

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский государственный аграрный университет»

Кафедра агрохимии и почвоведения

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
МАГИСТРА**

**«Формирование урожайности и качество клубней картофеля сорта  
Удача в зависимости от фона минерального питания на серо-лесных  
почвах Республики Татарстан»**

**Исполнитель - магистр заочного отделения агрономического факультета**

**Аськеева Алина Михайловна**

**Руководитель - д.с.-х.н., профессор**

**Таланов Иван Павлович**

**Зав. кафедрой - к.с.х.н., доцент**

**Миникаев Рогать Вагизович**

Казань – 2018.



## ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	6
1.1. Морфологические особенности картофеля.....	6
1.2. Особенности роста и развития.....	7
1.3. Удобрение картофеля.....	9
<b>2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ И ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	25
2.1. Место проведения исследований, схема опыта и характеристика объектов исследований .....	25
2.2. Анализ метеорологических данных вегетационных периодов.....	31
<b>3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ</b> .....	34
3.1. Развития растений.....	34
3.2. Динамика величины площади листьев .....	43
3.3. Динамика нарастания массы клубней.....	48
3.4. Содержание NPK в растениях картофеля.....	50

3.5. Урожайность, структура урожая картофеля.....	58
3.6. Показатели качества клубней картофеля.....	62
3.7.Экономическая эффективность производства картофеля.....	70
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....</b>	71
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	74
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ.....</b>	81

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы.** Картофель – широко распространенная культура, которая определяет высокую доходность в АПК РФ и занимает важное место в структуре питания. В России его справедливо называют «вторым хлебом». Потребление на душу населения составляет 125-133 кг, а в Республике Татарстан – до 200 кг. ( Основные показатели АПК по РФ, 2006; Стат. Сб. «Сельское хозяйство РТ» 2007).

В постперестроечные годы вследствие резкого обвала по ресурсобеспеченности и высокой трудоемкости площади сократились с 3,2 до 2,1 млн га, а валовое производство снизилось с 35-37 млн до 29 млн т. В основном сокращения произошли в секторе ЛПХ.

В агропромышленном комплексе Российской Федерации и Республики Татарстан значимость картофеля постоянно возрастает. Увеличивается удельный вес его в рационе большинства семей, продолжает возрастать промышленная переработка и использование на корм скоту.

Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур разностороннего использования на пищевые, кормовые цели и в качестве сырья для перерабатывающей промышленности. Мировая площадь под картофелем составляет более 18,0, в России – 3,3 млн.га. В последние годы средняя урожайность картофеля в Российской Федерации составляет 10,1 – 10,6, в мире – 14,6 т/га.

Одной из наиболее благоприятных по климатическим условиям для возделывания культуры является Республика Татарстан, где картофель

считается одной из важнейших пропашных культур. В агротехническом отношении картофель служит хорошим предшественником для зерновых и зернобобовых культур. Он отлично отзывается на удобрения, оплачивает их большой прибавкой в урожае. Урожайность картофеля в Республике Татарстан за последние 5 лет составила 18,9 т/га. В связи с

этим актуальной становится задача дальнейшего повышения урожайности качества клубней.

Одним из путей ее успешного решения является максимальное использование потенциала продуктивности сортов интенсивного типа. Для получения высоких урожаев клубней большое значение имеет оптимальное питание растений. Производство картофеля является эффективным. Хотя и урожаи низки, а себестоимость и трудоемкость весьма высоки, но научные разработки и опыт передовых хозяйств показывают пути повышения эффективности производства картофеля, снижения себестоимости продукции и трудоемкости возделывания этой культуры. Главная особенность опыта этих хозяйств заключается в комплексном решении всех вопросов картофелеводства, четкой отработке узловых приемов технологии, строгом выполнении агротехнических требований на каждой операции.

При применении удобрений оценка эффективности их действия должна проводиться как по количеству, так и по качеству урожая. Нарушение оптимального питания растений из-за неправильной агрономической технологии применения удобрений может существенно ухудшить пищевые и технологические качества сельскохозяйственной продукции.

**Цель исследований** – изучение реакции раннеспелого картофеля сорта Удача на внесение разных доз удобрений и формирование урожая, и качество клубней на серых лесных почвах Республики Татарстан.

### **Основные задачи исследований:**

– установить оптимальные дозы удобрений для формирования разных уровней урожаев картофеля сорта Удача с высоким качеством клубней;

– изучить динамику формирования площади листьев и фотосинтетического потенциала растениями картофеля сорта Удача в зависимости от уровня обеспеченности питательными веществами;

– оценить экономическую эффективность применения разных доз минеральных удобрений при возделывании раннеспелого сорта картофеля Удача.

**Научная новизна исследований.** В условиях Республики Татарстан на серых лесных почвах получены и обобщены экспериментальные данные о влиянии различных доз удобрений на продуктивность раннеспелого сорта картофеля Удача. Установлено, что внесение полных доз NPK позволяет формировать высокие урожаи картофеля сорта Удача.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

– физиологические показатели роста, урожайность и качество клубней картофеля сорта Удача, содержание NPK в надземной части растений и в клубнях;

– экономическая эффективность изучаемых доз удобрений в технологии возделывания картофеля.

## ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

### 1.1. Морфологические особенности картофеля.

Картофель – многолетнее травянистое клубненосное растение, но в культуре его возделывают как однолетнее, потому что весь его жизненный цикл, начиная с прорастания клубня и кончая образованием и формированием зрелых клубней, происходит в течение одного вегетационного периода.

Картофель относится к семейству Пасленовых (*Solanaceae*), роду *Solanum*. Известно более 150 его диких видов, произрастающих преимущественно в Южной и Центральной Америке. Здесь были введены в культуру местные дикие виды и их естественные гибриды, давшие начало *Solanum tuberosum* L., из которого произошло большинство современных сортов. Размножают его вегетативно – клубнями или их частями, ростками, черенками, семенами.

Клубень представляет собой утолщенное окончание подземного стебля (столона). На клубне расположены по спирали глазки, в каждом из них обычно имеется по три почки. При прорастании трогаются в рост только главная почка, а остальные (запасные) остаются спящими. Прорастают они только тогда, когда ростки на главных почках обломаны. Если клубни прорастают в темноте, то ростки у них удлиненные, белого цвета. На свету они зеленые, красно-фиолетовые или сине-фиолетовые.

Форма и окраска клубней зависят от сорта, а также от почвенно-климатических условий выращивания. Клубни по форме бывают округлые, овальные, удлиненные; по окраске – белые, светло-жёлтые, розовые,

красные, сине-фиолетовые. Мякоть клубней чаще всего белая или желтоватая. В клубнях с желтой мякотью содержится больше каротина.

Молодой клубень снаружи покрыт эпидермисом, который по мере его роста заменяется перидермой, а затем прочной кожурой (наружный опробковевший слой перидермы). Дыхание клубня осуществляется через

чечевички, расположенные в виде точек по всей поверхности клубня. Место прикрепления клубня к подземному побегу (столону) называют пуповиной, а противоположную сторону – вершиной.

Растения картофеля образуют куст, число стеблей в котором может колебаться от 4 до 8 и более и зависит от сортовых особенностей, размера посадочных клубней, приемов предпосадочной подготовки, увеличивающих число проросших почек.

Стебли картофеля большей частью прямостоячие, трех- или четырехгранные.

Листья – прерывисто-непарноперисторассеченные. Они состоят из нескольких пар долей и долек и конечной непарной доли.

Цветки у картофеля пятерного типа, собраны в соцветия, представляющие собой завитки, чашечки цветка спайнопятилистные, венчик состоит из пяти срощившихся лепестков. Окраска венчика разнообразная: белая, синяя, сине- или красно-фиолетовая с различными оттенками. Картофель — самоопыляющееся растение. Плод – сочная, двугнездная ягода. Масса 1000 семян 0,5 г.

Корневая система мочковатая, проникает в почву сравнительно неглубоко. В пахотном горизонте до 20 см расположено около 60% корней, в слое 20-40 см – 16-18%, 40-60 см – 17-20%, 80 и глубже – отдельные корни. В пахотном слое они распространяются в стороны на 50 см. Распространение корней картофеля зависит от плотности почвы.

## **1.2. Особенности роста и развития**

В развитии картофельного растения различают пять основных периодов.

Первый период – от прорастания клубней до появления всходов. При наступлении биологического минимума температур в клубне повышается интенсивность дыхания, крахмал превращается в сахар, который

передвигается по сосудистым пучкам к глазкам. Почка глазков набухают и прорастают. Глазки верхушечной части клубня более жизнеспособны и прорастают раньше нижних. Это явление называют доминирование верхушки (апикальное прорастание). Если необходимо, чтобы клубень дал больше побегов, то удаляют апикальные побеги до предварительного проращивания картофеля.

Второй период – от появления всходов до начала формирования генеративных органов. В это время идет быстрое формирование стеблей и листьев, а также корневой системы.

Третий период – от появления бутонов до цветения растений. В это время формируются столоны. На концах столонов появляются утолщения, которые образуют молодые клубни. Продолжается интенсивный рост ботвы, растения требуют наибольшего количества влаги и питательных веществ.

Продолжительность периода между появлением всходов и началом образования клубней зависит от многих факторов (сорт, физиологический возраст семенного материала, продолжительность светового дня и температура). Образование клубней начинается спустя 2-5 недель после появления всходов. Обычно один стебель образует от 2,5 до 4,5 клубней, а по массе от 90-100 г до 350-400 г. Поэтому сохранение только одного стебля в кусте к уже имеющимся позволяет получить дополнительно не менее 4-5 т продукции с каждого гектара.

Количество основных стеблей зависит от массы семенного клубня, числа ростков, физиологического состояния посадочного материала, применения эффективной агротехники. Оптимальная плотность основных стеблей составляет 200-220 тыс. шт./га. Стебли картофельного растения растут по определенной модели. После образования 14-19 листьев (первый уровень) появляется цветок, затем начинают расти два боковых стебля из пазухи листьев ниже цветка и образуется второй уровень, дающий второй

цветок. Поздние сорта картофеля при благоприятных условиях могут давать до четырех уровней листвы.

Четвертый период – цветение до начала увядания ботвы. Это наиболее ответственный период в формировании урожая клубней. Среднесуточные приросты массы клубней достигают 1-1,5 т/га, а в благоприятные годы 2-2,5 т/га.

Пятый период – от начала отмирания ботвы до физиологического созревания клубней. Из постепенно увядающей ботвы значительная часть питательных веществ переходит в клубни. Завершается накопление в клубнях крахмала и сухих веществ. Клубни достигают физиологической спелости и переходят в состояние естественного покоя.

Состояние покоя – это период от уборки урожая до начала прорастания картофеля. Обычно этот период продолжается от двух до четырех месяцев и зависит от скороспелости сорта, степени зрелости клубней при уборке урожая, температуры воздуха в течение всего вегетационного периода, условий хранения клубней и т. д.

Длительность периодов развития для сортов разной скороспелости различна. У скороспелых сортов от всходов до начала цветения проходит 27-36 дней, у среднеспелых – 38-42, у позднеспелых – 46-48 дней. В период от цветения до прекращения прироста ботвы идет интенсивный прирост клубней. У скороспелых сортов продолжительность этого периода составляет 26-28 дней, у среднеранних – 34-36, а у средне- и позднеспелых – 43-45 дней.

Обычно в этот период накапливается до 65-75% конечного урожая.

### **1.3. Удобрение картофеля**

Картофель – важнейшая продовольственная кормовая и техническая культура. При высокой агротехнике в 100 ц клубней картофеля и

соответствующем количестве ботвы содержится 40-60 кг N; 15-20 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 70-90 кг K<sub>2</sub>O.

Картофель имеет относительно слаборазвитую корневую систему, поэтому в первый период роста плохо усваивает труднорастворимые формы питательных веществ и почвы. Все это обуславливает повышенную отзывчивость его на внесение удобрений.

Поглощение элементов минерального питания картофелем происходит в течение всего вегетационного периода. Наибольшее количество питательных веществ поглощается картофелем во время образования бутонов и цветения – в период интенсивного роста ботвы и начала формирования клубней. Достаточное снабжение растений всеми основными элементами питания в этот период имеет исключительное значение для формирования урожая. Избыточное, особенно одностороннее питание азотом, вызывает сильный рост ботвы и задерживает образование клубней.

На образование клубней используются питательные вещества из почвы и удобрений, а также расходуются ранее накопленные в ботве элементы питания. К моменту уборки в клубнях содержится около 80% азота, 90% фосфора (от общего их количества в урожае) и практически весь калий.

Эффективность удобрений зависит от почвенно-климатических условий, уровня агротехники и сорта картофеля. Ранние сорта, которые характеризуются более интенсивным потреблением питательных веществ в единицу времени, сильнее реагируют на удобрение.

Азотные удобрения целесообразно вносить весной под перепахку зяби или предпосевную культивацию.

Для обеспечения более благоприятных условий питания в начальный период роста большое значение имеет местное внесение удобрений в лунки при посадке картофеля. При посадке в гнезда вносят гранулированный суперфосфат в дозе 20-30 кг  $P_2O_5$  на 1 га и аммиачную селитру – 15-20 кг на 1 га.

Дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений под картофель зависят от обеспеченности почвы подвижными питательными веществами,

количества органических удобрений, сорта и климатических условий выращивания.

Оптимальные дозы азота для среднеспелых и позднеспелых сортов картофеля колеблются от 120 до 150 кг/га при условии, если азотные удобрения вносят на фоне достаточной влажности и обеспеченности

растений фосфором, калием, магнием и другими элементами. При внесении с удобрениями 120 кг азота на 1 га в среднем на 1 кг азота получают 50-60 кг клубней. На легких супесчаных почвах эффективность азотных удобрений может быть и выше, если картофель не страдает от дефицита влаги. Каждый килограмм азота позволяет в этом случае дополнительно получать 70 кг клубней.

Под ранние сорта картофеля часто требуется вносить не меньшие дозы азота, чем под средне- и позднеспелые сорта. Это объясняется тем, что ранние сорта картофеля характеризуются более высокими темпами поглощения азота.

Если азотные удобрения применяют на фоне обычного солоमистого навоза (40-50 т/га), то дозы азота (в зависимости от качества навоза) могут быть снижены до 80-90 кг/га.

На песчаных и супесчаных почвах часть азотных удобрений (1/4 - 1/3 общей дозы) целесообразно внести в подкормку. На других почвах перенесение части удобрений из основного в подкормку, как показывают опыты, снижает их эффективность. Поэтому вносить удобрения в подкормку следует лишь в том случае, если они не вносились до посадки или применялись в незначительном количестве.

Под картофель можно применять все формы промышленных азотных удобрений. На кислых почвах наряду с суперфосфатом в основное удобрение может вноситься фосфоритная мука (в полуторных или удвоенных дозах по сравнению с суперфосфатом), а также другие фосфорные удобрения. По своему действию, как при разовом, так и длительном применении в севообороте сульфатные и хлористые формы калийных удобрений практически равноценны. Однако хлористые формы калия могут снижать относительное содержание крахмала в клубнях картофеля. Глубокая заделка хлорсодержащих калийных удобрений с осени в значительной степени

обеспечивает устранение вредного действия хлора (вследствие вымывания его из почвы с осадками).

Относительное содержание крахмала в клубнях может повышаться под действием фосфорных удобрений, а под влиянием азотных — несколько снижаться. Однако вследствие увеличения урожайности картофеля валовой сбор крахмала при использовании удобрений всегда возрастает.

Оптимальная реакция среды для картофеля – рН 5,5-6,0, при этом он лучше других полевых культур переносит кислую реакцию. Картофель хорошо отзывается на известкование сильно- и среднекислых почв умеренными дозами извести. При известковании почвы полной нормой – по гидролитической кислотности – картофель может сильно поражаться паршой, что снижает его товарные и продовольственные качества.

Картофель потребляет больше питательных веществ, чем зерновые культуры и лен, но меньше, чем сахарная свекла. При высокой агротехнике в 100 ц клубней картофеля и соответствующем количестве ботвы содержится 40-60 кг N; 15-20 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 70-90 кг K<sub>2</sub>O [П.М. Смирнов, Э.А. Муравин, 1977].

Картофель имеет относительно слаборазвитую корневую систему, поэтому в первый период роста плохо усваивает труднорастворимые удобрения картофеля [В.П. Владимиров, 2006].

Для получения высокого урожая клубней требует большого количества питательных веществ. В среднем при нормальных условиях возделывания новых районированных в настоящее время сортов на 1 т клубней картофель выносит около 5 кг азота, 2 кг фосфора, 7 кг калия, 5 кг кальция и 1,7 кг/га магния. Поэтому для обеспечения растений картофеля питательными веществами и получения высокого и устойчивого урожая необходимо применять достаточное количество удобрений [П.М. Смирнов, Э.А. Муравин, 1977].

Однако влияние удобрений на рост, развитие, урожай и качество картофеля неодинаково. При недостатке азота картофель испытывает угнетение в своем развитии, слабо растет. Это уменьшает поступление углеводов в клубни, что снижает урожай клубней и содержание крахмала.

Избыток же азота вызывает чрезмерный рост ботвы, удлиняет период вегетации, замедляет образование клубней и снижает урожай.

При правильном обеспечении картофеля азотным питанием повышается использование растениями фосфора и калия. Фосфор оказывает положительное влияние на растения в течение всей вегетации, повышает содержание крахмала в клубнях. Калий способствует синтезу крахмала. Поэтому для получения урожая клубней высокого качества необходимо сбалансированное питание, включающее все питательные вещества [П.М. Смирнов, Э.А. Муравин, 1977].

Особую ценность для повышения урожая картофеля имеют органические удобрения – навоз, навозно-торфяные и другие виды компостов. Они содержат все основные питательные вещества, необходимые для картофеля (азот, фосфор, калий, кальций, магний, серу) и микроэлементы (бор, марганец, молибден, кобальт и др.). Являясь непосредственным источником питания, навоз и компосты повышают урожай, обогащают почву полезными микроорганизмами, содействуют накоплению в почве гумуса, улучшают физические свойства почвы.

В среднем 1 т органических удобрений содержит около 4,5 кг азота, 2 кг фосфора, 5 кг калия, 3 кг кальция и 1,5 кг магния. Следовательно, при дозе органических удобрений 40 т/га на 1 га вносится около 180 кг азота, 80 кг фосфора и 200 кг калия [М.П. Шкель, В.А. Прудников, В.М. Перепелица и др., 1989]. Казалось бы, что такого количества питательных веществ с учетом использования растениями картофеля запасов самой почвы вполне достаточно для получения 25 -30 т/га клубней. Однако исследования показывают, что растения картофеля при внесении такого количества навоза без минеральных удобрений испытывают недостаток в питательных веществах. Это объясняется тем, что питательные вещества навоза в год его

внесения используются не полностью. Как отмечает Б. А. Писарев [1990], использование элементов питания из навоза не превышает 30-40 %.

О высоком потреблении элементов питания за вегетационный период, на основании экспериментальных данных полученных в стационарном полевом опыте, отмечает Л.С. Федотова [2003]. Вынос азота на 1 т клубней и соответствующее количество ботвы составил 5,7-5,8 кг фосфора – 0,9, калия – 9,1-9,5 кг.

Известно, что разные почвы содержат неодинаковое количество того или иного элемента питания, поэтому эффективность азота, фосфора и калия неодинакова и зависит от типа почвы и влагообеспеченности [Федотова, Тимошина, Новиков, 2002]. На суглинистых почвах и выщелоченных черноземах на первом месте стоит азот, на втором – фосфор, на третьем – калий, на песчаных и супесчаных почвах фосфор с калием меняются местами [Усольцев и др., 1977]. Поэтому формы, соотношения и дозы минеральных удобрений зависят от почвенно-климатической зоны, типов почвы, их механического состава, содержания подвижного фосфора и обменного калия [Алметов, 1997; Галеев, Точилин, 1999].

Азот необходим для нормального прохождения фотосинтеза, синтеза органических соединений. При недостатке азота задерживается рост растений, снижается продуктивность фотосинтеза. Внешним признаком недостаточного питания азотом является светло-зеленая окраска листьев. При избытке азота чаще всего удлиняется период вегетации, листья при этом приобретают темно-зеленую окраску [Прянишников, 1963].

Поступление азота и зольных элементов у картофеля растянуто на весь вегетационный период. Наиболее интенсивное усвоение элементов питания растениями происходит в период усиленного роста ботвы - в фазе бутонизации. Ко времени цветения потребляется до 50% азота, 40 % фосфора и 80 % калия от максимального содержания их в растениях. По этой причине удобрения необходимо вносить до посадки или при посадке, а подкормку проводить до наступления образования бутонов картофеля.

На подзолистых и серых лесных почвах все формы азотных удобрений при однократном внесении оказывают на урожай картофеля почти одинаково

высокое действие. На других типах почв (южных) явственно обнаруживается преимущество кислого фона почв перед щелочным.

Однако различия в эффективности форм азотных удобрений при однократном внесении не особенно велики, так что можно с успехом применять любые источники азотного питания для картофеля. Различия проявляются значительно резче при систематическом их применении в севообороте (с частым повторным внесением на одной и той же площади). На тяжелых суглинках они проявляются постепенно с усилением в каждой последующей ротации, на легких же почвах различия между формами азотных удобрений проявляются достаточно резко уже в первой ротации. На фоне извести эффективность различных форм азотных удобрений на суглинках выравнивается. На супесчаных же почвах полного выравнивания не происходит. На этих почвах кислые формы азотных удобрений способствуют более глубоким изменениям, которые не могут быть устранены внесением извести. В этом случае часто целесообразно внесение магния.

Применение азотных удобрений имеет решающее значение в повышении урожаев на большинстве почв. Хорошая обеспеченность азотом на ранних этапах развития растений способствует быстрому формированию их фотосинтетического аппарата. Это дает возможность картофелю продуктивнее использовать весенние запасы влаги в почве и формировать урожай клубней в более благоприятных погодных условиях. При внесении азотных удобрений под картофель необходимо учитывать тот факт, что под пропашными культурами в связи с проведением междурядных обработок усиливаются процессы нитрификации и минеральный азот представлен, в основном нитратной (легкоподвижной) формой. Для получения продукции

высокого качества и сокращения непродуктивных потерь азота

(газообразных и инфильтрационными водами) следует ограничивать дозы азотных удобрений и относительно повышать фосфорных и калийных. В богарных условиях доза азота на легких дерново-подзолистых почвах не

должна превышать 120 кг/га д.в., суглинистых – 90-100, выщелоченных черноземах и серых лесных почвах – 90, старопахотных торфяных 30-60, на вновь осваиваемых торфяных почвах - 60-90 кг/га, при оптимальной влагообеспеченности, регулируемой поливами, а также на почвах с регулируемым уровнем грунтовых вод (УГВ) дозы совершенно другие. Так, для дерново-подзолистых супесчаных почв верхний предел доз азота составляет 150 кг, суглинистых почв - 135, выщелоченных черноземов- до 120, а на торфяных старопахотных почвах, с регулируемым УГВ - до 90 кг [Симаков и др., 2005].

Одним из негативных процессов, обусловленных применением повышенных доз азотных удобрений, является накопление нитратов в клубнях. Опасность повышения содержания нитратов в продукции наступает тогда, когда вносят повышенные дозы азота, рассчитанные на получение урожая, который в данном регионе не может быть, достигнут, или когда не учитывается содержание азота в почве и сортовые особенности картофеля [Коршунов, 1992].

Л.Л. Убугунов, М.Г. Меркушева, Б.Х. Будаев [2003] на основании проведенных исследований в условиях Республики Бурятия на каштановых почвах отмечают, что наиболее результативной по воздействию на продуктивность картофеля и качественный состав продукции на фоне  $P_{60}K_{120}$  является доза  $N_{120}$ . Именно при ее внесении были получены максимальные для этой зоны урожайности картофеля - 32,2 - 39,4 т/га клубней.

При недостаточном фосфорном питании задерживается развитие растений, особенно цветение и созревание, замедляется рост побегов (они отходят от стеблей под острым углом) и корней, листья становятся мелкими и узкими. Снижается также интенсивность образования клубней и накопление в них крахмала. В мякоти клубней появляются отдельные ржаво-

бурые пятна. Если же растение не испытывает недостатка в фосфоре, у него, наоборот, раньше появляются всходы, ускоряется прохождение фаз развития

и накопления урожая, повышается содержание крахмала в клубнях, улучшаются их вкусовые качества [Симаков и др., 2005].

Фосфорное питание является одним из решающих факторов повышения крахмалистости клубней на фоне азотно-калийного. При его недостатке содержание крахмала в клубнях резко падает. Фосфорные удобрения часто ослабляют отрицательное влияние высоких доз других элементов, улучшая качество урожая.

Формы фосфорных удобрений для картофеля ни при однократном, ни при систематическом применении не вызывают резких изменений в урожаях. Это подтверждает пониженную потребность картофеля в фосфоре, особенно на навозном фоне. В действии большей части форм фосфорных удобрений не обнаружено устойчивых различий ни между собой, ни в зависимости от кислотности фона. По характеру действия выделяется только фосфоритная мука. Внесенная (весной) в одинарной дозе (45 кг  $P_2O_5$  на 1 га), она дает несколько пониженную прибавку урожая по сравнению с равной ей по содержанию  $P_2O_5$  дозой суперфосфата. Двойная доза фосфоритной муки по эффективности примерно равняется суперфосфату на всех почвах. На щелочном фоне действие фосфоритной муки даже в двойной дозе значительно слабее действия суперфосфата.

Фосфор способствует более быстрому формированию клубней и улучшению их качества. Под его влиянием в клубнях возрастает содержание крахмала. Дозы фосфорсодержащих удобрений, а также отношение между N :  $P_2O_5$  в удобрениях зависят от уровня обеспеченности почвы подвижным фосфором. Если картофель выращивают на полях со средним содержанием подвижного фосфора, то отношение N :  $P_2O_5$  в удобрениях должно составлять

1:0,9. Например, если под картофель вносят 120 кг азота на 1 га, то доза  $P_2O_5$  составляет 110 кг/га. При выращивании картофеля на полях с низким содержанием подвижного фосфора азот и фосфорсодержащие удобрения применяют в отношении  $N:P = 1:1$ . При высоком содержании в почве

подвижного фосфора вносят только органические удобрения и небольшие дозы  $P_2O_5$  при посадке (15-20 кг  $P_2O_5$  на 1 га в виде сложных удобрений).

Под картофель можно применять все формы фосфорных удобрений, в том числе и фосфоритную муку (осенью под вспашку), если гидролитическая кислотность составляет 2,5 мг.экв и более на 100 г почвы. При посадке вносят только водорастворимые фосфорные удобрения. Фосфор дают под картофель в два срока: с осени (или весной под -перепашку) и при посадке (20 кг/га).

Дозы  $K_2O$  под картофель зависят от содержания подвижного калия в почве и от того, для каких целей предназначены клубни. При среднем содержании в почве подвижного калия и при выращивании крахмалистых сортов отношение  $N : K_2O$  в удобрениях должно составлять 1:1,6. На почвах с высоким и очень высоким содержанием подвижного калия достаточно вносить органические удобрения и 15-20 кг  $K_2O$  на 1 га в виде сложных удобрений при посадке.

Лучше применять под картофель бесхлорные калийные удобрения (калимагнезию и т. д.). Многолетние исследования НИУИФ показали, что весеннее применение хлорсодержащих удобрений (сильвинит, каинит) приводило по сравнению с бесхлорными удобрениями к снижению содержания крахмала в клубнях. Однако при осеннем внесении разных форм калийных удобрений содержание крахмала в клубнях различалось незначительно - от 0,3 до 0,5 %.

К.С. Назаренко [1964] утверждает, что при оптимальном обеспечении почвы подвижным фосфором ускоряются рост и развитие картофеля, созревание клубней и увеличивается накопление крахмала. На фоне низкого содержания в почве доступного фосфора фосфорные удобрения повышают урожайность клубней и содержание в них крахмала, сырого протеина, витамина С, товарность клубней и улучшают вкусовые качества.

В отличие от азота и фосфора, входящих в состав разнообразных органических соединений, калий в растениях содержится почти целиком в

ионной форме, частично в виде растворимых солей в клеточном соке, а так же – в адсорбционном состоянии.

Различные формы калийных удобрений в зависимости от свойств почвы по-разному действуют на картофель. На почвах легкого гранулометрического состава калийно-магнезиальные соли эффективнее хлористого и сернокислого калия. Внесение каинита на этих почвах значительно понижает урожай клубней, что, по-видимому, связано с вредным для картофеля увеличением концентрации солей в почвенном растворе при внесении низко- процентного удобрения. На дерново-подзолистых суглинистых почвах хлористый калий уступает сульфату калия

и калийномагнезиальным солям. На черноземах различные формы калийных удобрений по эффективности часто сближаются.

Бес хлорные формы калийных удобрений часто более эффективны, чем хлористый калий. Они способствуют повышению не только урожая картофеля, но и содержанию крахмала в клубнях. Преимущество бес хлорных форм калийных удобрений при внесении под картофель отчетливо проявляется при систематическом применении калийных удобрений на дерново-подзолистых легких почвах. Лучшее действие на урожай картофеля оказывают сульфат калия, кали магнезия и калийная селитра по сравнению с хлорсодержащими калийными удобрениями. Присутствие магния в удобрениях часто оказывает положительное действие на урожай клубней и их крахмалистость.

При калийном голодании стебли картофеля имеют укороченные междоузлия, становятся непрочными, а листья хрупкими, куст приобретает развалистую форму, Размер клубней при недостатке калия уменьшается, они хуже хранятся в зимний период. Недостаток калия тормозит развитие растений и приводит к значительному снижению урожая и его качества. В

клубнях картофеля при резко выраженном недостатке калия содержание крахмала снижается до 7%, против 17% при полной питательной смеси

[Прянишников, 1965].

Наличие в клубнях картофеля калия определяет устойчивость их мякоти к потемнению, возникающему при неблагоприятных условиях хранения, а также при варке и резке. При внесении калия картофель становится более устойчивым к появлению на его ботве различных пятнистостей, к уменьшению крахмала при хранении.

В исследованиях Б.А. Писарева [1967] на фоне  $N_{30}P_{60}$  наиболее эффективной дозой калия оказалась в условиях увлажненного года  $K_{120}$ , а засушливого –  $K_{90}$ . Отчетливо выявляется главная роль калия в повышении урожая картофеля на пойменных землях Нечерноземной зоны, лучшей дозой оказывалась  $K_{60-90}$ . На серых лесных почвах и черноземах эффективность калия была ниже соответственно  $K_{30-45}$ , и  $K_{30-60}$ .

На дерново-подзолистых суглинистых, серых лесных почвах, оподзоленных и выщелоченных черноземах наибольший эффект обеспечивают азотные удобрения, затем фосфорные и калийные. На песчаных и супесчаных почвах первое место по эффективности принадлежит азотным удобрениям, второе - калийным. На обыкновенных и мощных черноземах наиболее эффективны фосфорные удобрения, затем азотные и в значительно меньшей мере калийные. На пойменных и торфяных почвах в первом минимуме находится калий, во втором – азот и фосфор.

Весьма эффективны под картофель сложные удобрения. Особенно высокое их действие проявляется при местном внесении (в гнездо или лентой в борозду). Прибавки в этом случае от сложных удобрений более высокие, чем от эквивалентной смеси простых туков. В основном внесении вразброс с заделкой плугом урожай от сложных удобрений и смеси простых туков были практически одинаковыми.

Картофель очень хорошо реагирует на органические удобрения. Это объясняется тем, что потребность его в питательных веществах сначала очень слабая, затем постепенно возрастает. Максимальной она бывает в июле-августе, когда внесенные весной минеральные удобрения оказываются

в значительной мере исчерпанными. В это время усиливается поступление в почву усвояемых форм питательных веществ разложившегося навоза.

Высокое действие навоза проявляется на подзолистых, суглинистых и супесчаных почвах. На серых лесных и черноземных почвах действие навоза значительно слабее. Необходимо отметить, что на более окультуренных почвах (при более высоких урожаях без удобрений) высокие прибавки урожая картофеля получают и при меньших дозах навоза.

Питательные вещества навоза на черноземных почвах мобилизуются медленнее, чем на подзолах. Поэтому на черноземах большие дозы навоза по своей эффективности слабо отличаются от малых доз, но действие их сохраняется значительно дольше. На всех типах почв сохраняется сильное действие навоза на урожай картофеля на второй год после внесения (последействие) [Дорожкина, 1972].

Для наиболее эффективного использования удобрений необходимо знать их свойства, взаимодействие с почвой, влияние на рост, развитие растений и формирование урожая. Все это позволяет, с учетом климатических условий, правильно выбрать виды удобрений, оптимальные дозы и соотношения, сроки и способы их внесения [Ягодина, 1989].

И.С. Шатилов [1992] на основании опытных данных считает, что при грамотном применении органических и минеральных удобрений можно получать высокие и стабильные урожаи картофеля с хорошим качеством.

Исследования В.А. Царегородцева и Н.С. Алметова [1996] свидетельствуют о том, что минеральные удобрения существенно повышали урожайность картофеля - прибавка к контролю составила 1,8 - 6,5 т/га.

В опытах В.М. Шрамко и И.Г. Мальцев [2006] внесение удобрений N<sub>120</sub> P<sub>90</sub>K<sub>120</sub> по сравнению с фоном без удобрений увеличило урожайность сорта Невский - на 11,5, Скарб на 6,0, Луговской на 9,8 т/га при урожайности – 20,7; 20,8 и 20,7 т/га на контроле. Содержание крахмала в клубнях при этом снижалось, а сбор с 1 га увеличивался.

Для Среднего Урала М. К. Кокшарова и Ш. Н. Каримова [2002] оптимальной дозой вносимых удобрений для сорта Гранат считают  $N_{90}P_{180}K_{180}$ , при котором формируется самая высокая урожайность клубней - 35,1 т/га, против 15,0 т/га на контроле без применения удобрений.

А.В. Коршунов и А. В. Семенов [2003] на основании своих опытов считают, что в Московской области высокую урожайность - 29,0 т/га сорт Невский и 25,3 т/га сорт Голубизна сформировали на фоне  $N_{100}P_{150}K_{150}$ .

Ю. П. Жуков и Т.И. Володина [2001] отмечают, что на темно-каштановой почве Северного Казахстана урожайность картофеля 23,0 - 24,0 т/га формировалась при внесении  $N_{90}P_{90}K_{90}$ .

В опытах Г.А. Зыковой [2007] в условиях Марийской Республики при внесении минеральных удобрений в соотношении  $N_{90}P_{40}K_{110}$  в зависимости от предшественников обеспечило прибавку урожая на 4,2 и 4,27 т/га или на 37,5 и 43,5 %. В условиях Ленинградской области изучали влияние различных норм удобрений на урожайность и качество клубней картофеля сорта Гатчинский. При внесении  $N_{60}P_{60}K_{60}$  урожайность повысилась на 7,07 т/га по сравнению с контролем, а самая высокая урожайность - 41,5 т/га формировалась при внесении  $N_{90}P_{240}K_{120}$ .

По мнению А.В. Коршунова и Б.А. Попова [1976] для формирования высоких урожаев порядка 60 т/га с высоким качеством клубней применительно к окультуренным дерново-подзолистым песчаным почвам в условиях орошения (75-85 % НВ) являются дозы  $N_{150}P_{150-180}K_{180}$ .

Ряд исследователей указывает на снижение содержания крахмала на 0,24- 1,9 % под влиянием минеральных удобрений [Царегородцев, Алметов, 1996]. Они отрицают влияние удобрений на содержание крахмала в клубнях объясняют неправильным соотношением питательных элементов во

вносимых удобрениях. Значительное преобладание азота над фосфором в составе удобрения способствовало усилению ростовых процессов в клубнях в ущерб образованию и отложению запасных веществ, что приводило к снижению крахмала.

Фосфор картофель потребляет в течение всей вегетации; в период бутонизации – цветения поглощение фосфора усиливается. Во время формирования ботвы особенно интенсивно в растения поступает калий.

Темпы поглощения питательных веществ картофелем в первый период роста и развития опережают темпы накопления сухого вещества. К фазе цветения в картофель поступает 75 % азота, 70 % калия, 70 % магния, 100 % кальция и 50 % фосфора (от общего содержания в урожае). Вынос элементов минерального питания с урожаем колеблется в широких пределах. Он зависит от величины получаемого урожая, сорта, местных условий, а также от содержания подвижных питательных веществ в почве. В среднем на 10 т клубней с соответствующим количеством ботвы картофель потребляет 50-60 кг N, 15-20 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 70-85 кг K<sub>2</sub>O (первые цифры характеризуют вынос ранними сортами). Отношение питательных веществ N : P<sub>2</sub>O : K<sub>2</sub>O в урожае составляет 1:0,3:1,4. Из этого соотношения видно, что картофель – калиелюбивая культура.

Исследованиями со среднеспелыми сортами картофеля в условиях Белоруссии показано, что перенесение части азота из до посевного удобрения в подкормку в фазе бутонизации становится неэффективным. Однако при резком дефиците тех или иных элементов минерального питания проведение ранних подкормок во время массовых исходов позволяет значительно повысить урожай клубней картофеля.

При интенсивной технологии выращивания картофеля расчетные дозы минеральных удобрений целесообразно вносить в следующие сроки:

– осенью под вспашку – 40 т навоза на 1 га и P<sub>50</sub> K<sub>110</sub>, (280 кг простого суперфосфата или 120 кг двойного и 320 кг кали магнессии или 200 кг КС1 на 1 га);

– весной под перепахку и глубокое дискование  $N_{90}$  (260 кг аммиачной селитры или 200 кг мочевины на 1 га);

– при нарезке гребней  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (150 кг нитроаммофоски на 1 га)

Большинство районированных сортов картофеля при выращивании их на фоне 30-40 т навоза на 1 га могут продуктивно использовать с каждого гектара 90-135 кг азота минеральных удобрений. Внесение более высоких доз даже на дерново-подзолистых почвах приводит к непроизводительным затратам удобрений, загрязнению окружающей среды и часто к избыточному накоплению нитратов в клубнях картофеля. Поэтому планирование и получение высоких урожаев возможно только на почвах высокой степени окультуренности [Дорожкина,1972].

На малогумусных дерново-подзолистых и светло-серых лесных почвах ведущая роль в повышении урожая клубней всех сортов принадлежит азотным удобрениям. Однако высокое положительное действие азота на продуктивность растений и особенно качество клубней проявляется только при сбалансированном соотношении его с другими элементами питания. В случае значительного преобладания азота над фосфором и калием действие азотных удобрений существенно снижается, ухудшаются семенные, пищевые, технические качества клубней.

В оптимизации минерального питания и особенно на фоне повышенных доз минеральных удобрений важное значение в интенсивных технологиях выращивания картофеля приобретают микроудобрения, если содержание в почве подвижных форм бора не превышает 1 мг/кг, меди 7-8, молибдена – 0,8, цинка –10 мг/кг [Дорожкина,1972].

Действие удобрений на урожай картофеля в значительной мере зависит от уровня агротехники. Эффективность удобрений сильно возрастает при улучшении ухода за картофелем во время вегетации и при посадке этой культуры пророщенными клубнями. При своевременных сроках посадки и использовании на посадку таких клубней эффект от удобрений также заметно повышается.

Ленточное внесение удобрений в борозду при посадке картофеля эффективнее в сравнении с разбросным внесением их под перепашку зяби.

Отмечается преимущество внесения удобрений в посадочную борозду картофелесажалкой, которая обеспечивала размещение ленты удобрений вблизи клубней при их посадке по сравнению с внесением растениепитателем.

## 2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПОЛЕВЫХ ОПЫТОВ

### И ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 2.1. Место проведения исследований, схема опыта и характеристика объектов исследований

Полевые опыты проводились на опытных полях Казанского государственного аграрного университета в 2017-2018 гг.

Перед закладкой опыта было проведено подробное обследование почвы опытных участков.

Почва опытного участка - серая лесная среднесуглинистая.

#### 1. Агрохимическая характеристика опытного участка (после уборки предшественника), 2017-2018 гг.

Год исс лед ов	Содер жание			Под виж ных поч вен ных	Сум ма пог лощ енн	Гид рол ити ч еск ая	Сте пен ь нас ыщ енн	РН
	гу му са,	по дв и жн	об ме нн ог					
ани я				фос фат ов, мг/л	ых осн ова ний	кис лот нос ть , мг- экв.	ост и	сол е вой

		ОГ о о фо ка сф ли о я, МГ ра, /кг МГ /кг		г пoch вы	г пoch вы	осн ова ния ми, %		
20 17	3,3 7	12 1	14 5	0,3 66	48, 3	3,8 8	92, 4	5,6
2 0								
1 8	3,4 2	13 0	15 4	0,3 75	49, 5	3,9 4	92, 2	5,7

### **Схема опыта. Удобрения картофеля.**

1. Контроль.
2. N<sub>100</sub>.
3. P<sub>90</sub>.
4. K<sub>140</sub>.
5. N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>.
6. N<sub>100</sub>K<sub>140</sub>.
7. P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>.
8. N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>.

Предшественник – озимая пшеница, под которую вносилось 40 т/га органических удобрений. Густота посадки 53,3 тыс. клубней на га, кроме опыта по изучению густоты посадки. Гребни с междурядьем 75 см нарезали четырехрядной гребне образующей фрезой. Для посадки использовали клубни средней фракции (60-65 г), предварительно пророщенные на свету. Протравливание клубней препаратом Престиж проводили при посадке.

Посадку в зависимости от года проводили 14 и 10 мая, глубина посадки 8-10 см. Уход за посадкой состоял из фрезерования почвы, при котором сорняки уничтожались и заделывались в почву. После усадки почвы вносили гербицид Зенкор в дозе 1,0 кг/га. Против фитофтороза использовали Ридомил голд МЦ и медьсодержащие препараты.

**Изучался сорт Удача.** Оригинатор: Всероссийский НИИ картофельного хозяйства. Раннеспелый, столового назначения.

Куст раскидистый. Стебли слабоветвистые, в поперечном разрезе угловатые, сильно облиственные. Листья крупные, среднерассеченные, темно-зеленые со средним жилкованием. Доли листа крупные с ровными краями. Конечная доля округлая с сердцевидным основанием и среднезаостренной вершиной. Дольки округлые с срединным

месторасположением, сидячие. Прилистники серповидные.

Цветение среднее, кратковременное. Соцветие компактное, малоцветковое. Цветоносы длинные, неокрашенные. Чашечка зеленая, чашелистики длинные, шиловидные. Венчик средний с широкими долями и хорошо развитыми остроконечиями, белый. Ягодообразование редкое.

Клубни овальные с тупой вершиной и плоским столонным следом, белые. Кожура гладкая. Глазки мелкие, мякоть белая.

В Северно-Западном регионе урожайность составила 19,2-30,2 т/га, в Центральном – 10,9 – 33,2 т/га, в Волго-Вятском – 28,8-45,1 т/га.

Масса товарного клубня 78-122 г. Содержание крахмала – 11,0-16,9%.

Вкус хороший. Лежкость – 84-96%, товарность – 88-97%.

Устойчив к раку. Восприимчив к фитофторозу, выше среднего – макроспориозу и парше обыкновенной; вирусными болезнями поражается на уровне стандартов, в средней степени клубневыми гнилями при хранении.

Ценность сорта: раннеспелость, хороший товарный вид клубней, высокая лежкость клубней.

**В опытах проводили следующие наблюдения, учеты и анализы:**

2. Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.

2. Определение сухого вещества и воды в анализируемом материале

(части растений, почва) весовым методом. Высушивание проводили в сушильном шкафу при температуре 105°С в течение 6 часов.

3. Определение щелочно-гидролизующего азота почвы по Корнфильду, подвижного фосфора по Чирикову - на черноземных почвах и по Кирсанову - на серых лесных почвах, обменного калия пламенно-фотометрическим методом, гумуса по Тюрину; рН солевой, гидролитической кислотности по методу ЦИНАО (ОСТ 4649-76).

4. Учет динамики листовой поверхности методом высечек. Расчет листового фотосинтетического потенциала по методике А. А. Ничипорович и др. (1963).

5. Определение крахмала по Эверсу, нитратов - потенциометрическим методом.

6. Анализ структуры урожая по пробным копкам. Учет урожайности - поделяночно, сплошной уборкой.

7. Определение NPK в клубнях методом мокрого озоления, азота - по Къельдалю, фосфора - колориметрическим методом, калия - на пламенном фотометре.

8. Расчет экономической эффективности по методике СибНИИСХ.

9. Энергетическая оценка по «Методике биоэнергетической оценки технологии производства продукции растениеводства» (1983).

10. Статистическая обработка данных по Б. А. Доспехову с помощью программ статистических обработок данных для Microsoft Excel 97 (1985).

## **2.2. Агроклиматическая обеспеченность**

### **урожайности картофеля**

Климатические условия Республики Татарстан для возделывания картофеля благоприятны. Срок посадки картофеля определяется устойчивым прогреванием почвы на глубине 10 см. Оптимальной

те  
мп  
ер  
ат  
ур 6 в  
ой -холодно  
яв 8 й  
ля Переувла  
ет 6женной  
ся , почве

картофе по  
ль темпе  
поражае ратур  
тся ным  
болезня услов  
ми. иям  
Почва для

посадки  
картофеля в  
среднем  
поспевает к  
концу первой  
половины мая.

Кл прора  
уб стают  
ни очень  
медле  
н нно.  
и В

з  
к  
и  
х

т  
е  
м  
п  
е  
р  
а  
т  
у

р  
 а  
 х

ка  
 к  
 от  
 умеренн ме  
 о ча  
 влажной ет  
 почве 11 А.  
 при - Г.  
 темпера 12 Ло  
 туре °С рх

Да  
 (1 ль  
 95 не  
 5) й  
 ка ше  
 рт е  
 оф вс по  
 ел х д вы  
 ь о на е ше  
 да д 23 н ни  
 ет ы -й ь. е

температуры почвы до 18-25 °С существенно сокращает продолжительность периода посадки – всходы (до 12-13 дней). При очень низких и слишком

высоких температурах темпы прорастания картофеля замедляются. При 3-5

°С у  
 некоторо ослаб  
 ых нуть по  
 сортов насто чк  
 оно лько, и  
 может что на  
 клубнях  
 начнут  
 развиваться  
 без  
 образования  
 корневой  
 системы.

Ботва картофеля  
 начинает расти  
 при температуре  
 воздуха около 5-6  
 °С

выше темпе  
 7 °С и ратур  
 прекр ы  
 ащает повы возду  
 рост шени ха до  
 при и 42-

Д  
 б л  
 л я  
 а р  
 г о  
 о с  
 п т  
 45 р а  
 °С. и б  
 На я о 12  
 иб т темп т -  
 ол н ерат в 21  
 ее а ура ы °С

(П  
ис  
ар  
ев,  
19  
90  
).

Ро  
ст  
кл  
уб  
не  
й  
пр  
ек  
ра  
ща повыше  
ет нии  
ся темпера  
пр туры до  
и 29 °С и

при понижении ее до 2 °С (Лорх, 1955).

Высокие температуры не только задерживают рост клубней, но и вызывают «климатическое» вырождение картофеля. По данным Руденко

А.И.  
(1958  
) , оно  
начин  
ается  
при температур  
средн е воздуха в  
ей период  
клубнео ср суточ  
бразован ед ной  
ия, не  
превыша й  
ющей  
18 °С.

При  
те  
мп от 19 до 21 °С  
ер число очень  
ат тонких и  
ур нитевидных  
е ростков на  
клубн  
ях  
карто  
феля до  
увели ст по  
чивае иг чт  
тся ае и% Пр  
и т 20 . и  
те 24 °С  
мп вырождени  
ер е клубней  
ат достигает  
ур 50 % иПр  
е более. и

температуре выше 25 °С наблюдается вырождение 70 % растений и более.

Растения картофеля весьма чувствительны к действию отрицательных температур. Ботва картофеля начинает повреждаться при температуре -0,5, -1,5 °С и при длительном действии такой температуры может погибнуть. При заморозке около -2 °С гибнут листья, а при заморозке около -3 °С гибнет и стебель картофеля (Руденко, 1950).

Картофель – растение требовательное к влажности почвы, однако он в различные периоды жизни потребляет различное количество влаги. При прорастании почек и образования ростков растение картофеля потребность во влаге почти целиком покрывает за счет материнского клубня, поэтому до появления всходов потребность растений во влаге сравнительно невелика

(Гончарик, 1971). По мере роста и развития ботвы потребность во влаге возрастает, а наивысшая потребность отмечается в период бутонизации - массовое цветение (Гончарик, 1971; Кирюхин, 1970; Новиков, 1937).

Недостаток влаги в почве в этот период приводит к наиболее сильному снижению урожая клубней (Гончарик, 1971; Новиков, 1937; Поповская, 1957; Цубербиллер, 1965; Мальцев, Каюмов, 2002; Писарев, 1990).

Наиболее благоприятные условия для роста картофеля и образования высокого урожая клубней создаются при влажности почвы 70-80 % от полной полевой влагоемкости в зоне распространения основной массы корней.

Для обеспечения высоких урожаев картофеля в средней полосе необходимо выпадение за вегетацию не менее 300 мм осадков (Гупало, Гончарик, 1971). При этом урожай картофеля ранних сортов в значительной степени определяется осадками июля, среднеспелых сортов – осадками июля, августа и поздних - осадками июля, августа и сентября (Лорх, 1948).

Селекционерами за последние годы выведены сорта экологически пластичные, адаптированные к определенным агроэкологическим условиям региона, а также сорта комплексное изучение их реакции на изменяющиеся в разные годы агроклиматические условия дадут возможность подобрать наиболее ценные для зоны сорта.

Годы исследований значительно различались по этим показателям.

Наибольшими колебаниями по годам характеризуются показатели влагообеспеченности посевов. Так, сумма осадков за период от посадки до уборки картофеля изменялась от 286 в 2017 году до 162,6 мм в 2018 году.

Агроклиматические условия вегетационного периода в 2017 и 2018 годы складывались по-разному.

Для зоны с умеренным климатом, в том числе лесостепи Среднего Поволжья, важным резервом роста урожайности является увеличение

продолжительности периода активной вегетации растений до оптимального в соответствии с биологическими особенностями сорта. Этого можно достичь за счет длительного сохранения в деятельном состоянии ассимилирующей поверхности растений.

## **2.2. Анализ метеорологических данных вегетационных периодов**

Наибольшими колебаниями по годам характеризуются показатели влагообеспеченности посевов. Так, сумма осадков за период от посадки до уборки картофеля изменялась от 286 в 2017 году до 162 мм в 2018 году.

Агроклиматические условия вегетационного периода 2017 года складывались следующим образом. В начальный период развития растений в мае месяце количество осадков составило 82,3 % по сравнению с многолетними данными, в июне отмечалось повышение количества осадков над среднемноголетними (112,7 %, на 12,7 мм выше нормы) и пониженные температуры воздуха (на 1,3 °С ниже нормы). В июле месяце выпало агроклиматические условия по осадкам отличались от средних многолетних – осадков в июле выпало много (157,8 %), а в августе ниже средних многолетних данных на 14,5,4 %.

Анализ агроклиматических условий 2018 года показал, что среднесуточная температура за вегетационный период мая месяца на 2,3°С была выше среднемноголетнего показателя, а сумма осадков в мае лишь 56,5 от нормы.

В июне месяце среднесуточная температура была на 0,2°С выше, а сумма осадков 61,4 мм, что ниже нормы. В июле температура воздуха составила 22,3 °С, что на 3,3 °С выше нормы, осадков выпало на уровне нормы. В августе количество выпавших осадков было ниже нормы.

В целом вегетационный период роста и развития картофеля можно оценить как относительно благоприятным годом по метеоусловиям.

Недостаток влаги покрывалась за счет полива.

1			
1			
0			25
1	9		
0	3		
0	,	1	
		1	
		9	
		,	
		5	
9			
0	19,6		
			20
8			
0			
	15,		
	4		
7			
0			
			15
6			
0			
		1	
		2	
		,	
		2	
1			
1		4	
		5	
5		,	
0		3	
			10
4			
0			
			53,8
3			
2			
,			
1			
3			
0			
	1		
	6	19	
	,		5
2	7	1	
0		7	
	1		1
	2		0

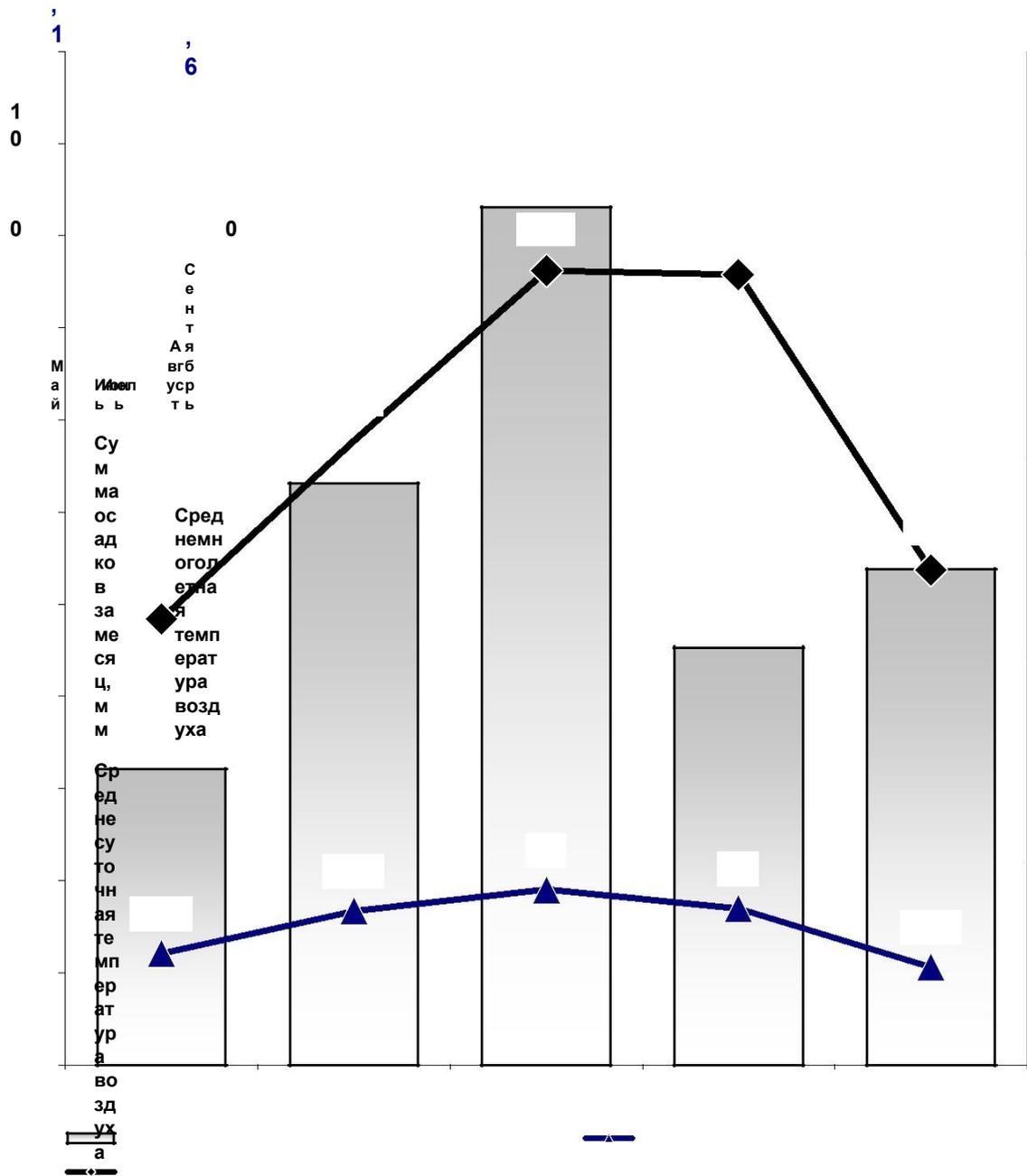


Рис.1. Метеорологические условия за 2017 год.

1			
1			
0			25
	22,		
1	3		
0			
0		1	
		9	
		,	
		8	
9			
0			20
8			
0	16,		
	9		
7			
0			
	1		
	4		
	,		
	4		
		14,1	15
	5		
	5		
6	,		
0	8		
5			
0			
			10
4			
0	34,		
	4		
		2	
		5	
3		,	
0		1	
2			
1			
,			
8			
	1	19	1
	6	7	5
2			

0

1  
2

,  
1

10,  
6

2  
5

1  
0

,  
5

0

0

М  
а  
й

Ию  
ль

А  
в  
г  
у  
с  
Сент  
тябрь

С  
У  
М  
м  
а

о  
с  
а  
д  
к  
о  
в

з  
а

м  
е  
с  
я  
ц  
,  
м  
м

Среднем  
ноголет  
ная  
темпера  
тура  
воздуха

С  
р  
е  
д  
н  
е  
с  
У  
т  
о  
ч  
н  
а  
я

т  
е  
м  
п  
е  
р

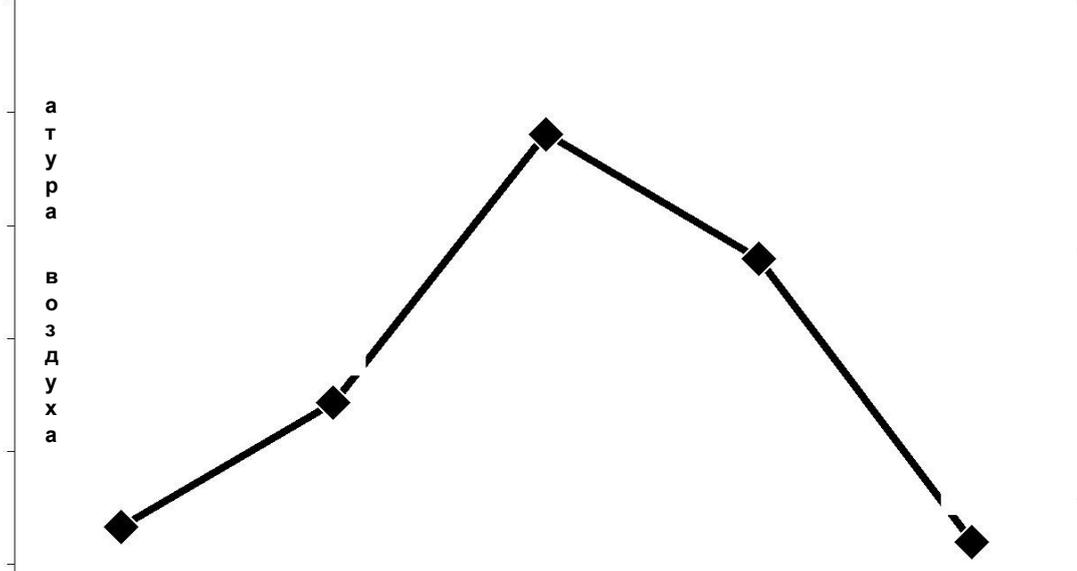
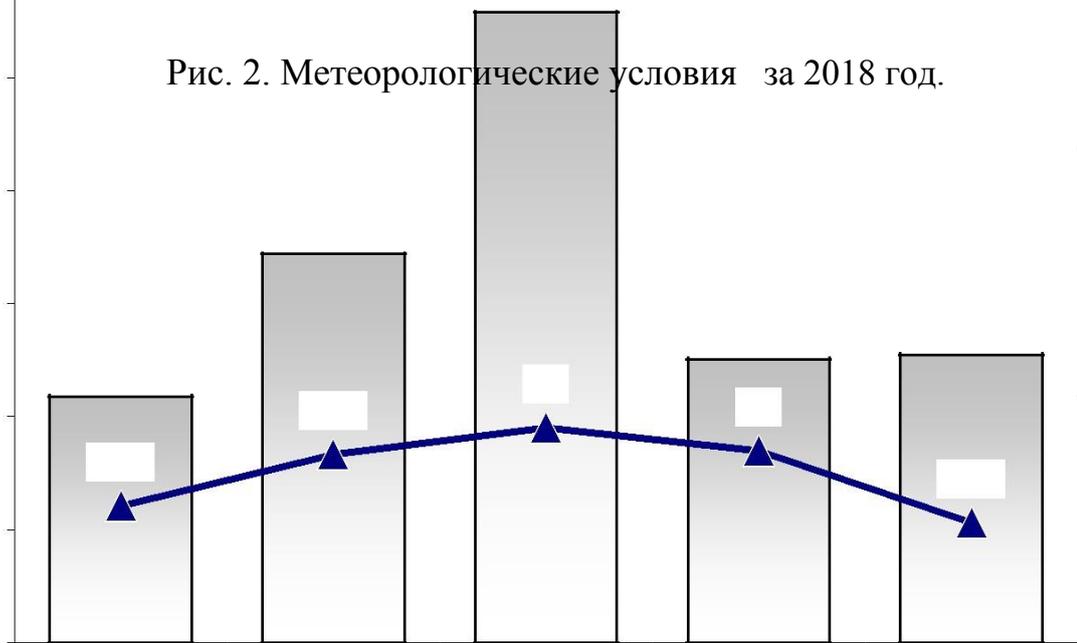


Рис. 2. Метеорологические условия за 2018 год.



—

—▲—

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Картофель выращивали в севообороте третьей культурой после озимой пшеницы в 2017 и 2018 гг. Метеорологические условия в течение вегетационного периода особенно неблагоприятно складывались для этой культуры в 2017 г. Холодная погода на почве и избытком влаги в мае, дефицит тепла при обилии дождей в июле оказали отрицательное влияние на рост и формирование урожая картофеля. 2017 г. – прохладным и дождливым, за четыре месяца (май-август) выпало соответственно 206 и 343 мм осадков. Однако в этих условиях рост и развитие картофеля протекали удовлетворительно.

#### 3.1. Развитие растений

В исследуемый год картофель высаживали 6 мая при достижении температуры почвы 7 °С на глубине слое почвы 10 см. При таких условиях время от посадки клубней картофеля до появления всходов составило 22 дня на всех изучаемых вариантах опыта (табл. 3).

Таблица 3 – Наступления фенологических фаз растений картофеля сорта Удача в зависимости от внесения разных доз удобрений, 2017 г.

Ва ри ан т	Фаз а разв ити я					
	по са дк а	вс хо ды	бу то ни	цв ет е-	н а ч а л	Уб ор ка

			за ци я	ни е	о о т т м и р а- н и я б о т в ы
Ко нт ро ль	5 14.0 056		29.8.0 067		1 6 5.0 89
N <sub>1</sub> 00	14.5.0 056	30.9.0 067			2 2 5.0 89
P <sub>90</sub>	14.5.0 056	29.8.0 067			1 8 5.0 89
K <sub>1</sub> 40	14.5.0 056	29.9.0 067			2 1 5.0 89
N <sub>1</sub> 00P 90	14.5.0 056	1.011. 707			5.0 29 0

					8
N <sub>1</sub> 00 K <sub>1</sub> 40	14.05	5.06	2.07	13.07	25 5.0 89
P <sub>90</sub> K <sub>14</sub> 0	14.05	5.06	1.07	11.07	22 5.0 89
N <sub>1</sub> 00P 90 K <sub>1</sub> 40	14.05	5.06	2.07	13.07	27 5.0 89

Начало образования бутонов и наступление полной фазы зависело от вариантов опыта. На контрольном варианте фаза образования бутонов наступила через 24 дня. В дальнейшем время продолжительности последующих межфазных периодов отличалось по вариантам проводимых нами опытов, при внесении более полных доз удобрений  $N_{100}P_{90}K_{140}$  приводило некоторому их удлинению (табл. 4). Так на этом фоне

минерального питания длина межфазного периода от всходов до образования бутонов увеличивалась на 3 дня, от цветения до начало отмирания ботвы на 2-5 дней. Уборку опытов провели 5 сентября, а вегетационный период продлился 92 дня.

Таблица 4 – Продолжительность межфазных периодов растений картофеля сорта Удача в зависимости от внесения разных доз удобрений, 2017 г.

Ва ри ан т	М е ж ф а з н ы е  п е р и о д ы				
	по са дк а-	вс хо ды -	бу то ни -	цв ет ен ие	на ча ло от

	бу вс то за на м хо ни ци ча и ды з я- ло ия			- от б цв ми от ет ра в ац ен ни ы ия ие я - у бо б тв ор ы ка	
Ко нт ро ль	22	24	9	39	20
N <sub>1</sub> 00	22	25	9	44	14
P <sub>90</sub>	22	24	9	41	18
K <sub>1</sub> 40	22	24	10	43	15
N <sub>1</sub> 00P 90	22	26	10	43	14
N <sub>1</sub> 00 K <sub>1</sub> 40	22	27	11	43	11
P <sub>90</sub> K <sub>14</sub> 0	22	26	10	42	14

N <sub>1</sub>					
00P <sub>90</sub>					
K <sub>140</sub>	22	27	11	45	9

Продолжительность периода от цветения до начало отмирания ботвы по вариантам опыта составила от 39 дней на контроле до 45 дней на фоне внесения полных доз удобрений N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>. Влажная и прохладная погода

усложняла рост и развитие растений и снизила потенциальную урожайность клубней данного сорта.

Условия вегетационного периода 2018 года были намного лучше, чем в 2017 году. Посадку картофеля провели 10 мая, и всходы появились через 18 дней (табл. 5 и 6).

Таблица 5 – Наступления фенологических фаз растений картофеля сорта Удача в зависимости от внесения разных доз удобрений, 2018 г.

Ва ри ан т	Фаз а разв ити я					
	по са дк а	вс хо ды	бу то ни - за щи я	цв ет е - ни е	н а ч а л о т м и р а н и я б о тв ы	Уб ор ка
Ко	10.2	16.24.	24.	42.0		

НТ ро ль	05	8 0	06	06	08	09
N <sub>100</sub>	10.05	28.05	18.06	27.06	9.08	2.09
P <sub>90</sub>	10.05	28.05	18.06	26.06	4.08	2.09
K <sub>140</sub>	10.05	28.05	19.06	28.06	10.08	2.09
N <sub>100</sub> P <sub>90</sub>	10.05	28.05	20.07	29.06	11.08	2.09
N <sub>100</sub> K <sub>140</sub>	10.05	28.05	20.07	30.06	12.08	2.09
P <sub>90</sub> K <sub>140</sub>	10.05	28.05	19.07	28.06	11.08	2.09
N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>140</sub>	10.05	28.05	20.06	30.06	14.08	2.09

Начало образования бутонов и наступление полной фазы зависело от вариантов опыта. На контрольном варианте фаза образования бутонов наступила через 18 дня. В дальнейшем время продолжительности последующих межфазных периодов зависела от доз внесения удобрений. Внесение комплексных доз удобрений – N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> и в этом году привело повышению этого межфазного периода на 3 дня, то есть через 22 дня (табл. 6). Продолжительность периода от цветения начала увядания ботвы в

зависимости от варианта внесения доз удобрений на контроле составила 41 день. Самой продолжительный 45 дней он был на фоне внесения дозы

минеральных удобрений – N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>., что на 4 дня больше по сравнению с контрольным вариантом. Уборку опытов провели 2 сентября, а вегетационный период продлился 96 дней.

Таблица 6 – Продолжительность межфазных периодов растений картофеля сорта Удача в зависимости от внесения разных доз удобрений, 2018 г.

Ва ри ан т	Ме ж ф а з н ы е  п е р и о д ы			
	по са дк а-	вс хо ды -	бу то ни -	цв ет ие -
		бу вс хо ды	то за ни я-	на ча ло  от ми ра ни

				я бо тв ы	- у б ор ка
Ко нт ро ль	18	19	8	41	29
N <sub>1</sub> 00	18	21	9	43	24
P <sub>90</sub>	18	20	8	41	23
K <sub>1</sub> 40	18	21	9	43	23
N <sub>1</sub> 00P 90	18	22	9	43	22
N <sub>1</sub> 00 K <sub>1</sub> 40	18	22	10	43	21
P <sub>90</sub> K <sub>14</sub> 0	18	21	9	42	22
N <sub>1</sub> 00P 90 K <sub>1</sub> 40	18	22	10	45	19

Одним из важных среди других компонентов формирования урожая картофеля является число растений на единицу площади, а также количество

стеблей в кусте и на единице площади. Конечно, число растений зависит в основном от количества высаженных клубней и качества семенного материала, и последующих мероприятий по уходу посадок во время вегетации.

Число растений сохранившихся к уборке является одним из важнейших факторов для получения хорошего урожая клубней картофеля, которое напрямую зависит от условий погоды и проведения агротехнических мероприятий. Сюда относятся проведение междурядных обработок, защита

болез  
 ней и  
 вреди  
 телей  
 ра .Поэт  
 ст со ому  
 ен рннеобх  
 ий як одим  
 от ов, о

аг  
 ро  
 те  
 хн  
 ич  
 ес  
 ки  
 е  
 ра  
 бо  
 ты  
 в  
 пе  
 вн ри  
 им пр од  
 ат ов ро  
 ел од ст  
 ьн ит вс а  
 о ь е и

разви  
 тия  
 расте  
 ний.

Учитывая  
 важность  
 этого  
 показателя  
 для  
 формирова  
 ния урожая,

мы  
до  
з  
уд  
об  
ре  
ни  
й  
на  
из  
ме  
не  
ни  
е  
чи  
сл  
а  
ра  
прослед ст  
или ен  
влияние ий  
разных во

время вегетации. Всхожесть клубней была достаточно высокая, что показывает о хорошем качестве используемого посадочного материала. Проведенный нами анализ полученных данных показал, что повышение дозы

уд на  
об вс  
ре хо  
ни же  
й ст  
не ь,  
ок хо  
аза тя  
ло и  
су  
ще  
ст  
ве

нн  
ое  
вл  
ия  
ни  
е  
  
сп  
ос  
об  
ст  
во  
ва  
ло  
не  
ко  
то  
ро ра  
му ст  
ув ен  
ел ий  
ич .  
ен Та  
ию к  
чи ес  
сл ли  
а на

контрольном варианте без внесения удобрений всхожесть составила 99,45 %, а на самом высоком фоне удобрений – N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> соответственно она увеличилась до 99,74 % (табл. 7).

Таблица 7 –  
Число  
растений в  
картофеля зависим  
сорта Удача ости от  
внесения разных  
доз удобрений,

2017-2018 гг.

Ва ри ан т	В с х о д ы		Ц в е т е н и е		Пе ред уб орк ой	
	по кол -во	лев ая	кол -во	% от	кол -во	сох ран и
	рас тен ий, тыс. шт. /га	всх ож е- ть, %	рас тен ий, тыс. шт. /га	взо ше д ши х	рас тен ий, тыс. шт. /га	вш них рас те ни й, %
К он тр ол ь	52,99, 90 45	52,99, 78 77			52,99, 75 72	
N <sub>1</sub> 00	52,99, 94 52	52,99, 83 80			52,99, 80 74	
P <sub>9</sub> 0	52,99, 92 48	52,99, 81 80			52,99, 77 72	
K <sub>1</sub> 40	52,99, 95 53	52,99, 86 82			52,99, 84 79	
N <sub>1</sub> 00 P <sub>9</sub> 0	52,99, 97 58	52,99, 88 83			52,99, 86 79	

N <sub>1</sub> 00 K <sub>1</sub> 40	53,99, 02	52,99, 67	52,99, 94	85	52,99, 91	79
P <sub>9</sub> 0K 140	53,99, 04	52,99, 70	52,99, 96	84	52,99, 93	79
N <sub>1</sub> 00 P <sub>9</sub> 0K 140	53,99, 06	53,99, 74	53,99, 01	90	52,99, 97	83

К фазе цветения значительных изменений в числе растений на единицу площади не происходило. Ко времени уборки произошло некоторое уменьшение числа растений на изучаемых вариантах. На контрольном варианте, где не вносились удобрения уменьшение числа растений составило 0,13% от взошедших. На фоне удобрений при внесении дозы  $N_{100}P_{90}K_{140}$  сохранность к фазе цветения растений составила 99,90% или 53,01 тыс. шт./га. К уборке на контрольном варианте сохранилось 99,72% взошедших растений. Самая высокая сохранность 99,83% отмечена на варианте с полным внесением минеральных удобрений ( $N_{100}P_{90}K_{140}$ ), где снижение числа растений за вегетационный период составило лишь на 0,09 тыс. шт./га.

Для определения оптимальной площади питания растений картофеля не достаточно определение только числа высаженных клубней, при этом большое значение имеет и количество стеблей на один куст и на единицу возделываемой картофель площади. Несмотря на то, что число стеблей на куст зависит в основном от сорта, потому что во многом оно определяется количеством ростков в семенном клубне, его физиологическим состоянием.

Слишком большое количество главных стеблей нежелательно, так как они из-за взаимного затенения не дают высокого урожая клубней. Количество ожидаемых главных стеблей на клубне зависит от числа глазков и от доли проросших. На это влияют масса и физиологическое состояние клубней, а также сорт [Дитер Шпаар, Петер Шуманн, 1997].

Кроме зависимости между массой посадочных клубней и количеством главных стеблей во время вегетации наблюдается зависимость между образованными столонами и заложенными клубнями. Следовательно, густота стояния растений влияет на размер клубней, а в семеноводстве картофеля -

на коэффициент размножения [Ulrich G.,1993].

Анализ проведенных нами наблюдений показал, что внесенные удобрения оказали влияние на количество стеблей на 1 куст и в расчете на 1 га. Внесение минеральных удобрений способствовали увеличению их числа. Их внесение в зависимости от и видов увеличили на 0,1-0,4 штук, а в

расчете на 1 га соответственно на 0,05-22,0 тыс. штук по сравнению с вариантом без внесения удобрений (табл.8, рис. 3).

Таблица 8 – Биометрические показатели растений картофеля сорта

В ЗАВИСИ

Ва ри ант	Высота растений, см	на 1 куст, штук
Контроль	67,8	4,6
N 1 0 0	75,7	4,7
P 9 0	72,3	4,7
K 1 4 0	74,8	4,8
N 1 0 0 P 9 0	76,8	4,9
N <sub>100</sub> K <sub>140</sub>	77,6	5,0
P 9 0 K	72,3	4,9

1 4 0		
N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>140</sub>	80,4	5,0

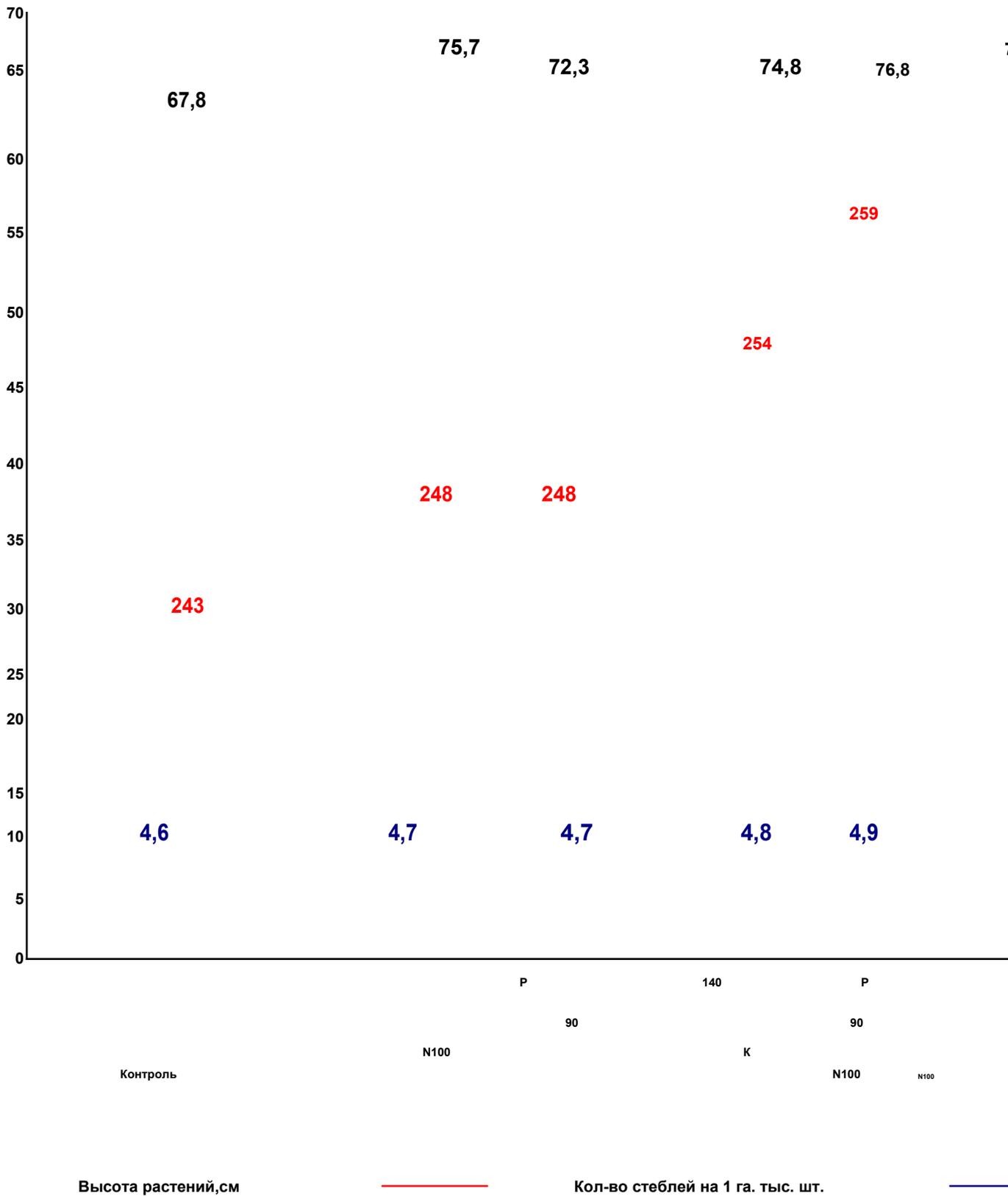
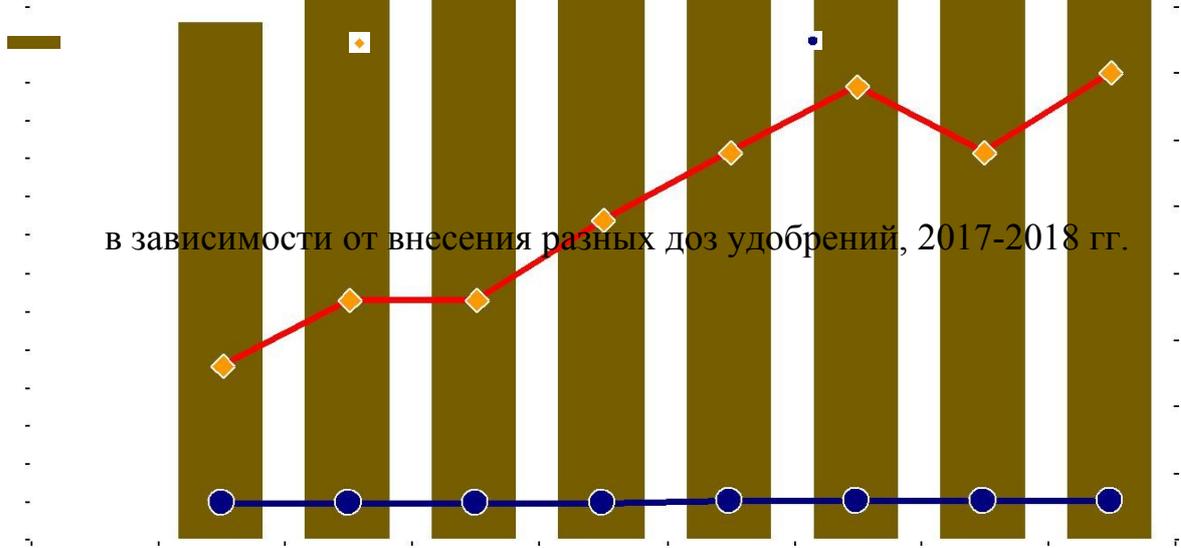


Рисунок 3 – Биометрические показатели растений картофеля сорта



Внесение минеральных удобрений повысило высоту растений картофеля. На контроле без внесения удобрений высота растений составила 67,8 см. Внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{100}P_{90}K_{140}$  – увеличило высоту растений на 12,6 см.

Во многих регионах картофелеводства самая опасная болезнь – фитофтороз. При соответствующих погодных условиях он вызывает преждевременное отмирание ботвы картофеля, до 50% снижает урожайность и приводит к большим потерям, ухудшению качества клубней во время хранения [Д. Шпаар, А. Быков, Д. Дрегер и др. 2016].

Картофель поражается даже до появления всходов, в период вегетации растений, а также при хранении клубней. Вегетативное размножение картофеля способствует передаче и накоплению из года в год многих возбудителей.

Динамика развития болезни фитофтороза в посадках картофеля представлена в таблице 9 и рисунке 4. Дождливая погода 2017 года привела к распространению болезни фитофтороза. На контроле без внесения удобрений ее распространение составило 23,12%. Внесение фосфорных и фосфорно-калийных удобрений снижали распространение фитофтороза. Анализ полученных данных показал, что внесение фосфорных минеральных удобрений в дозе  $P_{90}$  в 2017 г снизило пораженность фитофторозом на 0,64%. Полное минеральное удобрение в дозе  $N_{100}P_{90}K_{140}$  снизило распространение фитофтороза на посадках, по сравнению с контрольным вариантом на 0,76%.

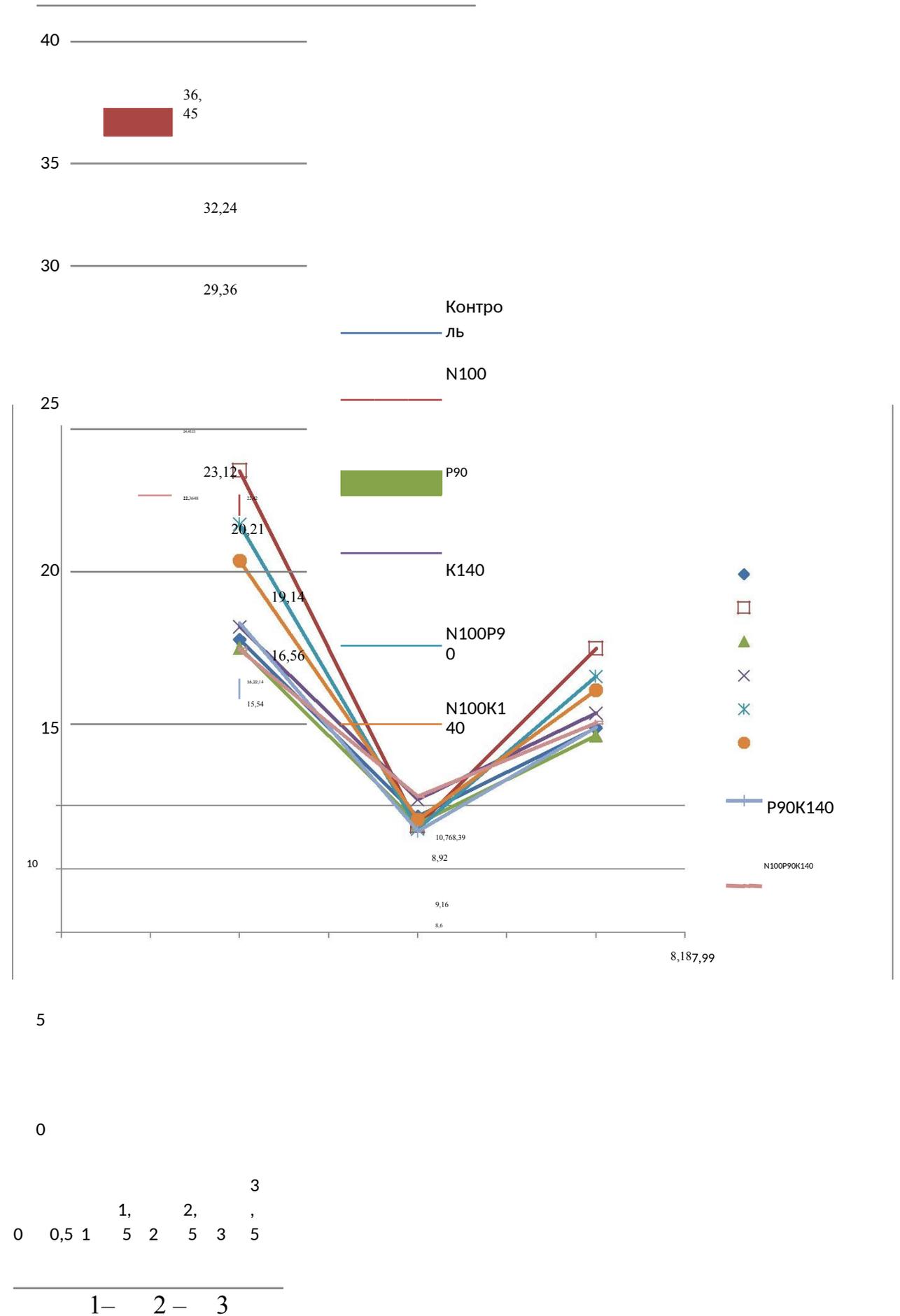
В 2018 году было более благоприятным для возделывания картофеля. На контрольном варианте фитофтороз листьев отмечено на 9,16% растений. На остальных вариантах существенной разницы в распространении фитофтороза нами не установлено. В среднем за 2 года меньше всего 15,54%

распространилось при внесении дозы фосфора  $P_{90}$  и 16,14% на контроле. Больше распространение фитофтороза отмечалось при внесении азотных удобрений на вариантах внесения удобрений в дозах  $N_{100}$  и  $N_{100}P_{90}$ . (табл. 9 и рис. 4).

Таблица 9 – Развитие фитофтороза на посадках картофеля сорта Удача в зависимости от внесения разных доз удобрений, 2017-2018 гг.

Фон питания	Развитие фитофтороза, %	± к контролю, %
Контроль	16,14	–
N <sub>100</sub>	22,42	+6,28
P <sub>90</sub>	15,54	– 0,6
K <sub>140</sub>	17,32	+1,18
N <sub>100</sub> P <sub>90</sub>	20,21	+4,07
N <sub>100</sub> K <sub>140</sub>	19,14	+3,0
P <sub>90</sub> K <sub>140</sub>	16,22	+0,08
N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>140</sub>	16,56	+0,42

--	--	--



		—
		2
		0
		1
		7
		-
		2
		0
		1
		8
20	20	г
17	18	г
г.	г.	.

Рисунок 4 – Развитие фитофтороза на посадках картофеля сорта Удача в зависимости от внесения разных доз удобрений, 2017-2018 гг.

### 3.2. Динамика величины площади листьев

Листья являются основным органом для фотосинтеза растений (Росс, 1975; Джиффорд, Дженкинс, 1987). 80-90 % поглощаемой солнечной радиации и 60-90 % создаваемого в процессе фотосинтеза органического вещества приходится на их долю листьев (Вавилов, 1981). Анализ данных большого числа исследователей дают основание считать, что оптимальная площадь листьев для многих сельскохозяйственных культур находится в пределах 20-70 тыс. м<sup>2</sup>/га (Allen, 1980; Desborough, Lauer, 1977; Blackman, 1968; Buttergy, 1970; Donald, 1961; Hiroi, Monsi, 1966; Hodanova, 1972; Okubo, Oizumi, Hoshino, 1969; Stern, Donald, 1961; Takeda, 1961).

По данным исследований ряда авторов, более оптимальным для получения высоких и устойчивых урожаев считается, величина площади листьев 40-60 тыс. м<sup>2</sup>/га, которая формируется за короткий период и долго сохраняется на этом уровне, а к уборке значительно снижается или совсем отмирает, отдавая при этом пластические вещества для роста массы клубней. Чрезмерное повышение площади листьев бывает неэффективным, при этом снижается продуктивность листового аппарата, чистая продуктивность фотосинтеза (Ничипорович, 1956; Устенко, 1963; Мальцев, Каюмов, 2002; Владимиров, 2006).

Для формирования высоких и стабильных урожаев по

физиологическим принципам посадки картофеля должны формировать

площадь листьев с их оптимальными показателями. Оптимальными также

должны быть все показатели фотосинтетической деятельности растений,

таких как чистая продуктивность фотосинтеза, фотосинтетический потенциал, продуктивность работы листьев, которые бы обеспечили получение запланированного урожая (Ничипорович, 1963; Шатилов, 1978).

По данным анализа динамики площади листьев она развивалась в зависимости от уровня минерального питания (табл. 10). В среднем за два года внесение удобрений явилось одним из основных приемов агротехники, который усиливало процесс формирования площади листьев, и их

со во  
 хр вр  
 ан ем  
 ен я  
 ие ве  
 в ге  
 ак та  
 ти ци  
 вн и  
 ом ра  
 со ст  
 ст ен  
 оя ий  
 ни .  
 и На

вариантах внесения удобрений, особенно на фоне полного минерального

пит  
 ани  
 я

(N<sub>10</sub>

0P<sub>90</sub> во значи  
 K<sub>140</sub> вс сроки учета тельн  
 ) е площади листьев о

превышала другие  
 варианты минерального контрол  
 питания, особенно ьный

вар  
 иан  
 т.

Таблица 10 – Влияние  
 удобрений на формирование  
 площади листьев в

пос 2017-г  
 адк 2018г  
 ах .  
 кар

тоф  
еля,  
тыс  
. м<sup>2</sup>/  
га,

Г  
О  
Т  
О  
В  
О

Ва ри ан т	Фаза разви тия				
	вс хо ды	бу то ни з  ац ия	цв ет е-  ни е	на ча ло  от ми ра- ни я бо тв ы	пе ре д  уб ор ко й
Ко нт ро ль	8,4 2	26, 75	29, 46	25, 83	12, 75
N <sub>100</sub>	9,2 8	31, 24	34, 00	30, 46	13, 65
P <sub>90</sub>	9,0 5	29, 76	38, 33	27, 57	14, 35
K <sub>140</sub>	9,4 3	29, 54	39, 50	28, 53	16, 45
N <sub>100P</sub>	10,	37,	42,	34,	18,

90	04	85	80	82	74
N <sub>100</sub> K <sub>140</sub>	10, 33	38, 22	42, 36	35, 84	19, 65
P <sub>90</sub> K <sub>40</sub>	9,6 7	35, 28	40, 54	33, 54	16, 52
N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>40</sub>	11, 22	40, 87	45, 92	38, 36	20, 64

В фазе появления полных всходов величина площади листьев была не столь высока. Так в зависимости от варианта площадь листьев в фазу всходов составила от 8,42 тыс. м<sup>2</sup>/га, на контрольном варианте без внесения удобрений. На фоне внесения минеральных удобрений в дозе N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> она составила 11,22 тыс. м<sup>2</sup>/га. В фазе образования бутонов она в зависимости от доз удобрений значительно возросла по сравнению показателями в фазе всходов (табл. 10, рис. 5).

Анализ данных динамики роста площади листьев показал, что уже в фазе образования бутонов растения картофеля формировали достаточно большую площадь листьев. Так, если на контроле ее величина составила 26,75 тыс. м<sup>2</sup>/га, то с повышением фона удобрений ее величина увеличилась на 2,79-14,12 тыс. м<sup>2</sup>/га. Наибольшая площадь листьев формировалась к фазе цветения. В среднем за два года площадь листьев на контроле достигла 29,46 тыс. м<sup>2</sup>/га. Исследования показали, что нарастание площади листьев в большей степени определялись от вносимых азотных удобрений. Внесение полного минерального питания (N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>) в 1,55 раза увеличило площадь листьев по сравнению с контролем без внесения удобрений.

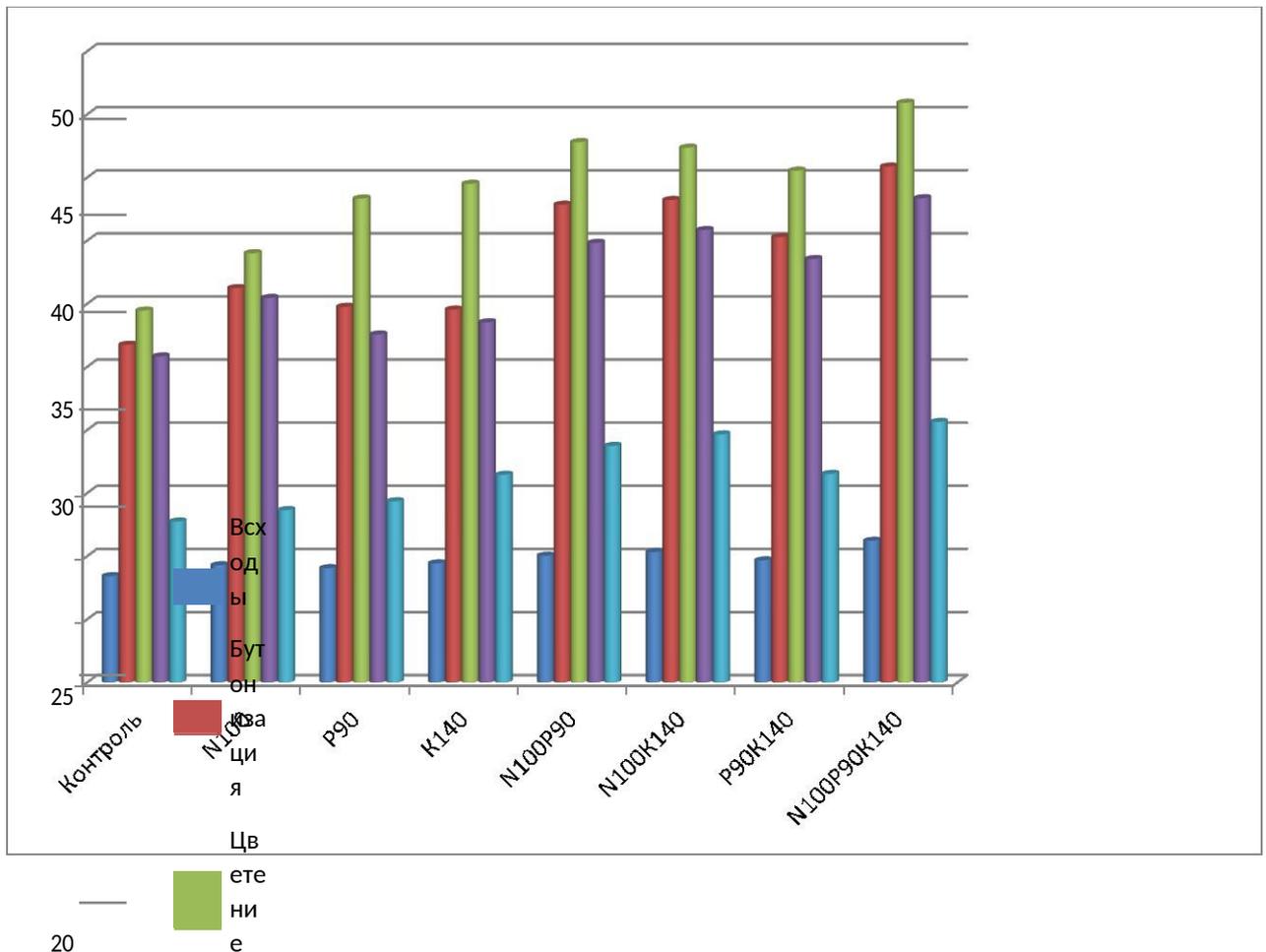




Рисунок 5 – Площадь листьев посадок картофеля сорта Удача в зависимости от внесения разных доз удобрений, тыс. м<sup>2</sup>/га, 2017-2018 гг.

Перед уборкой отмирание надземной массы была значительной, и в связи с этим ее фотосинтезирующая деятельность значительно снизилась.

При возделывании высоких урожаев клубней картофеля одна лишь высокая фотосинтетическая активность листьев еще не достаточна.

Значительное влияние на продукционный процесс оказывает фотосинтетический потенциал посадок. Он указывает на напряженность работы площади листьев за весь вегетационный период. Величина фотосинтетического потенциала в начале вегетации была не столь велика, однако по мере роста площади листьев он значительно увеличился и достиг максимальных значений во вторую половину вегетации картофеля (табл. 11, рис. 6).

Таблица 11 – Фотосинтетический потенциал посадок картофеля сорта Удача

в зависимости от внесения разных доз удобрений,

тыс. м<sup>2</sup>× дней/га, 2017-2018 гг.

Ва ри ан т	Фаза разви тия				
	вс хо ды - бу то ни з	бу то ни я-	цв ет ен ие - ло	на ча ло от ми на ча ло	су мм а ра ни я

	а- ци я	цв ет ен ие	от ми ра ни	ли ст ье в -	пе ри од
Ко нт ро ль	37 8	23 9	11 06	47 2	21 95
N <sub>1</sub> 00	46 6	29 4	14 02	41 9	25 81
P <sub>90</sub>	42 7	28 9	13 50	42 9	24 95
K <sub>1</sub> 40	43 8	32 7	14 62	42 7	26 54
N <sub>1</sub> 00P 90	57 5	38 3	16 68	48 2	31 08
N <sub>1</sub> 00 K <sub>1</sub> 40	58 3	42 3	16 81	45 7	31 44
P <sub>90</sub> K <sub>1</sub> 40	52 8	36 0	15 55	45 0	28 93
N <sub>1</sub> 00P 90 K <sub>1</sub>	63 8	45 6	18 96	41 3	34 03

40						
----	--	--	--	--	--	--

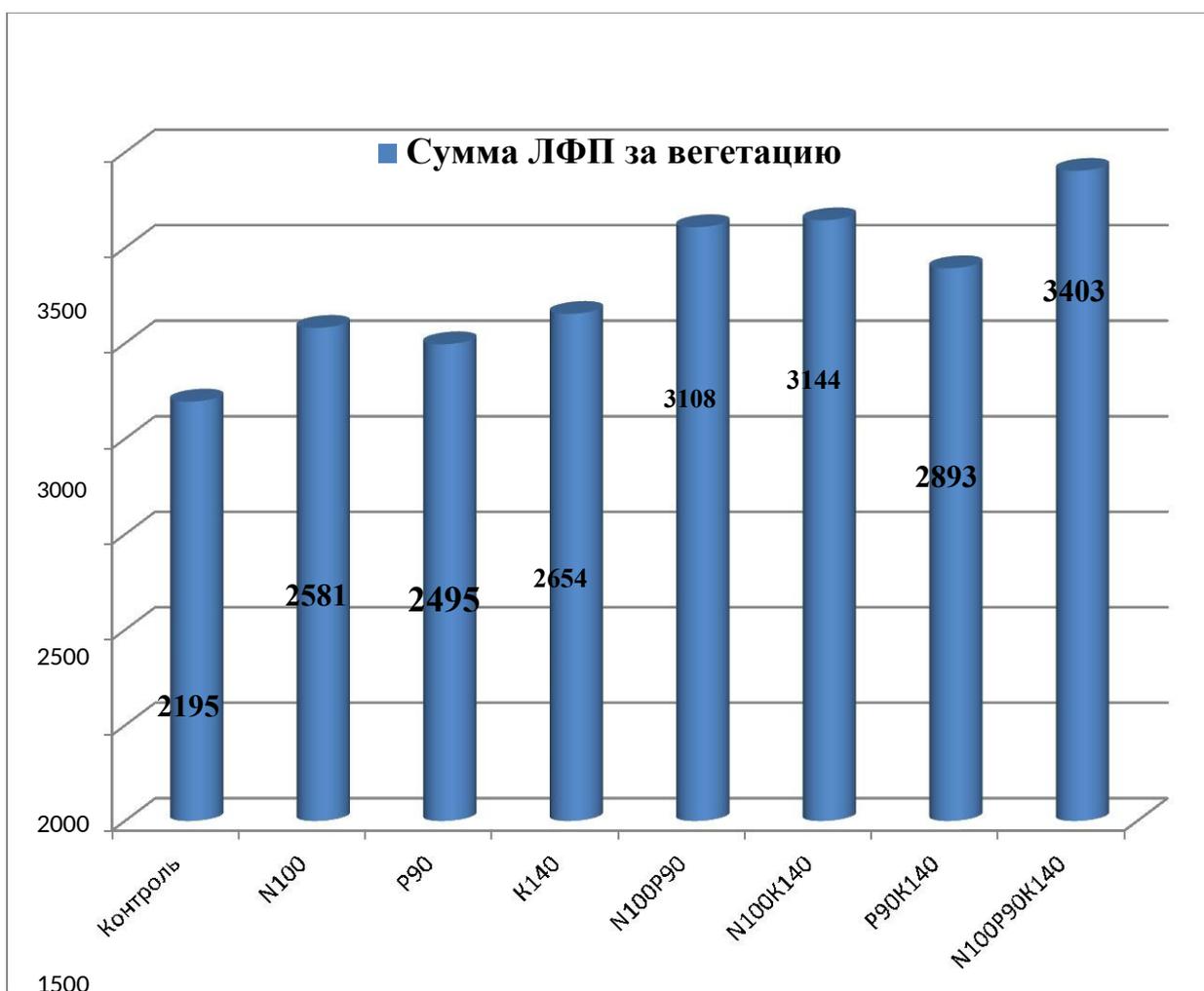
Самый важный и большой период роста и развития культуры картофеля является период от начала цветения до начала отмирания ботвы. В этот время происходит интенсивный рост клубней.

Сумма листового фотосинтетического потенциала за время вегетации, на контрольном варианте без внесения удобрений составила 2195 тыс. м<sup>2</sup>×

дней/га. При внесении дозы азота N90 показатель суммы ЛФП по сравнению с контрольным вариантом повысился на 386 тыс. м<sup>2</sup>×

дней/га. Внесение минеральных удобрений в дозе N<sub>100</sub>K<sub>140</sub> –увеличило сумму ЛФП на 949 тыс. м<sup>2</sup>×

дней/га (рис.6).



1000

500

0

Рисунок 6 – Сумма ЛФП посадок картофеля сорта Удача за вегетацию в зависимости от внесения разных доз удобрений, тыс. м<sup>2</sup>×дней/га, 2017-2018 гг.

Самый высокий листовой фотосинтетический потенциал за вегетацию 3403 тыс.  $\text{м}^2 \times$  дней/га, отмечен в варианте при внесении минеральных удобрений в дозе  $\text{N}_{100}\text{P}_{90}\text{K}_{140}$ , который в 1,55 раза больше данных контрольного варианта.

### 3.3. Динамика нарастания массы клубней.

Для растений картофеля главным процессом в жизни является образование клубней. По мнению многих ученых процесс образования

этого  
очень  
важного  
клубня для  
человека  
продукта  
вызван его

с и  
п  
о в ф  
с н из  
о у и  
б т ол  
ге н р ог  
не о е и  
ти с н че ус  
че т н ск ло  
ск ь и и ви  
ой ю х х й,  
которые за  
приводят к ви  
реализации ся

этой  
способност  
и. Эти т  
процессы от

их  
возрастных  
изменений  
и  
воздействи  
я условий  
внешней  
среды.

М  
ас  
су  
кл  
уб  
не  
й  
м  
ы  
на  
ча  
ли  
оп фазы  
ре образ  
де овани  
ля я  
ть бутон  
с ов

при котором в большинстве случаев начинается этот процесс. В дальнейшем начался интенсивный прирост массы клубней и продолжался почти до уборки (табл. 12, рис. 7).

В фазе образования бутонов масса образовавшихся клубней между вариантами отличалась незначительно. Её величина в зависимости от варианта опыта составила 58,6-86,5 г. Уже в фазе цветения на фоне без

внесения удобрений её масса составила 182,6 г/куст, что в 3,11 раза выше по сравнению с показателем в фазе образования бутонов.

Таблица 12 – Динамика накопления массы клубней картофеля сорта Удача

В  
зави  
СИМО  
СТИ  
от доз  
внес удобрений  
ения , г/куст,  
разн 2017-2018  
ых гг.

Ва ри ан т	Б	П	У	Б
	ут	о	б	
	о	л	о	о
	н	а	р	л
	и	ч	е	о
		о	о	г
	за	о	ка	и
	-	у		ч
	ц	в		е
	и	я		с
	я	д		к
		а		а
		е		я
		н		у
		ц		р
		в		о
		е		ж
		т		а
		е		й
		-ия		-
		нб		н
		ио		о

			ТВ еы		с Г ь Г / Г а
Ко нт ро ль	5 8, 6	1 8, 6	2 8, 8	3 3 0	17 3 8
N <sub>1</sub> 00	6 7, 4	2 1 0, 2	3 9, 9, 2	4 4 5	23 6 0
P <sub>90</sub>	6 4, 8	1 9, 8, 6	3 6, 9, 4	3 9 3	20 7 2
K <sub>1</sub> 40	6 5, 6	2 2 1, 0	4 0 5, 7	4 4 8	23 6 8
N <sub>1</sub> 00P 90	7 2, 6	2 3 8, 0	4 1 6, 0	4 5 3	23 9 2
N <sub>1</sub> 00 K <sub>1</sub> 40	8 0, 1	2 4 4, 5	4 3 2, 2	5 0 2	26 5 4

P <sub>90</sub>	7	2	3		
K <sub>14</sub>	8,	4,	6,	4	23
0	2	4	5	1	,3
					4
N <sub>1</sub>		2	5		
00P	8	4	2	5	30
90	6,	5,	6,	8	,7
K <sub>1</sub>	5	8	6	1	,6
40					

В фазе  
 полног  
 о  
 цветен  
 ия  
 минера рабо  
 льные тали  
 удобре боле  
 ния е

эффективно, и на фоне внесения удобрений в дозе N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> масса клубней увеличилась в 1,35 раза по сравнению с контролем без применения удобрений. Внесенные удобрения в последующие фазы способствовали более интенсивному накоплению клубней и к уборке на фоне N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> их масса составила 581 г/куст.

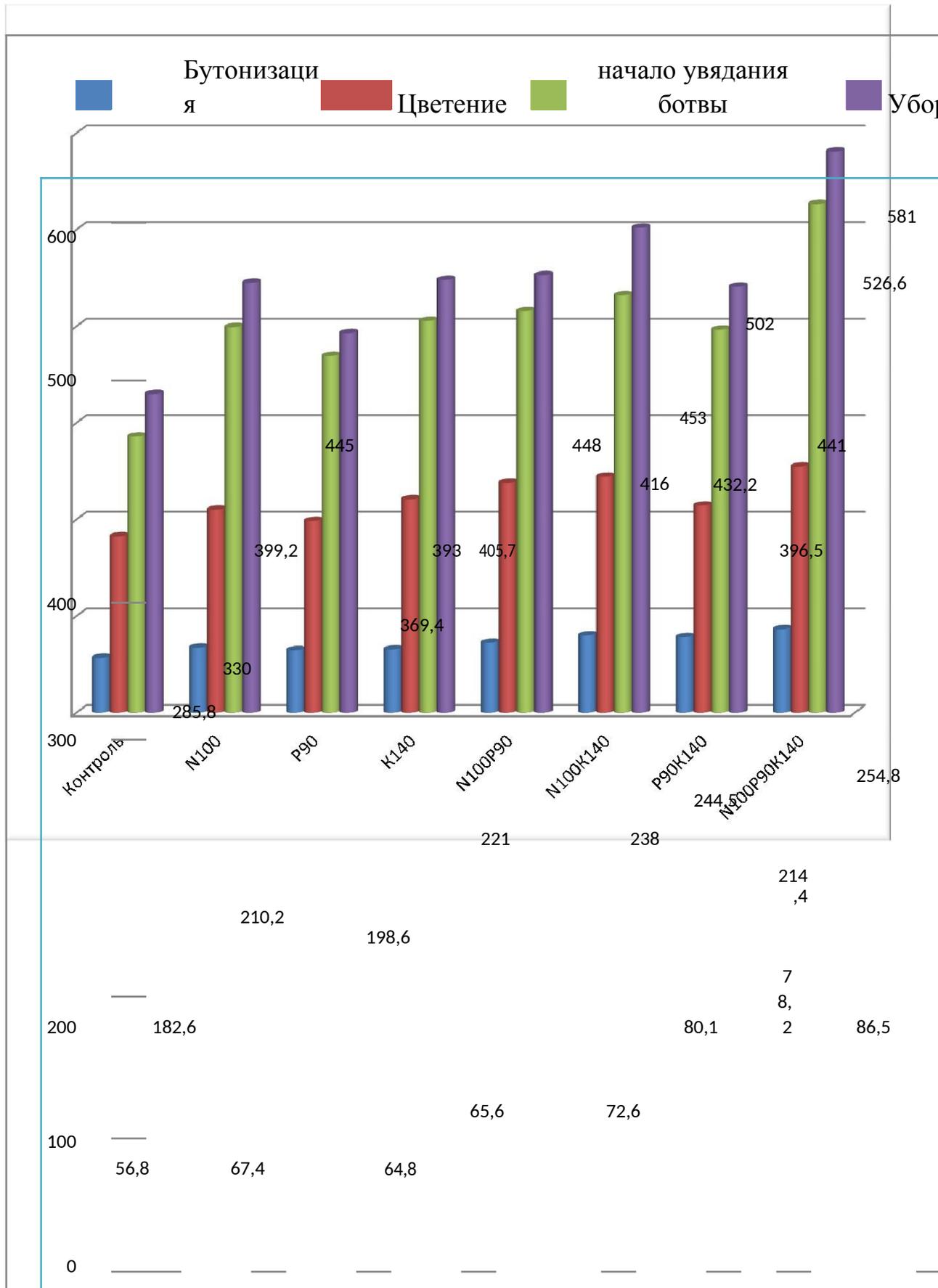


Рисунок 6. Масса клубней картофеля сорта Удача в зависимости от внесения разных доз удобрений, г/куст, 2017-2018 гг.

### **3.4. Содержание NPK в растениях картофеля.**

Для нормального роста и развития картофельного растения и получения высоких урожаев клубней оно должно быть обеспечено многими элементами минеральной пищи. Из таких элементов важнейшее значение имеют азот, фосфор и калий.

**Азот.** Среди химических элементов особое место в жизни картофельного растения занимает азот, который является обязательным

5  
1

компонентом белковых веществ. Без азота не может происходить формирование новых клеток. Потребность в азоте растение картофеля ощущает с начала прорастания клубня, образования корневой системы и ростков. Если на первом этапе она обеспечивается за счет азота материнского клубня, то для роста стеблей этих запасов не достаточно и растение получает его через корневую систему. Поэтому всходы появляются только после укоренения ростка в почве и начале поступления элементов минеральной

пищи через корни. Азотистые соединения поступают в растение преимущественно в первую половину вегетационного периода, когда происходит интенсивное развитие ботвы. В этот период растениям картофеля требуется много азота, потому что он является основным компонентом белков, идущих на образование стеблей и листьев. Затем потребление азота из почвы резко уменьшается, а с началом засыхания стеблей почти прекращается. При нормальном снабжении растений азотом формируется мощная ассимиляционная поверхность, они богаче белком и интенсивнее растут. Если в почве азота недостаточно, то ростовые процессы резко ослабевают, листья образуются мелкие, а стебли короткие и мало формируется боковых побегов. Однако для растений картофеля одинаково вреден как недостаток, так и избыток этого элемента в почве. Избыток азота вызывает чрезмерный рост ботвы, удлинение периода вегетации которое вызывается нарушением обмена веществ и приводит к задержке или даже прекращению оттока углеводов из ботвы в клубни.

Количество азота в растениях зависит от видовых особенностей, возрастных изменений, а также от фона питания и условий произрастания. По данным М.А. Бардышева (1971) содержание азота (% на воздушно-сухую массу) составляет: в листьях картофеля 2,0 - 3,35; в стеблях 0,88 – 5,58. Как правило, больше всего данного элемента содержится в молодых растениях. Исследования показали, что динамика и размеры потребления растениями азота в наибольшей степени определяются внесением азотного удобрения

(табл. 12). Под его влиянием наблюдалось повышение содержания азота в ботве.

Фосфорное и калийное удобрения способствовали усилению уровня азотного питания растений за счет лучшего использования его почвенных запасов. В результате этого усвоение азота картофелем было максимальным на вариантах с внесением азотно-калийного и полного минерального удобрения.

Таблица 12 - Динамика содержания азота в ботве картофеля во время вегетации 2017 и 2018 гг.

Ва ри ан т  оп ыт а	Содержан ие N в надземно й массе растений, % на сухое  ве ще ст во
	ф а з а  р а з в и т и я

	р а с т е н и й		
	о б р а з о в а н и е боковых побегов	цв ет е н и е	п о л н а я с п е л о с т ь
Контраль	4,25	3,92	2,24
N <sub>100</sub>	4,53	4,29	2,71
P <sub>90</sub>	4,36	4,15	2,01
K <sub>140</sub>	4,41	3,87	2,04
N <sub>100P</sub>	4,77	4,72	2,51

90	9		
N <sub>1</sub>	4,		
00K	9	4,3	2,5
140	2	8	8
P <sub>90</sub>	4,		
K <sub>1</sub>	6	3.6	2,0
40	7	9	1
N <sub>1</sub>			
00P	4,		
90	8	4,3	2,7
K <sub>1</sub>	6	2	8
40			

1 - образование боковых побегов, 2 - цветение, 3 - полная спелость.

Для динамики азота в растениях характерно постепенное снижение содержания в ботве с 4,25-4,92% в фазе образования боковых побегов до 2,01-2,78% – в фазе полной спелости.

В период формирования клубней поддерживалась стабильная концентрация этого элемента питания. Так, в фазе цветения в зависимости от варианта опыта его содержание варьировало от 1,44 до 1,68%. В период максимального развития ботвы максимальное содержание азота -1,56% было на варианте внесения - N<sub>100</sub> (табл. 13).

Таблица 13 - Динамика содержания азота в клубнях картофеля во время вегетации 2017 и 2018 гг.

Ва ри ан т	Содержани е N в клубнях, % на сухое вещество
	ф а з а  р а з в и т и я  р а с т е н и й
ОП ЫТ а	

	Ц в е т е н и я	ма кс им ал ьн ое	по лн ая сп ел ос ть
	1	2	3
Ко нт ро ль	1 , 4 4	1,2 5	1,1 7
N1 00	1 , 5 8	1,5 6	1,5 4
P90	1 , 5 0	1,3 3	1,3 5
K1 40	1 , 5 4	1,3 1	1,3 0
N1 00P 90	1 , 6 1	1,5 2	1,5 0

N <sub>1</sub> 00K 140	1		
	6	1,5	1,5
	8	0	2
P <sub>90</sub> K <sub>1</sub> 40	1		
	5	1,3	1,2
	2	0	4
N <sub>1</sub> 00P 90 K <sub>1</sub> 40	1		
	6	1,5	1,4
	7	1	8

1 - цветение, 2 - наибольшее развитие ботвы, 3 - полная спелость.

**Фосфор.** Фосфорнокислые соединения картофель потребляет значительно меньше, чем азотистые. Наибольшее потребление фосфора приходится на период интенсивного образования ботвы и клубней.

Однако фосфорное питание, как и азотное, играет большую роль в жизни растений. Его участие в метаболизме растений многосторонне, при полном обеспечении улучшает углеводный и белковый обмен, раньше появляются

всходы, и ускоряется прохождение других фенологических фаз. Он способствует быстрому развитию корневой системы, приводит более раннему формированию клубней и накоплению в них большего количества крахмала. Кроме того, фосфор положительно влияет на водный режим растений, повышает их устойчивость к засухе, улучшает устойчивость растений к вирусным болезням, фитофторозу, парше обыкновенной, улучшает лежкость и семенные качества клубней.

Недостаток фосфора нарушает нормальное развитие картофельного растения: понижается ветвистость листа, листья приобретают бронзовый оттенок, становятся мелкими, края долей закручиваются кверху. Дефицит фосфорного питания вызывает железистую пятнистость клубней. Недостаток фосфора может проявиться на всех типах почв, но чаще всего он ощущается на кислых дерново-подзолистых и серых лесных суглинистых почвах.

Относительное содержание фосфора в тканях растений в течение вегетации картофеля постепенно понижалось (табл. 14).

Таблица 14 - Динамика содержания фосфора в ботве картофеля во время вегетации 2017 и 2018 гг.

Ва ри ан т оп ыт а	С
	од
	ер <sup>в</sup>
	ж надзе
	ан мной
	ие массе
	расте
	Р <sub>2</sub> ний,
	О <sub>5</sub> % на
	су
хо	
е	
ве	
ще	

		СТ ВО	
		фаза развития растений	
об ра зо ва ни е	бо ко вы х по бе го в	Ц в е т е н и е	ПО ЛН ая сп ел ос ть
		1	2
Ко нт ро ль	0,6 3	0 , 5 1	0,3 9
N <sub>100</sub>	0,6 9	0 , 4 9	0,4 0
P <sub>90</sub>	0,8 7	0 , 5 8	0,4 6
K <sub>140</sub>	0,6 2	0 , 2	0,4 2

		5 6	
N <sub>1</sub> 00P 90	0,6 8	0 , 5 8	0,4 8
N <sub>1</sub> 00K 140	0,6 0	0 , 6 7	0,4 6

	0	0	0
P <sub>90</sub>	7	5	4
K <sub>1</sub> <sub>40</sub>	7	3	7
N <sub>1</sub>	0	0	0
P <sub>90</sub>	8	6	4
K <sub>1</sub> <sub>40</sub>	0	6	5

1 - образование боковых побегов, 2 - цветение, 3 - полная спелость.

При образовании боковых побегов ботва содержала 0,62-0,87% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Ко времени полной спелости концентрация его в растениях уменьшилась соответственно до 0,39-0,48%. Наиболее высокий уровень фосфорного питания обеспечивался благодаря внесению NPK.

Клубни в фазе цветения растений содержали фосфора от 0,52% на контроле до 0,65% при внесении фосфора в дозе P<sub>90</sub>. Перед уборкой содержание фосфора в клубнях снизилось и в зависимости от варианта опыта варьировало от 0,38 до 0,50%.

Таблица 15 - Динамика содержания фосфора в клубнях картофеля во время вегетации 2017 и 2018 гг.

Ф он пи та ни я	Содержани е P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> в клубнях, % на сухое вещество
	ф а з а

	р а з в и т и я  р а с т е н и й		
	Ц в е т е н и я	ма кс им ал ьн ое	по лн ая сп ел ос ть  ра зв ит ие бо тв ы
	1	2	3
Ко нт ро ль	0 , 5 2	0,4 4	0,3 8
№ 00	0 , 5 6	0,4 6	0,4 1

P <sub>90</sub>	0 , 6 5	0,5 7	0,4 9
K <sub>1</sub> 40	0 , 6 0	0,4 8	0,4 3
N <sub>1</sub> 00P 90	0 , 6 3	0,5 0	0,4 9
N <sub>1</sub> 00K 140	0 , 5 9	0,4 6	0,4 2
P <sub>90</sub> K <sub>1</sub> 40	0 , 6 1	0,5 3	0,4 9
N <sub>1</sub> 00P 90 K <sub>1</sub> 40	0 , 5 8	0,5 6	0,5 0

1 - цветение, 2 - наибольшее развитие ботвы, 3 - полная спелость.

**Калий.** Из всех зольных элементов калий в растениях картофеля содержится в наибольшем количестве. Являясь важнейшим жизненным

элементом растительных организмов, концентрируется в молодых побегах в меристемных тканях и способствует усилению процесса фотосинтеза.

Калий является необходимым элементом для образования клубней и имеет большое значение для передвижения крахмала из листьев в растущие клубни. Наибольшее количество калия растения также используют в период интенсивного роста ботвы и клубней. Повышение калийного питания усиливает как общий рост растения, так и рост листовой поверхности, удлиняет продолжительность жизни листьев нижних и средних ярусов и период фотосинтетической деятельности. Он также улучшает поступление воды в клетки, повышает осмотическое давление и тургор, понижает процесс испарения. При достаточном калийном питании клетки лучше удерживают воду, и в силу этого растения становятся более засухоустойчивыми. Калий также повышает устойчивость растений к заморозкам, грибным и бактериальным заболеваниям, улучшает лежкость клубней при хранении, клубни становятся более устойчивыми к потемнению мякоти при механических повреждениях, после очистки и варки.

При калийном голодании картофеля происходят нарушения в росте и развитии растения. Стебли имеют укороченные междоузлия и становятся непрочными, а листья хрупкими. Куст отстает в росте, приобретает раскидистую форму, цветение задерживается, листья становятся темно – зелеными с морщинистой поверхностью, с бронзовым оттенком ткани по краям. Затем происходит пожелтение, и даже отмирание листьев. Клубни при недостатке калия формируются мелкие и плохо хранятся в зимний период. Недостаток калия чаще всего наблюдается на пойменных почвах и торфяниках, которые не только бедны калием, но и содержат много кальция и магния, затрудняющие поступление этого элемента в растение.

Как и другие химические элементы, входящие в состав растений, содержание в них калия не является постоянным и подвержено весьма значительным колебаниям.

На уменьшение содержания калия по мере старения растений, в результате передвижения его в репродуктивные органы указывает Л. Н. Гнетиева (1969). Частично через корневую систему он может возвратиться в почву или вымываться атмосферными осадками (Журбицкий, 1963).

37 динамике усвоения калия картофелем свойственно постепенное снижение содержания его в надземных органах вегетирующих растений.

Если в период образования боковых побегов в зависимости от варианта опыта его в надземной массе содержалось от 3,21 до 3,87, то к уборке осталось 0,98-1,35% (табл. 16).

Таблица 16 - Динамика содержания калия в ботве картофеля во время вегетации 2017 и 2018 гг.

Ва ри ан т  оп ыт а	Содержани е $K_2O$ в надземной массе растений, % на су хо е ве ще ст во
	ф а з а  р а

з в и т и я  р а с т е н и й			
	о б р аз о ва н и е	цв ет ен ие	по лн ая сп ел ос ть
	боков ых побег ов		
	1	2	3
Ко нт ро ль	3, 2 1	2,8 7	0,9 8
N <sub>1</sub> 00	3, 6 4	3,1 8	1,0 2
P <sub>90</sub>	3, 3	3,1 1	1,1 8

	4		
K <sub>1</sub> 40	3, 7 0	3,4 1	1,3 0
N <sub>1</sub> 00P 90	3, 5 7	3,4 6	1,0 1
N <sub>1</sub> 00K 140	3, 6 9	3,5 7	1,1 9
P <sub>90</sub> K <sub>1</sub> 40	3, 7 4	3,4 9	1,3 5
N <sub>1</sub> 00P 90 K <sub>1</sub> 40	3, 8 7	3,4 7	1,3 2

1 - образование боковых побегов, 2 - цветение, 3 - полная спелость. Большая часть калия также как азота и фосфора, поступала в ботву, начиная образования боковых побегов до фазы наибольшего развития

картофеля. В этот период растения содержали большее количество калия, а к уборке оно значительно снизилось.

Динамике усвоения калия картофелем свойственно постепенное снижение содержания его в клубнях (с 1,96-2,30 до 1,64-1,98%) (табл. 17).

Таблица 17 - Динамика содержания калия в клубнях картофеля во время вегетации 2017 и 2018 гг.

Фон питания	Содержание калия в клубнях, %		фаза развития растений
	в клубнях, %	на сухом веществе	
Цветения	максимальная	показательная	раствор
	иммунитет	альтернатива	

		ит ие бо тв ы	
	1	2	3
Ко нт ро ль	1,9 6	1,7 8	1,6 4
N <sub>100</sub>	2,0 0	1,9 3	1,7 3
P <sub>90</sub>	2,0 2	1,9 8	1,7 6
K <sub>40</sub>	2,1 9	2,0 8	1,9 1
N <sub>100</sub> P <sub>90</sub>	2,0 5	1,8 2	1,8 0
N <sub>100</sub> K <sub>140</sub>	2,2 5	2,0 8	1,8 4
P <sub>90</sub> K <sub>40</sub>	2,2 1	2,0 4	1,8 7
N <sub>100</sub> P <sub>90</sub> K <sub>40</sub>	2,3 0	2,2 0	1,9 8

1 - цветение, 2 - наибольшее развитие ботвы, 3 - полная спелость.

### 3.5. Урожайность, структура урожая картофеля

Большинство ученых утверждают, что без внесения

нев  
озм  
ож  
но  
фо  
рм  
иро  
ван урож  
ие аев,  
выс поэто  
удобр оки му  
ений х оно  
ур  
необ п ов  
ходи ол ня  
яв мым у ур  
ля усло че таож  
ет вием н ко ае  
ся для ия го в  
Ф  
1992 и  
; л  
Кор и  
шун п Не  
(Б ов, п на  
ел Наз о йд  
оу иров в 19 ен  
с, , , 93;ко,

Трифенова, 1991). Данные наших исследований показали, что внесение удобрений позволяют значительно повысить урожайность клубней

картофеля. По данным Л.М. Тереховой (1980), полученным на Калужской опытной станции, под влиянием высоких доз удобрений сбор клубней возрастал на 14,6 т/га, достигая уровня 33,3 т/га. Следовательно, направленное регулирование минерального питания путем рационального применения удобрений дает широкие возможности для управления продуктивностью картофеля (табл. 18).

За счет эффективного плодородия почвы, в среднем за три года был получен урожай клубней картофеля 16,24 т/га. Под влиянием внесения азотного удобрения в дозе N<sub>100</sub> урожайность повысилась по сравнению с контролем на 6,18 т/га.

Таблица 18 – Урожайность клубней картофеля в зависимости от фона минерального питания 2017 и 2018 гг.

Фон питания	Урожайность, т/га			Прибавка от удобрения, т/га
	2017 г	2018 г	средняя	
Контроль	14,6	17,84	16,24	-

ЛБ	6 3		2 4	
N <sub>100</sub>	1 8 , 9 8	25, 86	2 2 , 4 2	+ 6,1 8
P <sub>90</sub>	1 7 , 8 7	21, 26	1 9 , 5 6	+ 3,3 2
K <sub>140</sub>	2 0 , 6 5	24, 42	2 2 , 5 4	+ 6,3 0
N <sub>100P90</sub>	1 9 , 4 2	26, 11	2 2 , 7 6	+ 6,5 2
N <sub>100K140</sub>	2 2 , 5 4	28, 20	2 5 , 3 7	+ 9,1 3
P <sub>90</sub> K <sub>140</sub>	1 8 , 7 6	25, 62	2 2 , 1 9	+ 5 , 9 5
N <sub>100P90</sub> K <sub>140</sub>	2 5 , 1 4	34, 01	2 9 , 5 8	+ 1 3 , 3 4

НС	0			
P <sub>05</sub>	2	1,0		
	5	7		

Внесение фосфорного удобрения в дозе P<sub>90</sub> была не столь эффективной в прибавка урожая к контролю составила 3,32 т/га. Применение под картофель калийного удобрения как отдельно, так и в сочетании с азотом и

фосфором, а также в NPK способствовало повышению урожайности. Наиболее высокая эффективность калийного удобрения наблюдалась при внесении его на фоне парной комбинации с азотом (прибавка 9,13 т/га).

Применение калия на фоне внесения азота и фосфора (N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>) обеспечивало повышение урожая картофеля на 13,34 т/га.

Анализ данных структуры урожая показал, что удобрения увеличивали количество сохранившихся к уборке урожая. По мере повышения дозы удобрений увеличивало с 52,75 тыс. на контроле до 52,97 тыс. шт./га на фоне внесения удобрений N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>. Структурными компонентами, которыми формируется урожай картофеля, являются такие как число, масса клубней на 1 куст, которые находились от уровня минерального питания растений. Внесенные азотного удобрения в дозе N<sub>100</sub> увеличили массу клубней на 115 г/куст, фосфорного удобрения в дозе P<sub>90</sub> 63 г/куст, а калийного удобрения в дозе K<sub>140</sub> на 88 г/куст. На варианте с полным минеральным удобрением в дозе N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> формировалась максимальная масса клубней – 581 г/куст.

Таблица 19 – Влияние удобрений на структуру урожая картофеля, (2017-2018 гг.)

Ва ри ан т о п ы т а	Чи сл о ра ст ен ий	М ас са к л уб не	Чи сл о к л уб не	Ср ед ня я с с а	К хо з, %

	ты с. шт / га	й, г./ ку ст	й, шт / ку ст	К Л У Б Н я , г
Ко нт ро ль	52,3 750	3 0	7,1	46,56, 48 32
N1 00	52,4 805	4 5	7,9	56,60, 33 47
P90	52,9 773	3 3	7,6	51,62, 71 58
K1 40	52,1 848	4 8	7,3	56,62, 26 75
N1 00P 90	52,5 863	4 3	7,6	59,63, 61 42
N1 00K 140	52,0 912	5 2	7,8	64,62, 36 33
P90 K1 40	52,4 931	4 1	7,7	57,64, 27 51
N1 00P 90 K1 40	52,8 971	5 1	8,0	72,68, 63 12

Число клубней по вариантам опыта сильно не отличалась, в зависимости от фона питания их число варьировало от 7,1 штук на контроле до 8,0 штук на варианте с полным минеральным удобрением.

Средняя масса клубня в урожае также зависела от доз внесения удобрений. Так на этом варианте с полным минеральным удобрением (N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>) этот показатель составил – 72,63 г, против 46,48 г на контроле.

По мнению И. С. Шатилова (1993) даже если растения достаточно обеспечены водой, а внесенные удобрения недостаточны, то структура соотношения урожая клубней и ботвы будет не оптимальной и преобладание клубней в урожае будет невысок. Анализ структуры урожая в среднем за три года показал, что сбалансированные дозы удобрений обеспечили оптимальное соотношение массы клубней и ботвы и К хоз. в зависимости от уровня минерального питания составил 56,32-68,12 %.

Товарность урожая в основном зависела от доз внесения минеральных удобрений. На всех вариантах их внесения они оказывали положительное влияние на формирование товарного урожая. Они повышали их долю. Так, если на контроле, где не вносились удобрения товарность урожая в среднем за два года составила 67,55%, то при внесении полного минерального удобрения (N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>) – 92,28 % (табл. 20).

Таблица 20 – Влияние удобрений на товарность урожая клубней картофеля,  
(2017-2018 гг.)

Ва ри ан т оп ыт а	Д о 4 0 г		От 40 до 80 г		Свы ше 80 г		То ва р но ст ь, %
	т/ га	%	т/ га	%	т/ га	%	
Ко нт ро ль	5,63 4	32,9 45	25,3 7	34	2,41 7	14,6 21	67,55
N <sub>100</sub>	4,51 4	19,2 24	12,5 44	52,71	6,62 2	28,8 05	80,76
P <sub>90</sub>	5,22 4	25,1 33	11,5 42	55,10	4,06 6	19,7 59	74,67
K <sub>140</sub>	4,72 9	20,1 25	3,5 0	5,31	5,7 9	24,4 55	79,47
N <sub>100P<sub>90</sub></sub>	3,91 5	16,1 51	13,5 42	56,12	6,55 5	27,8 37	83,49
N <sub>100K<sub>140</sub></sub>	3,91 2	14,7 78	15,5 09	56,86	7,53 3	28,8 36	85,22

P <sub>90</sub>							
K <sub>140</sub>	3,7	16,13	56,6	226,88.			
0	6	11	29	94	9	95	16
N <sub>100</sub>							
P <sub>90</sub>							
K <sub>140</sub>	2,3	7,7	17,5	8,10	34,92,		
140	7	2	87	12	52	16	28

Внесенные удобрения повысили долю крупных клубней от 14,21% на контроле до 34,16% на фоне внесения – N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>. и значительно снижали долю мелких (от 324% на контроле до 7,72% на фоне N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>).

### 3.6. Показатели качества клубней картофеля

При возделывании картофеля необходимо принимать во внимание также изменение качественных показателей клубней. Как известно, основным таким показателем картофеля является содержание в нем крахмала. Исследованиями выявлены значительные изменения крахмалистости клубней в зависимости от уровня минерального питания растений, и прежде всего от обеспеченности азотом [Толстоусов, 1974; Ломако, Гиниятов, 1979].

Этот показатель качества, по мнению А.А. Молякко [1997] особенно важно для промышленных сортов картофеля. К влиянию удобрений на содержание крахмала в клубнях существуют разные мнения. Так, по

результатам исследований Чехословацкого сельскохозяйственного института [Votoupal, 1976], внесение больших доз азотных удобрений – 200 кг/га д.в., снизило количество крахмала и вкусовые качества клубней.

Н.С. Бацанов [1970] анализируя многочисленные данные проведенных исследований НИИКХ отмечает, что внесение умеренных доз азотных удобрений совместно фосфорно-калийными не приводит к уменьшению количества крахмала в клубнях.

Установлена обратная связь процентным содержанием азота в ботве в фазе наибольшего ее развития и крахмалистостью спелых клубней картофеля (рис. 20).

Таблица 20 – Содержание крахмала в клубнях картофеля в зависимости от фона минерального питания, 2017-2018 гг.

Фон питания	Содержание крахмала, %			±, отклонение среднего удобрен ий
	2017 г	2018 г	средняя	

				%
Контроль	11,23	13,62	12,43	-
N <sub>100</sub>	10,98	12,96	11,97	-0,46
P <sub>90</sub>	11,90	13,96	12,93	+0,50
K <sub>40</sub>	11,26	13,74	12,50	+0,07
N <sub>100P90</sub>	11,22	13,37	12,30	-0,13
N <sub>100K140</sub>	11,54	13,25	12,40	-0,03
P <sub>90K140</sub>	11,74	13,72	12,73	+0,30
N <sub>100P90K140</sub>	11,64	13,65	12,65	+0,22
HC	0,06	0,10	0,04	

P <sub>05</sub>				
-----------------	--	--	--	--

Посадки, где вносили высокие дозы азотных удобрений, приводили  
меньшему накоплению крахмала в клубнях (11,23 и 13,63%). Снижение

содержания крахмала при внесении  $N_{100}$  в среднем за два года составило 0,46%. Внесение фосфорных удобрений в дозе  $P_{90}$ , наоборот повысило количество крахмала по сравнению с контрольным вариантом без внесения удобрений на 0,50%. Внесение парной комбинации фосфора и калия в дозе  $P_{90}K_{140}$  увеличило содержание крахмала на 0,30%, а при внесении  $N_{100}P_{90}K_{140}$  крахмалистость клубней повысилась на 0,22%.

Нет единого мнения среди исследователей по вопросу оказывания влияния видов и доз удобрений на содержание витамина С в клубнях картофеля. Р.Р. Галеева, В.Н. Симонова [1987] на основании своих исследований отмечают, что при повышении фона питания содержание витамина С было выше их количества контрольного варианта без внесения удобрений.

По данным исследований А.И. Куха [1981] внесение высоких доз удобрений снижало количество витамина С в клубнях картофеля сорта Огонек на 0,9-1,78 мг%, сорта Темп на 3,8-5,3 мг%.

Анализ полученных нами данных лабораторных исследований показал, что внесение нормы азота способствовали снижению витамина С в клубнях, даже в сочетании с калийным удобрением (табл. 21). Фосфорные удобрения, наоборот, повышали содержание витамина С в клубнях. Азотно-калийные удобрения также приводили к снижению концентрации витамина С (17,17 мг %). Максимальное содержание в среднем за два года – 19,01 мг% отмечалось при внесении полного минерального удобрения ( $N_{100}P_{90}K_{140}$ ).

Таблица 21 – Содержание витамина С в клубнях картофеля в зависимости от фона минерального питания, 2017-2018 гг.

Фон питания	Содержание витамина С, мг%			±, отклонение средней удобренности , мг%
	2017 г	2018 г	средняя	
Контроль	15,24	19,45	17,35	–
N <sub>100</sub>	15,05	19,36	17,21	–0,14
P <sub>90</sub>	17,47	20,36	18,92	+1,57
K <sub>1</sub>	14,14	18,18	16,16	+

40	87	86	87	0,4 8
N <sub>1</sub> 00P 90	15, 32	19, 78	17, 55	+ 0,2 0
N <sub>1</sub> 00K 140	15, 12	19, 22	17, 17	- 0,1 8
P <sub>90</sub> K <sub>1</sub> 40	15, 29	19, 42	17, 37	+ 0 , 0
N <sub>1</sub> 00P 90 K <sub>1</sub> 40	17, 86	20, 16	19, 01	+ 1 , 6 6
НС P <sub>05</sub>	0, 0	20, 8	0	

Анализируя литературных источников можно отметить, что не редко встречается мнение исследователей о том, что применение минеральных удобрений приводит увеличение количества нитратов в клубнях картофеля. Так Б. А. Писарев (1990) А. В. Коршунов (1992), А. В. Коршунов и А.В. Назаров (1989) отмечают, что при внесении сбалансированных удобрений не обязательно происходит опасное накопления нитратов в клубнях.

Таблица 22 – Содержание нитратов в клубнях картофеля в зависимости от фона минерального питания, 2017-2018 гг.

Фон питания	Содержание нитратов, мг/кг			±, отклонение среднего урожая, %
	2017 г	2018 г	средняя	
Контроль	48,62	39,25	43,94	–
N <sub>100</sub>	84,80	65,42	75,11	+31,17
P <sub>90</sub>	42,56	40,58	41,57	–2,37
K <sub>40</sub>	66,74	52,33	59,54	+15,60

N <sub>1</sub> P <sub>90</sub>	76,60,68,24, 70 14 42 48			+
N <sub>1</sub> K <sub>140</sub>	80,66,73,29, 36 24 30 36			+
P <sub>90</sub> K <sub>40</sub>	64,50,57,3 38 10 24 0			+
N <sub>1</sub> P <sub>90</sub> K <sub>40</sub>	68,59,64,1 54 56 05 1			+
НС P <sub>05</sub>	7,01,8 5 5			

На всех вариантах проведенных нами опытов внесенные удобрения не приводили превышению количества нитратов превышающих ПДК. Хотя и есть тенденция некоторого увеличения количества нитратов с увеличением доз удобрений, особенно при внесении одних азотных и азотно-калийных. При внесении полного минерального удобрения (N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>) их количество в среднем за два года составило – 64,05 мг/кг (табл. 22).

Белок картофеля более ценный, чем другие белки растительного происхождения. В белке картофеля содержатся все незаменимые

аминокислоты, особенно богат белок картофеля лейцином и лизином [Власенко, 1987]

Белок картофеля отличается высокой усвояемостью и питательной ценностью. Так 10 г картофельного белка могут заменить 6-7 г белка мяса [Мальцев, Каюмов, 2002].

При удобрении картофеля в случае преобладания азота над фосфором и калием содержание белка может увеличиваться [Власюк, Власенко, Мицко, 1979]. По мнению С.М. Прокошева [1947] влияние удобрений больше сказывается на содержании небелкового азота, чем белкового.

Одностороннее калийное может понизить содержание азотистых веществ в клубнях картофеля, но при сбалансированном питании по элементам компенсируется азотными удобрениями.

По данным исследований с увеличением доз азотных удобрений на всех фонах количество белка повышалось, снижалось его содержания на фоне калийных и фосфорно-калийных удобрений (табл. 23).

Таблица 23– Содержание белка в клубнях картофеля в зависимости от фона минерального питания, 2017-2018 гг.

Фон питания	Содержание белка, %			±, от вне-средней удобрения
	2017 г	2018 г	средняя	

				%
Ко нт ро ль	2 , 2 6	2,3 4	2 , 3 0	-
N <sub>1</sub> 00	2 , 5 1	2,5 4	2 , 5 3	+ 0,2 3
P <sub>90</sub>	2 , 0 8	2,2 4	2 , 1 6	- 0,1 4
K <sub>1</sub> 40	2 , 1 0	2,2 9	2 , 2 0	- 0,1 0
N <sub>1</sub> 00P 90	2 , 4 1	2,4 7	2 , 4 4	+ 0,1 4
N <sub>1</sub> 00K 140	2 , 4 6	2,4 9	2 , 4 8	+ 0,1 8
P <sub>90</sub> K <sub>1</sub> 40	2 , 0 2	2,1 2	2 , 0 7	- 0,2 3
N <sub>1</sub> 00P 90 K <sub>1</sub> 40	2 , 5 4	2,6 8	2 , 6 1	+ 0,2 2

	0			
НС	0	0,0		
P <sub>05</sub>	3	2		

Если на контроле без применения удобрений содержание белка в клубнях составила 2,30 %, то по мере повышения доз удобрений его количество

увеличивалось на 0,31%. Так в наших опытах внесение полного минерального питания (N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>) оказало положительное влияние на содержание белка в клубнях, где в клубнях его количество составило в среднем за два года -2,61%.

Больше азота – 1,48 % содержали клубни, с варианта, где вносились удобрения в дозе - (N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>), меньше – 1,17 % на контроле, без применения удобрений. Следует отметить, что внесение доз азотных удобрений закономерно увеличивалось содержание азота в клубнях (табл. 24).

Таблица 24 – Влияние удобрений на содержание азота в клубнях картофеля, (2017-2018 гг.)

Фон питания	Содержание азота, % на сухое вещество			±, отклонения, %
	2017 г	2018 г	средняя	
Контроль	1,22	1,12	1,17	–

ЛБ				
N <sub>100</sub>	1,61 1 7	1,41 7 4	1,50 4 7	0,3 7 +
P <sub>90</sub>	1,42 2 8	1,21 8 5	1,30 5 8	0,1 8 +
K <sub>40</sub>	1,34 4 6	1,21 6 0	1,30 0 3	01 3 +
N <sub>100P<sub>90</sub></sub>	1,57 7 3	1,41 3 0	1,50 0 3	0,3 3 +
N <sub>100K<sub>140</sub></sub>	1,58 8 6	1,41 6 2	1,50 2 5	0,3 5 +
P <sub>90</sub>				+
K <sub>40</sub>	1,29 9 9	1,11 9 4	1,20 4 7	0 7
N <sub>100P<sub>90</sub></sub>				+
K <sub>40</sub>	1,55 5 1	1,41 1 8	1,43 8 1	0 1
HC	0,07	0,04	0,0	
P <sub>05</sub>				

Фосфора в клубнях в зависимости от варианта варьировало от 0,38% на контроле до 0,50 % на сухое вещество на фоне удобрений - N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>. На содержание фосфора в клубнях существенное влияние оказали внесенные удобрения и метеорологические условия года. Так в 2017 году

неблагоприятные метеорологические условия во время вегетации растений картофеля были получены более низкие урожаи, и содержание фосфора было выше, чем 2018 году.

Таблица 25 – Влияние удобрений на содержание фосфора в клубнях картофеля, (2017-2018 гг.)

Фон питания	Содержание фосфора, % на сухое вещество			±, отклонение
	2017 г	2018 г	средняя	
Контроль	0,43	0,33	0,38	–
N100	0,45	0,37	0,41	+0,0

				3
P <sub>90</sub>	0,50,40,40,1	5 3 9 1		+
K <sub>1</sub> 40	0,40,30,40,0	8 8 3 5		+
N <sub>1</sub> 00P 90	0,50,40,40,1	4 4 9 1		+
N <sub>1</sub> 00K 140	0,40,30,40,0	5 9 2 4		+
P <sub>90</sub> K <sub>1</sub> 40	0,50,40,41	4 4 9 1		+
N <sub>1</sub> 00P 90 K <sub>1</sub> 40	0,50,40,51	6 4 0 2		+
НС P <sub>05</sub>	0,00,0	4 2		

Из макроэлементов (NPK) в клубнях картофеля больше всего содержится калий. Внесение минеральных удобрений, особенно калийных приводило увеличению его содержания в клубнях. Так в наших опытах калий

в клубнях содержалось в зависимости от варианта опыта от 1,64 на контрольном варианте до 1,98 % на фоне внесения удобрений - N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> (табл. 26). Влияние метеорологических условий было аналогичным как с фосфором.

Таблица 26 – Влияние удобрений на содержание калия в клубнях картофеля,  
(2017-2018 гг.)

Фон	Содержание калия в клубнях, % на сухое вещество			±, отклонение от среднего, %
	2017 г	2018 г	средняя	
Контроль	1,72	1,56	1,64	–
N <sub>100</sub>	1,80	1,66	1,73	+0,09
P <sub>90</sub>	1,81	1,71	1,76	+0,12
K <sub>40</sub>	1,94	1,88	1,91	+0,27

N <sub>1</sub> 00P 90	1,8 3	1,7 7	1,8 0	0,1 6	+
N <sub>1</sub> 00K 140	1,8 7	1,8 1	1,8 4	0,2 0	+
P <sub>90</sub> K <sub>1</sub> 40	1,9 0	1,8 4	1,8 7	0,2 3	+
N <sub>1</sub> 00P 90 K <sub>1</sub> 40	2,1 0	1,8 6	1,9 8	0,3 4	+
НС P <sub>05</sub>	0,0 2	0,0 3	0,0		

### 3.7. Экономическая эффективность производства картофеля

Незаменимый продукт картофель в условиях российского сельского хозяйства является гарантийной (или страховой) культурой. В последние годы в ходе рыночных преобразований его производство и потребление населением в расчете на душу населения не сократилось, а в сельской местности даже увеличилось.

Внесение удобрений по мере повышения уровня минерального питания урожая увеличило затраты на единицу возделываемой площади.

На контроле затраты на один гектар составили 95480 рублей. На варианте, где вносили азотные минеральные удобрения в дозе N<sub>100</sub> – 100222 рублей, Самые высокие затраты 108748 руб./га были при внесении полного минерального удобрения – N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub> (табл. 27).

Таблица 27 – Влияние удобрений на экономическую

эффективность возделывания картофеля, (2017-2018 гг.)

Фон питания	Урожай	Стройности	Запасы на	Усложнение	Себестоимость	Урожайность
я	о-	-	ы	в	бе-	ь
	жа	ст	ои	чи	-	а-
	й-	ь	з-	с-	-	а-
	но	ур	дс	ты	мо	ль
	ст	ож	тв	й	ст	но
	ь,	ая,	о,	ру	ру	ру
	т/	б./	б./	хо	б./	ти,
	га	га	га	д,	т	%
				ру		
				б./		
				га		
Контроль	16,24	16,24	95,48	66,92	58,79	70,08
N <sub>100</sub>	22,42	22,42	102,22	123,78	124,70	123,70
P <sub>90</sub>	19,56	19,56	102,55	95,34	51,25	95,10
K <sub>1</sub>	22,22	22,22	102,12	125,55	125,12	125,12

40	54	54 00	02 20	51 80	53	4,9 0
N <sub>1</sub> 00P 90		22,76 76 00	10 46 47	12 29 53	45 98	11 7,4 9
N <sub>1</sub> 00K 140		25,37 37 00	10 46 12	14 90 80	41 23	14 2,5 2
P <sub>90</sub> K <sub>1</sub> 40		22,19 19 00	10 46 45	11 72 55	47 16	11 2,0 5
N <sub>1</sub> 00P 90 K <sub>1</sub> 40		29,58 58 00	10 87 48	18 70 52	36 76	17 2,0 0

По мере повышения фона питания увеличивались производственные затраты. Большой условно чистый доход – 108748 руб./га, низкая

себестоимость 1 тонны клубней – 3676 рублей, и высокий уровень рентабельности 172,0 % были при внесении полного минерального питания, то есть внесении – N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

1. Сбалансированное минеральное питание за счет применения дозы

минеральных удобрений  $N_{100}P_{90}K_{140}$  повысило биометрические показатели и площадь листьев растений картофеля. Наибольшую высоту (80,4 см), число стеблей (265 тыс. шт./га) и площадь листьев в фазе цветения (45,92 тыс.

м<sup>2</sup>/га) формировали растения на фоне внесения минеральных удобрений – N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>..

: Внесение полного минерального питания обеспечило в среднем за два года формирование урожая клубней картофеля сорта Удача – 29,58 т/га или прибавка к урожаю на контроле 13,34 т/га. Оплата 1 кг д.в. удобрений при этом составила 40,4 кг.

3. Внесение нормы азота способствовали снижению витамина С в клубнях, даже в сочетании с калийным удобрением. Фосфорные удобрения, наоборот, повышали содержание витамина С в клубнях. Азотно-калийные удобрения также приводили к снижению концентрации витамина С (17,17 мг %). Максимальное содержание в среднем за два года – 19,01 мг% отмечалось при внесении полного минерального удобрения (N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>).

На всех вариантах проведенных нами опытов внесенные удобрения не приводили превышению количества нитратов превышающих ПДК. Хотя В наблюдалась тенденция некоторого увеличения количества нитратов с повышением доз удобрений, особенно при внесении одних азотных и азотно-калийных. При внесении полного минерального удобрения (N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>) их количество в среднем за два года составило – 64,05 мг/кг.

и С увеличением доз азотных удобрений на всех фонах количество белка повышалось, снижалось его содержания на фоне калийных и фосфорно-калийных удобрений. На контроле без применения удобрений содержание белка в клубнях составила 2,30 %, а при внесении полного минерального питания (N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>) в клубнях его количество составило в среднем за два года – 2,61%.

В На контроле затраты на один гектар составили 95480 рублей. На варианте, где вносили азотные минеральные удобрения в дозе  $N_{100}$  – 100222 рублей, Самые высокие затраты 108748 руб./га были при внесении полного минерального удобрения –  $N_{100}P_{90}K_{140}$ . Большой условно чистый доход – 108748 руб./га, низкая себестоимость 1 тонны клубней – 3676

рублей, и высокий уровень рентабельности 172,0 % были при внесении полного минерального питания, то есть внесении – N<sub>100</sub>P<sub>90</sub>K<sub>140</sub>.

### **РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ**

В Для получения высоких урожаев картофеля с хорошими качественными показателями клубней необходимо вносить сбалансированное по элементам питания минеральное удобрение в дозе N P K .  
100 90 140

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алметов Н.С. Применение средств химизации на дерново-слабо-оподзоленных почвах Республики Марий Эл. /Н.С. Алметов.- Йошкар-Ола: МарГУ, 1997. – 88 с.

2.Баславская С.С. Практикум по физиологии растений /С.С. Баславская, О.М. Трубецкова.- М.: МГУ, 1964.- 198 с.

в Бардышев М.А. Накопление минеральных элементов в различных органах картофеля в процессе вегетации. Автореферат канд. дисс. Минск, 1971. – 24 с.

4. Бацанов Н.С. Картофель /Н.С. Бацанов.- М.: Колос, 1970. – 376 с.

5.Белоус Н.М. Система удобрений картофеля/ Н.М. Белоус// Химизация сельского хозяйства. – 1992. – № 4. – С. 68-72.

2 Вавилов П.П. Влияние ретардантов на уровень и структуру урожая картофеля / П.П. Вавилов, А.Н. Постников, И.П. Мединцев // Изв. ТСХА.- 1981. вып. 6. – С. 31-36.

7.Владимиров В.П. Картофель в лесостепи Поволжья / В.П. Владимиров. – Казань.: Центр инновационных технологий, 2006. – 307 с.

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

9. Галеев Р.Р. Эффективность применения минеральных удобрений под картофель /Р.Р. Галеев, В.М. Симонов //Агрохимия, 1987. – № 9. – С.49-51.

Галеев Р.Р. Влияние сроков внесения минеральных и органических удобрений в севообороте на урожай и качество клубней картофеля в Западной Сибири / Р.Р. Галеев, Н.М. Точилин // Агрохимия. –1999. – № 5. – В 79-81.

Гнетиева Л.Н. Влияние минеральных удобрений на поступление азота, фосфора и калия в растения фасоли и вынос их урожаем/Л.Н. Гнетиева //Агрохимия. – 1969. – N 2. – С. 139-142.

3. Гончарик М.Н. Водообмен картофельного растения /М.Н. Гончарик //Физиология сельскохозяйственных растений. – М, 1971. – Т. 12. – С. 52-63.

13.Джиффорд Р.М. Использование достижений науки в фотосинтезе в целях повышения продуктивности культурных растений /Р.М. Джиффорд, Л.Д. Дженкинс //Фотосинтез: в 2 т./Пер. с англ. М.: Мир, 1987, т.72. – С. 365-412.

2. Дитер Шпаар. Выращивание картофеля / Дитер Шпаар. ,Петер Шуманн. – М .: Аграрная наука, 1997. – 247 с.

3. Дитер Шпаар. Выращивание, уборка, хранение / Д. Шпаар, А. Быков, Д. Дрегер и др.// Под редакцией Д. Шпаара. – М.: ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО», 2016. – 458 с.

4. Дорожкина Н.А. Картофель. Под редакцией Н.А. Дорожкиной. – Минск, Изд-во «Урожай», 1972.- 448 с.

17.Зыкова Г.А. Отзывчивость картофеля на условия минерального питания /Г.А. Зыкова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства. – Йошкар-Ола, 2007. – С. 226-227.

9. Жуков Ю.П. Продуктивность картофеля и динамика потребления им питательных элементов в зависимости от уровня питания на темно-каштановой почве при орошении/ Ю.П. Жуков, Т.И. Володина // Агрoхимия. – 2001. – № 7. – С. 23-28.

Журбицкий З.И. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений /З.И. Журбицкий. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 294

с.

1. Коршунов А.В. Система удобрения картофеля в Нечерноземье /А.В. Коршунов, А.В. Назаров, А.Н. Филиппов // Картофель и овощи . – 1993. – 3. 1 . – С. 14-16.

Коршунов А.В. Управление содержанием нитратов в картофеле/  
А.В. Коршунов. – М.: ЦНТИПР, 1992. - 29 с.

Коршунов А.В. Нитраты и картофель /А.В. Коршунов, А.В. Назаров

5. Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 8. – С. 12-15.

Коршунов А.В., Семенов А.В. Приемы агротехники влияют на урожай и его качество /А.В. Коршунов, А.В. Семенов // Картофель и овощи.

– 2003. – № 3. – С. 8-9.

Коршунов А.В. Высокие урожаи картофеля, оптимальные нормы удобрений и орошение /А.В. Коршунов, Б.А. Попов // Вестник с.-х. науки. –

1976. – № 2. – С. 92-96.

25. Кух И.А. Влияние условий питания, густоты и сроков посадки на урожай и качество картофеля / И.А. Кух. – Агрохимия. – 1981. – № 4. – С. 59-70.

26. Ломако Е.И., Гиниятов Р.Г. Влияние удобрений на урожай и качество картофеля // Агрохимия./Е.И. Ломако, Р.Г. Гиниятов. – 1979. – №

– С. 76-80.

Лорх А.Г. Картофель/ А.Г. Лорх. - М.: Московский рабочий, 1955.–

в 58.

Мальцев В.Ф. Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России /В.Ф. Мальцев, М.К. Каюмов. - М.: ФГНУ Росинформагротех.

2002. – т. 2. – 574 с.

в Молявко А.А. Экологически безопасное удобрение картофеля и пригодность клубней для картофелепродуктов /А.А. Молявко. – Брянск. – 1997. – 146 с.

30. Назаренко К.С. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур /К.С. Назаренко. – М.: 1964. - 231 с.

\ Ненайденко Г.Н., Трифонова М.Ф. Рациональное применение удобрений при интенсивных технологиях в Нечерноземь/Г.Н. Ненайденко, М.Ф. Трифонова. – Л.: Агропромиздат, 1991. – 224 с.

В Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев /А.А. Ничипорович // Тимирязевское чтение. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – С. – 1-93.

Ничипорович А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах /А.А. Ничипорович// Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: АН СССР, 1963. – С. 5-36.

Писарев Б.А. Роль калия при выращивании картофеля на пойменных землях /Б.А. Писарев: сб.науч.тр. НИИКХ.- М.: Колос, 1967. –С. 26-32.

35. Писарев Б.А. Сортовая агротехника картофеля /Б.А. Писарев. – М.: ВО Агропромиздат, 1990. – 208 с.

м Прянишников Д.Н. Избранные сочинения т. 1, Агрехимия /Д.Н. Прянишников.- М.- Изд-во с.-х. литературы журналов и плакатов. – 1963. – В с.

Прянишников Д.Н. Избранные сочинения т 1, 2 /Д.Н. Прянишников. - Изд-во: Колос. – 1965. – 98 с.

и Росс Ю.К. Радиационный режим и агротехника растительного покрова /Ю.К. Росс. – Л.: Гидрометеиздат, 1975. – 342 с.

и Руденко А.И. Определение фаз развития сельскохозяйственных растений/ А.И. Руденко. - М.: МОИП, 1950. – 151 с.

Симаков Е.А. Сортовые ресурсы и передовой опыт производства картофеля /Е.А. Симаков. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 348 с.

Смирнов П.М. Агрохимия /П.М. Смирнов,Э.А. Миравин. – М.: «Колос»,1977. – 240 с.

Терехова Л.М. Эффективность применения возрастающих норм удобрений в полевом севообороте на серых лесных почвах: Автореф. дис... канд. с.-х. наук. М., 1980. – 20 с.

В Толстоусов В.П. Удобрения и качество урожая/В.П. Толстоусов. – М.: Колос, 1974. – 260 с.

В Убугунов Л.Л. Влияние возрастающих доз азотных удобрений на продуктивность, качество, сохранность картофеля и динамику нитратного и

аммонийного азота в орошаемых каштановых почвах Забайкалья /Л.Л. Убугунов, М.Г. Меркушева, Б.Х. Будаев // Агрохимия. – 2003. – №7. – С. 32-37.

45. Усольцев Н.В. Семеноводство картофеля / Н.В. Усольцев [и др.]- Горький: Волго-вятское кн. изд-во, 1977. – 159 с.

Устенко Г.П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах как основа формирования урожаев /Г.П. Устенко // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – С. 37-70.

В Федотова Л.С. Роль удобрений в формировании урожая и улучшении качества продукции / Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, М.А. Новиков // Картофель и овощи, 2002. – № 5. – С. – 11-12.

В Федоров А.А. Оценка содержания в почве элементов минерального питания доступных растениям /А.А. Федоров //Агрохимия. 2002. – №3. – С. – 15-22.

49. Царегородцев В.А. Влияние минеральных удобрений на урожай и качество клубней картофеля в условиях Республики Мари-Эл/ В.А. Царегородцев, Н.С. Алметов // Агрохимия. – 1996. – № 1. – С. 53-56.

50. Цубербиллер Е.А. Методика агрометеорологического прогноза урожая картофеля/ Е.А. Цубербиллер– «Труды ЦИП», 1965, вып. 145, - С. 157-168.

51. Шатилов И.С. Максимальное аккумуляирование солнечной энергии культурными растениями – важнейшая задача современного земледелия: В кн.: Проблемы земледелия /И.С. Шатилов. – М., 1978. – С. 12-21.

52. Шатилов И.С. Программирование плодородия почвы, высокой урожайности хорошего качества с одновременным сохранением внешней среды /И.С. Шатилов // Аграрная наука. – 1993. – № 3. – С. 11-13.

53. Шатилов И.С. Экология и энтропия - главные дирижеры исследований в современном полевом опыте /И.С. Шатилов // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1992. – № 5-6. – С. 13-23.

54. Шкель М.П. Применение удобрений в интенсивном земледелии / М.П. Шкель, В.А. Прудников, В.М. Перепелица и др. Минск: Ураджай, 1989. – 216 с.

55. Шрамко Н.В. Влияние предшественников и удобрений на продуктивность картофеля /Н.В. Шрамко, И.Г. Мальцев // Картофель и овощи. – 2006. - №8. – С. 8-9.

56. Ягодина Б.Я. Справочник по качеству овощей и картофеля /Б.Я. Ягодина. – Киев.: Урожай, 1989. – 89 с.

57. Allen E.A. An analysis of growth of the potato crop / E.A.Allen, R.K. Scott // Journal of agricultural Science Cambridge.-1980.-№ 9.-p.583-606.

58. Blackman G.E. The application of the concepts of growth analysis to the assessment of productivity. – In: Funct. Terrestr. Ecosyst. Primary Prod. Level. Paris, 1968, p. 243-259.

59. Buttery B.R. Effects of variation in leaf area index on growth of maize and soybeans. – «CropSci», 1970, 10, № 1, p. 9–13.

60. Desborough S, Lauer F. Improvement of potato protein. II. Selection for protein and yield. – Am. Potato J., 1977, v. 54 N8, p. 371-376.

61. Donald C. M. Competition for light in crop and pastures. – «Symp. Soc. Exp. Biol», 1961, 15, p. 282-313.

62. Hiroi T., Monsi M. Drymatter economy of Helianthusannuus communities grow natvary in den sities and 1ilghtiintensities. – «J. Fac. Sci.Univ.Tokyo» III, 1966, 9, p. 241-285.

63. Hodanova D. Structure and development of sugar beetcanopy. I. Leaf area – leaf anglerelations. – «Photosynthetica», 1972, 6 (4), p. 401-409.

64. OkuboT., Oizumi K.,HoshIno M. Anobservation on so lar energy conversion in primaiary canopies of forage crops. – In: Photosynthesis and Utilization of Solar Energy. Level III Experiments. Tokyo, 1969, p. 37-39.

65. Stern W. R., Donald C. M. Relationshipof radation, leaf areaindex and cropgrowth rate. – «Nature», 1961, 189, № 4764, p. 597-598.

66. Takeda T. Studies on the photosynthesis and production of dry matter in the community of rice plants. – «Jap. J. Bot», 1961, 17, № 3, p. 403-437.

67. Ulrich G. Die Probleme der Pflanzkartoffelerzeugung bei grosknolligen Sorten/ G. Ulrich, A. Bergschicker// Albrecht Thaer Archiv 2, 1993. – C. 153-183.

68. Votoupal B. et al Nektere priciny zmen ve stolnimdenote bramboroxych hliz.– Uroda, 1976, r.24 ,№ 6, s/251-253.

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

Приложение 1

**ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА**

К ул ьт ур а:	Ка рто фел ь	
Ф ак то р А:	фон питан ия	
Г о д ис сл ед ов ан и й:		20 17
Г ра да ц ия ф ак то ра		8
И сс ле д уе м ы й п	Азот, %	

ОК аз ат ел ь:	
К ол и че ст во п ов то р н ос те й:	3
Р ук ов о д ит ел ь	

Табл  
ица

Со рта	По вто рн ост ь			Су мм ы	Ср едн ие V
	1	2	3		
1	1,2	1,2 5	1,2 1	3,7	1,2 2
2	1,4 8	1,6 3	1,7 2	4,8	1,6 1

3	1,4	1,4	1,4	4,3	1,4
4	1,3	1,3	1,3	4,0	1,3
5	1,5	1,5	1,5	4,7	1,5
6	1,5	1,5	1,6	4,7	1,5
7	1,2	1,3	1,3	3,9	1,2
8	1,5	1,5	1,5	4,7	1,5
суммы	11,26	11,72	11,76	34,74	

34,  
74

Таблица  
дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадратов	Число степеней свободы	Средний квадрат, s2	F05	Достоверность
Общая	0,52	23			

П ов то р н ос те й	0,0 2	2			
В ар иа нт ов	0,4 8	7	0,0 7	2 , 7 7	дос тов ерн о
О ст ат ок	0,0 2	14	0,0 0		

О  
б  
о  
щ  
ен  
на  
я  
о  
ш  
и  
бк  
а  
о  
п  
ы 0,0  
та 2 %  
О 0,0 %  
ш 3  
и  
бк  
а  
ра  
зн  
ос  
ти  
ср  
ед  
н  
и

x

H

C

P 0,0

05 7 %

Приложение 2

**ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА**

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак то р А:	фон питан ия	
Г о д ис сл ед ов ан и й:	20 18	
Г ра да ц ия ф ак то ра		8
И сс ле	А з о	т/ га

Д  
уе  
м  
ы  
й  
п  
ок  
аз т  
ат ,  
ел  
ь: %

К ол и че ст во п ов то р н ос те й:	3
---	---

Р  
ук  
ов  
о  
д  
ит  
ел  
ь

Та  
бл  
иц  
а

Со рта	По вто рн ост ь			Су мм ы	Ср едн ие
	1	2	3		
					$\bar{v}$

1	1,1 4	1,1 1,1	1,1 2	3,4 2	1,1 2
2	1,4 9	1,4 7	1,4 5	4,4	1,4 7
3	1,2 9	1,2 7	1,2 8	3,8	1,2 8
4	1,2 4	1,2 9	1,2 5	3,8	1,2 6
5	1,4 1,4	1,4 5	1,4 4	4,3	1,4 3
6	1,4 3	1,4 8	1,4 7	4,4	1,4 6
7	1,1 7	1,2 1	1,1 9	3,6	1,1 9
8	1,4 1,4	1,4 3	1,4 1,4	4,2	1,4 1
сум мы Р	10, 56	10, 70	10, 60	31, 86	

31,  
86

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Дисперсия	Сумма кв. др.	Число степеней свободы	Средний квадрат	F05	Достоверность
-----------	------------------	------------------------------	--------------------	-----	---------------

	отклонения	свободы	s2		
Общая	0,38	23			
Повторности	0,00	2			
Вариантов	0,37	7	0,05	2,77	достоверно
Остаток	0,01	14	0,00		

Общая  
ошибка  
попытки  
0,01 %  
Ошибки  
и  
ошибки  
и  
ошибки

ра  
зн  
ос  
ти  
ср  
ед  
н  
и  
х

Н  
С

Р 0,0  
05 4 %

Приложение 3

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак тофон р питан А: ия		
Г о д ис сл ед ов ан и 20 й: 17		
Г ра да ц ия ф ак то ра		8
И	Б	е

сс л  
 ле о  
 д к  
 уе ,  
 м %  
 ы  
 й  
 п  
 ок  
 аз  
 ат  
 ел  
 ь:

К	
ол	
и	
че	
ст	
во	
п	
ов	
то	
р	
н	
ос	
те	
й:	3

Р  
 ук  
 ов  
 о  
 д  
 ит  
 ел  
 ь

Та  
 бл  
 иц  
 а

	По вто рн ост	Су мм	
Со рта	ь	ы	Ср едн ие

	1	2	3		V
1	2,1 9	2,2 8	2,3 1	6,8	2,2 6
2	2,4 9	2,5 4	2,5	7,5	2,5 1
3	2,0 4	2,1 1	2,0 9	6,2	2,0 8
4	2,0 8	2,1 3	2,0 9	6,3	2,1 0
5	2,3 8	2,4 4	2,4 1	7,2	2,4 1
6	2,4 3	2,4 8	2,4 7	7,4	2,4 6
7	2	2,0 4	2,0 2	6,1	2,0 2
8	2,5 2	2,5 8	2,5 2	7,6	2,5 4
сум м м ы Р	18, 13	18, 60	18, 41	55, 14	

55,  
14

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Дисперсия	Сумма др.	Число степ.	Средний кв. др.	F05	Достоверность
-----------	--------------	----------------	-----------------------	-----	---------------

	отклонения	свойбы	т, s2	
Общая	0,94	23		
Повторности	0,01	2		
Вариантность	0,92	7	0,13	2,77
Остаток	0,01	14	0,00	

достоверно

Общая  
повторность  
0,01 %  
Остаток  
0,01 %

а  
ра  
зн  
ос  
ти  
ср  
ед  
н  
и  
х

Н

С

Р 0,0

05 3 %

## Приложение 4

## ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак то р А: фон питан ия		
Г о д ис сл ед ов ан и й:	20 18	
Г ра да ц ия ф ак то ра		8
И	Б	

сс  
 ле  
 д  
 уе  
 м  
 ы  
 й е  
 п л  
 ок о  
 аз к  
 ат ,  
 ел  
 ь: %

К ол и че ст во п ов то р н ос те й:	3
---	---

Р  
 ук  
 ов  
 о  
 д  
 ит  
 ел  
 ь

Та  
 бл  
 иц  
 а

Со рта	По вто рн ост ь	Су мм ы	Ср едн ие
-----------	-----------------------------	---------------	-----------------

	1	2	3		V
1	2,3 1	2,3 6	2,3 5	7,0	2,3 4
2	2,5 2	2,5 8	2,5 2	7,6	2,5 4
3	2,2 1	2,2 7	2,2 4	6,7	2,2 4
4	2,2 5	2,3 1	2,3 1	6,9	2,2 9
5	2,4 4	2,4 9	2,4 8	7,4	2,4 7
6	2,4 6	2,5 1	2,5	7,5	2,4 9
7	2,0 8	2,1 5	2,1 3	6,4	2,1 2
8	2,6 4	2,7	2,7	8,0	2,6 8
сум м м ы Р	18, 91	19, 37	19, 23	57, 51	

57,  
51

Таблица  
дисперси  
онного  
анализа

Дис пер сия	Сум ма	Чис ло	Сре дни й	F05	Дос тов ерн ост ь
др.		сте п.	ква дра		

	отклонения	свободы	т, s2	
Общая	0,71	23		
Повторность	0,01	2		
Вариативность	0,69	7	0,10	2,77
Остаток	0,00	14	0,00	

достоверно

Обобщенная ошибка составляет 0,01 %  
 Ошибка составляет 0,0 %  
 и составляет 1 %

а  
ра  
зн  
ос  
ти  
ср  
ед  
н  
и  
х  
Н  
С  
Р 0,0  
05 2 %

Приложение 5

**ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА**

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак то р А: фон питан ия		
Г о д ис сл ед ов ан и й:	20 17	
Г ра да ц ия ф ак то ра		8
И сс ле д уе	В и т а м	мг %

М  
 Ы  
 Й  
 П  
 ОК  
 аз и  
 ат н  
 ел С  
 Ъ: ,

К ол и че ст во п ов то р н ос те й:	3
---	---

Р  
ук  
ов  
о  
д  
ит  
ель  
ь

Та  
 бл  
 иц  
 а

Со рта	По вто рн ост ь			Су мм ы	Ср едн е ие
	1	2	3		
					$\bar{V}$

1	15,26	15,12	15,34	45,7	15,24
2	14,98	15,1	15,07	45,2	15,05
3	17,51	17,44	17,46	52,4	17,47
4	14,78	14,91	14,92	44,6	14,87
5	15,01	15,4	15,55	46,0	15,32
6	15,04	15,16	15,16	45,4	15,12
7	15,34	15,26	15,26	45,9	15,29
8	17,91	17,84	17,83	53,6	17,86
сумма	125,83	126,23	126,59	378,65	

37  
8,6  
5

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Дисперсия	Сумма квадр.	Число ст. п.	Средний квадрат	F05	Достов. ерн. ост.

	отклонения	свободы	т, s2	
Общая	29,40	23		
Повторность	0,04	2		
Вариантность	29,18	7	4,17	2,77
Остаток	0,18	14	0,01	

достоверно

Обобщенная ошибка составляет 0,07 %  
 Ошибка составляет 0,09 %  
 и блок

а  
ра  
зн  
ос  
ти  
ср  
ед  
н  
и  
х

Н

С

Р 0,2 мг

05 0 %

Приложение 6

**ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА**

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак то р А: фон питан ия		
Г о д ис сл ед ов ан и й:	20 18	
Г ра да ц ия ф ак то ра		8
И сс ле д уе	у р о ж а	т/ га

М  
 Ы  
 Й  
 П Й  
 ОК Н  
 аз О  
 ат С  
 ел Т  
 Ь: Ь

К ол и че ст во п ов то р н ос те й:	3
---	---

Р  
ук  
ов  
о  
д  
ит  
ел  
ь

Та  
 бл  
 иц  
 а

Со рта	По вто рн ост ь			Су мм ы	Ср едн е ие
	1	2	3		
					$\bar{V}$

1	19,32	19,54	19,49	58,4	19,45
2	19,27	19,42	19,39	58,1	19,36
3	20,24	20,39	20,45	61,1	20,36
4	18,69	18,9	18,99	56,6	18,86
5	19,65	19,84	19,85	59,3	19,78
6	19,18	19,25	19,23	57,7	19,22
7	19,38	19,45	19,43	58,3	19,42
8	20,11	20,19	20,18	60,5	20,16
сумма	155,84	156,98	157,01	469,83	

46  
9,8  
3

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Дисперсия	Сумма квадр.	Число ст. п.	Средний квадрат	F05	Достов. ерн. ост.

	отклонения	свободы	т, s2	
Общая	5,32	23		
Повторности	0,11	2		
Вариантов	5,17	7	0,74	2,77
Остаток	0,03	14	0,00	

достоверно

Обобщения  
якошибка  
опыта 0,03 %  
Ошибки 0,04 %

а  
ра  
зн  
ос  
ти  
ср  
ед  
н  
и  
х

Н

С

Р 0,0 мг

05 8 %

Приложение 7

**ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА**

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак то р А: фон питания		
Г о д ис сл ед ов ан и й: 20 17		
Г ра да ц ия ф ак то ра	8	
И сс ле д уе		к % а л и

М  
Ы  
Й  
П  
ОК  
АЗ  
АТ  
ЕЛ  
Ь:

Й

К ОЛ И ЧЕ СТ ВО П ОВ ТО Р Н ОС ТЕ Й:	3
---	---

Р  
УК  
ОВ  
О  
Д  
ИТ  
ЕЛ  
Ь

Та  
бл  
иц  
а

Со р та	Повт орно ст ь			Су мм ы	Ср едн ие
	1	2	3	V	
1	1,7	1,75	1,71	5,2	1,72

2	1,7 7	1,8 4	1, 79	5,4	1,8 0
3	1,8	1,8 3	1, 8	5,4	1,8 1
4	1,9 2	1,9 5	1, 95	5,8	1,9 4
5	1,8	1,8 5	1, 84	5,5	1,8 3
6	1,8 4	1,9	1, 87	5,6	1,8 7
7	1,8 8	1,9 2	1, 9	5,7	1,9 0
8	2,0 8	2,1 1	2, 11	6,3	2,1 0
сум ма ы Р	14, 79	15, 15	14, 97	44, 91	

44,  
91

Таблица  
дисперсионн  
ого анализа

Дис пер сия	Сум ма	Чис ло сте п.	Сре дни й ква дра т, s <sup>2</sup>	Дос тов ерн ост ь
	отк лон ени й	сво бод ы	F05	

Общая	0,28	23			
Повторность	0,01	2			
Вариантов	0,27	7	0,04	2,77	достоверно
Остаток	0,00	14	0,00		

Обобщенная ошибка расчета составляет 0,01 %  
Ошибки составляют 0,0 %

ср  
ед  
н  
и  
х

Н  
С

Р 0,0  
05 2 %

Приложение 8

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак то р А: фон питания		
Г о д ис сл ед ов ан и й: 20 18		
Г ра да ц ия ф ак то ра	8	
И сс ле д уе	к а л и	%

М  
Ы  
Й  
П  
ОК  
АЗ  
АТ  
ЕЛ  
Ь:

Й

К ОЛ И ЧЕ СТ ВО П ОВ ТО Р Н ОС ТЕ Й:	3
---	---

Р  
УК  
ОВ  
О  
Д  
ИТ  
ЕЛ  
Ь

Та  
бл  
иц  
а

Со р та	Повт орно ст ь			Су мм ы	Ср едн ие
	1	2	3	V	
1	1,5 4	1,5 8	1, 56	4,7	1,5 6

2	1,63	1,67	1,68	5,0	1,66
3	1,69	1,74	1,77	5,1	1,71
4	1,85	1,91	1,89	5,6	1,88
5	1,75	1,79	1,77	5,3	1,77
6	1,79	1,83	1,81	5,4	1,81
7	1,82	1,83	1,87	5,5	1,84
8	1,84	1,85	1,89	5,6	1,86
сумма	13,91	14,19	14,17	42,27	

42,  
27

Таблица  
дисперсионного анализа

Дисперсия	Сумма квадр. отклонений	Число степеней свободы	Средний квадрат, s2	Достов. F05	рост

Общая	0,27	23			
Повторности	0,01	2			
Вариантов	0,26	7	0,04	2,77	достоверно
Остаток	0,00	14	0,00		

Обобщенная ошибка расчета по таблице 1 %  
 Обобщенная ошибка расчета по таблице 1 %

ср  
ед  
н  
и  
х

Н  
С

Р 0,0  
05 3 %

## Приложение 9

## ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Ка рт оф ел	
К ул ьт ур а: ь	
Ф ак то р А: фон питан ия	
Г о д ис сл ед ов ан и й:	20 17
Г ра да ц ия ф ак то ра	8
И сс ле д уе	К р а х м

М  
 Ы  
 Й  
 П  
 ОК  
 аз а  
 ат л  
 ел ,  
 Ъ: %

К ол и че ст во п ов то р н ос те й:	3
---	---

Р  
ук  
ов  
о  
д  
ит  
ел  
ь

Та  
 бл  
 иц  
 а

Со рта	По вто рн ост ь			Су мм	Ср едн е
	1	2	3	У	
1	11, 14	11, 3	11, ,2	33, 7	11, 23

			5		
2	10,76	10,99	11,9	32,9	10,98
3	11,84	11,94	11,92	35,7	11,90
4	11,21	11,3	11,27	33,8	11,26
5	11,2	11,27	11,9	33,7	11,22
6	11,51	11,58	11,53	34,6	11,54
7	11,81	11,75	11,66	35,2	11,74
8	11,49	11,65	11,78	34,9	11,64
сумма	90,96	91,78	91,79	274,53	

27  
4,5  
3

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Сумма			Достов. ерн
-------	--	--	-------------

Дисперсия	кв. др.	Число степ.	Средний квадрат,	F05	ост
	отклонений	свободы	s2		ь
Общая	2,24	23			достоверно
Повторности	0,06	2			
Вариантов	2,06	7	0,29	2,77	
Остаток	0,12	14	0,01		

О 0,0 %

б 5

о

щ

ен

на

я

о

ш

и

бк

а

о

п

ы  
та  
О  
ш  
и  
бк  
а  
ра  
зн  
ос  
ти  
сп  
ед  
н  
и 0,0  
х 8 %

Н  
С  
Р 0,1  
05 6 %

## Приложение 10

## ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Ка рт оф ел	
К ул ьт ур а: ь	
Ф ак то р А: фон питан ия	
Г о д ис сл ед ов ан и й: 20 18	
Г ра да ц ия ф ак то ра	8
И сс ле д уе	К р а х м

М  
Ы  
Й  
П  
ОК  
аз а  
ат л  
ел ,  
ь: %

К ол и че ст во п ов то р н ос те й:	3
---	---

Р  
ук  
ов  
о  
д  
ит  
ель  
ь

Та  
бл  
иц  
а

Со рта	По вто рн ост ь			Су мм ы	Ср едн е ие
	1	2	3		
					V

1	13,58	13,65	13,63	40,9	13,62
2	13,01	12,91	12,96	38,9	12,96
3	13,92	13,98	13,98	41,9	13,96
4	13,72	13,77	13,73	41,2	13,74
5	13,31	13,39	13,41	40,1	13,37
6	13,23	13,28	13,24	39,8	13,25
7	13,76	13,13	14,4	41,2	13,72
8	13,69	13,61	13,65	41,0	13,65
сумма	108,22	107,59	109,00	324,81	

32  
4,8  
1

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Дисперсия	Сумма квадр.	Число ст. п.	Средний квадрат	F05	Достов. ерн. ост

	отклонения	свободы	т, s2	
Общая	3,15	23		
Повторность	0,12	2		
Вариативность	2,15	7	0,31	2,77
Остаток	0,88	14	0,06	

достоверно

Обошнена  
яош  
и  
бк  
а  
о  
п  
ы 0,1  
та 4 %  
О 0,2 т/  
ш 0 га  
и  
бк

а  
ра  
зн  
ос  
ти  
сп  
ед  
н  
и  
х

Н  
С

Р 0,4 т/  
05 3 га

## Приложение 11

## ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак то р А: фон питан ия		
Г о д ис сл ед ов ан и й: 20 17		
Г ра да ц ия ф ак то ра		8
И сс ле д уе	Ни тр ат ы, мг/	т/ га

М  
Ы  
Й  
П  
ОК  
АЗ  
АТ  
ЕЛ  
Ь:      КГ

К ОЛ И ЧЕ СТ ВО П ОВ ТО Р Н ОС ТЕ Й:	3
---	---

Р  
УК  
ОВ  
О  
Д  
ИТ  
ЕЛ  
Ь

Та  
бл  
иц  
  
а

Со рта	По вто рн ост  ь			Су мм  ы	Ср едн е ие  V
	1	2	3		

1	42,68	50,64	52,54	145,9	48,62
2	80,65	76,45	97,3	254,4	84,80
3	39,74	45,27	42,67	127,7	42,56
4	62,45	68,48	69,29	200,2	66,74
5	74,82	78,41	76,87	230,1	76,70
6	80,05	81,12	79,91	241,1	80,36
7	61,45	66,54	65,15	193,1	64,38
8	64,26	69,42	71,94	205,6	68,54
сумма	506,10	536,33	555,67	1598,1	

15  
98,  
1

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Дисперсия	Сумма квадр.	Число ст. п.	Средний квадрат	F05	Достов. ерн. ост

	отклонения	свободы	т, s2	
Общая	4990,53	23		
Повторность	156,04	2		
Вариантность	4597,50	7	656,79	2,77
Остаток	236,98	14	16,93	

достоверно

Обобщенная ошибка составляет 2,38 %

Общая ошибка составляет 3,3 мг/ш 6 кг

а  
ра  
зн  
ос  
ти  
ср  
ед  
н  
и  
х

Н

С

Р 7,0 мг/

05 5 кг

## Приложение 12

## ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Ка рт оф ел	
К ул ьт ур а: ь	
Ф ак то р А: фон питан ия	
Г о д ис сл ед ов ан и й: 20 18	
Г ра да ц ия ф ак то ра	8
И сс ле д уе	Ни тр ат ы, мг

М  
Ы  
Й  
П  
ОК  
АЗ  
АТ  
ЕЛ  
Ь: /кг

К ОЛ И ЧЕ СТ ВО П ОВ ТО Р Н ОС ТЕ Й:	3
---	---

Р  
УК  
ОВ  
О  
Д  
ИТ  
ЕЛ  
Ь

Та  
бл  
иц  
а

Со рта	По вто рн ост ь			Су мм	Ср едн е ие
	1	2	3	∑	

1	37,75	39,42	40,58	117,8	39,25
2	62,64	67,36	66,26	196,3	65,42
3	38,28	42,11	41,35	121,7	40,58
4	50,16	53,05	53,83	157,0	52,35
5	58,24	61,36	60,82	180,4	60,14
6	64,75	68,18	65,79	198,7	66,24
7	49,86	51,05	49,39	150,3	50,10
8	56,45	60,1	62,13	178,7	59,56
сумма	418,13	442,63	440,15	1300,9	
Р				1	

13  
00,  
91

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Дисперсия	Сумма квадр.	Число ст.	Средней	F05	Достоверность

	отклонения	п. свободны	квдрат, s2	
Общая	2354,07	23		
Повторность	45,47	2		
Вариантность	2292,34	7	327,48	2,77
Остаток	16,26	14	1,16	

достоверно

Общая погрешность составляет 0,62 %  
 О 0,8 мг/

Ш  
и  
бк  
а  
ра  
зн  
ос  
ти  
ср  
ед  
н  
и  
х 8 кг

Н  
С  
Р 1,8 мг/  
05 5 кг

## Приложение 13

## ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак то р А: фон питан ия		
Г о д ис сл ед ов ан и й: 20 17		
Г ра да ц ия ф ак то ра	8	
И сс ле д уе	у р о ж а	т/ га

М  
 Ы  
 Й  
 П Й  
 ОК Н  
 аз О  
 ат С  
 ел Т  
 Ь: Ь

К ол и че ст во п ов то р н ос те й:	3
---	---

Р  
ук  
ов  
о  
д  
ит  
ел  
ь

Та  
 бл  
 иц  
 а

Со рта	По вто рн ост ь			Су мм ы	Ср едн е ие
	1	2	3		
					$\bar{V}$

1	15,01	14,56	14,32	43,9	14,63
2	19,12	18,64	19,18	56,9	18,98
3	18,16	17,74	17,71	53,6	17,87
4	21,04	20,45	20,46	62,0	20,65
5	19,65	19,36	19,25	58,3	19,42
6	22,75	22,36	22,51	67,6	22,54
7	18,96	18,54	18,78	56,3	18,76
8	25,42	25,05	24,95	75,4	25,14
сумма	160,11	156,70	157,16	473,97	

47  
3,9  
7

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Дисперсия	Сумма квадр.	Число ст. п.	Средний квадрат	F05	Достов. ерн. ост

	отклонения	свободы	т, s2	
Общая	208,38	23		
Повторность	0,86	2		
Вариантность	207,23	7	29,260	2,77
Остаток	0,29	14	0,02	

достоверно

Обобщения  
являются  
широкими  
попытки  
та 8 %  
О,1 т/  
ш 2 га  
и  
бк

а  
ра  
зн  
ос  
ти  
ср  
ед  
н  
и  
х

Н  
С

Р 0,2 т/  
05 5 га

## Приложение 14

## ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак то р А: фон питан ия		
Г о д ис сл ед ов ан и й: 20 18		
Г ра да ц ия ф ак то ра	8	
И сс ле д уе	у р о ж а	т/ га

М  
 Ы  
 Й  
 П Й  
 ОК Н  
 аз О  
 ат С  
 ел Т  
 Ь: Ь

К ол и че ст во п ов то р н ос те й:	3
---	---

Р  
ук  
ов  
о  
д  
ит  
ел  
ь

Та  
 бл  
 иц  
 а

Со рта	По вто рн ост ь			Су мм ы	Ср едн е ие
	1	2	3		
					$\bar{V}$

1	17,56	18,26	17,7	53,5	17,84
2	25,48	26,11	25,99	77,6	25,86
3	20,84	21,75	21,19	63,8	21,26
4	23,98	24,65	24,63	73,3	24,42
5	25,82	26,41	27,09	79,3	26,44
6	27,91	28,45	28,24	84,6	28,20
7	26,11	25,46	25,29	76,9	25,62
8	33,76	35,68	32,59	102,0	34,01
сумма	201,46	206,77	202,72	610,95	

61  
0,9  
5

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Дисперсия	Сумма квадр.	Число ст. п.	Средний квадрат	F05	Достов. ерн. ост

	отклонения	свободы	т, s2	
Общая	483,03	23		
Повторность	1,92	2		
Вариантность	475,63	7	67,295	2,77
Остаток	5,48	14	0,39	

достоверно

Обобщенная ошибка составляет 0,3 т/ш и 6 % от 0,5 т/ш 1 га

а  
ра  
зн  
ос  
ти  
ср  
ед  
н  
и  
х

Н  
С

Р 1,0 т/  
05 7 га

Приложение 15

ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак то р А: фон питан ия		
Г о д ис сл ед ов ан и й:	20 17	
Г ра да ц ия ф ак то ра		8
И сс ле д уе	ф о с ф о	%

М  
Ы  
Й  
П  
ОК  
АЗ  
АТ  
ЕЛ  
Ь: р

К ОЛ И ЧЕ СТ ВО П ОВ ТО Р Н ОС ТЕ Й:	3
---	---

Р  
УК  
ОВ  
О  
Д  
ИТ  
ЕЛ  
Ь

Та  
бл  
иц  
а

Со рта	По вто рн ост ь			Су мм	Ср едн е ие
	1	2	3	V	

1	0,41	0,45	0,43	1,33	0,43
2	0,43	0,49	0,43	1,45	0,45
3	0,53	0,57	0,55	1,75	0,55
4	0,46	0,46	0,52	1,48	0,48
5	0,52	0,55	0,55	1,64	0,54
6	0,43	0,46	0,46	1,45	0,45
7	0,51	0,55	0,56	1,64	0,54
8	0,54	0,54	0,61	1,76	0,56
сумма	3,83	4,07	4,10	12	

12

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Дисперсия	Сумма квадр.	Число ст. п.	Средний квадрат,	F05	Достоверность

	отк лон ени й	сво бод ы	s2		
Об щ ая	0,0 7	23			
П ов то р н ос те й	0,0 1	2			
В ар иа нт ов	0,0 6	7	0,0 1	2,7 7	дос тов ерн о
О ст ат ок	0,0 1	14	0,0 0		

Об  
щ  
ен  
ная  
о  
ш  
ибк  
а  
о  
п  
ы 0,0  
та 1 %  
О 0,0 %  
ш 2  
и  
бк  
а  
ра

зн  
ос  
ти  
сп  
ед  
н  
и  
х

Н  
С

Р 0,0

05 4 %

Приложение 16

**ДИСПЕРСИОННЫЙ АНАЛИЗ ОДНОФАКТОРНОГО ОПЫТА**

Ка рт оф ел		
К ул ьт ур а: ь		
Ф ак то р А:	фон питан ия	
Г о д ис сл ед ов ан и й:	20 18	
Г ра да ц ия ф ак то ра		8
И сс ле д	ф о с ф	%

уе  
м  
ы  
й  
п  
ок  
аз  
ат  
ел о  
ь: р

К ол и че ст во п ов то р н ос те й:	3
---	---

Р  
ук  
ов  
о  
д  
ит  
ел  
ь

Та  
бл  
иц  
а

Со рта	По вто рн ост ь			Су мм ы	Ср едн ие
	1	2	3	V	
1	0,3	0,3	0,3	1,0	0,3

	1	4	4		3
2	0,3 6	0,3 8	0,3 7	1,1	0,3 7
3	0,4 1	0,4 5	0,4 3	1,3	0,4 3
4	0,3 6	0,3 9	0,3 9	1,1	0,3 8
5	0,4 2	0,4 5	0,4 5	1,3	0,4 4
6	0,3 7	0,3 8	0,4 2	1,2	0,3 9
7	0,4 1	0,4 5	0,4 6	1,3	0,4 4
8	0,4 2	0,4 4	0,4 5	1,3	0,4 4
сум мы	3,0 6	3,2 8	3,3 1	9,6 5	

9,6  
5

Таблица  
дисперсионного  
анализа

Дисперсия	Сумма кв. др.	Число степеней свободы	Средний квадрат	F05	Достов ерност сть
-----------	------------------	------------------------------	--------------------	-----	-------------------------

	отк лон ени й	сво бод ы	s2		
О б щ ая	0,0 4	23			
П ов то р н ос те й	0,0 0	2			
В ар иа нт ов	0,0 4	7	0,0 1	2,7 7	дос тов ерн о
О ст ат ок	0,0 0	14	0,0 0		

О  
б  
о  
щ  
ен  
на  
я  
о  
ш  
и  
бк  
а  
о  
п  
ы 0,0  
та 1 %  
О 0,0 %  
ш 1  
и  
бк  
а

ра  
зн  
ос  
ти  
ср  
ед  
н  
и  
х  
  
Н  
С  
Р 0,0  
05 2 %