10,2
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	12,9	412,8	356,6	1,16	27,64	56,2	4,36	15,77	6,3
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	16,8	537,6	405,1	1,33	24,11	132,5	7,89	32,73	3,1
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	19,3	617,8	423,5	1,46	21,94	194,3	10,07	45,90	2,2
Предполивная влажность почвы при 80 % НВ									
Без удобрений (контроль)	12,1	387,2	341,4	1,13	28,21	45,8	3,79	13,43	7,5
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	14,5	464,0	391,3	1,19	26,99	72,7	5,01	18,56	5,4
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	19,0	608,0	435,2	1,40	22,91	172,8	9,09	39,68	2,5
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	22,6	732,2	473,7	1,55	20,96	258,5	11,44	54,58	1,8
Предполивная влажность почвы при 70-80 % НВ									
Без удобрений (контроль)	13,9	444,8	373,8	1,19	26,89	71,0	5,11	19,00	5,3
N ₁₃₀ P ₇₅ K ₁₀₀	16,2	518,4	415,7	1,25	25,66	102,7	6,34	24,71	4,1
N ₁₆₀ P ₈₅ K ₁₂₀	21,7	694,4	460,2	1,51	21,21	234,2	10,79	50,87	2,0
N ₁₉₀ P ₉₅ K ₁₄₀	25,4	812,8	493,9	1,65	19,44	318,9	12,56	64,61	1,5

При оптимизации сочетания водного режима почв и норм минеральных удобрений на варианте с влажностью почвы 70 % НВ чистый доход в среднем составлял 56,2-194,3 тыс. руб. с 1 га, а уровень рентабельности и срок окупаемости соответственно равны 15,77-45,90 % и 6,3-2,2 года. С повышением предполивной влажности почвы до 80 % НВ экономические показатели возрастали. При этом в среднем увеличивался чистый доход до 72,7-258,5 тыс. руб.; рентабельность до 18,56-54,58 %; срок окупаемости снижался до 5,4-1,8 года.

Наименьшая себестоимость 1 т продукции (19,44-25,66 тыс. руб.) формировалась при влажности почвы 70-80 % НВ и в среднем в зависимости от нормы минеральных удобрений увеличивала стоимость полученной продукции на уровне 518,4-812,8 тыс. руб. Это позволяло получить чистый доход в размере 102,7-318,9 тыс. руб., рентабельность 24,71-64,61 %, и сократить срок окупаемости до 4,1-1,5 лет.

Результаты трехлетних исследований показали, что оптимальная экономическая эффективность при выращивании чипсового картофеля формируется при влажности на уровне 70-80 % НВ и максимальных дозах удобрений $N_{190}P_{95}K_{140}$, что обеспечивает среднюю урожайность 25,4 т/га с прибылью 12,56 тыс. руб. за тонну. При этом рентабельность производства составляет 64,61 %, чистая прибыль – 318,9 тыс. руб., а срок окупаемости – 1,5 года.

В случае, когда повышаются дозы удобрений с $N_{130}P_{75}K_{100}$ до $N_{190}P_{95}K_{140}$, также наблюдается тенденция к увеличению прибыли благодаря повышению урожайности при дождевании. Так, при влажности почвы 70 % НВ урожайность составляла в среднем 12,9-19,3 т/га. Стоимость продукции при этом находилась на уровне 412,8-617,8 тыс. руб., чистый доход – 56,2-194,3 тыс. руб., рентабельность – 15,77- 45,90 %, а срок окупаемости – 2,2-6,3 года. Аналогичная закономерность наблюдалась и в других вариантах опыта.

Таким образом, с точки зрения формирования инвестиционной привлекательности проектов на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья в сфере картофелеводства, регулирование водного режима и внесение определённых доз удобрений – эффективные методы для достижения запланированных

урожаев картофеля высокого качества, гарантирующих увеличение дохода. Расчеты подтверждают, что эффективность выращивания чипсового картофеля при дождевании является рентабельной (в среднем за три года исследований колебалась в пределах 9,31-64,61 %), а срок окупаемости проекта не превышает 1,5-10,2 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. По результатам трёхлетних исследований установлено, что в условиях светло-каштановых почв Волго-Донского междуречья для получения урожайности чипсового картофеля весеннего посева при дождевании в пределах 15-25 т/га необходимо учитывать взаимодействие между режимом орошения и различными уровнями внесения удобрений. При этом максимальные значения урожая были зафиксированы при дифференцированном режиме орошения (70-80 % НВ) с применением минеральных удобрений в дозах $N_{190}P_{95}K_{140}$. На данном варианте для поддержания влажности почвы в сухой год необходимо проводить 10 поливов (3/7), а в очень засушливые годы – 8 (3/5) и 9 (3/6) поливов с поливной нормой 380 и 270 м³/га. Объем оросительной воды на данном варианте, в зависимости от изучаемых факторов, изменялся в пределах от 2760 до 3030 м³/га и в среднем за три года составил 2760 м³/га.

2. Установлено, что с улучшением почвенной влаги с 70 до 70-80 % НВ происходит некоторое увеличение суммарного водопотребления чипсового картофеля весеннего посева, которое принимает в среднем следующие значения: 3502 м³/га при 70 % НВ, 3707 м³/га при 80 % НВ и 3921 м³/га при 70-80 % НВ.

3. Результаты исследования показали, что наиболее интенсивное формирование листовой поверхности чипсового картофеля весенней посадки происходило в варианте 70-80 % НВ. В фазе от бутонизации до прекращения прироста ботвы площадь листьев в этом варианте изменялась в диапазоне от 28,6 тыс. м² до 41,5 тыс. м² на гектар. Во всех опытных вариантах максимальный фотосинтетический потенциал картофеля был получен при внесении удобрений в норме $N_{190}P_{95}K_{140}$, что составило от 1,74 до 1,90 млн м²дн./га. Благодаря наибольшей фотосинтетической активности картофеля весенней посадки, данный вариант позволил сформировать чистую продуктивность фотосинтеза в контрольном варианте на уровне 4,72 г/м² в сутки. При внесении удобрений в дозах от $N_{130}P_{75}K_{100}$ до $N_{190}P_{95}K_{140}$ данный показатель составил 5,18-5,31 г/м² в сутки.

4. Опыты, проведенные на светло-каштановых почвах Волгоградской области с использованием дождевальная машины Valley, показали, что применяемые

режимы орошения и дозы минеральных удобрений обеспечивают урожайность чипсового сорта картофеля «BP 808» в пределах от 15 до 25 т/га. Урожайность на уровне 15 т/га достигается при поддержании влажности почвы не ниже 70 % НВ с внесением удобрений в дозе $N_{160}P_{85}K_{120}$. Для достижения урожайности на уровне 20 т/га необходимо поддерживать влажность почвы не ниже 80 % НВ и увеличить дозы удобрений до $N_{190}P_{95}K_{140}$. Для сбора урожая в 25 т/га ключевым условием является регулирование влажности почвы в активном слое в пределах 70-80 % НВ с внесением удобрений в норме $N_{190}P_{95}K_{140}$. Установлено, что рост урожайности чипсового картофеля весеннего посева в пределах от 15 до 25 т/га был связан с увеличением содержания сухого вещества в клубнях картофеля от 16,1 до 19,2 %, крахмала – от 15,9 до 18,7 %, аскорбиновой кислоты – от 13,9 до 16,3 %. При этом содержание суммы сахаров снизилось от 0,51 до 0,44 %, а содержание нитратов незначительно возросло от 128,3 до 172,4 мг/кг.

5. Установлено, что при производстве чипсового картофеля весенней посадки общие затраты варьируются от 311,9 тыс. руб. до 493,9 тыс. руб. Наилучшие экономические показатели производства картофеля весенней посадки были достигнуты при поддержании уровня влажности почвы в 70-80 % НВ и внесении минеральных удобрений в дозе $N_{190}P_{95}K_{140}$. Данное сочетание позволяет получать в среднем 25,4 т/га клубней картофеля. С учетом полученных данных прибыль с каждой тонны реализованного чипсового картофеля достигала 12,56 тыс. руб., чистый доход составил 318,9 тыс. руб., а рентабельность производства принимала значения 64,61 %. При таких показателях срок окупаемости инвестиций составил примерно 1,5 года.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Для оптимизации производства чипсового картофеля весенней посадки сорта «ВР 808» и достижения урожайности до 25 т/га в Волго-Донском междуречье, характеризующемся светло-каштановыми почвами, рекомендуется использовать дождевальную машину.

Урожайность чипсового картофеля весенней посадки на уровне 15 т/га достигается при поддержании влажности почвы не ниже 70 % НВ с внесением удобрений в дозе $N_{160}P_{85}K_{120}$. Для формирования урожайности в 20 т/га необходимо поддерживать влажность почвы не ниже 80 % НВ с внесением удобрений в дозе $N_{190}P_{95}K_{140}$. Для достижения урожайности в 25 т/га рекомендуется регулировать влажность почвы в диапазоне 70-80 % НВ с внесением максимальной расчетной дозы удобрений $N_{190}P_{95}K_{140}$ на гектар.

При влажности почвы 70 % НВ и 80 % НВ в сухой год потребуется соответственно 7 и 11 поливов; в очень засушливые годы – 5-6 и 8-9 поливов с поливной нормой 380 м³/га и 270 м³/га. Для регулирования дифференцированной влажности почвы на уровне 70-80 % НВ в сухой год рекомендуется 10 поливов (3 с нормой 380 м³/га и 7 с нормой 270 м³/га), а в очень засушливые годы – 8-9 поливов (3 полива по 380 м³/га и 5-6 по 270 м³/га).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

В целях повышения эффективности картофелеводства в Волгоградской области предлагается:

- усовершенствовать технологии возделывания разных сортов картофеля весенней посадки, в частности, путем использования различных способов орошения, направленных на оптимизацию расхода ресурсов и увеличение урожайности клубней;

- разработать новые направления исследований современных сортов картофеля по различным группам спелости с целью расширения ассортимента районированных сортов. Эти исследования позволят расширить ассортимент районированных сортов картофеля для орошаемых земель Волгоградской области.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверьянов, С.Ф. Расчет водного режима мелиорируемых земель / С.Ф. Аверьянов, А.И. Голованов, Ю.Н. Никольский // Гидротехника и мелиорация. – 1974. – № 3. – С. 34-42.
2. Аверьянов, С.Ф. Управление водным режимом мелиорируемых сельскохозяйственных земель / С.Ф. Аверьянов; Под общей редакцией Ю.Н. Никольского. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015. – 542 с.
3. Агроклиматический справочник по Волгоградской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – С. 8-23.
4. Агротехника возделывания овощных культур в условиях орошения / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков, О.В. Бочарникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 4 (48). – С. 10-16.
5. Алиярова, Ш.Т. Продуктивность раннего картофеля в южном подпровинции республики Дагестан / Ш.Т. Алиярова, Б.А. Бачиев, А.А. Магомедова, З.М. Мусаева // Проблемы развития АПК региона. – 2017. - № 4 (32). – С. 15-19.
6. Алпатьев, А.М. О методах расчета потребности в воде культурных фитоценозов в связи с развитием орошения в СССР / А.М. Алпатьев // В кн.: Биологические основы орошаемого земледелия. – М., 1974. – С. 85-89.
7. Анисимов, Б.В. Картофелеводство в регионах России: актуальные проблемы науки и практики / Б.В. Анисимов, Г.И. Филипова. – М.: ВНИИКХ РЦСК. – 2006. – 268 с.
8. Ахмедов, А.Д. Научно-экспериментальное обоснование основных параметров водосберегающих способов полива для повышения экологической безопасности устойчивых агроландшафтов в условиях Нижнего Поволжья: монография / А.Д. Ахмедов, И.А. Азиева, Е.В. Акутнева, Е.Ю. Галиуллина, И.А. Гущина. – ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2022. – 164 с.

9. Ахмедов, А.Д. Организация и технология полива сельскохозяйственных культур дождевальными машинами: учебное пособие /А.Д. Ахмедов, Е.П. Боровой, В.В. Мелихов. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2021. – С.148.

10. Ахмедов, А.Д. Особенности водосберегающей технологии полива овощных культур на юге России / А.Д. Ахмедов, Е.Э. Джамалетина // Мелиорация и гидротехника. – 2019. – № 4. – С. 120-131.

11. Ахмедов, А.Д. Особенности возделывания различных сельскохозяйственных культур на приусадебных участках Волгоградской области: монография / А.Д. Ахмедов, Е.П. Боровой – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2014. – С.144.

12. Ахмедов, А. Д. Технология выращивания картофеля дождеванием при весенней посадке / А.Д. Ахмедов, Ю.В. Кузнецов, И. А. Гущина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 3 (67). – С. 32-40.

13. Ахмедов, А.Д. Эффективность влияния орошения и минерального питания на рост и развитие чипсового сорта картофеля на юге России / А.Д. Ахмедов, Ю.В. Кузнецов, Г.С. Егорова, С. М. Григоров, И. А. Гущина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 3 (71). – С. 21-30.

14. Бабичев, А.Н. Водопотребление картофеля весенней посадки в зависимости от режима орошения и технологии внесения удобрений / А.Н. Бабичев, Д.П. Сидаренко. Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2022. – № 1 (85). – С. 78-83.

15. Бабичев, А.Н. Определение эффективности снижения химической нагрузки при выращивании картофеля летней посадки в условиях орошения / А.Н. Бабичев, В.А. Монастырский, В.И. Ольгаренко // Мелиорация и гидротехника. – 2022. – Т. 12. – № 3. – С. 44-55.

16. Бабичев, А.Н. Суммарное водопотребление и продуктивность картофеля при орошении и внесении минеральных удобрений / А.Н. Бабичев,

Д.П. Сидаренко // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2022. – № 4 (88). – С. 70-76.

17. Багров, М.Н. Дифференциация поливных норм при орошении / М.Н. Багров // Гидротехника и мелиорация. – 1981. – № 12. – С. 39-40.

18. Багров, М.Н. Орошение картофеля на юге Поволжья / М.Н. Багров // Картофель и овощи. – 1964. – № 1. – С. 2–3.

19. Багров, М.Н. Особенность водного режима орошаемых светло-каштановых почв / М.Н. Багров // Почвоведение. – 1979. – № 7. – С. 42-46.

20. Багров, М.Н. Режим орошения сельскохозяйственных культур в условиях Нижнего Поволжья / М.Н. Багров // Тр. Волгоградского СХИ. – Волгоград, 1991. – С. 7-27.

21. Боровой, Е.П. Водосберегающие технологии возделывания картофеля при капельном поливе / Е.П. Боровой, С.П. Ильин // Актуальные проблемы, современное состояние, инновации в области природообустройства и строительства: материалы Всероссийской заочной научно-практической конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора, заслуженного мелиоратора РФ И.С. Алексейко. – Дальневосточный ГАУ. – Благовещенск, 2015. – С. 58-62.

22. Бородычев, В.В. Алгоритм решения задач управления водным режимом почвы при орошении сельскохозяйственных культур / В.В. Бородычев, М.Н. Лытов // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 1. – С. 8-11.

23. Бородычев, В.В. Приемы возделывания картофеля летних посадок при капельном орошении / В.В. Бородычев, С.А. Курбанов, И.А. Дергачёва // Проблемы развития АПК региона 2014. - № 4(20). – С. 14-17.

24. Бочарников, В.С. Новые приемы возделывания овощных культур в системе водосберегающего орошения / В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2014. – № 4. – С. 54.

25. Бочарников, В.С. Новые системы ресурсосберегающих способов орошения овощных культур / В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков, О.В. Бочарнико-

ва // Роль мелиорации и водного хозяйства в инновационном развитии АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 150-летию со дня рождения основоположника высшего гидротехнического и мелиоративного образования в России В.В. Подарева. – М.: ФГОУ ВПОМГУП, 2012. – С. 98-103.

26. Бочарников, В.С. Повышение эффективности использования оросительной воды при выращивании овощных культур / В.С. Бочарников, О.В. Бочарникова // Современные проблемы развития АПК: материалы научно-практической конференции. – Волгоград: ВГСХА, 2006. – С. 31-33.

27. Бочарников, В.С. Технологические мероприятия при водосберегающем орошении / В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков // Проблемы и перспективы аграрной науки в России (посвящается 135-летию А.И. Стебута): сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции / НИИ сельского хозяйства Юго-Востока РАСХН. – Саратов, 2012. – С. 197-201.

28. Бочарников, В.С. Экономия оросительной воды при производстве продукции овощеводства / В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков, О.В. Бочарникова // Перспективные направления исследований в изменяющихся климатических условиях: сборник докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и специалистов, посвященной 140-летию А.Г. Дояренко / ГНУ НИИ сельского хозяйства Юго-Востока РАСХН. – Саратов, 2014. – С. 487-490.

29. Веденяпин, Г.В. Общая методика экспериментального исследования и обработка опытных данных / Г.В. Веденяпин. – М.: Колос, 1973 – 256 с.

30. Викторов, Д.П. Практикум по физиологии растений / Д.П. Викторов. – Изд. 2-е. – Воронеж: Издательство ВГУ, 1991. – 160 с.

31. Влияние режима орошения и доз удобрений на продуктивность картофеля летней посадки в Нижнем Поволжье / В.В. Бородычев, Т.Н. Дронова, А.А. Дергачев, И.А. Дергачева // Плодородие. – 2017. – № 1 (94). – С. 14-16.

32. Воробьев, В.А. Оценка систем удобрения картофеля в полевых севооборотах / В.А. Воробьев // Аграрная наука. – 2015. - № 3. – С. 14-16.

33. Гиченкова, О.Г. Особенности режима орошения и агротехники раннего картофеля на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья: автореф. дисс....канд. с-х. наук: 06.01.02 / Ольга Геннадьевна Гиченкова. – Волгоград. – 2000. – 24 с.

34. Гонова, О.В. Современные подходы к совершенствованию агротехнологий в картофелеводстве / О.В. Гонова, А.А. Малыгин // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2021. – № 2(66). – С. 102-107.

35. Григоров, С.М. Капельное орошение картофеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья / С.М. Григоров, В.М. Жидков, В.В. Захаров // Мелиорация и водное хозяйство. – 2011. - № 3. – С. 29-30.

36. Григоров, С.М. Режим орошения и удобрения раннего картофеля / С.М. Григоров, Л.Л. Свиридова // Картофель и овощи. – 2006. - № 4. – С. 15-16.

37. Григоров, М.С. Современное состояние и развитие орошения в Волгоградской области / М.С. Григоров, А.Д. Ахмедов // Природообустройство и рациональное природопользование – необходимые условия социально-экономического развития России: сб. науч. тр. – М.: МГУП, 2005. – Ч. II. – С. 53-58.

38. Гурина И.В., Мельник Т.В., Калечак И.М. Эффективность орошения картофеля весенней посадки современной дождевальной техникой в условиях юга России / И.В. Гурина, Т.В. Мельник, И.М. Калечак // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4 (52). – С. 77-83.

39. Гущина, И.А. Влияние метеорологических условий на урожайность картофеля / И.А. Гущина // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации». – Т. 2 – Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2022. – С. 102-106.

40. Гущина, И.А. Прогнозирование урожайности картофеля / И.А. Гущина // Материалы Международной научно-практической конференции «Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации». – Т. 2 – Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2022. – С. 106-110.

41. Гущина, И.А. Продуктивность использования влаги при дождевании раннего картофеля в условиях Волгоградской области посадке / И.А. Гущина, А.Д. Ахмедов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 4 (68). – С. 200-206.

42. Гущина, И.А. Сравнительная оценка способов полива картофеля в условиях Волгоградской области / И.А. Гущина // Материалы XIV Международной научно-практической конференции молодых исследователей «Наука и молодежь: новые идеи и решения». – Ч. I. – Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2020. – С. 233-238.

43. Гущина, И.А. Технология возделывания картофеля в условиях Волгоградской области/ И.А. Гущина // Материалы XIV Международной научно-практической конференции молодых исследователей «Наука и молодежь: новые идеи и решения». – Ч. I. – Волгоградский ГАУ. – Волгоград, 2020. – С. 238-241.

44. Дронова, Т.Н. Картофель с южным прицелом / Т.Н. Дронова // Настоящий хозяин. – 2012. - № 7. – С. 20-23.

45. Дронова, Т.Н. Возделывание раннего картофеля на орошаемых землях / Т.Н. Дронова // Орошаемое земледелие. – 2013. – № 1. – С. 13–19.

46. Долгов, С.И. Исследования подвижности почвенной влаги и ее доступности для растений / С.И. Долгов. – М.: Изд. АН СССР, 1948. – С. 144-197.

47. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 2014. – 351 с.

48. Доспехов, Б.А. Планирование полевого опыта и статистическая обработка его данных / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1972. – 383 с.

49. Дубенок, Н.Н. Водопотребление и продуктивность раннего картофеля при спринклерном орошении / Н.Н. Дубенок, А.Ф. Дружкин, Р.А. Чечко // Мелиорация и водное хозяйство. – 2015. – № 1. – С. 15-18.

50. Дубенок, Н.Н. Болотин Отзывчивость различных сортов картофеля на водный режим светло-каштановых почв Нижнего Поволжья / Н.Н. Дубенок, Д.А. Болотин, С.Д. Фомин, А.Г. Болотин // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2018. – № 4 (52). – С. 22-28.

51. Дубенок, Н.Н. Продуктивность картофеля при спринклерном орошении / Н.Н. Дубенок, Р.А. Чечко, А.Ф. Дружкин // Плодородие. – 2015. – № 1 (82). – С. 35-37.

52. Дубенок, Н.Н. Потенциал продуктивности раннего картофеля и эффективность его реализации при спринклерном орошении / Н.Н. Дубенок, Р.А. Чечко // Проблемы развития АПК региона. – 2016. – № 1(25). – С. 28-31.

53. Дубачева, А.И. Анализ исследований технологии возделывания картофеля в Нижнем Поволжье / А.И. Дубачева, Е.А. Ходяков // Материалы ХУІ региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области. – 2012. – С. 164-169.

54. Дубинин, С. В. Как получить высокий урожай картофеля / С. В. Дубинин // Картофель и овощи. – 2013. – № 2. – С. 21–22.

55. Дукаревич, Б.И. Удобрение овощных культур / Б.И. Дукаревич. – М.: Россельхозиздат, 1979. – 48 с.

56. Жидков, В.М. Режимы орошения картофеля при капельном поливе на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В.М. Жидков, В.В. Захаров // Известия ВГСХА, 2009. – С.24-27.

57. Ермаков, С.М. Математическая теория планирования эксперимента / С.М. Ермаков. – М.: Наука, 1983. – 391 с.

58. Иванов, В.М. Основные элементы технологии возделывания картофеля в Волго-Ахтубинской пойме / В.М. Иванов, Д.С. Усков // Проблемы и тен-

денции устойчивого развития аграрной сферы. Том 1. – Волгоград, 2008. – С. 113-115.

59. Иванов, В.М. Особенности роста и формирования урожайности картофеля при удобрении на орошаемых землях Волго-Ахтубинской поймы / В.М. Иванов, Д.С. Усков // Известия Нижне-Волжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград, 2006. – № 4. – С. 12-14.

60. Иванов, В.М. Применение удобрений при возделывании ранних сортов картофеля в Волго-Ахтубинской пойме / В.М. Иванов // Вестник АПК Волгоградской области. – 2010. – № 5 (309). – С. 22-24.

61. Иванов, А.Ф. Теоретические основы программирования урожая / А.Ф. Иванов, В.И. Филин // Сельскохозяйственная биология. – 1979. – Т. 24. – С. 323-330.

62. Ивенин, В.В. Влияние удобрений с микроэлементами на повышение эффективности технологии при возделывании картофеля / В.В. Ивенин, А.В. Ивенин, А.Н. Бахметьева // Аграрная Россия. – 2013. – № 10. – С. 36-37.

63. Игнатъева, И.П. Плодовые и овощные культуры СССР / И.П. Игнатъева, А.Н. Постников, Н.В. Борисов. – М.: Агропромиздат, 1990. – 182 с.

64. Инновационные технологии орошения овощных культур / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, О.В. Бочарникова, М.П. Мещеряков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. – № 4(24). – С. 13-17.

65. Интенсивные технологии полива овощей / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, М.П. Мещеряков, О.В. Бочарникова // Сельский механизатор. – 2014. – № 9. – С. 18-19.

66. Использование численных методов расчета на ЭВМ водного режима почв в исследованиях по программированию урожая: методические рекомендации / С.В. Нерпин, М.Я. Кузнецов, Г.А. Трубачева, Е.Д. Хлопотенков. – Л.: АФИ, 1981. – 70 с.

67. Калмыкова, Е.В. Комплексные водорастворимые удобрения в технологии возделывания овощных культур в условиях Нижнего Поволжья / Е.В. Калмыкова, Н.Ю. Петров // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 2. – С. 29-31.

68. Кижяева, В.Е. Особенности возделывания картофеля при дождевании и капельном орошении в сухостепной зоне Поволжского региона / В.Е. Кижяева, В.О. Пешкова, Д.Ш. Рамазанов // Мелиорация и водное хозяйство. – Т. 2023. – № 4. – 2024. – С. 14-18.

69. Кирейчева, Л.В. Стратегия развития комплексных мелиораций в России / Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения: материалы Междунар. науч.-практ. конфер. – М.: Изд. ВНИИА., 2016. – С. 4-9.

70. Коваленко, И.Н. Теория вероятностей и математическая статистика / И.Н. Коваленко, А.А. Филиппова. – М.: Высшая школа, 1973. – 368 с.

71. Коринец, В.В. Варианты технологии возделывания картофеля в аридной зоне / В.В. Коринец, В.А. Шляхов, Н.К. Дубровин, Р.И. Дубин // Аграрный вестник Урала, 2011. - № 11, - С. 29-30.

72. Костяков, А. Н. Избранные труды / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1961. – Т. 2. – 743 с.

73. Костяков, А.Н. Основы мелиораций / А.Н. Костяков. – М.: Сельхозгиз, 1960. – 621 с.

74. Кравчук, А. В. Процесс послойного потребления почвенной влаги корневой системой растений / А. В. Кравчук, Д. В. Васильченко // Научная жизнь. – М.: Издательский Дом Наука образования. – 2013. – № 6. – С. 23–27.

75. Кружилин, А.С. Биологические особенности и продуктивность орошаемых культур / А.С. Кружилин. – М.: Колос, 1977. – 304 с.

76. Кружилин, А.С. Корневая система и продуктивность орошаемых культур / А.С. Кружилин. – М.: Наука, 1983. – С. 235-242.

77. Кружилин, И.П. Агромелиоративная оценка влагообеспеченности территории Нижнего Поволжья / И.П. Кружилин. – Волгоград, 1976. – 66 с.

78. Кружилин, И.П. Комплексная мелиорация земель обеспечит устойчивое развитие сельского хозяйства Поволжья / И.П. Кружилин // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2011. – № 1. – С. 14-16.

79. Кружилин, И.П. Оптимизация водного режима почвы для получения запланированных урожаев сельскохозяйственных культур в степной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / И.П. Кружилин. – Волгоград, 1982. – 52 с.

80. Кружилин, И.П. Орошение картофеля в Западной Сибири / И.П. Кружилин, В.П. Часовских // – Волгоград, 2001. – 184 с.

81. Кружилин, И.П. Особенности производства картофеля в условиях Нижнего Поволжья / И.П. Кружилин, В.В. Мелихов, А.А. Навитняя, О.Г. Гиценкова // Видовое разнообразие и динамика развития природных и производственных комплексов Нижней Волги. - М.: ПНИИАЗ, 2003. – Т. 1. – С. 329-341.

82. Кружилин, И.П. Эффективность возделывания картофеля при орошении в степной зоне / И.П. Кружилин // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. - № 1/2. – С. 23-26.

83. Кружилин, И.П. Эффективность возделывания картофеля при орошении в степной зоне Урала / И.П. Кружилин, Н.Н. Дубенок, А.А. Мушинский, А.П. Несват // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2015. – № 1-2. – С. 23-26.

84. Кулыгин, В. А. Картофель на орошении: рекомендации. / В. А. Кулыгин, А. Н. Бабичев [и др.]. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2013. – 19 с.

85. Кулыгин, В.А. Приёмы повышения эффективности использования водных ресурсов при орошении овощных культур и картофеля / В.А. Кулыгин, Г.Т. Балакай, А.Н. Бабичев // Вестник аграрной науки Дона. – 2010. – № 4. – С. 111-118.

86. Кулыгин, В.А. Ресурсосберегающие приёмы орошения и минерального питания при возделывании картофеля / В.А. Кулыгин // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2015. – № 1 (17). – С. 13-25.

87. Магомедов, Р.М. Совершенствование элементов технологии возделывания сортов раннего картофеля в Центральной орошаемой зоне Республики Дагестан / Р.М. Магомедов, А.А. Магомедова // Проблемы развития АПК региона. – 2020. – № 1 (41). – С. 70-76.

88. Магомедов, Н.Р. Эффективность применения минеральных удобрений под картофель в высокогорной провинции Дагестана / Н.Р. Магомедов, В.К. Сердеров, М.Д. Абдуллаев // Проблемы развития АПК региона. – 2016. – № 3 (27). – С. 55-58.

89. Мелиорация земель / А.И. Голованов, И.П. Айдаров, М.С. Григоров, В.Н. Краснощеков [и др.]. – М.: Колос, 2011. – 825 с.

90. Мелихов, В.В. Возделывание картофеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья при различных способах орошения / В.В. Мелихов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2022. – № 1 (65). – С. 190-198.

91. Мелихов, В.В. Оптимальный режим орошения и минерального питания раннего картофеля / В.В. Мелихов, А.А. Новиков // Картофель и овощи. – 2011. – № 8. – С. 16-17.

92. Мелихов, В.В. Эффективность удобрения раннего картофеля при капельном орошении / В.В. Мелихов, А.А. Новиков // Плодородие. – 2011. – № 5. – С. 25-27

93. Методические рекомендации ВАСХНИЛ по постановке опытов и проведению исследований по программированию урожая полевых культур. – М.: Колос, 1978. – 64 с.

94. Методика полевого опыта в овощеводстве / ГНУ ВНИИ овощеводства. – М., 2011. – 648 с.

95. Методические рекомендации к проведению полевых опытов с овощными культурами / сост. В.М. Андреев. – Волгоград: ВГСХА, 1995. – 42 с.

96. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов. – М.: Экономика, 2000. – 420 с.

97. Моисеев, Ю.Ф. Урожайность картофеля в зависимости от агротехнических приемов возделывания / Ю.Ф. Моисеев, А.А. Самаркин, Л.Г. Шашкаров // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 7. – № 2 (24). – С. 107-109.

98. Москвичёв, А.Ю. Повышение урожайности картофеля при обработке клубней мизорином и подкормке бишофитом на фоне разной обработки светло-каштановых почв Нижней Волги / А.Ю. Москвичёв, Е.А. Шарапова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – № 3. – 2016. – С. 49-55.

99. Мусаев, М.Р. Подбор сортов раннего картофеля для равнинной зоны Дагестана / М.Р. Мусаев, А.А. Магомедова // Проблемы развития АПК региона. – 2013. – № 2(14). – С. 28-29.

100. Мусаев, М.Р. Продуктивность раннего картофеля в условиях равнинного Дагестана в зависимости от режима орошения / М.Р. Мусаев, А.А. Магомедова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51. – № 2. – С. 259-263.

101. Мусаев, М.Р. Урожайность раннего картофеля в зависимости от уровня предполивного порога увлажнения в орошаемой зоне Дагестана / М.Р. Мусаев, А.А. Магомедова, З.М. Мусаева // Проблемы развития АПК региона. – 2016. – № 3 (27). – С. 63-66.

102. Мушинский, А.А. Изучение перспективных селекционных гибридов картофеля для орошаемых условий степной зоны Оренбургской области / А.А. Мушинский, А.Ж. Саудабаева, Д.А. Тюриков, Н.А. Пронько // Аграрный научный журнал. – 2022. – № 12. – С. 46-49.

103. Мушинский, А.А. Оценка коллекции гибридов картофеля в орошаемых условиях степной зоны южного Урала / А.А. Мушинский, А.Ж. Саудабаева, Е.В. Аминова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2021. – № 6 (92). – С. 96-99.

104. Мушинский, А.А. Технология возделывания картофеля в орошаемых условиях Оренбургской области / А.А. Мушинский, А.Ж. Саудабаева, Т.Н. Васи-

льева // Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий РАН – Оренбург: ООО «Типография «Агентство Пресса», 2022. – 24 с.

105. Мякишева, Е.П. Влияние качества света на содержание фотосинтетических пигментов картофеля (*Solanum Tuberosum*L) в культуре IN VITRO / Е.П. Мякишева, Г.Г. Соколова // Известия Алтайского государственного университета. – 2014. – Т. 2. – № 3. – С. 46-49.

106. Навитняя, А.А. Перспективы использования сортов картофеля с генеративной формой размножения в условиях Нижнего Поволжья / А.А. Навитняя, И.А. Дергачева // Сельскохозяйственные вести. – 2014. – № 2. – С. 24-28.

107. Надежкин, С.М. Урожайность картофеля в зависимости от сортовых особенностей и погодных условий лесостепи Среднего Поволжья / Н.М. Надежкин, Е.В. Жеряков, Д.А. Климов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 6 (50). – С. 43-46.

108. Никитенко, Г.Ф. Опытное дело в полеводстве / Г.Ф. Никитенко. – М.: Россельхозиздат, 1982. – 190 с.

109. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений и пути повышения их продуктивности / А.А. Ничипорович // Теоретические основы фотосинтетической продуктивности. – М.: Наука, 1972. – С. 511-527.

110. Новиков, А.А. Новые сорта картофеля для возделывания при орошении в Нижнем Поволжье / А.А. Новиков, К.А. Родин // Мелиорация и гидротехника [Электронный ресурс]. – Т. 14. – 2024. – № 3. – С. 155-164.

111. Новиков, А.А. Особенности возделывания картофеля при капельном орошении в Нижнем Поволжье / А.А. Новиков // Картофель и овощи. – 2021. – № 9. – С. 28-32.

112. Новиков, А.А. Усовершенствованные приемы обработки почвы при возделывании картофеля в зоне южных черноземов при орошении / А.А. Новиков, В.В. Мелихов, О.П. Комарова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2023. – № 2 (70). – С. 83-91.

113. Обоснование режимов увлажнения почв при капельном орошении картофеля в аридной зоне / А.В. Шуравилин, Ю.И. Сухарев, М.А. Табук, В.В. Бородычев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. – 2013. – № 3. – С. 45-52.

114. Овчинников, А.С. Динамическая модель раннеспелого картофеля для регулирования гидротермического режима агроценоза в условиях Волгоградской области / А.С. Овчинников, А.А. Бубер, Ю.П. Добрачев, В.В. Бородычев // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2018. – № 4 (52). – С. 65-76.

115. Овчинников, А.С. Методы повышения урожайности овощных культур на мелиорируемых землях Юга России / А.С. Овчинников, В.С. Бочарников, О.В. Бочарникова, М.П. Мещеряков, А.А. Пахомов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2014. – № 1(33). – С. 5–8.

116. Овчинников, А.С. Режим капельного орошения и водопотребление картофеля на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья / А.С. Овчинников, Р.А. Филимонов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2008. – С. 58-63.

117. Ольгаренко, В.И. Возделывание картофеля летней посадки в условиях орошения на пойменных землях юга России / В.И. Ольгаренко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2015. – № 107. – С. 207-218.

118. Ольгаренко, Г.В. Совершенствование технологий и техники орошения // Современные проблемы мелиорации земель, пути и методы их решения: сборник научных трудов по материалам Международных конференций и научных семинаров / ФГНУ «РосНИИПМ». – Новочеркасск, 2003. – С. 70-73.

119. Оросительные системы России: от поколения к поколению: монография / В.Н. Щедрин, А.В. Колганов, С.М. Васильев, А.А. Чураев. – Новочеркасск: Геликон, 2013. – Ч. 2. – 307 с.

120. Осипова, Г.С. Овощеводство в России и за рубежом / Г.С. Осипова // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2007. – № 5. – С. 16-21.

121. Перекрестов, Н.В. Экологические аспекты орошения агроландшафтов Нижнего Поволжья / Н.В. Перекрестов, А.Д. Ахмедов // Основы достижения устойчивого развития сельского хозяйства: материалы Междунар. науч.-практ. конф. ВГСХА. – Волгоград, 2004. – С. 147-148.

122. Петрова, Л.И. Влияние условий возделывания на урожайность и качество картофеля / Л.И. Петрова, Ю.И. Митрофанов, А.Е. Артёмьев // Материалы междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ. – Тверь, 2016 – С. 36-41.

123. Пивоваров, В.Ф. История овощеводства Российского/ В.Ф. Пивоваров; под ред. Е.Г. Добруцкой. – М.: Изд-во ВНИИССОК, 2017. – 336 с.

124. Плескачëв, Ю.Н. Продуктивность картофеля в зависимости от способов применения бактериальных удобрений и предшественников / Ю.Н. Плескачëв, О.Н. Скворцова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – № 4 (44) – С. 106-111.

125. Плескачëв, Ю.Н. Влияние азотовита и фосфатовита на урожайность картофеля при капельном орошении / Ю.Н. Плескачëв, О.Н. Роменская // Научная жизнь. – 2017. – № 7. – С. 52-57.

126. Плескачëв, Ю.Н. Влияние микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит на продуктивность картофеля в Нижнем Поволжье / Ю.Н. Плескачëв, О.Н. Роменская // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 1. - С 24-26.

127. Плескачëв, Ю.Н. Возделывание раннего картофеля в регионе Северного Прикаспия / Ю.Н. Плескачëв Ж.А. Зимина, П.А. Андросов // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 2 (50). – С. 35-40.

128. Плескачëв, Ю.Н. Совершенствование технологий возделывания различных сортов картофеля в Северном Прикаспии / Ю.Н. Плескачëв Ж.А. Зимина, П.А. Андросов // Аграрная Россия. – 2022. – № 5. – С. 32-36.

129. Плешаков, В.Н. Методика полевого опыта в условиях орошения / В.Н. Плешаков. – Волгоград: ВНИИОЗ, 1983. – 148 с.

130. Полевой, Д.И. Овощеводство в обеспечении продовольственной безопасности страны / Д.И. Полевой // Международный научный журнал. – 2012. – № 5. – С. 53-56.

131. Проблемы и перспективы использования водных ресурсов в агропромышленном комплексе России / В.Н. Щедрин [и др.]. – М.: ФГНУ ЦНТИ «Мелиоводинформ», 2009. – С. 342.

132. Роде, А.А. Методы изучения водного режима почв / А.А. Роде. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 244 с.

133. Салихов, И.Р. Влияние различных способов орошения на урожайность картофеля / И.Р. Салихов, М.Г. Ишбулатов // Инновации, экобезопасность, техника и технологии в производстве и переработке сельскохозяйственной продукции: Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – 2012. – С. 210-212.

134. Санников, В.П. Научно-методические аспекты формирования экономических требований для мелиорации земель / В.П. Санников. – НГМА. – Новочеркасск, 1996. – 24 с.

135. Сенчуков, Г.А. Режим орошения картофеля в условиях Ростовской области / Г.А. Сенчуков, И.В. Новикова, Е.Н. Лунева // Инновационные пути развития агропромышленного комплекса: задачи и перспективы Ростов: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2012. – С. 171-174.

136. Современные перспективные водосберегающие способы полива в Нижнем Поволжье / М.С. Григоров, А.С. Овчинников, Е.П. Боровой, А.Д. Ахмедов. – Волгоград: ВГСХА, 2010. – 244 с.

137. Справочник по орошаемому земледелию / В.И. Остапов, Б.И. Лактионов, В.А. Писаренко [и др.]. – Киев: Урожай, 1984. – С. 135-136.

138. Станков, Н.З. Корневая система полевых культур / Н.З. Станков. – М.: Колос, 1964. – 280 с.

139. Судницын, И.И. Движение почвенной влаги и потребление растений / И.И. Судницын. – М.: МГУ, 1979. – 89 с.
140. Третьяков, Н.Н. Практикум по физиологии растений / Н.Н. Третьяков, Т.В. Карнаухова, Л.А. Паничкин. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.
141. Тютюма, Н.В. Различные сорта картофеля в аридных условиях Нижнего Поволжья / Н.В. Тютюма, Н.А. Щербакова // Аграрная наука. – 2012. – № 11. – С. 15.
142. Федотов, В.А. Развитие, фотосинтетическая деятельность и урожайность сортов картофеля на обычном и интенсивном агрофонах / В.А. Федотов, А.Л. Саратовский // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2010. – № 3. – С. 18-21.
143. Филимонов, М.С. Современные методы определения суммарного водопотребления сельскохозяйственных культур / М.С. Филимонов // Режимы орошения сельскохозяйственных культур в Нижнем Поволжье. – Волгоград, 1981. – С. 3-11.
144. Филин, В.И. Роль сорта и технологических факторов в повышении урожайности картофеля в сухостепной зоне Волгоградской области при орошении / В.И. Филин, А.Н. Грошев, А.М. Стрюков // Интеграционные процессы в науке, образовании и аграрном производстве – залог успешного развития АПК: материалы междунар. научно-практ. конф. – Волгоград, 2011. – Т. 1. – С. 90-95.
145. Филин, В.И. Сорт, посадочный материал, удобрение, обработка почвы как факторы формирования планируемой урожайности картофеля при орошении / В.И. Филин // Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сокращения экосистем: материалы междунар. научно-практ. конф. Волгоград, 2012. – Т. 1. – С. 108-112.
146. Филин, В.И. Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая / В.И. Филин; ВГСХА. – Волгоград, 1994. – 274 с.
147. Усков, Д.С. Продуктивность раннего картофеля при применении удобрений на орошении в условиях северной части Волго-Ахтубинской поймы

/ Д.С. Усков, В.М. Иванов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Серия: Агроинженер. – 2008. – № 2. – С. 101-106.

148. Часовских, Н.П. Особенности производства и технологии возделывания картофеля в условиях Оренбургской области / Н.П. Часовских / Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 2 (46). – С. 56-58.

149. Часовских, Н.П. Урожайность и качество картофеля в условиях орошения / Н.П. Часовских // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – Т. 3. – № 35-1. – С. 69-71.

150. Чекаев, Н.П. Урожайность и качество картофеля в зависимости от применяемой системы удобрений в условиях орошения / Н.П. Чекаев, Л.Т. Янаева // Инновационные технологии в АПК: теория и практика. – 2014. – С. 181-186.

151. Чурзин, В.Н. Продуктивность сортов картофеля в зависимости от предшественников и удобрений при капельном орошении / В.Н. Чурзин, В.В. Захаров, А.М. Леденев // Аграрная наука. – 2008. – № 7. С. 23-25.

152. Шабанов, В.В. Оптимизация режима орошения (на примере картофеля) / В.В. Шабанов, Э.С. Шаршеев / Мелиорация и водное хозяйство. – 2009. – № 3. – С. 26-29.

153. Шабанов, А.Э. Эффективные приемы на картофеле / А.Э. Шабанов // Картофель и овощи. – 2015. – № 5. – С. 27-28.

154. Шадских, В.А. Влияние инновационных технологических приемов на продуктивность и качество картофеля в орошаемых агроценозах Поволжья / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, В.О. Пешкова // Мелиорация и гидротехника. – Т. 12. – 2022. – № 4. – С. 52-66.

155. Шадских, В.А. Оптимизация использования элементов питания и микроудобрений при возделывании картофеля в орошаемых агроценозах Поволжья / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева, В.О. Пешкова, Ю.А. Лукашунас // Орошаемое земледелие. – № 4 (39). – 2022. – С. 58-61.

156. Шадских, В.А. Продуктивность картофеля в зависимости от факторов возделывания на темно-каштановых почвах Саратовского Заволжья при орошении / В.А. Шадских, В.Е. Кижаяева // Научная жизнь. – Т. 18. – № 4 (130). – 2023. – С. 530-536.

157. Шляхов, В.А. Варианты технологии возделывания картофеля в аридной зоне / В.А. Шляхов, В.В. Коринец, Н.К. Дубровин, Г.Ф. Соколова // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 11. – С. 29-30.

158. Шляхов, В.А. Возделывание картофеля при капельном орошении / В.А. Шляхов, В.В. Коринец, В.М. Ермаков // Аграрный вестник Урала. – 2011. – № 10. – С. 34-35.

159. Шуравилин, А.В. Обоснование режима капельного орошения картофеля в условиях Омана / А.В. Шуравилин, Т.М. Ахмед // Природообустройство. – 2014. – № 1. – С. 32-36.

160. Шуравилин, А.В. Обоснование режимов увлажнения почв при капельном орошении картофеля в аридной зоне / А.В. Шуравилин, Ю.И. Сухарев, М.А. Табук, В.В. Бородычев // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агротомия и животноводство. – 2013. – № 3. – С. 45-52.

161. Щедрин, В.Н. Поколения оросительных систем: прошлое, настоящее, будущее: монография / В.Н. Щедрина. – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2012. – 164 с.

162. Щедрин, В.Н. Состояние и перспективы развития мелиорации земель на юге России / В.Н. Щедрин, Г.Т. Балакай // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 3(15). – С. 1-15.

163. Щербакова, Н.А. Капельный полив овощных культур и картофеля и их адаптивность в условиях Астраханской области / Н.А. Щербакова, Н.В. Тютюма, А.Ф. Туманян // Материалы междунар. науч.-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ. – Тверь, 2016 – С. 18-24.

164. Щербакова, Н.А. Оценка сортов картофеля на орошении в условиях светло-каштановых почв Нижнего Поволжья / Н.А. Щербакова, Н.В. Тютюма // Вестник Прикаспия. – 2013. – № 2. – С. 13-22.

165. Эколого-географическая оценка сортов картофеля отечественной селекции на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья / О.Г. Гиченкова, К.А. Родин, А.А. Новиков, Ю.А. Лаптина, Н.А. Куликова // Мелиорация и гидротехника. – 2022. – Т. 12. – № 1. – С. 34-48.

166. Юдин, Ф.А. Методика агрохимических исследований / Ф.А. Юдин. – Методика агрохимических исследований. – М.: Колос, 1980. – 366 с.

167. Ясониди, О.Е. Водосбережение при орошении / О.Е. Ясониди. – Новочеркасск: УПЦ «Набла» ЮРГТУ (НПИ), 2004. – 473 с.

168. Abdelkhalik, A. Effects of deficit irrigation on the yield and irrigation water use efficiency of drip-irrigated sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) under Mediterranean conditions / A. Abdelkhalik, B. Pascual, I. Najera // Irrigation science. – 2020. – Vol. 38. – № 1. – P. 89-104.

169. Akhmedov, A.D. Water-saving irrigation regimes for vegetable crop production under conditions of Volga-Don interfluve /A.D. Akhmedov, E.E. Dzhamaletdinova, A.E. Zasimov // RUDN journal of Agronomy and animal industries. – Vol. 13. – 2018. – No. 3. – P. 185-193.

170. Akhmedov, A.D. Water-saving technologies for vegetables in the south of Russia / A.D. Akhmedov, E.P. Borovoy, E.A. Khodiakov // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science: Conference on Innovations in Agricultural and Rural development. – 2019. – Vol. 341. – 012105.

171. BAUER [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.bauer-at.com/ru/products/irrigation> (Дата обращения 08.07.2025)

172. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements - FAO Irrigation and drainage / Richard G. Allen, Luis S. Pereira, Dirk Raes, Martin Smith. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. – 326 с.

173. Gebremariam, H.L. Optimizing yield and water use efficiency of furrow-irrigated potato under different depth of irrigation water levels / H.L. Gebremariam,

K. Weide, K.D. Kahsay // Sustainable Water Resources Management. 2018. Vol. 4. Issue 4. P. 1043-1049.

174. Kanwal, A. In Vitro Microtuberization of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Cultivar Kuroda - A New Variety in Pakistan / A. Kanwal, K. Shoaib // Int. J. Agri. Biol. – Vol. 8 – №. 3 – 2006. – P. 337-340.

175. Khodiakov, E. Management of the water regime of soil to increase the vegetable crops yield with different irrigation methods in the south of Russia / E. Khodiakov A. Akhmedov, E. Borovoy, S. Milovanov and K. Bondarenko // E3S Web Conf. International Conference: Ensuring Food Security in the Context of the COVID-19 Pandemic (EFSC2021) Vol. 282, 2021. – Published online 05 July 2021.

176. Martinez-Romero, A. Regulated deficit irrigation strategies for different potato cultivars under continental Mediterranean-Atlantic conditions / A. Martinez-Romero, A. Dominguez, G. Landeras // Agricultural Water Management. – 2019. – Vol. 216. – P. 164-176.

177. Nistor, A. Influence of potato genotypes on “in vitro” production of microtubers / A. Nistor, G. Campeanu, N. Atanasiu // Romanian Biotechnological Letters Vol. 15, - № .3, 2010. - P. 5317-5324.

178. Ovchinnikov, A.S. Methodology of calculation and justification of the wetting parameters in the open field and greenhouse / A.S. Ovchinnikov, V.S. Bocharnikov, M.P. Meshcheryakov // Environmental Engineering. – 2012. – № 4. – P. 29.

179. Optimum control model of soil water regime under irrigation / A.S. Ovchinnikov, V.V. Borodychev, M.N. Lytov, V.S. Bocharnikov, S.D. Fomin, O.V. Bocharnikova, E.S. Vorontsova // Bulgarian journal of agricultural Science. – 2018. – № 24(5). – P. 909-913.

180. Otroshy M. Effects of temperature fluctuation during in vitro phase on in vitro microtuber production in different cultivars of potato *Solanum tuberosum* / M. Otroshy, F. Nazarian, P. C. Struik // Plant Cell Tissue and Organ Culture. – 2009. – № 98(2). – P. 213-218.

181. Soil Water Dynamics of Shallow Water Table Soils Cultivated With Potato Crop / Ribeiro da Silva A.L. Biscaia, H.T. Hashiguti, L. Zotarelli et all // Vadose Zone Journal. – 2018. Vol. 17. – Issue 1. – Number of article 180077.

182. Valley Irrigation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.valley-ru.com/home.aspx> (Дата обращения 09.07.2024).

183. Yurchenko, I.F. Information support system designed for technical operation planning of reclamative facilities / I.F. Yurchenko // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. – 2018. – Vol. 96(5). – P. 1253-1265.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица А1 – Метеорологические данные за период вегетации чипсового картофеля весенней посадки в 2018 г.

Показатели	Апрель				Май				Июнь				Июль			
	I д.	II д.	III д.	Сред- неме- сячная	I д.	II д.	III д.	Сред- неме- сячная	I д.	II д.	III д.	Сред- неме- сячная	I д.	II д.	III д.	Сред- неме- сячная
Среднесуточная температура воздуха, °С	7,6	10,9	14,3	10,9	21,7	21,8	19,9	21,1	19,3	24,8	30,5	24,9	28,7	26,3	26,8	27,3
Максимальная температура воздуха, °С	17,2	22,0	26,0		30,0	31,5	35,0		30,4	34,6	38,2		36,8	35,7	34,2	
Минимальная температура воздуха, °С	-2,2	-2,8	-2,3		8,5	2,5	5,0		1,2	7,4	15,0		17,0	17,3	17,3	
Относительная влажность воздуха, %	67	54	52	58	33	39	36	36	37	28	30	32	39	60	53	51
Температура почвы, °С																
на глубине 5 см	6,1	11,4	15,1	10,9	23,0	25,9	26,8	25,2	26,1	30,1	34,9	30,4	33,7	28,6	27,7	30,0
10 см	4,0	9,4	13,1	8,8	19,0	22,0	23,3	21,4	22,4	26,2	30,7	26,4	30,7	27,0	26,2	28,0
Осадки, мм	2,7	15,0	1,7	19,4	0,0	7,5	5,2	12,7	5,2	0,0	2,0	7,2	5,4	60,8	13,0	79,2

Таблица Б1 – Метеорологические данные за период вегетации картофеля весенней посадки в 2019 г.

Показатели	Апрель				Май				Июнь				Июль			
	І д.	ІІ д.	ІІІ д.	Сред- неме- сячная	І д.	ІІ д.	ІІІ д.	Сред- неме- сячная	І д.	ІІ д.	ІІІ д.	Сред- неме- сячная	І д.	ІІ д.	ІІІ д.	Сред- неме- сячная
Среднесуточная температура воздуха, °С	9,2	10,8	15,0	11,7	17,4	20,3	22,0	19,9	26,7	26,5	27,5	26,9	24,5	22,1	24,0	23,5
Максимальная температура воздуха, °С	21,7	23,0	27,0		28,0	29,6	33,2		35,2	35,0	37,2		34,0	31,2	32,0	
Минимальная температура воздуха, °С	0,2	-4,0	-0,5		3,6	9,2	8,2		12,5	10,8	12,5		10,5	12,3	16,4	
Относительная влажность воздуха, %	66	59	41	55	66	61	53	60	34	37	33	35	45	67	62	58
Температура почвы, °С на глубине 5 см	9,7	11,4	15,3	12,1	18,0	23,2	24,5	21,9	29,3	30,9	30,9	30,4	28,2	24,6	26,3	26,4
10 см	8,7	10,7	13,6	11,0	16,7	21,1	22,0	19,9	25,9	28,0	28,8	27,6	26,8	23,1	25,2	25,0
Осадки, мм	3,4	16,4	2,0	21,8	21,0	13,9	15,5	50,4	0,7	12,7	0,5	13,9	11,3	36,3	12,2	59,8

Таблица В1 – Метеорологические данные за период вегетации чипсового картофеля весенней посадки в 2020 г.

Показатели	Апрель				Май				Июнь				Июль			
	I д.	II д.	III д.	Сред неме- сяч- ная	I д.	II д.	III д.	Сред неме- сяч- ная	I д.	II д.	III д.	Сред неме- сяч- ная	I д.	II д.	III д.	Сред неме- сяч- ная
Среднесуточная температура воздуха, °С	6,5	8,9	11,3	8,9	17,4	13,4	16,3	15,7	23,3	28,3	24,9	25,5	30,8	28,0	27,7	28,8
Максимальная температура воздуха, °С	15,5	18,5	23,0		26,6	25,0	29,6		33,0	36,0	33,2		40,0	39,5	36,8	
Минимальная температура воздуха, °С	-7,0	-2,5	-0,2		7,0	1,5	3,5		12,0	16,0	9,0		15,0	15,7	12,5	
Относительная влажность воздуха, %	39	51	46	45	62	70	71	68	57	27	39	41	29	39	33	34
Температура почвы, °С на глубине 5 см	9,5	10,1	12,5	10,7	18,2	15,5	17,7	17,1	26,2	33,4	29,6	29,7	37,2	34,5	33,9	35,2
	10 см	9,0	9,0	9,5	16,8	14,6	16,7	16,0	23,9	29,7	27,0	26,9	32,4	31,7	30,5	31,5
Осадки, мм	0,0	2,2	0,0	2,2	16,9	18,4	38,2	73,5	16,8	0,0	1,8	18,6	0,0	0,6	0,0	0,6

Таблица Г1 – Количество дней с суховейными явлениями
за летний период (за 2018-2020 гг.)

Показатели суховеев	Количество суховейных дней по декадам месяца											
	Май			Июнь			Июль			Август		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
2018 г.												
T > 25 °C t < 30 % v ≥ 5 м/с	1	1	3	1	4	5	4	0	0	3	3	4
Итого	29											
2019 г.												
T > 25 °C t < 30 % v ≥ 5 м/с	0	0	1	0	4	6	2	0	0	1	4	1
Итого	19											
2020 г.												
T > 25 °C t < 30 % v ≥ 5 м/с	0	0	0	0	10	2	6	4	4	2	2	1
Итого	31											

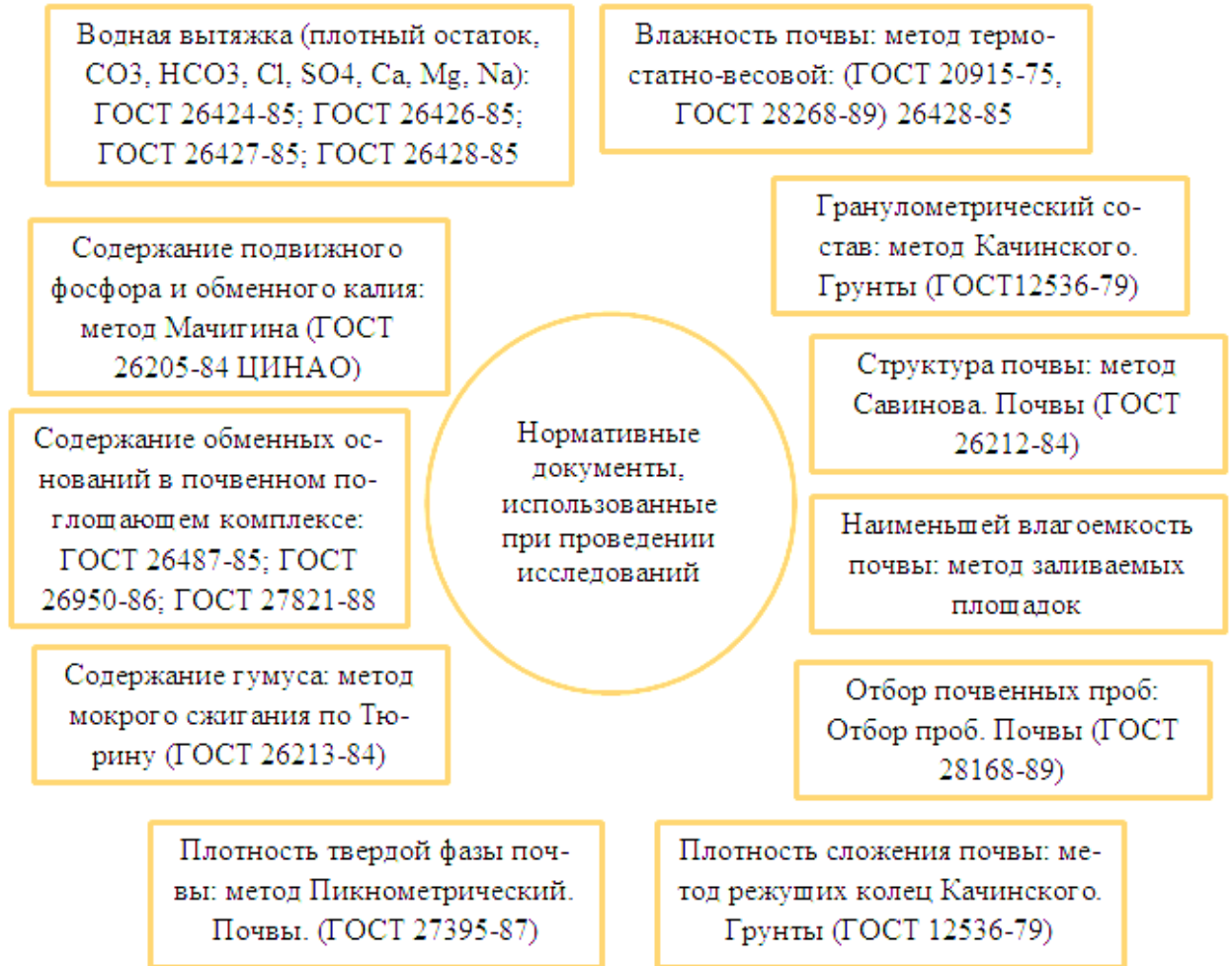


Рисунок Д1 – Нормативные документы, использованные при проведении исследований: методика (ГОСТ)

Таблица Е1 – Распределения числа и норм поливов при возделывании
чипсового картофеля весенней посадки в зависимости от варианта опыта

Год	Число поли- вов, шт.	Число поливов, шт. /поливные нормы, м ³ /га			Оросительная норма, м ³ /га
		Апрель	Май	Июнь	
70 % НВ					
2018	7	1 / 380	3 / 380	3 / 380	2660
2019	6	1 / 380	2 / 380	3 / 380	2280
2020	5	1 / 380	2 / 380	2 / 380	1900
Среднее	6	1 / 380	2 / 380	3 / 380	2280
80 % НВ					
2018	11	1 / 270	5 / 270	5 / 270	2970
2019	9	1 / 270	4 / 270	4 / 270	2430
2020	8	1 / 270	3 / 270	4 / 270	2160
Среднее	9	1 / 270	4 / 270	4 / 270	2520
80-70 % НВ					
2018	10	1 / 380	2 / 380 2 / 270	5 / 270	3030
2019	9	1 / 380	2 / 380 1 / 270	5 / 270	2760
2020	8	1 / 380	2 / 380 1 / 270	4 / 270	2490
Среднее	9	1 / 380	2 / 380 1 / 270	5 / 270	2760

Таблица Ж1 – Режим орошения картофеля весенней посадки за 2018 г.

№ п/п	Предполивной порог влажности почвы, % НВ					
	70		80		70-80	
	Дата полива	Поливная норма, м ³ /га	Дата полива	Поливная норма, м ³ /га	Дата полива	Поливная норма, м ³ /га
1	28.04	380	28.04	270	28.04	380
2	07.05	380	04.05	270	09.05	380
3	16.05	380	10.05	270	17.05	380
4	25.05	380	16.05	270	22.05	270
5	03.06	380	22.05	270	28.05	270
6	12.06	380	28.05	270	03.06	270
7	21.06	380	03.06	270	09.06	270
8			08.06	270	13.06	270
9			13.06	270	18.06	270
10			18.06	270	23.06	270
11			23.06	270		

Таблица И1 – Режим орошения картофеля весенней посадки за 2019 г.

№ п/п	Предполивной порог влажности почвы, % НВ					
	70		80		70-80	
	Дата полива	Поливная норма, м ³ /га	Дата полива	Поливная норма, м ³ /га	Дата полива	Поливная норма, м ³ /га
1	29.04	380	29.04	270	29.04	380
2	09.05	380	05.05	270	09.05	380
3	21.05	380	13.05	270	21.05	380
4	03.06	380	21.05	270	26.05	270
5	12.06	380	29.05	270	01.06	270
6	21.06	380	04.06	270	07.06	270
7			10.06	270	13.06	270
8			16.05	270	19.06	270
9			22.06	270	24.06	270

Таблица К1 – Режим орошения картофеля весенней посадки за 2020 г.

№ п/п	Предполивной порог влажности почвы, % НВ					
	70		80		70-80	
	Дата полива	Поливная норма, м ³ /га	Дата полива	Поливная норма, м ³ /га	Дата полива	Поливная норма, м ³ /га
1	28.04	380	28.04	270	28.04	380
2	11.05	380	08.05	270	11.05	380
3	23.05	380	19.05	270	23.05	380
4	10.06	380	30.05	270	30.05	270
5	21.06	380	05.06	270	05.06	270
6			11.06	270	11.06	270
7			17.06	270	17.06	270
8			23.06	270	23.06	270

Таблица Л1 – Водопотребление чипсового картофеля весенней посадки
по межфазным периодам, м³/га

Годы исследо- ваний	Межфазные периоды						Посад- ка – полная спе- лость
	Всходы – нача- ло бутонизации	Начало бутонизации – цветение	Цветение – пре- кращение прироста ботвы	Прекраще- ние приро- ста ботвы – увядание ботвы	Увядание ботвы – тех- ническая спелость клубня	Техни- ческая спелость клубня – уборка	
70 % НВ							
2018	491	834	393	737	637	442	3534
2019	505	859	404	758	656	455	3637
2020	463	786	370	695	602	417	3333
среднее	486	827	389	730	632	438	3502
80 % НВ							
2018	524	943	419	786	681	472	3825
2019	513	923	410	769	667	462	3744
2020	486	876	389	730	632	438	3551
среднее	508	914	406	762	660	457	3707
70-80% НВ							
2018	522	938	418	782	729	469	3858
2019	547	985	438	821	766	493	4050
2020	521	938	417	781	729	469	3855
среднее	530	954	424	795	741	477	3921

Таблица М1 – Даты наступления основных фаз развития
чипсового картофеля весенней посадки (в среднем за 2018-2020 гг.)

Планируемая урожайность, т/га	Фенологические фазы			
	Всходы - нача- ло бутонизации	Начало бутони- зации - цвете- ние	Цветение - начало отмира- ния ботвы	Начало отмира- ния ботвы - тех- ническая спе- лость клубня
70 % НВ				
15	18.04	16.05	13.06	26.06
20	18.04	16.05	13.06	26.06
25	18.04	16.05	13.06	26.06
80 % НВ				
15	18.04	16.05	15.06	27.06
20	18.04	16.05	15.06	27.06
25	18.04	16.05	15.06	27.06
70-80 % НВ				
15	18.04	17.05	16.06	28.06
20	18.04	17.05	16.06	28.06
25	18.04	17.05	16.06	28.06

Таблица Н1 – Результаты дисперсионного анализа урожайности
чипсового картофеля весенней посадки в 2018 г.

Предполивная влажность почвы (А)	Доза удобрений (В)	Повторения (Х)			Суммы (V)	Средние
		I	II	III		
70	0	8,4	9,6	10,3	28,3	9,4
	1	10,9	11,2	12,7	34,8	11,6
	2	14,2	15,4	16,9	46,5	15,5
	3	16,4	18,7	19,8	54,9	18,3
80	0	9,5	10,9	12,1	32,5	10,8
	1	11,8	13,6	14,5	39,9	13,3
	2	15,3	18,3	20,2	53,8	17,9
	3	19,8	22,0	23,6	65,4	21,8
70-80	0	10,2	13,2	14,7	38,1	12,7
	1	13,7	15,5	16,8	46,0	15,3
	2	18,3	21,1	23,0	62,4	20,8
	3	22,0	25,1	26,4	73,6	24,5
Суммы		170,5	194,6	211,0	10,3	191,9

Таблица Н2 – Результаты дисперсионного анализа урожайности
чипсового картофеля весенней посадки в 2018 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	F _{0,5}
Общая	764,1831	35	-	-	-
Повторений	1,8006	2	-	-	-
Фактор (А)	133,1439	2	66,5719	768,36172	3,44
Фактор (В)	618,6808	3	206,2269	380,2352	3,05
Взаимодействия АВ	8,6517	6	1,4419	16,6427	2,55
Остаток (ошибки)	1,9061	22	0,0866	-	-

ошибка опыта	0,17	
ошибка разности средних	0,2403	
t (05)	2,0700	
НСР(05) общая	0,4975	
ошибка разности средних по фактору А		0,1202
НСР(05) А		0,2487
ошибка разности средних по фактору В		0,1388
НСР(05) В		0,2872
ошибка разности средних по взаимодействию АВ		0,1202
НСР(05) АВ		0,2487

Таблица О1 – Результаты дисперсионного анализа урожайности
чипсового картофеля весенней посадки в 2019 г.

Предполивная влажность почвы (А)	Доза удобрений (В)	Повторения (Х)			Суммы (V)	Средние
		I	II	III		
70	0	10,4	12,0	13,1	35,5	11,8
	1	12,8	12,6	13,3	36,7	12,9
	2	18,1	18,4	17,0	53,5	17,8
	3	21,9	20,5	18,2	60,6	20,2
80	0	11,3	14,7	13,4	39,4	13,1
	1	14,1	15,3	16,8	46,2	15,4
	2	19,4	18,9	21,1	59,4	19,8
	3	23,6	24,7	21,6	69,9	23,3
70-80	0	16,3	13,2	14,5	44,0	14,7
	1	18,5	17,1	15,2	50,8	16,9
	2	22,8	23,6	20,8	67,2	22,4
	3	23,9	26,4	27,7	78,0	26,0
Суммы		213,1	218,4	214,7	214,7	215,3

Таблица О2 – Результаты дисперсионного анализа урожайности
чипсового картофеля весенней посадки в 2019 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	F _{0,5}
Общая	654,6856	35	-	-	-
Повторений	1,1506	2	-	-	-
Фактор (А)	107,3239	2	53,6619	112,3335	3,44
Фактор (В)	526,9522	3	175,6507	367,6994	3,05
Взаимодействия АВ	8,7494	6	1,4582	3,0526	2,55
Остаток (ошибки)	10,5094	22	0,4777	-	-

ошибка опыта	0,40	
ошибка разности средних	0,5643	
t (05)	2,0700	
НСР(05) общая	1,1682	
ошибка разности средних по фактору А		0,2822
НСР(05) А		0,5841
ошибка разности средних по фактору В		0,3258
НСР(05) В		0,6744
ошибка разности средних по взаимодействию АВ		0,2822
НСР(05) АВ		0,5841

Таблица П1 – Результаты дисперсионного анализа урожайности
чипсового картофеля весенней посадки в 2020 г.

Предполивная влажность почвы (А)	Доза удобрений (В)	Повторения (Х)			Суммы (V)	Средние
		I	II	III		
70	0	9,2	12,3	11,2	32,7	10,9
	1	11,4	13,5	14,7	39,6	13,2
	2	17,5	15,2	18,6	51,2	17,1
	3	17,6	19,7	20,9	58,3	19,4
80	0	10,3	14,1	12,8	37,2	12,4
	1	16,1	15,2	13,1	44,4	14,8
	2	19,0	18,3	20,7	58,0	19,3
	3	22,1	21,8	24,3	68,2	22,7
70-80	0	15,4	12,5	13,8	41,7	13,9
	1	17,6	15,9	15,1	48,6	16,2
	2	21,9	23,1	20,2	65,2	21,7
	3	25,7	23,6	27,0	76,3	25,4
Суммы		203,8	205,2	212,4	212,4	207,0

Таблица П2 – Результаты дисперсионного анализа урожайности
чипсового картофеля весенней посадки в 2020 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F _ф	F _{0,5}
Общая	670,8831	35	-	-	-
Повторений	0,8289	2	-	-	-
Фактор (А)	102,5422	2	51,2711	553,5267	3,44
Фактор (В)	556,2875	3	185,4292	2 001,9070	3,05
Взаимодействия АВ	9,1867	6	1,5311	16,5300	2,55
Остаток (ошибки)	2,0378	22	0,0926	-	-

ошибка опыта	0,18	
ошибка разности средних	0,2485	
t (05)	2,0700	
НСР(05) общая	0,5144	
ошибка разности средних по фактору А		0,1242
НСР(05) А		0,2572
ошибка разности средних по фактору В		0,1435
НСР(05) В		0,2970
ошибка разности средних по взаимодействию АВ		0,1242
НСР(05) АВ		0,2572

Утверждаю
 Генеральный директор
 ООО «АГРО-ПРОГРЕСС»
 В.В. Бакалдин
 «30» сентября 2021 г.



АКТ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

1. Наименование организации и объекта, где внедрено мероприятие: ООО «АГРО-ПРОГРЕСС», пос. Степной, Городищенский район, Волгоградская область, производственные посевы чипсового сорта картофеля весенней посадки «ВР 808» на площади 18,0 га с применением дождевальной машины Valley.

2. Наименование научной организации, проводившей научную разработку и опытное освоение внедряемого мероприятия: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет».

3. Сроки внедрения мероприятия: 2018-2020 годы.

4. Краткая характеристика и новизна внедряемого мероприятия: разработка элементов технологии возделывания чипсового сорта картофеля весенней посадки на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья, обеспечивающих получение урожайности в пределах 15, 20 и 25 т/га, путем определения оптимального режима орошения картофеля весенней посадки и доз минеральных удобрений при поливе дождевальной машиной Valley.

5. Основные показатели внедряемого мероприятия: определены закономерности изменения показателей суммарного и среднесуточного водопотребления, установлены связи между продуктивностью и влагообеспеченностью картофеля весенней посадки. Выявлены закономерности изменения коэффициента водопотребления и затрат оросительной воды в зависимости от уровня урожайности картофеля. Получены математические зависимости, описывающие связь между урожайностью, величиной коэффициента водопотребления и затратами оросительной воды для производства 1 т клубней картофеля. На основе полученных данных составлена блок-схема основных па-

раметров и взаимосвязи элементов технологии получения 25 т/га клубней чипсового сорта картофеля весенней посадки на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья.

Для каждого из уровней урожайности в технологии возделывания чипсового сорта картофеля определены экономически обоснованные и экологически безопасные сочетания водного и питательного режимов почвы. Установлено, что при производстве картофеля весенней посадки общие затраты варьируются от 311,9 тыс. руб. до 493,9 тыс. руб. Наилучшие экономические показатели производства картофеля весенней посадки были получены при поддержании поливного режима почвы на уровне 70-80 % НВ с применением дозы удобрений $N_{190}P_{95}K_{140}$, что обеспечило урожайность клубней картофеля весенней посадки в среднем 25,4 т/га. Прибыль с 1 т реализованной продукции составила 12,56 тыс. руб., чистый доход – 318,9 тыс. руб., рентабельность производства – 64,61 %, срок окупаемости – 1,5 года.

Руководитель работы,
доктор технических наук, профессор
Генеральный директор ООО «АГРО-ПРОГРЕСС»
Соискатель



А. Д. Ахмедов

В. В. Бакалдин

И. А. Гущина