

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Волгоградский государственный аграрный
университет»**

На правах рукописи

Роменская Ольга Николаевна

**ВЛИЯНИЕ ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ
УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ В НИЖНЕМ
ПОВОЛЖЬЕ**

Специальность: 06.01.01-общее земледелие, растениеводство

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
Плескачëв Юрий Николаевич,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Волгоград-2017

Оглавление

Общая характеристика работы.....	3
1. Обзор литературы.....	8
2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	19
2.1 Рельеф, почвы и почвообразующие породы.....	19
2.2 Погодно-климатические условия в период проведения исследований.....	22
2.3 Агротехника в опыте.....	27
3. СХЕМА ОПЫТОВ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	31
4. УСЛОВИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ.....	36
4.1 Прохождение фенологических фаз.....	36
4.2 Динамика влажности почвы и распределение поливов.....	48
4.3 Коэффициент водопотребления.....	51
4.4 Засорённость посевов картофеля.....	54
4.5 Микробиологическая активность.....	56
4.6 Питательный режим.....	60
5. ПРОДУКТИВНОСТЬ И СТРУКТУРА УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ.....	71
5.1 Особенности формирования морфологических признаков	71
5.2 Характеристика фотосинтетической деятельности.....	81
5.3 Урожайные и качественные характеристики картофеля.....	104
5.4 Питательная ценность клубней.....	120
6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ.....	123
6.1 Энергетическая эффективность.....	123
6.2 Экономическая оценка.....	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	131
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ.....	135
СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	136
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	154

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Картофель – одна из важнейших сельскохозяйственных культур, занимающая по объему производства, энергетической ценности в мире и России одно из первых мест наряду с рисом, пшеницей и кукурузой.

Одной из важнейших задач АПК Нижнего Поволжья является дальнейшее повышение урожайности и улучшение качества картофеля для более полного обеспечения региона этим продовольственным продуктом.

Для увеличения и улучшения качества продукции картофеля одним из резервов служит разработка научных основ оптимизации условий выращивания, совершенствования технологии его производства применительно к условиям Нижнего Поволжья [42].

В настоящее время при современной экономической оценке системы земледелия особое внимание уделяют альтернативным (биологическим) методам ведения хозяйства, основанным на использовании органических удобрений, как решающего фактора в улучшении физико-химических и биологических показателей эффективного плодородия почвы.

Обогащению почвы органическим веществом может способствовать использование соломы зерновых культур путем заделки ее в почву. Известно так же, что одним из важнейших приемов возмещения потерь органического вещества являются сидеральные культуры. Наиболее остро проблема обогащения почвы органическим веществом проявляется в орошаемом земледелии.

Система альтернативного земледелия основывается на сокращении или полном отказе от систематических минеральных удобрений, средств защиты растений и максимальном использовании биологических факторов повышения плодородия почвы, подавления болезней, вредителей и сорняков, и других мероприятий, не оказывающих отрицательного влияния на природу, но улучшающих условия формирования урожая.

Основное условие биологизированных технологий – максимальное использование внутренних энергетических ресурсов, к которым относятся органические удобрения, в том числе солома и сидераты.

В нынешних условиях хозяйства не имеют возможности применять достаточно органических удобрений из-за сокращения поголовья скота и дороговизны минеральных удобрений. Поэтому необходимо использовать более доступные дешевые виды удобрений. Наиболее целесообразно в качестве дополнительного источника удобрений применять сидеральные культуры.

Производство сельскохозяйственной продукции в наше время находится на таком уровне, когда рост ее урожайности и качества возможен только при использовании последних достижений науки. Одним из них является применение микробиологических удобрений.

На сегодняшний день в условиях ухудшения состояния окружающей среды немалое значение приобретает биологизация земледелия и получение экологически чистой продукции.

В биологизированном земледелии особая роль принадлежит микробиологическим удобрениям, которые обогащают почву биологическим азотом, мобилизуют недоступный растениям фосфор, подавляют развитие возбудителей болезней и способствуют увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. Один из важнейших путей экологизации производства картофеля – применение микробиологических удобрений на основе высокоэффективных штаммов бактерий, способствующих переходу труднодоступных форм питательных веществ в легкоусвояемые, а также несимбиотической азотфиксации в почве [117]. К таким микробиологическим удобрениям относятся Азотовит (А) и Фосфатовит (Ф), которые являются экологически безопасными средствами повышения урожайности возделываемых культур.

Степень разработанности темы. Изучением совершенствования технологий возделывания картофеля на Нижней Волге в условиях орошения

занимались Авдеев Ю.И., Байрамбеков Ш.Б., Гиченкова О.Г., Григоров М.С., Григоров С.М., Жидков В.М., Иванов В.М., Коринец В.В., Кружилин И.П., Мелихов В.В., Мухортова Т.В., Пятибратов В.В., Свиридова Л.Л., Усков Д.С., Шляхов В.А., Щербакова Н.В. и др. [2, 6, 22, 23, 26, 36, 41, 62, 67, 76, 86, 88, 108, 132, 145, 151].

Но в данных работах не изучались в виде предшественника озимая рожь на сидерат микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит.

Поэтому **целью нашей работы** было изучить влияние предшественников и микробиологических удобрений на урожайность картофеля и рентабельность его возделывания при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья.

В задачи исследований входило

1. Определить динамику влажности почвы и коэффициенты водопотребления при возделывании картофеля.

2. Выявить динамику засоренности картофеля на фоне предшественников и внесения микробиологических удобрений.

3. Установить особенности и динамику формирования клубней картофеля на фоне изучаемых приемов.

4. Изучить закономерности формирования урожая картофеля в зависимости от предшественников и внесения микробиологических удобрений.

5. Выявить влияние микробиологических удобрений на качество продукции картофеля.

Научная новизна исследований. В работе показано положительное влияние озимой ржи на сидерат как предшественника для картофеля.

Впервые в регионе Нижнего Поволжья изучены различные варианты применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при возделывании картофеля.

Определено влияние предшественников и микробиологических удобрений на урожайность картофеля при капельном орошении в условиях Нижнего Поволжья.

Установлена рентабельность возделывания картофеля в зависимости от предшественников и использования микробиологических удобрений.

Практическая значимость заключается в конкретных рекомендациях производству. Для повышения продуктивности картофеля и увеличения рентабельности его производства на орошаемых землях Нижнего Поволжья рекомендуется в качестве предшественника использовать озимую рожь на сидерат, обрабатывать клубни микробиологическими удобрениями Азотовит (А) и Фосфатовит (Ф) 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т, вносить их в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га и обрабатывать посевы в фазу бутонизации растений из расчёта 0,4 л А + 0,4 л Ф /га.

Методология и методы исследований основываются на применении частных методик проведения полевых экспериментов. При выполнении данной работы были использованы методы анализа, синтеза и системный подход.

Положения, выносимые на защиту:

- Особенности влияния предшественников и микробиологических удобрений на динамику влажности почвы и коэффициенты водопотребления при возделывании картофеля;
- Характер засорённости посевов картофеля в зависимости от предшественников;
- Показатели микробиологической активности и фотосинтетической деятельности в зависимости от предшественников и способов применения микробиологических удобрений;
- Урожайные и качественные характеристики картофеля при возделывании в Нижнем Поволжье на орошении;
- Энергетическая эффективность и экономическая оценка изучаемых приёмов.

Достоверность полученных результатов подтверждается многолетними исследованиями, использованием широко апробированных методик, необходимым объёмом проведённых анализов и наблюдений, производственной проверкой результатов исследований.

Апробация результатов научных исследований. Результаты исследований докладывались на внутривузовских, всероссийских и международных конференциях «Наука и молодежь: новые идеи и решения» Материалы V Международной научно-практической конференции молодых исследователей (Волгоград, 11-13 мая 2011 г.); Материалы XIV Региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области (Волгоград 2010, 2011, 2012 гг.); «Интеграционные процессы в науке, образовании и аграрном производстве – залог успешного развития АПК» Материалы Международной научно-практической конференции (Волгоград 2011 г.).

Результаты исследований прошли производственную проверку в ИП «Антонов А.В.»Городищенского района Волгоградской области на площади 15 га - получена урожайность картофеля 56 т/га при рентабельности 155 % и в ИП «Асеев Д.Г.» Городищенского района Волгоградской области на площади 20 га - урожайность картофеля 55 т/га при рентабельности 148 %.

Публикации. По результатам опытов опубликовано 8 научных работ, в том числе 2 в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

Структура и объём диссертации. Работа состоит из 6 глав, заключения и предложений производству. Изложена на 153 страницах основного текста. Содержит 43 таблицы, 4 рисунка и 17 приложений. Список литературных источников 158, в том числе 6 на иностранных языках.

Автор приносит искреннюю благодарность своему первому научному руководителю – доктору сельскохозяйственных наук, профессору Жидкову Владимиру Михайловичу.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В настоящее время в условиях ухудшающейся экологической ситуации немалое значение приобретают биологизация земледелия и получение экологически безопасной продукции [109].

Один из возможных путей экологизации производства картофеля – применение биопрепаратов на основе высокоэффективных штаммов бактерий, способствующих переходу труднодоступных форм питательных веществ в легкоусвояемые, а также несимбиотической азотфиксации в почве [118].

Известно, что у большинства типов почв в нашей стране азотный баланс отрицательный. Этот дефицит, наряду с традиционно принятым внесением минеральных удобрений, покрывается и биологическим путем, за счет деятельности азотфиксирующих микроорганизмов [125].

Решить проблему снижения доз вносимых минеральных удобрений, оказывающих негативное воздействие на экологию агроценозов и качество получаемой продукции, помогает применение альтернативных источников питания растений – микробиологических удобрений на основе высокоэффективных штаммов ассоциативных микроорганизмов.

Микробиологические удобрения, в отличие от минеральных, безопасны для человека, не наносят вреда окружающей среде, их применение менее энергоемко и не требует больших денежных вложений. Этот вид удобрений способствует повышению урожайности большинства сельскохозяйственных культур на 15-30 %. [94].

Опыт научно-экспериментальной базы ГНУ ВНИИКХ «Коренево» Люберецкого района Московской области показал, что при обработке клубней картофеля микробиологическими удобрениями (азотовит, фосфатовит) повышалось качество продукции: содержание крахмала, витамина С, сопротивляемость болезням, отсутствовало потемнение мякоти клубней. Предпосадочная обработка клубней микробиологическими удобрениями

способствовала повышению эколого-агрохимической характеристики дерново-подзолистой почвы: улучшались биологическая активность, кислотно-основной баланс, доступность фосфатов и минерального азота [112].

Использование микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит позволяет обеспечить растения в течение всей вегетации доступными формами N, P и K, повысить усвояемость и снизить расход (до 30 %) минеральных удобрений; способствует угнетению патогенной грибной микрофлоры, вызывающей заболевания корневой и вегетативной системы растений, оздоровлению и восстановлению плодородия почвы и выращиванию экологически чистой продукции; дает возможность повысить урожай сельскохозяйственных культур и его качество, а также увеличить сроки хранения урожая [95].

Инструментами совершенствования метода борьбы с вредными организмами является использование современных инновационных средств и приёмов, направленных, в том числе, на снижение пестицидной нагрузки на агроценозы. Это достигается благодаря различным способам внесения самых разнообразных микробиологических удобрений и биопрепаратов, которые обеспечивают высокую биологическую эффективность пестицидов при низких нормах внесения [97].

Ю.Н. Плескачѳв и Н.И. Сѳмина, проводившие свои исследования по технологиям возделывания подсолнечника в зоне чернозѳмов обыкновенных Волгоградской области отмечают, что применение микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит приводило к значительному увеличению продуктивности возделываемой культуры. Микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит стимулировали рост подсолнечника, в то время как без их применения рост растений был более замедленным. Кроме этого ими было отмечено, что в среднем за три года исследований с 2010 по 2013 гг. количество сорных растений в вариантах с применением азотовита и фосфатовита, уменьшилось на 3-5 % [95, 96].

На кафедре инновационных технологий ВИПККА Волгоградского государственного аграрного университета Н.И. Тихоновым были проведены вегетационные опыты по использованию картофелем элементов питания из пахотного и подпахотного горизонтов. В результате было установлено, что максимальное содержание сухой массы растений получалось на вариантах с внесением полного минерального удобрения (макро и микроэлементов) в пахотный горизонт, и что дополнительное внесение микроэлементов (меди, цинка и молибдена) повышало урожайность картофеля по сравнению с внесением только азотных и фосфорно-калийных удобрений [119, 120].

Сайдагазовой Р.Р. изучалось влияние биопрепаратов и регуляторов роста на продуктивность картофеля в лесостепи Поволжья. В результате исследований было установлено, что полевая всхожесть на вариантах применения биопрепаратов на всех способах применения биопрепаратов и стимуляторов роста была выше, чем на контроле и составляла 89-91 %. Применение биопрепаратов и регуляторов роста приводило к повышению урожайности картофеля в лесостепи Поволжья до 10,2 т/га [107].

В лабораторных исследованиях Дубачёвой А.И. и Ходякова Е.А. как энергия прорастания, так и лабораторная всхожесть были достаточно высокими и полностью отвечали требованиям к репродукционным семенам. Однако меньше всего загнивших клубней картофеля наблюдалось на варианте с биопрепаратами. На этом варианте лабораторная всхожесть поднималась по сортам картофеля от 3,3 до 3,5 % по сравнению с контролем. Преимущества, полученные растениями на первых этапах развития, естественно, сказывались и на полевой всхожести и в дальнейшем на урожайности картофеля в полевых условиях на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья [32].

В опытах Л.Л. Свиридовой, проводившей свои исследования с 2004 по 2006 годы в условиях Северного Прикаспия, рассмотрены режимы орошения и дозы органических удобрений почвы на рост, развитие и урожайность картофеля при орошении. В результате проведённых исследований было установлено, что

внесение различных доз органических удобрений вызывает активизацию физиолого-биохимических процессов картофеля. Отмечалась интенсификация ранних ростовых процессов под действием органических удобрений при оптимальном режиме орошения: увеличивается вегетативная масса растений, количество и размеры клубней. Было установлено, что в результате применения различных доз органических удобрений полевая всхожесть от их применения по вариантам опыта повышалась от 86 до 99 %. Лучшие показатели продуктивности картофеля зафиксированы при оптимальном дифференцированном режиме орошения на вариантах с дозой – внесения органических удобрений 40 т/га [108].

В.М. Ивановым и Д.С. Усковым изучалось влияние бишофита и микроудобрений на рост, развитие и урожайность картофеля в условиях Волго-Ахтубинской поймы. В результате проведённых опытов было установлено увеличение площади листьев, фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза, биологической и фактической урожайности картофеля [129].

Н.И. Сёминой при изучении азотовита и фосфатовита было установлено, что оптимальная дозировка препаратов и расход рабочего раствора при обработке семян составила: Гумат калия и флоргумат по 0,2 л, Азотовит и фосфатовит (1л + 1 л) на 1 тонну и 10 литров на тонну, а растений – Гумат калия и Флоргумат по 0,5 литра, Азотовит и Фосфатовит по 1 литру и 300 л/га соответственно. Обработка семян агрохимикатами оказала положительное влияние на процессы прорастания и полевую всхожесть. Колебания по годам были незначительными [112].

В.М. Жидковым с 2007 по 2009 годы изучалось влияние регуляторов роста в зоне обыкновенных чернозёмов Волгоградской области. Проводилась обработка семян и опрыскивание посевов препаратами Гумат калия, Альбит и НВ-101. Дозы применения препаратов при обработке семян: Гумат калия – 0,2 л/т, Альбит – 0,1 л/т, НВ -101 - 10 мл/т. Опрыскивание по вегетации Гумат калия – 0,4 л/га, Альбит – 40 мл/га, НВ-101 – 10 мл/га. Расход рабочего раствора при обработке семян составлял 10 литров на тонну, опрыскивание по вегетации – 200 литров на гектар.

Проведённые исследования показали, что в среднем прибавка урожайности от применения препаратов на безотвальной обработке у гибрида Призёр составила 0,23 т/га, у гибрида Роки до 0,11 т/га, у сорта Альбатрос до 0,25 т/га. На мелких обработках, где уровень урожайности был ниже, также наблюдалось положительное влияние препаратов [36, 37].

Семыкин В.А., Засорина Э.В. и Толмачёв А.В. в результате своих исследований разработали технологию применения биопрепаратов при возделывании картофеля в Центральном Черноземье [109].

Филин В.И., Грошев А.Н. и Стрюков А.М. говорят о роли сорта и технологических факторов в повышении урожайности картофеля в сухостепной зоне Волгоградской области при орошении [134].

Шрамко Н.В. с Мельцаевой И.Г. указывают на влияние предшественников и удобрений на продуктивность картофеля в условиях Ивановской области на дерново-подзолистых почвах [149].

Шуравилин, А.В. с Ахмедом Т.М. в журнале «Природообустройство» за 2014 год приводят обоснование режима капельного орошения картофеля в условиях Омана [150].

В.В. Мелихов и А.А. Новиков проводили свои исследования на светло-каштановых почвах Волгоградской области. Изучали оптимальный режим орошения и минерального питания при выращивании картофеля.

В результате проведённых опытов ими было установлено, что сочетание оптимальных режимов орошения и минерального питания является эффективным технологическим приёмом и обеспечивало повышение урожайности картофеля [76].

По мнению Постникова А.Н. "Стратегической задачей земледелия является сохранение и приумножение плодородия почвенного покрова, его экологической чистоты - как главного богатства любого государства. Эксплуатация почвы без принятия мер по воспроизводству ее плодородия - медленное экологическое

самоубийство. Поддерживать же высокое плодородие почв невозможно без научно обоснованного разумного использования агротехнических средств." [100].

Без применения органических удобрений, посевов многолетних трав, в отличие от минеральных удобрений в почве заметно уменьшаются запасы гумуса — главного показателя почвенного плодородия [134].

Гумус – это та основа, которая отвечает за здоровье почвы. Снижение гумусированности отрицательно сказывается на агрофизических характеристиках: почва сильно уплотняется за счет разрушения агрономически ценной структуры. И как следствие, ухудшаются воздушный, тепловой, водный и пищевой обмен [99].

Органические удобрения являются не только важным источником поступления питательных элементов для растений, но и пополняют запасы в почве гумуса - одного из основных показателей ее потенциального плодородия [135].

Одной из главных функций органических удобрений по праву считается их мелиорирующее влияние на оптимизацию биологических качеств плодородного слоя, увеличение количества микроэлементов, уменьшения плотности, улучшение аэрации [53].

Фитосанитарная роль зеленых удобрений объясняется повышением биологической активности почвы и бурным развитием сапрофитной почвенной микрофлоры, которая подавляет возбудителей болезней. При запашке сидератов увеличивается урожайность картофеля, уменьшаются потери при хранении, улучшается вкус продукции [83].

Использование различных культур в виде сидератов увеличивает общее количество содержания гумуса в почве. В результате сидерации повышается доля новообразованных гуминовых кислот [122].

Под картофель в качестве промежуточных сидеральных культур традиционно применяют одновидовые посевы капустных культур и озимую рожь. Достоинство компонентов из семейств злаковых проявляется в том, что они

используются растениями на более поздних этапах своего развития. Кроме того, при разложении их стеблевой и корневой части с широким отношением азота к углероду (25-30) почвенная микрофлора поглощает излишне минерализованный азот, уменьшается его непроизводительные газообразные потери.

Часто для удобрения используется озимая рожь, которая как сидерат - идеальное решение. Основным ее достоинством является нетребовательность к качеству почвы. Этот травянистый злак, который выращивается во многих странах, легко мирится с повышенной кислотностью почвы, ее песчаностью и недостаточной питательностью. Используя рожь как удобрение, вы не только улучшите качества грунта, но и получите урожай этого злака. А если грунт на участке легкий суглинистый или чернозем, то урожай будет отличным. Непригодны для этого только переувлажненные и тяжелые почвы [149].

Озимая рожь для почвы ценна тем, что способна активно наращивать большую биомассу в самые поздние сроки. Эти нежные молодые растения после разложения обогащают почву, поэтому удобрение земли рожью позволяет насытить ее калием и азотом, подавить рост сорняков. Однако следует помнить, что посев ржи как удобрения приведет к тому, что дальнейшее возделывание грунта несколько затруднится [92].

Посевы сидератов положительно влияют на содержание органики в почве, агрофизические показатели плодородия почвы, на фитосанитарное состояние посевов, предотвращают почву от водной и ветровой эрозии [90].

Удобрения же с широким соотношением C:N (например в соломе оно составляет 40-50:1) вызывает иммобилизацию питательных веществ [59].

По мнению Кинчаровой М.Н. зелёные удобрения в результате минерализации, поддерживают баланс в органической системы пахотного слоя почвы [54].

Е.П. Киселёв считает, что выращивание сельскохозяйственных культур на сидерат существенно за счет улучшения минерального питания, увеличивает

плодородие почвы, и кроме этого обогащают почву органической частью, предотвращая таким образом почву от экологической эрозии [56].

Запашка зелёных удобрений приводит к увеличению микробиологической активности почвы в 1,4 – 1,5 раза, а по пласту многолетних трав в сравнении с предшественником — озимой рожью в 1,3 раза [55].

По данным исследования ГНУ «Брянская опытная станция по картофелю» возделывание сельскохозяйственных культур на сидерат приводит к заметному увеличению урожайности картофеля и качества продукции [77].

В настоящее время высокую реальную значимость получает биоэнергетическая оценка агроприемов возделывания картофеля, которая включает определение соотношения количества энергии, аккумулированной в урожае картофеля в процессе фотосинтеза и энергии, затрачиваемой на производство этого урожая [60].

Большое значение имеют вопросы оптимального сочетания органических и минеральных удобрений. Ограничение применения минеральных удобрений и повышение коэффициента использования из них элементов питания растениями может обеспечить экологически уравновешенную систему удобрения без сокращения её эффективности [80, 136].

Главными факторами, ограничивающими получение высоких урожаев картофеля в зоне Волго-Донского междуречья, являются, высокие температуры воздуха в летний период, дефицит почвенной влаги в критические периоды вегетации. Поэтому, гарантированное получение высоких урожаев картофеля возможно только при орошении [119, 128, 139].

Москвичев, А.Ю., Балашов А.В., Пятибратов В.В. проводили исследования по изучению продуктивности клубней картофеля при использовании биопрепарата Мизорин и Бишофита на фоне разноглубинной обработки светло-каштановых почв Астраханской области. В результате проведённых исследований было установлено, что применение биопрепарата Мизорин и Бишофита позволяет повышать продуктивность картофеля на орошаемых землях Нижнего Поволжья [86].

В степях России при недостаточном увлажнении оросительные мелиорации являются основным звеном стабилизации сельскохозяйственного производства. Высокая продуктивность орошения достигается в комплексе с другими мелиорациями, когда обеспечивается высокая - пятикратная и более эффективность производства продукции при повышении плодородия почв [87, 120, 148].

Абалдов А.Н. изучал инновационные методы выращивания картофеля в степных условиях УФХ на Ставрополье [1].

На сегодняшний день, самым современным способом орошения считается капельное [47].

Ю.И. Авдеев в своих исследованиях пришёл к выводу, что капельное орошение при возделывании картофеля в условиях Нижнего Поволжья является самым оптимальным способом орошения данной культуры в условиях недостаточного увлажнения [2].

Наряду с оптимизацией водного режима, системы капельного орошения способны вместе с поливной водой подавать дозированные по количеству питательные вещества [49, 97, 141, 150].

Орошаемое земледелие является мощным фактором воздействия на природную среду, так как интенсивно используются возобновляемые естественные ресурсы: почвенное плодородие, вода, биоклиматический потенциал территории в целом [8, 9, 31, 81].

Значительное применение агрохимикатов и интенсификации агротехники возделывания сельскохозяйственных культур меняют характеристики ландшафтов, природный фитоценоз заменяется требовательными к среде агрофитоценозами [66].

Картофель орошается с применением различных способов: от поверхностного (полив по бороздам) до дождевания широкозахватными машинами [129, 152].

Из-за значительной разницы климатических и почвенных условий количество поливов и поливные нормы изменяются в широких пределах. При выращивании картофеля в Волгоградской области количество поливов колеблется от 5-7 до 11-13 при поливных нормах от 350 до 500 м³/га [43].

Работами Григорова М.С., Жидкова В.М., Захарова В.В., Гаврилова А.М. было установлено, что применение капельного орошения на подтипе светло-каштановых почв, при соблюдении рекомендуемых технологий, позволяет получать урожайность картофеля до 75 т/га, при экономии оросительной воды до 20 м³/га [23, 69].

Работами Гиченковой О.Г. было доказано, что в условиях Волго-Донского междуречья можно получать в третьей декаде июня 10...15 т/га картофеля сорта Жуковский ранний при условии поддержания предполивной влажности активного горизонта почвы не ниже 80%НВ, для этого требуется проводить 3...4 вегетационных полива оросительной нормой 500 м³/га [22].

По данным Моисеева М.А, преимущество капельного орошения заключается в том, что почва не переувлажняется и за счет этого обеспечивается лучшее развитие корневой системы, и вместе с поливной водой, непосредственно в корневую систему, вносятся минеральные удобрения; снижается уровень распространения корней, так как инсектициды и фунгициды не смываются водой как при поливе дождеванием [84].

По данным Кружилина И.П., в условиях Волгоградской области, для ускорения наступления фазы клубнеобразования и получения стабильной урожайности молодого картофеля в 3-й декаде июня, необходимо подобрать адаптированный к аридным условиям ранний сорт, обеспечить посадку клубней в первой декаде апреля, уменьшить период посадки – всходы [67].

Наибольшей эффективности выращивания картофеля можно добиться проведением поливов, дифференцированных по фазам роста и развития растений. Из всех известных способов орошения наиболее подходящим для этого является капельное [33].

Так, например, А.А. Шершнёв и др. доказали преимущество капельного орошения при возделывании картофеля в условиях Северного Прикаспия [141].

Чурзин В.Н., Захаров В.В., и Леденёв А.М. установили зависимость продуктивности различных сортов картофеля в зависимости от предшественников и удобрений при капельном орошении [139].

Щербакова, Н.А. доказала результатами своих исследований эффективность капельного полива овощных культур и картофеля и их адаптивность в условиях Астраханской области [152].

В статье «Урожайность картофеля при спринклерном орошении в условиях Астраханской области» в 2016 году Н.А. Щербакова, Е.Г. Мягкова указывают на современные тенденции развития аграрного комплекса.

Таким образом, в результате изучения и анализа большого количества литературных источников, было установлено, что в последнее время в России, в том числе в Нижнем Поволжье, большой интерес вызывают исследования по совершенствованию технологий возделывания сельскохозяйственных культур с помощью регуляторов и стимуляторов роста, различных микробиологических удобрений.

2. ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Рельеф, почвы и почвообразующие породы

Исследования по теме дисциплинарной работы проводились на территории КФХ «Леденев А.М.», расположенного в Городищенском районе Волгоградской области, в период с 2010 по 2013 гг.

Согласно принципам современного геоморфологического районирования территория землепользования КФХ Леденева А.М. расположена на юго-восточном окончании Приволжской возвышенности, в южном эрозионно-денудационном подрайоне Волго-Донского междуречья.

Наличие неровностей мезо- и микрорельефа обуславливает неравномерное распределение осадков, что в свою очередь привело к формированию на них различных почвенных разностей: по повышениям и потяжинам, склоны которых подвержены водной эрозии, - лугово-каштановых, на равнинных участках – зональных светло-каштановых, слегка выраженных повышениях – перерыто-карбонатных почв.

Почвообразующие породы на территории опытного участка довольно однообразны и представлены, главным образом, тяжелыми и средними палево-желтого цвета, пористыми, уплотненными лессовидными суглинками.

Таблица 2.1 - Гранулометрический состав почвы опытного участка

Генетический горизонт	Глубина, м	Содержание фракций, % к весу абсолютно сухой почвы							Гигроскопическая влага, %
		1,0-0,25 мм	0,25-0,05 мм	0,05-0,01 мм	0,01-0,001 мм	0,005-0,001 мм	Менее 0,001 мм	Σ фракций < 0,01 мм	
(A+B1) _п	0-0,15	1,02	24,02	23,12	10,16	12,88	28,80	51,84	3,23
(A+B1) _п	0,15-0,29	0,97	22,75	24,96	9,44	12,64	29,74	51,32	2,09
B1	0,29-0,36	0,68	16,60	30,56	7,08	11,80	33,28	52,16	3,12
B2	0,36-0,46	0,56	18,52	27,32	8,84	12,32	32,44	53,60	2,82
Bc	0,46-0,56	1,47	22,49	21,32	10,16	11,40	33,16	54,72	2,83
	0,56-0,66	1,19	19,89	23,40	6,76	12,96	35,80	55,52	3,80
	0,66-0,76	1,57	24,03	20,72	7,8	11,60	34,28	53,68	4,01
	0,76-0,86	2,35	23,37	18,96	10,48	11,60	33,24	55,32	3,02

В гранулометрическом составе описываемых пород отмечено довольно высокое содержание фракции крупнопылеватых частиц (0,05-0,01 мм) – от 18,96 до 30,56 %, что свидетельствует об их лессовидном характере. Преобладающими же здесь являются илистые и мелкопесчаные фракции, благодаря которым подстилающие породы характеризуются хорошей водопроницаемостью и водоудерживающей способностью (таб. 2.1).

По минералогическому составу почвообразующие породы относятся к группе гидрослюдисто-монтмориллонитовых суглинков, богатых микроэлементами. Среднее содержание основных минералов в них: монтмориллонит – от 45 до 80 %, гидрослюды – от 20 до 55 %.

Таблица 2.2 - Водно-солевые показатели светло-каштановой почвы и подстилающих пород опытного участка

Генетический горизонт	Глубина, м	Сумма солей, %	Содержание ионов (в числителе - % к массе абсолютно сухой почвы, в знаменателе – мг-экв/кг абсолютно сухой почвы)					
(A+B1)п	0-0,30	0,051	0,017	0,004	0,017	0,008	0,002	0,003
			0,28	0,10	0,36	0,40	0,20	0,14
B2	0,34-0,45	0,077	0,041	0,004	0,018	0,010	0,004	0,005
			0,68	0,10	0,28	0,50	0,30	0,26
Bc	0,55-0,65	0,081	0,041	0,004	0,017	0,014	0,005	след
			0,68	0,10	0,36	0,70	0,40	0,04
C	1,0-1,2	0,179	0,110	0,004	0,017	0,006	0,004	0,038
			1,80	0,10	0,28	0,30	0,30	1,66
	1,3-1,5	0,124	0,064	0,004	0,022	0,006	0,001	0,027
			1,04	0,10	0,45	0,30	0,10	1,19
Cc	1,6-1,8	1,190	0,027	0,008	0,815	0,260	0,027	0,053
			0,44	0,20	16,98	13,00	2,30	2,32
	1,8-2,0	0,829	0,024	0,008	0,588	0,186	0,040	0,003
			0,40	0,20	12,25	9,3	3,40	0,15

Как показывает анализ состава водной вытяжки, почвообразующие породы в подавляющем большинстве засолены легкорастворимыми солями. Засоление, в основном, сульфатно-хлоридные, реже – хлоридно-сульфатные. Степень засоления изменяется от слабой с глубины 100-120 см до сильной на глубине 200-210 см (табл.2.2).

Одним из главных агрофизических критериев при оценке сложения почвы считается плотность. Показатели плотности почвы на участке, на котором проводились наши опыты, увеличиваются вниз по профилю, в среднем для слоя 0...0,6 м она составляет 1,47 т/м³, а наименьшая влагоемкость составляла в среднем за годы наблюдений 13,4 % от массы абсолютно сухой почвы. Порозность менялась от 39,48 до 45,28 %, плотность твердой фазы находилась в пределах от 2,57 до 2,72 т/м³ (табл. 2.3).

Таблица 2.3 - Водно-физические свойства почвы опытного участка

Слой почвы, м	Плотность, т/м ³	Плотность твердой фазы, т/м ³	Порозность, %	Влажность, % от массы абсолютно сухой почвы	
				при НВ	при МГ
0...0,1	1,43	2,57	44,36	15,12	4,38
0,1...0,2	1,47	2,58	43,02	14,93	4,41
0,2...0,3	1,47	2,60	43,46	14,12	4,50
0,3...0,4	1,45	2,65	45,28	13,03	5,11
0,4...0,5	1,48	2,65	44,15	12,01	5,10
0,5...0,6	1,50	2,67	43,82	11,21	4,93
0,6...0,7	1,51	2,68	43,66	10,52	4,78
0,7...0,8	1,53	2,69	43,12	8,07	4,36
0,8...0,9	1,61	2,71	40,59	8,02	4,27
0,9...1,0	1,64	2,71	39,48	7,59	4,11
1,0...1,25	1,58	2,72	41,91	6,72	3,49
1,25...1,5	1,53	2,72	43,75	5,48	3,19
0...0,6	1,47	2,62	44,01	13,40	4,74
0...1,5	1,52	2,66	43,05	10,57	4,38

Результаты агрохимического анализа почв опытного участка являются типичными для светло-каштановых слабосолонцеватых почв Городищенского района (табл. 2.4). Содержание минеральных форм азота в слое 0...0,3 м здесь является величиной достаточно лабильной и колеблется в зависимости от погодных условий, предшественника и степени его удобренности в пределах 10,5...22,5 мг NO₃/кг почвы и 11,4...18,4 мг NH₄/кг.

Таблица 2.4 - Агрохимическая характеристика пахотного слоя светло-каштановой солонцеватой тяжелосуглинистой почвы

Наименование горизонта	Глубина взятия образца, см	Гумус, %	Подвижные формы, мг/кг		Σ поглощенных оснований, мг.*экв./кг	Обменные основания					
			P ₂ O ₅	K ₂ O		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺
						мг.*экв./кг			% от суммы		
A	0...10	1,05	41,0	437,0	244,6	169,5	69,2	5,9	692,9	282,9	242,0
B1	21...31	0,98	5,0	118,0	282,8	182,8	75,2	24,8	646,3	266,0	87,7

Содержание гумуса в почве опытного участка очень низкое (до 1,1 %), обеспеченность фосфором недостаточная, калием – высокая. Содержание обменного натрия в горизонте B1 не превышает 10 % от суммы поглощенных оснований. Почвы, содержащие в поглощенном состоянии от 3 до 5 % натрия, классифицируются как слабосолонцеватые, при этом их физико-химические и морфологические свойства мало отличаются от показателей соответствующих не солонцеватых разновидностей. Поэтому в практических условиях степень солонцеватости не увеличивается.

2.2 Погодно-климатические условия в период проведения исследований

Природные условия юго-восточной части Европейской территории России, к которой относится Волгоградская область, отличаются значительной изменчивостью во времени. Климатические границы между степью и

полупустыней здесь являются понятием достаточно условным и могут сдвигаться к северу или югу в зависимости от условий увлажнения.

Волгоградская область характеризуется наличием значительных тепловых (сумма активных температур выше 10°C колеблется от 2700 до 3400 $^{\circ}\text{C}$) и радиационных (17-18 млрд.кДж/га фотосинтетически активной радиации) ресурсов, продолжительным (153-158 дней) периодом активной вегетации при низкой естественной влагообеспеченности (среднегодовая сумма осадков колеблется от 250 до 450 мм при средней испаряемости от 600 до 900 мм). По многолетним наблюдениям в сухостепной зоне засушливые годы составляют более 60 % лет. Повторяемость засух: 27 % всех лет – ранневесенние засухи, 15 % - весенне-летние и 25 % устойчивые (занимают 3 наиболее важных для сельского хозяйства месяца – май, июнь, июль).

Климат отличается резкой континентальностью, засушливостью и изменчивостью. Значения континентальности находятся в пределах 205-250 % с резкими колебаниями температуры по периодам.

Весенний и осенний периоды года выражены не очень явно. Лето жаркое, зима холодная и малоснежная. В отдельно жаркие дни летом максимальная температура воздуха до + 39...45 $^{\circ}\text{C}$, а в очень суровые зимы опускается до – 36...42 $^{\circ}\text{C}$ (прил. 1).

Безморозный период составляет 4 месяца, период с температурой выше 15 $^{\circ}\text{C}$ изменяется в пределах от 120 до 140 дней.

Сумма положительных температур воздуха составляет 3000...3200 $^{\circ}\text{C}$. Самые жаркие месяцы – июль и август. Количество осадков за теплый период в средний по увлажнению год составляет 175...180 мм, а испаряемость 950...1054 мм при 55...60 днях с суховеями.

Незначительное количество зимних и весенне-летних осадков, высокая испаряемость летом, в 3...4 раза превышающая сумму выпадающих осадков, способствует формированию в период вегетации растений острого дефицита влаги.

Поэтому устойчиво высокие урожаи сельскохозяйственных культур (в том числе овощных и картофеля) можно получить в данной зоне только при орошении.

Особенности метеорологических условий в период проведения исследований (2010-2013 гг.) приведены в табл. 2.5, 2.6, 2.7.

Данные таблицы 2.5 свидетельствуют о том, что в течение всех четырёх лет проведения исследований наблюдались отклонения температурного режима от его среднемноголетних значений. Вегетационные периоды 2010 и 2012 годов оказались более жесткими по гидротермическим условиям, чем в 2011 и 2013 годах, повышение среднемесячной температуры воздуха над средней многолетней колебалось в 2010 году от 4,9°C (июнь) до 7,5°C (июль), 2012 – от 1,7°C (июль) до 3,0°C (июнь).

Характер распределения осадков по месяцам и периодам года в 2010-2013 гг. так же, как и в случае с динамикой температуры воздуха, значительно отличался от данных многолетних наблюдений (табл. 2.6)

Таблица 2.5 - Среднемесячная температура воздуха за 2010-2013 гг., °С

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср. за год
2010	-11,3	-12,0	-8,6	7,5	20,6	26,5	31,5	31,0	22,0	17,4	1,5	-5,1	10,6
2011	-10,9	-5,0	5,0	11,9	16,8	21,0	25,2	24,8	15,0	11,0	1,8	-4,8	9,3
2012	-8,5	-4,4	1,3	8,9	16,7	24,6	26,0	20,0	15,9	9,8	-5,6	-4,8	8,3
2013	-5,3	-3,1	0,2	10,3	20,7	22,2	23,0	27,0	20,6	7,6	-3,6	-9,8	9,1
Средне-много-летняя	-8,7	-4,2	2,4	10,5	17,0	21,6	24,3	23,0	16,2	9,2	-2,7	-5,6	8,6

Таблица 2.6 - Распределение осадков в течение вегетации картофеля в период проведения исследований в 2010-2013 гг., мм

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
2010	21,2	18,7	18,3	12,5	28,1	0	52,0	14,2	14,1	12,8	18,3	10,2	220,4
2011	18,2	15,5	34,0	17,7	45,1	11,9	34,3	25,1	33,9	17,0	26,2	11,5	290,4
2012	13,8	21,8	43,9	8,0	32,1	7,8	16,3	10,5	17,6	10,5	17,4	12,5	212,2
2013	26,3	23,1	25,2	23,7	24,3	45,2	28,2	33,4	26,7	15,6	24,5	25,6	321,8
Средне-много-летняя	18,7	21,2	32,9	16,9	29,3	41,0	18,2	27,6	23,0	14,3	22,5	14,6	280,2

Как показывает анализ данных таблицы 2.6 сумма осадков за вегетационный период (май-август) колебалась от 66,7 (2012 год - -49,4 мм от средних многолетних величин) до 131,1 (2013 год +15,1 мм) мм. Наиболее засушливым из всех лет проведения исследований оказался 2010 год. Отклонение в меньшую сторону от величины среднемесячного количества осадков составляло от 0,8 до 41,0 мм.

С количеством выпадающих осадков и температурой воздуха тесно коррелирует и его относительная влажность (табл. 2.7)

Таблица 2.7- Средняя влажность воздуха в период вегетации
за 2010 – 2013 гг., %

Годы	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ср. за год
2010													
2011	87	84	83	61	56	48	35	41	65	76	87	91	67
2012	92	87	90	65	42	44	46	47	60	73	86	89	68
2013	92	90	78	61	45	54	50	54	64	74	87	90	70
Средне-много-летняя	89	86	87	62	57	52	49	52	60	74	86	89	68

Ежедневный учет психрометрических показателей свидетельствует, что наиболее неблагоприятные для выращивания картофеля условия увлажнения сложилось в 2010 году. Число дней с июня по август, когда относительная влажность воздуха в дневные часы (1400) опускалась ниже 30 % составило 46, тогда как в 2012 году – 33, в 2011 году – 24, в 2013 году – только 12. Абсолютный минимум ОВВ был зафиксирован также в 2010 году – 13 %.

2.3. Агротехника в опыте

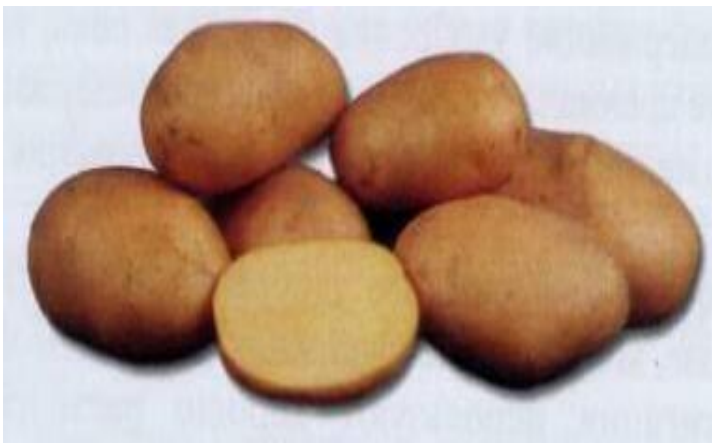
Возделывание картофеля безусловно требует постоянного обновления посадочного материала, так как эта культура часто заражается вирусными и другими болезнями, вызывающими значительное снижение продуктивности [93].

Более сильное (до 29 %) снижение урожайности наблюдается при применении семенных клубней ниже V-репродукции. Степень и быстрота снижения продуктивных качеств картофеля по результатам НИИКХ зависят также и от состояния агротехнических приемов возделывания картофеля, почвенно-климатических факторов [102].

Таблица 2.8 – Классификатор сортов картофеля

Группа по скороспелости	Длительность периода от посадки, сутки		Суммарная потребность в эффективных температурах,	
	до формирования товарных клубней	до начала отмирания	от посадки до всходов	всего за вегетацию
Ранние	55...65	80...90	295...305	1000...1200
Среднеранние	66...80	100...114	330...346	1200...1250
Среднеспелые	81...100	115...125	347...366	1250...1400
Среднепоздние	101...110	126...140	367...385	1400...1600
Позднеспелые	110	140	386...390	1400...1600

В опыте высаживался раннеспелый сорт Импала с длительностью периода от посадки до клубнеобразования 55-65 дней и от посадки до полной спелости 80-90 дней. Суммарная потребность в эффективных температурах составляет от посадки до всходов 295-300 °С, всего за период вегетации 1000-1200 °С.



8

Импала. Раннеспелый столовый сорт. Сроки созревания - первая декада июля. Клубни имеют овальную форму, кожура желтая, мякоть светло-желтая, вес клубня – 90...150 г. Содержание

крахмала 11...15 %, лежкость и вкус хорошие.

В сухостепной зоне Волго-Донского междуречья, при остром дефиците атмосферных осадков во время вегетационного периода картофеля, все мероприятия на поливных участках направлены на максимальное накопление почвенной влаги в осенне-зимнее время и сохранение её в почве в период вегетации [44, 45, 105, 130].

Картофель – культура, предъявляющая, как правило, высокие требования к воздухообмену почвы [101]. Поэтому, обработка почвы должна способствовать созданию рыхлого, глубокого пахотного слоя, чтобы создать оптимальное развитие корневой системы, столонов и клубней [18, 70].

Предшественниками картофеля в опыте являлись лук и озимая рожь на сидерат, в связи с этим основная обработка почвы после указанных культур имела ряд отличий. Для удобства заделки масса озимой ржи перед вспашкой скашивалась с одновременным измельчением КИР-1,5. Отвальная вспашка проводилась плугом ПЛН 4-35 на глубину 25-27 см с внесением при необходимости органических удобрений. После закрытия влаги ранневесенним покровным боронованием при массовом появлении сорняков проводилась первая сплошная культивация на глубину 10-12 см, вторая – предпосадочная – на 8-10 см. Для нарезки гребней использовался гребнеобразователь КФК-2,8.

Перед началом посадки семенные клубни калибровали по фракциям на картофелесортировальном пункте. Для посадки отбирали клубни весом 54...67 грамм. Картофель высаживали, когда почва, на глубине посадки 0,10...0,12 м, прогрелась до +6...+8⁰ С.

Для посадки картофеля применялась картофелепосадочная машина КСМ-4, схема посадки – ленточно-гребневая (80+60 см), густота посадки – 45 тысяч клубней/га. Клубни картофеля перед посадкой не проращивались. Расчетные дозы минеральных удобрений вносились с использованием системы капельного орошения одновременно с вегетационными поливами непосредственно в прикорневую зону растений дифференцированно по фазам развития растений. Поливная норма рассчитывалась исходя из рекомендаций фирмы-производителя с учетом возраста растений картофеля и коэффициента испаряемости. Для борьбы с коркой и уничтожения сорняков проводилась междурядная обработка почвы пропашными культиваторами на глубину 6-8 см.

Системная цепочка технологии производства картофеля представляет определенный порядок в условиях капельного орошения. Так, после раскладки магистральных и водораспределительных трубопроводов вдоль выбранных участков начинают приступать к раскладке поливных трубопроводов (шлангов). Для проведения этой операции необходимо применять культиватор КРН-4,2 с щелевателями и маркерами [103].

На раме культиватора закрепляли дополнительно поперечный брус, на котором были смонтированы вертикальные катушки на вращающихся дисках изготовленных из листовой стали, диаметр которых, был больше максимального диаметра смотанных в бухты шлангов.

Количество катушек соответствовало числу рядков на ширине захвата тракторного агрегата, а сами катушки, с целью облегчения установки на них бухт, выполнялись в виде усеченного конуса или многогранника. За каждой катушкой ставили съемный направитель для шланга. Его можно было приготовить из круглой стали диаметром 0,03 м в виде прутка с коротким спиральным витком на конце.

Конфигурация и длина прутка выбирались такими, чтобы шланг мог свободно сходить из направителя за пределами габаритных размеров агрегата, по возможности был бы ближе к поверхности почвы.

После того как агрегат заезжал на испытываемую площадку, концы поливных шлангов из бухт, закрепляли на поверхности поля металлическими штырями. При движении агрегата поле маркировалось, а шланги сматывались с катушек и раскладывались по направлению рядков. После этого, одним концом шланги присоединяли к водораспределительному трубопроводу, а их противоположные концы заглушали.

Посадки картофеля в течение вегетации содержались в рыхлом и чистом от сорной растительности состоянии. Необходимым приёмом в борьбе с сорной растительностью являлось довсходовое, двукратное боронование с одновременной обработкой междурядий. Важно было не опоздать с первым боронованием, его проводили на 6...7-ые сутки после высадки, когда сорная растительность находилась в фазе «белых нитей». Культиватором КОН-2,8 культивировали на глубину 0,12...0,14 м. Число обработок определялось наличием сорняков картофеля. Последующую обработку осуществляли через 10...12 суток на глубину 0,10...0,12 м. Для окучивания применяли культиваторы с трёхъярусными стрелчатыми лапами.

Чрезвычайно важно правильно установить сроки уборки картофеля, так сверххраняя копка приводит к падению качества клубней и падению урожая, поздняя - к большому недобору в период уборки. К массовой копке картофеля приступали в первой декаде июля. Для ускорения созревания и увеличения устойчивости клубней к механическим травмам применяли предуборочное скашивание ботвы за 5...6 суток до уборки.

Данная технология выращивания картофеля при капельном орошении является базовой и основополагающей при выращивании картофеля в сельскохозяйственных предприятиях и фермерских хозяйствах Волгоградской области, позволяющая получать стабильные высокие урожаи.

3. СХЕМА ОПЫТОВ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

В КФХ Леденёва А.М. Городищенского района Волгоградской области в 2010 году был заложен двухфакторный полевой опыт по схеме:

Фактор А- предшественники

1. Лук
2. Озимая рожь на сидерат

Фактор В – технология внесения микробиологических удобрений Азотовит и Фосфатовит.

1. Контроль
2. Обработка клубней препаратами 0,5 л А + 0,5 л Ф /100 л/га
3. Внесение препаратов в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га
4. Внесение препаратов в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га
5. Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля
6. Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации картофеля

В опытах использовалась четырёхкратная повторность и систематическое двухрядное ступенчатое размещение делянок, что обусловлено практическим удобством при выполнении агротехнических работ. Размеры опытных делянок: длина 30 м, ширина 1,4 м, площадь 42 м². Размеры учётных делянок: длина 26 м, ширина 1,4 м, площадь 36,4 м².

Агротехника возделывания картофеля в опытах была общепринятой для Волгоградской области. Возделываемый сорт раннеспелый – «Импала». Орошение проводилось способом капельного полива. Режим орошения при выращивании картофеля был дифференцированным. В первый период всходы – бутонизация предполивная влажность равнялась 65 % НВ. Во второй период бутонизация - клубнеобразование 90 % НВ, в третий период клубнеобразование – техническая спелость 75 % НВ [114].

Почвы хозяйства светло-каштановые среднесуглинистые. Содержание гумуса в пахотном слое 1,73-1,75 %, сумма поглощенных оснований - 22,80 мл/экв. На 100 г почвы, плотность почвы в слое 0,6 м - 1,38 г/см, наименьшая влагоемкость 21,3 %. Обеспеченность азотом – очень низкая, подвижным фосфором - средняя, обменным калием - повышенная. Реакция почвенного раствора - нейтральная и слабощелочная.

Полевые опыты сопровождались наблюдениями, учетами и исследованиями, выполняемыми при соблюдении требований методик опытного дела (Доспехов Б.А., 1979).

Фенологические наблюдения проводились на специально выделенных динамических площадках каждого варианта исследований. Отмечались даты наступления следующих фенофаз: появление всходов, бутонизация, цветение, начало клубнеобразования, техническая спелость. За начало фазы согласно методике Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1971) принимался день, когда она наступала не менее, чем у 10 % растений, за полное наступление фазы - дата, когда она была отмечена у 75 % растений [11].

Накопление сухого вещества, динамику формирования листовой поверхности растений, чиста продуктивность фотосинтеза и фотосинтетический потенциал определялись по методике А.А. Ничипоровича и др. (1961).

Учет структуры урожая определялся методом пробной по 10...20 кустов на двух несмежных повторениях поперек учетной делянки, хозяйственный урожай - путем сплошной уборки по всем вариантам и повторениям. Образцы отбирали в сухую погоду в утренние часы. Кусты тщательно выкапывали, очищали от почвы и взвешивали урожай с 10...20 кустов, учитывали также вес ботвы без столонов и вес корней. После взвешивания урожая отбиралась средняя проба для проведения биохимической оценки качества клубней массой 1 кг (но не менее, чем по одному клубню с растения).

Для определения товарности урожая клубни разделяли на фракции: кормовая мелочь (массой до 30 г), мелкие (30...50 г), средние (50...80 г) и крупные

(более 80 г). К товарным относили клубни массой 50 г более, выражалась товарность в процентах [14].

Определение кулинарных качеств вареного картофеля проводилась путем оценки вкуса, консистенции мякоти, развариваемости, запаха и цвета в горячем виде.

Развариваемость. Различали следующие степени развариваемости: слабую, среднюю, сильную и очень сильную. Картофель не разваривается, если поверхность клубня остается гладкой и цельной. У клубней со слабой степенью развариваемости лопается только кожица. При средней степени развариваемости у картофеля лопается кожица, и большая часть поверхности неглубоко разрушается. При сильной степени развариваемости клубень распадается на части.

Мучнистость. Данный показатель определялся визуально. Для мучнистого картофеля характерно крошение большинства сваренных клубней.

Степень мучнистости бывает: восковая, слабо восковидная, слабо мучнистая, мучнистая и сильно мучнистая.

Влажность мякоти. Степень влажности определялась по следующим градациям: очень влажная мякоть, влажная, слабо влажная, довольно сухая, сухая мякоть. Запах. Вареный картофель имеет следующую градацию по запаху, приятный, нейтральный, удовлетворительный, неприятный и резкий запах.

Вкус картофеля оценивался по пятибалльной шкале: 1 - очень плохой, 2 - плохой, 3 - удовлетворительный, 4 - хороший, 5 - отличный.

Визуальное определение устойчивости клубней картофеля к потемнению проводилось по методике, предложенной по Кирюхиным В.В. (1989). Типичные клубни разрезаются пополам. Одну часть клубня варят на пару для определения цвета в отварном виде и определяют потемнение через 20 минут и 3 часа после варки. Вторую половину клубня оставляют при комнатной температуре на сутки для определения потемнения мякоти в сыром виде. Учет потемнения мякоти

проводится по следующей шкале в баллах: 9 - слабое изменение цвета, 5 - среднее окрашивание, 3 - сильное окрашивание, 1 - очень сильное темное окрашивание.

Помимо учета фенологических и биометрических показателей нами проводились следующие агрофизические и агрохимические анализы.

1. Определение влажности почвы на всех вариантах проводились термостатно – весовым методом.

2. Плотность почвы определялась отбором почвенных образцов в естественном сложении в 5...6 кратной повторности послойно почвенным буром конструкции Качинского.

3. Количество подаваемой воды на поле учитывали с помощью дождемеров Ф.Ф. Давитая, которые размещали через 5 м захвата по ширине опытного участка в трех кратной повторности.

4. Среднесуточное водопотребление, а также затраты воды на образование 1 т урожая определились расчетным методом Костякова А.Н. [65].

5. Площадь листьев определяли методом «высечек». Для этого использовали пластинку 10x10 см. Расчет велся методом пропорции.

6. Учет густоты стояния растения проводился в период полных всходов и перед уборкой урожая.

7. Плотность почвы

8. Запасы почвенной влаги вычисляли исходя из плотности и полевой влажности почвы.

9. Расчет суммарного водопотребления посевов проводили методом водного баланса по уравнению Костякова А.Н.

10. Коэффициент водопотребления посева рассчитывали:

$$K = E/Y$$

Где K – коэффициент водопотребления, м³/т;

E – суммарное водопотребление, м³/га;

Y – урожайность т/га.

11. Влагозапасы активного слоя почвы определялись по формуле:

$$W = \frac{(H \cdot B \cdot d)}{10}$$

Где Н – общая глубина расчетного слоя, м;

В – влажность почвы в слое, %;

d – плотность почвы т/м³.

12. Количество осадков, выпавших в течение вегетационного периода, учитывалось по измерениям метеостанции.

13. Плотность твердой фазы почвы определяли пикнометрическим методом.

14. Микроагрегатный анализ почвы проводили методом пипетки по С.В. Астапову.

15. Макроагрегатный анализ методом качания сит по Н.М. Бишкееву.

16. Засорённость определяли количественным методом.

17. Уборку урожая проводили отдельно по каждой делянке.

18. Экономическая эффективность возделывания картофеля рассчитывалась по общепринятой методике.

4. УСЛОВИЯ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

4.1 Прохождение фенологических фаз

Дата посадки картофеля зависела от накопления активных температур воздуха выше 10°C.

Сроки посадки картофеля колебались от конца второй декады до середины третьей декады апреля по мере прогревания почвы до 6-8 °С, в зависимости от погодных условий года.

Посадка картофеля проводилась 23 апреля в 2010 году, 18 апреля в 2011 году, 19 апреля в 2012 году и 25 апреля в 2013 году.

Прохождение фенологических фаз зависело не только от погодных условий года, что отразилось в различиях по годам исследований, но и от изучаемых в опыте факторов, то есть от применяемых способов внесения микробиологических удобрений, что нашло своё отражение в вариантах опыта [71].

В 2010 году, в связи с быстрым нарастанием активных температур период «Посадка-всходы» был в среднем на 3 дня короче средних многолетних значений по опыту.

Фаза «Всходы-бутонизация» также была короче среднемноголетних значений по опыту.

Остальные периоды прохождения фенологических фаз в 2010 году практически не отличались от среднемноголетних значений.

Рассматривая прохождение фенологических фаз по вариантам опыта, следует отметить, что обработка клубней способствовала скорейшему прохождению периода «посадка – всходы» растениями картофеля.

В результате исследований было установлено, что обработка клубней микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит в дозе 0,5 л + 0,5 л на 100 литров воды на тонну семенного картофеля в 2010 году ускорило появление всходов на 3 дня.

При внесении азотовита и фосфатовита в почву перед посадкой картофеля в дозе 0,4 л + 0,4 л на 100 литров воды на гектар период «Всходы - бутонизация» был на 2 дня короче, чем на контроле и на 1 день длиннее, чем на вариантах с обработкой клубней.

Совмещение обработки клубней азотовитом и фосфатовитом с внесением их в почву перед посадкой картофеля в 2010 году также ускорило появление всходов на 3 дня.

Началом фазы вегетации считался день, когда данная фаза наступала не менее, чем у 10 % растений, за полное наступление фазы - дата, когда она была отмечена у 75 % растений.

Период «всходы - бутонизация» протекал на всех вариантах одинаково и составлял в 2010 году 17 дней.

В период «бутонизация - цветение» различий в прохождении фенологических фаз между вариантами с обработкой клубней микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит и внесением их в почву перед посадкой по сравнению с контрольным вариантом не было.

На вариантах с внесением биопрепаратов в виде фертигации наблюдалось увеличение продолжительности данного периода на 2 дня.

В период «цветение - клубнеобразование», также как и в период «бутонизация - цветение» различий в прохождении фенологических фаз между вариантами с обработкой клубней микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит и внесением их в почву перед посадкой по сравнению с контрольным вариантом не было.

На вариантах с внесением биопрепаратов азотовит и фосфатовит в виде фертигации также наблюдалось увеличение продолжительности этого периода на 2 дня.

Продолжительность периода «клубнеобразование – техническая спелость» была наименьшей (20 дней) на варианте с внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой, наибольшей (27 дней) на

вариантах с обработкой клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит.

Продолжительность основных фенологических фаз в 2010 году представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Продолжительность основных фенологических фаз в 2010 году, количество дней

Варианты	Посадка-всходы	Всходы-бутонизация	Бутонизация-цветение	Цветение-клубнеобразование	Клубнеобразование - тех. спелость	Посадка - тех. спелость	Всходы - тех. спелость
Контроль	22	17	12	12	24	87	65
Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	19	17	12	12	27	87	68
Внесение препаратов в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	20	17	12	12	26	87	67
Внесение микробиологическими удобрениями в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	22	17	14	14	20	87	65
Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	19	17	12	12	27	87	68
Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	19	17	14	14	23	87	68

Таким образом, продолжительность периода от посадки картофеля до технической спелости в 2010 году равнялась 87 дней.

Продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости на контрольном варианте и на варианте с внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой равнялась 65 дней.

При внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости равнялась 67 дней, при обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, при обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит и внесении данных микробиологических удобрений в почву перед посадкой, а также при обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, внесением данных микробиологических удобрений в почву перед посадкой и внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости равнялась 68 дней что, безусловно, сказалось на фотосинтетическом потенциале, чистой продуктивности фотосинтеза и урожайности картофеля.

Достоверных отличий в прохождении картофелем фенологических фаз по фактору А (предшественники – лук и озимая рожь на сидерат) в 2010 году замечено не было.

В 2011 году посадка картофеля на опытном участке проходила на 5 дней раньше, чем в 2010 году – 18 апреля. Но период от посадки картофеля до всходов по сравнению с 2010 годом был длиннее на 4 дня. Различия по вариантам опыта были аналогичными.

Период «всходы - бутонизация» на всех вариантах длился 17 дней, за исключением вариантов с внесением микробиологических удобрений в почву перед посадкой, на которых этот период составил 18 дней. На первом, втором и третьем вариантах период «бутонизация - цветение» протекал 11 дней, на пятом варианте 12 дней, на четвертом 13 дней и шестом варианте 14 дней.

Таблица 4.2 – Продолжительность основных фенологических фаз в 2011 году,
количество дней

Варианты	Посадка-всходы	Всходы- бутонизация	Бутонизация- цветение	Цветение- клубнеобразование	Клубнеобразование -тех. спелость	Посадка - тех. спелость	Всходы - тех. спелость
Контроль	26	17	11	12	26	92	66
Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	23	17	11	12	29	92	69
Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	24	17	11	12	28	92	68
Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	26	17	13	14	22	92	66
Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	23	18	12	12	27	92	69
Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	23	18	14	14	23	92	69

Период «цветение - клубнеобразование» в 2011 году характеризовался увеличением продолжительности на четвёртом и шестом вариантах на 2 дня по сравнению с остальными вариантами. Продолжительность периода «клубнеобразование – техническая спелость» была наименьшей, как и в 2010 году, на варианте с внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой и составляла 22 дня, наибольшей (29 дней) на варианте с обработкой клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит.

Период от посадки до технической спелости длился 92 дня, что по сравнению с 2010 годом было длиннее на 5 дней, очевидно, это связано с более жаркими погодными условиями в 2010 году.

Продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости на контрольном варианте и на варианте с внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой равнялась 66 дням.

При внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости равнялась 68 дней, при обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, при обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит и внесении данных микробиологических удобрений в почву перед посадкой, а также при обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, внесением данных микробиологических удобрений в почву перед посадкой и внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой продолжительность периода от всходов картофеля до уборки равнялась 69 дней.

Достоверных отличий в прохождении картофелем фенологических фаз по фактору А (предшественники – лук и озимая рожь на сидерат) в 2011 году замечено не было.

2012 год, также как и 2010 год, был жарким, поэтомухождение фенологических фаз было похожим нахождение фенологических фаз в 2010 году.

Посадка картофеля в 2012 году проводилась 19 апреля. Период от посадки до всходов длился в зависимости от способов применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит от 20 до 23 дней.

Период «всходы - бутонизация» продолжался на контрольном варианте и варианте с внесением микробиологических удобрений только в фазу бутонизации 16 дней. Обработка клубней и внесение микробиологических удобрений в почву

перед посадкой картофеля приводило к увеличению выше названного периода на 2 дня.

Период «бутонизация – цветение» был более продолжительным на вариантах с внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой и составлял 15 дней. На остальных вариантах он был короче на 3 дня. Период «цветение-клубнеобразование» протекал аналогично.

Соответственно, период от клубнеобразования до уборки был самым длинным на втором и пятом вариантах, а самым коротким на четвёртом варианте.

Таким образом, продолжительность периода от посадки картофеля до технической спелости в 2012 году составляло 89 дней, что являлось длиннее аналогичного периода в 2010 году на 2 дня и короче аналогичного периода в 2011 году на 3 дня

Продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости на контрольном варианте и на варианте с внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой равнялась 66 дней.

При внесении в почву перед посадкой продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости равнялась 68 дней.

При обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, при обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит и внесением данных микробиологических удобрений в почву перед посадкой, а также при обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, внесением данных микробиологических удобрений в почву перед посадкой и внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости в 2012 году равнялась 69 дней, что очевидно сказалось на фотосинтетическом потенциале, чистой продуктивности фотосинтеза и урожайности картофеля.

Достоверных отличий в прохождении картофелем фенологических фаз по фактору А (предшественники – лук и озимая рожь на сидерат) в 2012 году замечено не было.

Таблица 4.3 – Продолжительность основных фенологических фаз в 2012 году, количество дней

Варианты	Посадка-всходы	Всходы-бутонизация	Бутонизация-цветение	Цветение-клубнеобразование	Клубнеобразование-тех. спелость	Посадка - тех. спелость	Всходы - тех. спелость
Контроль	23	16	12	12	26	89	66
Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	20	18	12	12	27	89	69
Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	21	18	12	12	26	89	68
Внесение препаратов в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	23	16	15	15	20	89	66
Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	20	18	12	12	27	89	69
Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	20	18	15	15	21	89	69

В 2013 году посадка картофеля на опытном участке из-за более позднего прогрева почвы проходила позже, чем во все остальные годы исследований, а именно – 25 апреля.

Период от посадки картофеля до всходов составлял от 22 дней на вариантах с обработкой клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит до 25 дней на контрольном варианте и 24 дня на варианте с внесением

микробиологических удобрений только в фазу бутонизации. Продолжительность периода «всходы – бутонизация» была такой же, как в 2011 году - 17 дней на первых четырёх вариантах и 18 дней на пятом и шестом вариантах.

Период «бутонизация – цветение» протекал быстрее на первых трёх вариантах. На четвёртом и шестом вариантах, то есть там, где вносились микробиологические удобрения в виде фертигации период «бутонизация – цветение» длился на 3 дня длиннее.

Продолжительность периода «цветение – клубнеобразование» в 2013 году колебалась от 12 дней на первом, втором, третьем и пятом вариантах до 14 дней на четвёртом и шестом вариантах.

Период от клубнеобразования до технической спелости занял от 22 дней на четвёртом варианте до 29 дней на втором варианте.

Таким образом, продолжительность периода от посадки картофеля до технической спелости в 2013 году составило 91 день.

Продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости на контрольном варианте было наименьшим и составляло 66 дней.

При внесении препаратов в виде фертигации в фазу бутонизации продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости равнялась 67 дней.

При обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, при обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит перед посадкой, а также при обработке клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, внесением данных микробиологических удобрений в почву перед посадкой и внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости в 2013 году было наибольшим и составляло 69 дней.

Таблица 4.4 – Продолжительность основных фенологических фаз в 2013 году,
количество дней

Варианты	Посадка-всходы	Всходы- бутонизация	Бутонизация- цветение	Цветение- клубнеобразование	Клубнеобразование - тех. спелость	Посадка - тех. спелость	Всходы - тех. спелость
Контроль	25	17	11	12	26	91	66
Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	22	17	11	12	29	91	69
Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	23	17	11	12	28	91	68
Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	24	17	14	14	22	91	67
Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	22	18	12	12	27	91	69
Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	22	18	14	14	23	91	69

Достоверных отличий в прохождении картофелем фенологических фаз по фактору А (предшественники – лук и озимая рожь на сидерат) в 2013 году также замечено не было.

Из таблицы 4.5 следует, что продолжительность периода от посадки картофеля до всходов в среднем за 4 года исследований составляла на контрольном варианте 24 дня, при обработке клубней микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит в дозе по 0,5 литра на 100 литров воды и на

тонну семенных клубней продолжительность периода от посадки картофеля до всходов была на 3-4 дня короче.

Таблица 4.5 – Продолжительность основных фенологических фаз, среднее за 2010-2013 гг., количество дней

Варианты	Посадка-всходы	Всходы-бутонизация	Бутонизация-цветение	Цветение-клубнеобразование	Клубнеобразование-тех. спелость	Посадка-тех. спелость	Всходы - тех. спелость
Контроль	24	17	11	12	25	89	65
Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	21	17	11	12	28	89	68
Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	22	17	11	12	27	89	67
Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	23	17	14	14	21	89	66
Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	20	18	12	12	27	89	69
Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	21	18	14	14	22	89	68

Фаза «всходы – бутонизация» укладывалась на всех вариантах в 17-18 дней. Период «бутонизация – цветение» был наибольшим на вариантах, на которых проводилось внесение микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой и составлял 14 дней. На остальных вариантах данный период протекал быстрее на 2-3 дня.

Продолжительность периода «цветение – клубнеобразование» варьировало от 12 до 14 дней.

Продолжительность периода «клубнеобразование – техническая спелость» в среднем за годы исследований была наименьшей (21 день) на варианте с внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой, наибольшей (28 дней) на вариантах с обработкой клубней микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит.

В результате было установлено, что продолжительность периода от посадки картофеля до технической спелости в среднем составляло 89 дней.

Продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости на контрольном варианте было наименьшим, и в среднем за 2010-2013 годы равнялась 65 дням.

При внесении микробиологических удобрений в виде фертигации в фазу бутонизации продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости составляло 66 дней.

Внесение микробиологических удобрений перед посадкой картофеля приводило к увеличению периода «всходы – техническая спелость» до 67 дней.

При обработке клубней микробиологическими удобрениями азотовит, фосфатовит и при обработке клубней микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит, внесением данных микробиологических удобрений в почву перед посадкой и внесением микробиологических удобрений в виде фертигации с поливной водой продолжительность периода от всходов картофеля до технической спелости составляло 68 дней.

Самым наибольшим данный период в среднем за годы исследований был на варианте с обработкой клубней микробиологических удобрений и внесением их в почву перед посадкой картофеля и составлял 69 дней.

Кроме этого следует отметить, что отличий в прохождении картофелем фенологических фаз по фактору А (предшественники – лук и озимая рожь на сидерат) за все годы исследований замечено не было.

4.2 Динамика влажности почвы и распределение поливов

Урожайность картофеля определяется множеством условий, которые складываются в течение вегетационного периода. Следовательно, называемый благоприятный режим орошения, обеспечивающий наивысший урожай растений, является величиной переменной, зависящей от особенностей окружающей среды и определенного взаимодействия регулируемых условий [7].

С изменением внешних факторов и уровня планируемой урожайности соответственно должен меняться и водный режим почвы [46, 72].

По данным Алпатьева А.М. нижний уровень оптимума увлажнения почвы для картофеля, в зоне прохладного лета, может достигать до 65 % НВ. По мнению Багрова М.Н. в различных почвенно-климатических условиях может быть разный режим увлажнения картофеля. В аридных районах от начала вегетации до окончания фазы клубнеобразования необходим предполивной уровень увлажнения почвы не ниже 70 % НВ, во влажных – 70...75 % НВ [5].

Для оптимизации водного режима рекомендуется выдерживать дифференцированный, в соответствии с фазами роста и развития картофеля, режим увлажнения почвы. На современном этапе пока нет единого суждения, в какие из фаз без ущерба для урожайности, можно уменьшать предполивной порог увлажнения почвы [1, 13, 89].

Существуют разные мнения по назначению нижнего уровня предполивной влажности почвы при возделывании картофеля. В каждом отдельном случае даются указания для определенных почвенно-климатических условий. Повсеместное применение однотипных указаний, в силу определенных различий всего комплекса природных условий, характерных для каждого региона выращивания культуры, было бы неправильно [27, 35, 126].

Следовательно, в регионах, отличающихся по ряду почвенных, климатических, гидрогеологических и гидрологических условий, на примере проведенных исследований, требуется устанавливать свои допустимые границы

уменьшения предполивного уровня увлажнения почвы, при котором возможно получить планируемую продуктивность картофеля [91, 142].

В настоящее время весьма весомый вклад в производство картофеля в Волгоградской области вносят фермерские хозяйства, которые придают большое значение выбору экологически безопасных технологий и технических средств полива, к которым относится капельное орошение. Этот способ полива позволяет поддерживать в почве оптимальный водно-воздушный режим (без поверхностного и глубинного способов оросительной воды), при котором необходимое увлажнение почвы и поддержание его оптимального уровня в течение вегетационного периода обеспечивают получение экономически оправданных урожаев картофеля в пределах 60-80 т/га [24, 25].

Немаловажное значение приобретал и тот момент, что ранние поливы вызывали активное развитие корневой массы в верхних горизонтах почвы [37].

В наших опытах режим орошения при возделывании картофеля был дифференцированным, при котором первый период всходы – бутонизация предполивно-влажность равнялась 65 %, во второй период бутонизация – клубнеобразование 90 % и в третий период клубнеобразование – техническая спелость 75 %.

Уровень влажности почвы и поливной режим картофеля в годы исследований имели свои особенности, которые определялись изменением водопотребления в зависимости от погодных условий и формирования урожая. Сроки начала поливов в опытах определялись запасами влаги в почве на день полива и погодными условиями.

При очень быстром иссушении верхнего горизонта почвы, слаборазвитая корневая масса картофеля не успевала восполнение образовавшегося недостатка влаги и растения снижали прирост. В последующий период, даже при достаточном увлажнении почвы, не компенсировались убыль сухой массы растениями на первых стадиях их развития [113].

Количество поливов по периодам роста картофеля и оросительные нормы приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Количество поливов в период вегетации картофеля, шт.

Годы	Периоды роста			Кол-во поливов за вегетацию	Оросительная норма, м ³ /га
	Всходы - бутонизация	Бутонизация – клубне- образование	Клубнеобразо- вание уборка		
	65 %	90 %	75 %		
2010	5/300	8/180	6/250	19	4440
2011	5/300	7/180	6/250	18	4260
2012	4/300	7/180	6/250	17	3960
2013	4/300	7/180	5/250	16	3710
Ср.	4/300	8/180	6/250	18	4092

Из данной таблицы видно, что количество поливов в период вегетации картофеля в годы исследований изменялось от 16 штук в 2013 году до 19 штук в 2010 году.

В период «всходы – бутонизация» поливная норма равнялась 300 м³/га, в период «бутонизация – клубнеобразование» она снижалась до 180 м³/га, а затем в период «клубнеобразование уборка» приподнималась до 250 м³/га.

Оросительная норма в зависимости от погодных условий достигала от 3710 м³/га в 2013 году до 4440 м³/га в 2010 году.

Картофель в период от всходов до бутонизации в среднем за годы исследований потреблял 33 % общего расходования воды за период вегетации, от бутонизации до клубнеобразования – 30 %, от клубнеобразования до уборки – 37 %.

4.3 Коэффициенты водопотребления

Для оценки эффективности использования возделываемыми на орошаемых участках культурными растениями влаги применяется коэффициент водопотребления, который представляет собой отношение эвапотранспирации к урожайности сельскохозяйственных культур.

Расход влаги на единицу урожая зависит от многих факторов – способов орошения, почвенно-климатических условий, применяемой технологии возделывания.

Для одной и той же культуры в одной и той же почвенно-климатической зоне коэффициент водопотребления может изменяться в очень широких пределах. При одинаковых расходах влаги (одном поливном режиме) с ростом продуктивности культуры затраты воды на получение единицы урожая снижаются в обратно пропорциональной зависимости и поливная вода используется более эффективно.

Приходная часть водного баланса состоит не только из поливной воды, но из запасов почвенной влаги весной и осадков, выпадающих во время вегетационного периода картофеля. Поэтому суммарное водопотребление и структура эвапотранспирации в наших исследованиях по годам была разной.

В 2010 году весенние запасы почвенной влаги составляли 172 м³/га, или 3,1%, осадки 943 м³/га, или 17,0%, суммарное водопотребление 5555 м³/га.

В 2011 году весенние запасы почвенной влаги составляли 224 м³/га, или 4,0%, осадки 1164 м³/га, или 20,6%, суммарное водопотребление 5648 м³/га.

В 2012 году весенние запасы почвенной влаги составляли 195 м³/га, или 4,1%, осадки 667 м³/га, или 13,8%, суммарное водопотребление 4822 м³/га.

В 2013 году весенние запасы почвенной влаги составляли 237 м³/га, или 4,5%, осадки 1311 м³/га, или 24,9%, суммарное водопотребление 5258 м³/га.

В среднем за 4 года исследований весенние запасы почвенной влаги составляли 207 м³/га, или 3,9%, осадки 1021 м³/га, или 19,2%, суммарное водопотребление 5320 м³/га.

Таблица 4.7 - Коэффициент водопотребления посевами картофеля по вариантам опыта в среднем за 2010-2013 гг.

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Урожа йность, т/га	Суммарное водопотребле ние, м ³ /га	Коэффициент водопотребле ния, м ³ /т
Лук	Контроль	30,5	5320	174,4
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	43,9	5320	121,2
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	40,9	5320	130,1
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	37,1	5320	143,4
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	44,9	5320	118,5
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	48,0	5320	110,8
Озимая рожь на сидерат	Контроль	33,4	5320	159,3
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	52,2	5320	101,9
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	51,2	5320	103,9
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	47,7	5320	111,5
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	55,7	5320	95,5
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	57,2	5320	93,0

Во все годы исследований с 2010 по 2013 гг. экономнее всего расходовалась почвенная влага после предшественника озимая рожь на сидерат, коэффициент водопотребления картофеля сорта Импала в зависимости от технологий внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит равнялся 93,0-174,4 м³/т.

Экономия почвенной влаги на образование одной тонны урожая картофеля сорта Импала на данных вариантах по сравнению с вариантами по предшественнику лук составляла 15,1-17,8 м³/т.

По вариантам технологий внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит наименьшие коэффициенты водопотребления картофеля отмечены при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

Наибольшие коэффициенты водопотребления получались на контрольных вариантах без внесения микробиологических удобрений.

Самый наименьший коэффициент водопотребления в среднем за годы исследований наблюдался на варианте предшественника озимой ржи на сидерат при обработке микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составлял 93,0 м³/т.

Наибольший коэффициент водопотребления картофеля в среднем за годы исследований наблюдался на делянках с предшественником лук без применения микробиологических удобрений и составлял 174,4 м³/т., то есть на 53,3 % больше, чем на варианте предшественника озимой ржи на сидерат при обработке микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит клубней + внесением их в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

Таким образом, наилучшие предшественники и оптимальное применение бактериальных удобрений значительно увеличивают продуктивность посевов картофеля, уменьшают коэффициент водопотребления и благоприятствуют более продуктивному использованию влаги.

4.4 Засорённость посевов картофеля

Сорные растения, как правило, значительно уменьшают урожайность сельскохозяйственных культур, в том числе и картофеля [4, 50, 68, 73].

В таблице 4.8 представлены данные наличия сорняков в посадках картофеля в зависимости от режима орошения и доз микробиологических удобрений в условиях капельного орошения.

Таблица 4.8 – Засоренность картофеля в зависимости от предшественников и методов применения микробиологических удобрений, шт/м²

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	2010 г	2011 г	2012 г	2013 г	Средн ее
Лук	Контроль	5,2	8,4	6,1	9,6	7,3
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	7,1	10,0	8,4	12,2	9,4
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	8,4	13,5	9,0	14,2	11,3
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	6,2	9,4	7,1	11,2	8,4
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	9,0	11,5	10,2	13,1	10,9
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	10,4	12,1	10,0	14,6	11,7
Озимая рожь на сидерат	Контроль	3,8	6,7	4,8	7,9	5,8
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	4,2	7,5	6,3	8,3	6,5
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	6,4	8,1	7,5	9,2	7,8
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	5,0	7,2	6,2	8,1	6,6
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	7,2	9,6	7,4	10,4	8,6
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	9,0	9,4	8,5	10,7	9,4

Из приведенных в таблице 4.8 данных видно, что засорённость картофеля, которая замерялась в фазу бутонизации, менялась по годам исследований и по факторам жизнеобеспеченности, изучаемых в наших опытах, то есть, в зависимости от предшественников и технологий внесения микробиологических удобрений была различной.

Наименьшее количество сорняков в посевах картофеля наблюдалось в 2010 и 2012 годах, когда в период вегетации картофеля выпадало наименьшее количество осадков.

Наибольшее количество сорных растений наблюдалось в 2011 и 2013 годы, когда количество осадков, выпавших в вегетационный период картофеля, было максимальным.

По предшественникам было замечено, что наименьшее количество сорных растений произрастало в фазу бутонизации картофеля на делянках после озимой ржи на сидерат, и составляло в среднем за 2010-2013 годы исследований от 5 до 9 штук на квадратный метр в зависимости от технологий внесения микробиологических удобрений.

На делянках картофеля по предшественнику лук в среднем за 2010-2013 годы исследований количество сорняков было на 2-4 шт. на кв. метре больше.

То есть можно сделать вывод о том, что озимая рожь за счёт своей большой вегетативной массы, длительного периода вегетации, начинающегося ещё осенью предшествующего года и распределения растений по всей площади участка, лучше, чем лук подавляет сорняки.

Увеличение количества сорных растений на делянках с несколькими обработками микробиологическими удобрениями объясняется созданием лучших условий на данных вариантах для развития не только культурных растений, но и сорных.

На поливных участках для уничтожения сорняков требуется от 150 до 700 чел.час/га.

Все проблемы с засорённостью посадок картофеля в разных условиях нельзя рассматривать по какой-то одной схеме, и нельзя решать одними и теми же методами.

В КФХ Леденёва А.М. для борьбы с сорной растительностью используют сочетание агротехнических и химических методов.

В первую очередь применяют севооборот с чередующимися культурами сорозасорителями и сороочистителями, культурами различных вегетационных

периодов, схем посадки и посева. В виде основной обработки почвы используется вспашка с оборотом пласта оборотными плугами фирмы Лемкен.

Обработку гербицидами глифосатной группы проводят осенью за 3-4 недели до основной обработки почвы. Весной вносится гербицид Стомп.

4.5 Микробиологическая активность

Одним из методов определения интенсивности микробиологических процессов является использование льняных полотен. Интенсивность разложения полотна позволяет вести контроль над активностью микробиологических процессов в зависимости от изучаемых приемов. Полотна закладывались на всех делянках с вариантами по режимам орошения и применения микробиологических удобрений.

Определение микробиологической активности происходило 3 раза за сезон – в фазу ветвления картофеля, в фазу цветения и в фазу клубнеобразования в слое почвы 0-0,4 м. В результате проведенных исследований было установлено, что предшественники картофеля не существенно влияли на процент распада льняного полотна. Разница между вариантами по годам исследований за период от всходов до клубнеобразования составляла от 3 до 8 %, минимальным распад льняного полотна в среднем за 4 года исследований был на вариантах, на которых предшественником картофеля в севообороте выступал лук, максимальным на вариантах, на которых в виде предшественника использовалась озимая рожь на сидерат.

Разница между вариантами различного применения микробиологических удобрений была более очевидной. Интенсивность разложения льняного полотна в среднем за годы исследований с 2010 по 2013 гг. была наибольшей на варианте, где проводилась обработка клубней картофеля и двукратное внесение микробиологических удобрений, т.е. перед посевом и в фазу бутонизации. Процент разложения полотна по предшественнику лук на этом варианте за период

всходы – бутонизация в среднем составил – 25,9 %, по предшественнику озимая рожь на сидерат – 28,7 %. За период всходы – цветение по предшественнику лук – 42,8 %, по предшественнику озимая рожь на сидерат – 48,4 %. За период всходы – клубнеобразование по предшественнику лук 63,2 %, по предшественнику озимая рожь на сидерат – 71,4 %.

Самым низким распад льняного полотна во все годы проведения исследований наблюдался на контрольном варианте и составлял в среднем за 2010-2013 гг. за период всходы – бутонизация по предшественнику лук – 21,2 %, по предшественнику озимая рожь на сидерат 24,1 %. За период всходы – цветение по предшественнику лук – 34,1 %, по предшественнику озимая рожь на сидерат 38,7 %. За период всходы – клубнеобразование по предшественнику лук 47,5 % по предшественнику озимая рожь на сидерат 54,9 %.

Кроме этого было отмечено, что обработка клубней микробиологическими удобрениями практически не приводила к увеличению биологической активности почвы.

На вариантах с внесением микробиологических удобрений в фазу бутонизации начинало увеличивать активность почвы, начиная с фазы клубнеобразования.

Биологическая активность почвы в слое 0-0,4 м в среднем за 2010-2013 годы исследований отражена в таблице 4.9.

Таблица 4.9 – Биологическая активность почвы в зависимости от предшественников и методов применения микробиологических удобрений в среднем за 2010-2013 гг, % распада льняного полотна

Предшественники	Методы внесения микробиологических удобрений	всходы – ветвление	всходы – цветение	всходы – клубнеобразование
Лук	Контроль	21,2	34,1	47,5
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	21,5	34,3	47,9
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	23,8	38,9	54,1
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	21,4	34,9	55,7
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	25,6	41,3	54,6
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	25,9	42,8	63,2
Озимая рожь на сидерат	Контроль	24,1	38,7	54,9
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф /т	24,5	39,0	55,3
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	26,2	42,8	64,5
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	24,3	39,6	67,2
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	28,1	47,3	66,0
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	28,7	48,4	71,4

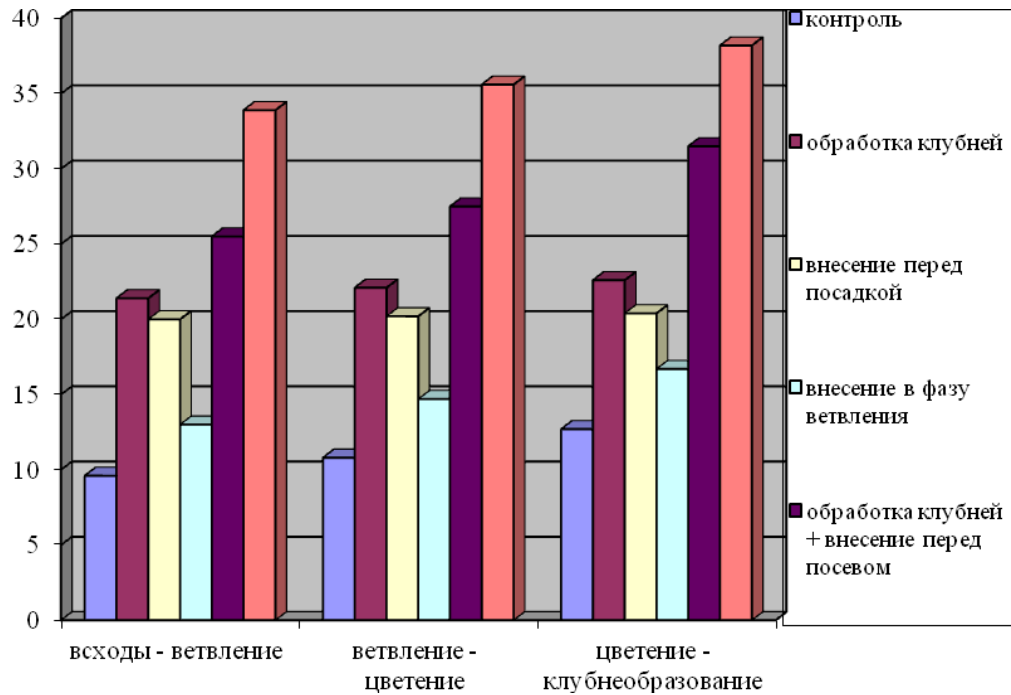


Рисунок 1 - Биологическая активность почвы в зависимости от методов применения микробиологических удобрений в среднем за 2010-2013 гг, шт/м²



Рисунок 2 - Закладка льняных полотен

4.6 Питательный режим

Количество подвижных форм азота, фосфора и калия в почве непостоянно и зависит от многих факторов, в том числе от предшественников и от внесения микробиологических удобрений [10, 34, 38, 39, 48, 116].

В 2010 году наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 31,2 до 37,6 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений. На делянках по предшественнику лук содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, было на 9,3-10,2 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше. Наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, - от 27,4 до 37,6 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. Наименьшее содержание легкогидролизуемого азота наблюдалось на контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений и было на делянках по предшественнику лук 21,9 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат 31,2 мг/кг почвы.

В 2011 году наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, было также на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 34,5 до 40,6 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений. На делянках по предшественнику лук содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, было на 10,5-10,8 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше. Наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, - от 30,1 до 40,6 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических

удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. Наименьшее содержание легкогидролизуемого азота наблюдалось на контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений и было на делянках по предшественнику лук 23,7 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат 34,5 мг/кг почвы.

В 2012 году наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 31,8 до 38,2 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений. На делянках по предшественнику лук содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, было на 9,7-10,3 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше. Наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, - от 27,9 до 38,2 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений, на делянках по предшественнику лук было на 6,4 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат на 5,8 мг/кг почвы меньше.

В 2013 году наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 34,7 до 40,9 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений. На делянках по предшественнику лук содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, было на 8,4-10,6 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше.

Таблица 4.10 – Содержание легкогидролизуемого азота в слое 0-0,3 м в зависимости от предшественников и методов применения микробиологических удобрений, мг/кг почвы

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	2010 г	2011 г	2012 г	2013 г	Ср.
Лук	Контроль	21,9	23,7	22,1	24,1	22,9
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	22,0	23,7	22,3	24,0	23,0
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	25,7	28,0	26,0	29,6	27,3
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	24,6	26,5	25,4	27,9	26,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	25,9	28,4	26,8	31,0	28,0
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	27,4	30,1	27,9	32,5	29,4
Озимая рожь на сидерат	Контроль	31,2	34,5	31,8	34,7	33,0
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	31,2	34,7	32,0	34,6	33,1
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	35,7	38,0	36,3	38,5	37,1
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	33,4	37,2	34,9	37,9	35,8
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	36,2	39,4	37,8	40,2	38,4
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	37,6	40,6	38,2	40,9	39,3

Наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, - от 32,5 до 40,9 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений, на делянках по

предшественнику лук было на 8,4 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат на 6,2 мг/кг почвы меньше.

Таким образом, в среднем за 2010-2013 годы исследований наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 33,0 до 39,3 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений.

На делянках по предшественнику лук содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, было на 9,9-10,1 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше.

Наибольшее содержание легкогидролизуемого азота в почве, определяемое по методу Корнфилда, - от 29,4 до 39,3 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений.

На контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений, на делянках по предшественнику лук было на 6,5 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат на 6,3 мг/кг почвы меньше.

Увеличение азота в почвенном слое 0-0,3 м на вариантах после предшественника озимая рожь на сидерат объясняется пополнением органической части почвы на данных вариантах.

Увеличение азота в почве на вариантах с применением микробиологических удобрений объясняется повышением микробиологической активности почвы на данных вариантах.

В 2010 году наибольшее содержание фосфора в почве, определяемое по Мачигину, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 25,1 до 30,3 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений.

На делянках по предшественнику лук содержание фосфора в почве было на 4,2-3,8 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше.

Наибольшее содержание фосфора в почве - от 24,3 до 28,1 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений.

Наименьшее содержание фосфора наблюдалось на контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений и было на делянках по предшественнику лук 20,2 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат 24,6 мг/кг почвы.

В 2011 году наибольшее содержание фосфора в почве, определяемое по Мачигину, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 26,5 до 29,8 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит.

На делянках по предшественнику лук содержание фосфора в почве было на 4,6-4,8 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше.

Наибольшее содержание фосфора в почве - от 25,0 до 29,8 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений.

На контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений, на делянках по предшественнику лук фосфора было на 4,6 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат на 4,8 мг/кг почвы меньше.

В 2012 году наибольшее содержание фосфора в почве, определяемое по Мачигину, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 24,9 до 28,5 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений.

На делянках по предшественнику лук содержание фосфора в почве было на 4,3-4,7 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше.

Наибольшее содержание фосфора в почве - от 23,8 до 28,5 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений.

На контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений, на делянках по предшественнику лук фосфора было на 3,2 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат на 3,6 мг/кг почвы меньше.

В 2013 году наибольшее содержание фосфора в почве, определяемое по Мачигину, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 26,9 до 30,3 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений.

На делянках по предшественнику лук содержание фосфора в почве было на 4,9-5,2 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше.

Наибольшее содержание фосфора в почве - от 25,1 до 30,3 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений.

На контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений, на делянках по предшественнику лук фосфора было на 3,1 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат на 3,4 мг/кг почвы меньше.

Таблица 4.11 – Содержание фосфора в слое 0-0,3 м в зависимости от предшественников и методов применения микробиологических удобрений, мг/кг ПОЧВЫ

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	2010 г	2011 г	2012 г	2013 г	Ср.
Лук	Контроль	20,2	21,9	20,6	22,0	21,2
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	20,3	22,0	20,6	22,1	21,2
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	22,6	23,1	21,7	24,0	22,8
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	21,5	22,4	21,0	23,2	22,0
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	23,9	24,2	22,9	24,6	23,9
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	24,3	25,0	23,8	25,1	24,5
Озимая рожь на сидерат	Контроль	24,6	26,5	24,9	26,9	25,7
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	24,6	26,6	24,9	27,1	25,8
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	26,8	27,9	26,7	28,9	27,6
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	25,6	27,0	25,8	28,2	26,6
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	27,4	28,9	27,6	29,4	28,3
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	28,1	29,8	28,5	30,3	29,2

Таким образом, в среднем за 2010-2013 годы исследований наибольшее содержание подвижного фосфора в почве, определяемое по Мачигину, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 25,7 до 29,2 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений. На делянках по предшественнику лук содержание подвижного фосфора в почве было на 4,5-4,7 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше. Наибольшее содержание подвижного фосфора в почве - от

24,5 до 29,2 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений, на делянках по предшественнику лук подвижного фосфора было на 3,3 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат на 3,5 мг/кг почвы меньше.

В 2010 году наибольшее содержание обменного калия в почве, определяемое по Мачигину, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 334 до 368 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений. На делянках по предшественнику лук содержание обменного калия в почве было на 6-12 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше. Наибольшее содержание обменного калия в почве - от 356 до 368 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. Наименьшее содержание обменного калия наблюдалось на контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений и было на делянках по предшественнику лук 328 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат 334 мг/кг почвы.

В 2011 году наибольшее содержание обменного калия в почве, определяемое по Мачигину, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 346 до 372 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений. На делянках по предшественнику лук содержание обменного калия в почве было на 8-10 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше. Наибольшее содержание обменного калия в почве - от 362 до 372 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических

удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений, на делянках по предшественнику лук обменного калия было на 24 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат на 26 мг/кг почвы меньше.

В 2012 году наибольшее содержание обменного калия в почве, определяемое по Мачигину, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 345 до 360 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений. На делянках по предшественнику лук содержание обменного калия в почве было на 7-10 мг/кг почвы, в зависимости от микробиологических удобрений, меньше. Наибольшее содержание обменного калия в почве - от 350 до 360 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений, на делянках по предшественнику лук обменного калия было на 12 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат на 15 мг/кг почвы меньше.

В 2013 году наибольшее содержание обменного калия в почве, определяемое по Мачигину, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 356 до 380 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений. На делянках по предшественнику лук содержание обменного калия в почве было на 12-15 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше.

Таблица 4.12 – Содержание обменного калия в слое 0-0,3 м в зависимости от предшественников и методов применения микробиологических удобрений, мг/кг почвы

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	2010 г	2011 г	2012 г	2013 г	Ср.
Лук	Контроль	328	338	338	344	337
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	330	338	339	345	338
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	342	351	344	356	348
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	340	346	342	354	345
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	348	356	346	359	352
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	356	362	350	365	358
Озимая рожь на сидерат	Контроль	334	346	345	356	345
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	334	347	346	356	346
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	346	359	353	369	357
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	344	355	350	364	353
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	357	364	356	374	363
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	368	372	360	380	370

Наибольшее содержание обменного калия в почве - от 365 до 380 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений, на делянках по предшественнику лук обменного калия было на 21 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат на 24 мг/кг почвы меньше.

Таким образом, в среднем за 2010-2013 годы исследований наибольшее содержание обменного калия в почве, определяемое по Мачигину, было на делянках картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат – от 345 до 370 мг/кг почвы в зависимости от применения микробиологических удобрений. На делянках по предшественнику лук содержание обменного калия в почве было на 8-12 мг/кг почвы, в зависимости от применения микробиологических удобрений, меньше. Наибольшее содержание обменного калия в почве - от 358 до 370 мг/кг почвы в зависимости от предшественников было на вариантах при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На контрольных вариантах без применения микробиологических удобрений, на делянках по предшественнику лук обменного калия было на 21 мг/кг почвы и по предшественнику озимая рожь на сидерат на 24 мг/кг почвы меньше.

Таким образом, во все четыре года исследований с 2010 по 2013 гг., независимо от используемых предшественников лука и озимой ржи на сидерат, а также от системы применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, хотя значения легкогидролизуемого азота, подвижного фосфора и обменного калия, отличались по годам и вариантам опыта, но находились в одной группе по степени обеспеченности: по азоту – очень низкая; по фосфору – средняя; по калию – повышенная.

5. ПРОДУКТИВНОСТЬ И СТРУКТУРА УРОЖАЯ КАРТОФЕЛЯ

5.1 Особенности формирования морфологических признаков

Для положительной рентабельности производства большое практическое значение имеет правильный подбор технологий возделывания картофеля с учетом биологических свойств и длительности вегетационного периода, требуемого для полного вызревания [140, 153, 154]. На величину урожая клубней непосредственное влияние оказывает сформировавшаяся масса ботвы и число листьев [51].

Исследованиями Митрофанова Ю.И., Артёмьева А.Е., Лапушкиной В.Н., Смирнова Н.А. установлено, что количество стеблей, получаемых с одного клубня, в значительной мере зависит от сортовых особенностей картофеля, предпосадочной подготовки семян и других факторов. Вместе с тем, реализация продукционного потенциала посадочного материала может зависеть от выбранной технологии выращивания картофеля, схемы размещения клубней и площади питания растений [82].

Проведенные нами фенологические наблюдения за главными морфологическими признаками сорта Импала на капельном орошении в условиях Волго-Донского междуречья показали, что предшественники и различные методы применения микробиологических удобрений по-разному формировали растительную биомассу, а это в конечном результате и отражалось на величине урожайности картофеля.

В 2010 году высота растений картофеля в фазу цветения по предшественнику «Лук» варьировала от 0,45 до 0,50 м. Минимальной она была на контрольном варианте, максимальной на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» высота растений картофеля в фазу цветения на контрольном варианте была 0,46 м, на варианте при

применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 0,55 м.

Число основных стеблей на растении по предшественнику «Лук» колебалось от 2,7 шт. на контрольном варианте до 3,1шт. на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений, по предшественнику озимая рожь на сидерат число основных стеблей было на 0,2-0,3 шт. больше (табл. 5.1).

Таблица 5.1 – Изменение морфологических показателей картофеля сорта Импала при капельном орошении, 2010 г.

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Биометрические показатели развития растения в фазу цветения			
		высота, м	число основных стеблей, шт.	масса ботвы, г	число листьев, шт.
Лук	Контроль	0,45	2,7	334,6	33,7
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	0,49	2,9	347,4	34,6
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,48	2,9	346,9	34,4
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф / га	0,48	2,8	345,0	34,3
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	0,49	2,9	349,1	34,7
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	0,50	3,1	349,8	35,1
Озимая рожь на сидерат	Контроль	0,46	2,8	342,1	34,1
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	0,52	3,2	352,7	35,5
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф / га	0,51	3,1	350,6	35,2
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,50	3,0	349,3	34,9
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	0,53	3,2	353,5	35,7
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	0,55	3,4	356,8	35,8

Наибольшая масса ботвы накапливалась на вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» и максимальная она была при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 356,8 г., на контрольном варианте масса ботвы была на 14,7 г меньше. На вариантах с предшественником «Лук» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений масса ботвы была 349,8 г., на контрольном варианте на 15,2 г меньше.

Наибольшее число листьев отмечено на вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 35,8 шт., на контрольном варианте на 1,7 штук меньше. На вариантах с предшественником «Лук» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений количество листьев было 35,1 шт., на контрольном варианте на 1,4 шт. меньше.

В 2011 году высота растений картофеля в фазу цветения по предшественнику «Лук» варьировала от 0,55 до 0,59 м. Минимальной она была на контрольном варианте, максимальной на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» высота растений картофеля в фазу цветения на контрольном варианте была также 0,55 м, на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 0,60 м.

Число основных стеблей на растении по предшественнику «Лук» колебалось от 3,4 шт. на контрольном варианте до 3,9 шт. на варианте при

применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений, по предшественнику озимая рожь на сидерат число основных стеблей было на 0,1-0,3 шт. больше (табл. 5.2).

Таблица 5.2 – Изменение морфологических показателей картофеля сорта Импала при капельном орошении, 2011 г.

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Биометрические показатели развития растения в фазу цветения			
		высота м	число основных стеблей, шт.	масса ботвы, г	число листьев, шт.
Лук	Контроль	0,55	3,4	418,1	39,6
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	0,58	3,6	424,6	40,0
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,57	3,6	423,1	39,8
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,56	3,5	422,7	39,7
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	0,58	3,7	425,3	40,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	0,59	3,9	427,2	40,2
Озимая рожь на сидерат	Контроль	0,55	3,5	421,0	39,7
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	0,59	4,1	429,3	40,2
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,59	4,0	428,4	40,2
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,58	3,8	425,4	40,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	0,60	4,2	429,8	40,2
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	0,60	4,2	431,4	40,4

Наибольшая масса ботвы накапливалась на вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» и максимальная она была при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 431,4

г., на контрольном варианте масса ботвы была на 10,4 г меньше. На вариантах с предшественником «Лук» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений масса ботвы была 427,2 г., на контрольном варианте на 9,1 г меньше.

Наибольшее число листьев отмечено на вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 40,4 шт., на контрольном варианте на 0,7 штук меньше. На вариантах с предшественником «Лук» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений количество листьев было 40,2 шт., на контрольном варианте на 0,6 шт. меньше.

В 2012 году высота растений картофеля в фазу цветения по предшественнику «Лук» варьировала от 0,53 до 0,59 м. Минимальной она была на контрольном варианте, максимальной на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» высота растений картофеля в фазу цветения на контрольном варианте была 0,54 м, на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 0,61 м.

Число основных стеблей на растении по предшественнику «Лук» колебалось от 3,0 шт. на контрольном варианте до 3,7 шт. на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений, по предшественнику озимая рожь на сидерат число основных стеблей было на 0,2 шт. больше.

Наибольший вес ботвы накапливался на вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» и максимальным он был при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней +

внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 378,4 г., на контрольном варианте вес ботвы был на 13,2 г меньше. На вариантах с предшественником «Лук» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений вес ботвы был 373,4 г., на контрольном варианте на 12,0 г меньше.

Таблица 5.3 – Изменение морфологических показателей картофеля сорта Импала при капельном орошении, 2012 г.

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Биометрические показатели развития растения в фазу цветения			
		высота, м	число основных стеблей, шт.	масса ботвы, г	число листьев, шт.
Лук	Контроль	0,53	3,0	361,4	37,6
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	0,57	3,5	369,1	38,2
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,56	3,4	367,4	38,2
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,55	3,3	366,0	38,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	0,58	3,6	370,6	38,5
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	0,59	3,7	373,4	39,0
Озимая рожь на сидерат	Контроль	0,54	3,2	365,2	37,9
	Обработка клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	0,59	3,8	375,6	38,8
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,59	3,7	375,2	39,2
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,58	3,7	371,4	38,6
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	0,60	3,9	377,5	39,7
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	0,61	3,9	378,4	39,9

Наибольшее число листьев отмечено на вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 39,9 шт., на контрольном варианте на 2,0 штук меньше. На вариантах с предшественником «Лук» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений количество листьев было 39,0 шт., на контрольном варианте на 1,4 шт. меньше.

В 2013 году высота растений картофеля в фазу цветения по предшественнику «Лук» варьировала от 0,60 до 0,65 м. Минимальной она была на контрольном варианте, максимальной на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» высота растений картофеля в фазу цветения на контрольном варианте была 0,61 м, на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 0,69 м.

Число основных стеблей на растении по предшественнику «Лук» колебалось от 3,8 шт. на контрольном варианте до 4,5 шт. на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений, по предшественнику озимая рожь на сидерат число основных стеблей было на 0,1-0,4 шт. больше.

Наибольшая масса ботвы накапливалась на вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» и максимальная она была при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 449,7 г., на контрольном варианте масса ботвы была на 15,0 г меньше. На вариантах с

предшественником «Лук» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений масса ботвы была 443,0 г., на контрольном варианте на 11,8 г меньше.

Наибольшее число листьев отмечено на вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 44,9 шт., на контрольном варианте на 2,2 штук меньше. На вариантах с предшественником «Лук» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений количество листьев было 43,4 шт., на контрольном варианте на 0,9 шт. меньше.

В среднем за 2010-2013 гг. высота растений картофеля в фазу цветения по предшественнику «Лук» варьировала от 0,53 до 0,58 м. Минимальной она была на контрольном варианте, максимальной на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» высота растений картофеля в фазу цветения на контрольном варианте была 0,54 м, на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 0,61 м.

Число основных стеблей на растении по предшественнику «Лук» колебалось от 3,2 шт. на контрольном варианте до 3,8 шт. на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений, по предшественнику озимая рожь на сидерат число основных стеблей было на 0,1-0,3 шт. больше.

Таблица 5.4 – Изменение морфологических показателей картофеля сорта Импала при капельном орошении, 2013 г.

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Биометрические показатели развития растения в фазу цветения			
		высота, м	число основных стеблей, шт.	масса ботвы , г	число листья в, шт.
Лук	Контроль	0,60	3,8	431,2	42,5
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	0,63	4,1	438,4	43,0
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,63	4,0	436,1	42,9
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,62	3,9	435,6	42,8
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	0,64	4,2	439,1	43,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	0,65	4,5	443,0	43,4
Озимая рожь на сидерат	Контроль	0,61	3,9	434,7	42,7
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	0,66	4,6	446,1	43,5
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,66	4,5	445,2	43,5
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,64	4,4	442,5	43,3
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	0,68	4,7	448,3	43,7
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	0,69	4,9	449,7	44,9

Наибольшая масса ботвы накапливалась на вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» и максимальная она была при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 404,1 г., на контрольном варианте масса ботвы была на 13,4 г меньше. На вариантах с предшественником «Лук» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой

+ обработке в фазу бутонизации растений масса ботвы была 398,4 г., на контрольном варианте на 12,1 г меньше.

Наибольшее число листьев отмечено на вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 40,2 шт., на контрольном варианте на 1,6 штук меньше. На вариантах с предшественником «Лук» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений количество листьев было 39,4 шт., на контрольном варианте на 1,1 шт. меньше.

Таблица 5.5 – Изменение морфологических показателей картофеля сорта Импала при капельном орошении, среднее за 2010-2013 гг.

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Биометрические показатели развития растения в фазу цветения			
		высота	число основных стеблей, шт.	масса ботвы, г	число листьев, шт.
Лук	Контроль	0,53	3,2	386,3	38,3
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	0,57	3,5	394,9	38,9
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,56	3,5	393,4	38,8
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,55	3,4	392,3	38,7
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	0,57	3,6	396,0	39,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	0,58	3,8	398,4	39,4
Озимая рожь на сидерат	Контроль	0,54	3,3	390,7	38,6
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	0,59	3,9	400,9	39,5
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф / га	0,59	3,8	399,8	39,5
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	0,57	3,7	397,1	39,2
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	0,60	4,0	402,2	39,8
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	0,61	4,1	404,1	40,2

Таким образом, использование в виде предшественника при выращивании в зоне светло-каштановых почв Волгоградской области на капельном орошении картофеля озимой ржи на сидерат по сравнению с предшественником «Лук» позволяет увеличивать биометрические показатели развития растения, в частности, высоту растений на 2-5 %, число основных стеблей на 3-8 %, массу ботвы на 2-4 %, число листьев на 1-2 %.

Применение микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений по сравнению с контролем позволяет увеличивать биометрические показатели развития растения, в частности, высоту растений на 9-13 %, число основных стеблей на 18-24 %, массу ботвы на 3-4 %, число листьев на 2-4 %.

5.2 Характеристика фотосинтетической деятельности

В процессе жизнедеятельности растительные организмы максимально используют местные условия окружающей среды для активного роста и своего оптимального развития. Увеличение продуктивности культур возможно только путём наиболее полного удовлетворения потребностей культурных растений для создания условий, при которых фотосинтетическая деятельность растений достигает максимального эффекта [155].

Фотосинтез – это важный в качественном и количественном отношении процесс питания растений. Это первичный синтез богатых энергией органических веществ, служащих пищей для всех живых организмов на земле. 90-95 % органических веществ всего урожая сельскохозяйственных культур образуются именно в листьях в процессе фотосинтеза. Этот процесс служит также источником всей запасаемой в урожае энергии, поглощаемой листьями из потоков солнечного света.

Для оценки фотосинтетической деятельности сельскохозяйственных культур предложены специальные показатели, среди которых наиболее часто используются величина листового аппарата растений (площадь листьев, для картофеля площадь ботвы), биомасса растений, фотосинтетический потенциал и чистая продуктивность фотосинтеза.

Многими учёными установлена прямая связь между величиной площади листьев, биомассой растений, фотосинтетическим потенциалом и урожаем культур.

Расчёт максимальной площади листьев картофеля сорта Импала, проводился в фазу начала клубнеобразования, когда визуально наблюдался наибольший прирост ботвы, в дальнейшем рост ботвы останавливался, и проходило её усыхание.

Изменение максимальной площади листьев картофеля сорта Импала по годам представлено в таблице 5.6.

Таблица 5.6. Максимальная площадь листьев картофеля Импала за годы исследований, тыс. м²/га

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Годы исследований				
		2010	2011	2012	2013	Ср.
Лук	Контроль	37,7	44,3	42,1	47,6	42,9
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	42,6	49,2	47,0	52,9	47,9
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	41,6	48,1	46,2	51,9	47,0
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	40,8	47,2	45,3	50,9	46,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	43,4	50,1	48,1	53,8	48,8
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	44,9	51,4	49,9	55,5	50,4
Озимая рожь на сидерат	Контроль	38,8	45,2	43,2	48,7	44,0
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	46,9	53,0	51,3	57,4	52,1
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	45,7	52,3	51,0	56,5	51,4
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	44,3	50,9	49,0	54,9	49,8
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	47,8	53,8	53,2	58,6	53,3
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	48,7	54,9	54,3	61,0	54,7
НСР ₀₅ по фактору А		0,2				
НСР ₀₅ по фактору В		0,3				
НСР ₀₅ АВ		0,3				
Fф по фактору А		1207,3				
Fф по фактору В		589,7				
Fф АВ		25,8				

В 2010 году из-за сильнейшей воздушной засухи ботва картофеля даже на капельном орошении развивалась не так интенсивно, как в другие годы исследований. Площадь листьев по предшественнику «Лук» варьировала от 37,7 тыс. м²/га на контрольном варианте до 44,9 тыс. м²/га на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений. По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» площадь листьев картофеля Импала в 2010 году была на 1,1-3,8 тыс. м²/га больше по сравнению с аналогичными вариантами применения микробиологических удобрений по предшественнику «Лук». На контрольном варианте площадь листьев достигала 38,8 тыс. м²/га, при внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га она была на 5,5 тыс. м²/га больше, при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га площадь листьев была на 6,9 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте, при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т площадь листьев была на 8,1 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте, при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля площадь листьев была на 9,0 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений площадь листьев была максимальной и достигала 48,7 тыс. м²/га.

В 2011 году площадь листьев по предшественнику «Лук» варьировала от 44,3 тыс. м²/га на контрольном варианте до 51,4 тыс. м²/га на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений. По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» площадь листьев картофеля Импала в 2011 году была на 1,9-3,5 тыс. м²/га больше по сравнению с аналогичными вариантами применения микробиологических удобрений по предшественнику «Лук». На контрольном варианте площадь листьев достигала 45,2 тыс. м²/га, при внесении микробиологических удобрений в

фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га она была на 5,7 тыс. м²/га больше; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га площадь листьев была на 7,1 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т площадь листьев была на 7,8 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля площадь листьев была на 8,6 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений площадь листьев была максимальной и достигала 54,9 тыс. м²/га.

В 2012 году площадь листьев по предшественнику «Лук» варьировала от 42,1 тыс. м²/га на контрольном варианте до 49,9 тыс. м²/га на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений. По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» площадь листьев картофеля Импала в 2012 году была на 1,1-4,4 тыс. м²/га больше по сравнению с аналогичными вариантами применения микробиологических удобрений по предшественнику «Лук». На контрольном варианте площадь листьев достигала 43,2 тыс. м²/га, при внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га она была на 5,8 тыс. м²/га больше; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га площадь листьев была на 7,8 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т площадь листьев была на 8,1 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля площадь листьев была на 10,0 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений площадь листьев была максимальной и достигала 54,3 тыс. м²/га.

В 2013 году ботва картофеля развивалась более интенсивно, чем в другие годы исследований. Площадь листьев по предшественнику «Лук» варьировала от 47,6 тыс. м²/га на контрольном варианте до 55,5 тыс. м²/га на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений. По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» площадь листьев картофеля Импала в 2013 году была на 1,1-5,5 тыс. м²/га больше по сравнению с аналогичными вариантами применения микробиологических удобрений по предшественнику «Лук». На контрольном варианте площадь листьев достигала 48,7 тыс. м²/га, при внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га она была на 6,2 тыс. м²/га больше; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га площадь листьев была на 7,8 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней препаратами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т площадь листьев была на 8,7 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля площадь листьев была на 9,9 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений площадь листьев была максимальной и достигала 61,0 тыс. м²/га.

В среднем за годы исследований с 2010 по 2013 гг. площадь листьев по предшественнику «Лук» в среднем была от 42,9 тыс. м²/га на контрольном варианте до 50,4 тыс. м²/га на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений. По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» площадь листьев была на 1,1-4,3 тыс. м²/га больше по сравнению с аналогичными вариантами применения микробиологических удобрений по предшественнику «Лук». На контрольном варианте площадь листьев в среднем за годы исследований была 44,0 тыс. м²/га, при внесении

препаратов в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га она была на 5,8 тыс. м²/га больше; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га площадь листьев была на 7,4 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т площадь листьев была на 8,1 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля площадь листьев была на 9,3 тыс. м²/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений площадь листьев была максимальной и достигала 54,7 тыс. м²/га.

Биомасса растений картофеля также различалась по годам исследований, предшественникам и методам внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит.

Изменение сухой биомассы растений картофеля сорта Импала представлено в таблице 5.7.

В 2010 году сухая биомасса растений картофеля сорта Импала в наших исследованиях, проводимых на капельном орошении в условиях Городищенского района Волгоградской области была самой низкой из всех 4 лет исследований. Самой низкой она была на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и в среднем по повторностям составляла 5,0 т/га. Максимальной биомасса в 2010 году была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 9,6 т/га.

Таблица 5.7. Сухая биомасса растений картофеля Импала
за годы исследований, т/га

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Годы исследований				
		2010	2011	2012	2013	Среднее
Лук	Контроль	5,0	6,3	5,4	6,5	5,8
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	6,9	8,5	7,4	8,8	7,9
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	6,6	8,0	7,0	8,3	7,5
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	6,2	7,6	6,6	7,8	7,0
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	7,3	8,9	7,8	9,2	8,3
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	8,0	9,8	8,6	10,2	9,1
Озимая рожь на сидерат	Контроль	5,8	7,2	6,2	7,4	6,6
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	8,8	10,7	9,4	11,1	10,0
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	8,4	10,3	9,0	10,7	9,6
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	7,7	9,4	8,2	9,7	8,7
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	9,2	11,2	9,8	11,6	10,4
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	9,6	11,6	10,2	12,1	10,9
НСР ₀₅ по фактору А		0,09				
НСР ₀₅ по фактору В		0,16				
НСР ₀₅ АВ		0,13				
Fф по фактору А		1533,9				
Fф по фактору В		570,8				
Fф АВ		20,0				

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» сухая биомасса была на 1,2 т/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га сухая биомасса была на 1,6 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т сухая биомасса

была на 1,9 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля сухая биомасса была на 2,3 т/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений сухая биомасса была на 3,0 т/га больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» сухая биомасса растений картофеля находилась в пределах от 5,8 т/га на контрольном варианте до 9,6 т/га на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В 2011 году сухая биомасса растений картофеля сорта Импала была самой низкой на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и в среднем по повторностям составляла 6,3 т/га. Максимальной биомасса в 2011 году была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 11,6 т/га.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» сухая биомасса была на 1,3 т/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га сухая биомасса была на 1,7 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т сухая биомасса была на 2,2 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля сухая биомасса была на 2,6 т/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений сухая биомасса была на 3,5 т/га больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» сухая биомасса растений картофеля находилась в пределах от 7,2 т/га на контрольном варианте до 11,6 т/га на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В 2012 году сухая биомасса растений картофеля сорта Импала была самой низкой на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и в среднем по повторностям составляла 5,4 т/га. Максимальной сухая биомасса в 2012 году была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 10,2 т/га.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» сухая биомасса была на 1,2 т/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га сухая биомасса была на 1,6 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т сухая биомасса была на 2,0 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля сухая биомасса была на 2,4 т/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений сухая биомасса была на 3,2 т/га больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» сухая биомасса растений картофеля находилась в пределах от 6,2 т/га на контрольном варианте до 10,2 т/га на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В 2013 году, в среднем по опыту, сухая биомасса растений картофеля сорта Импала в наших исследованиях была самой высокой из всех лет проведения полевых экспериментов. Но следует отметить, что самой низкой, также как, и в другие годы, сухая биомасса растений картофеля была на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и в среднем по повторностям составляла 5,0 т/га. Максимальной биомасса в 2013 году, также как, и в другие годы исследований, была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 9,6 т/га.

При внесении препаратов в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» сухая биомасса была на 1,2 т/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га сухая биомасса была на 1,6 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т сухая биомасса была на 1,9 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля сухая биомасса была на 2,3 т/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений сухая биомасса была на 3,0 т/га больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» сухая биомасса растений картофеля находилась в пределах от 5,8 т/га на контрольном варианте до 9,6 т/га на варианте с применением микробиологических бактериальных удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В среднем за годы исследований сухая биомасса растений картофеля сорта Импала была самой низкой на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на

контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и в среднем по повторностям составляла 5,8 т/га. Максимальной биомасса в среднем за годы исследований была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 10,9 т/га.

При внесении препаратов в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» сухая биомасса была на 1,2 т/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га сухая биомасса была на 1,7 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т сухая биомасса была на 2,1 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля сухая биомасса была на 2,5 т/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений сухая биомасса была на 3,3 т/га больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» сухая биомасса растений картофеля находилась в пределах от 6,6 т/га на контрольном варианте до 10,9 т/га на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу ветвления растений.

Таким образом, использование в виде предшественника озимой ржи на сидерат во все годы исследований увеличивало накоплению биомассы растений. Применение микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит привело к дополнительному повышению роста ботвы. Воздействие бактериальных удобрений наиболее четко начинало прослеживаться с первой декады июня и

достигало наибольшей разницы при окончании вегетации по сравнению с вариантом без внесения бактериальных удобрений.

Основные закономерности изменения фотосинтетического потенциала картофеля по вариантам опыта, как по предшественникам, так и по применению бактериальных удобрений азотовит и фосфатовит, а также по годам, в наших исследованиях были аналогичны динамике изменений площади листьев и сухой биомассе растений.

В 2010 году максимальный фотосинтетический потенциал накапливался на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» и составлял 2605 тыс. м² х дней/га. Самый низкий фотосинтетический потенциал накапливался на контрольном варианте методов внесения микробиологических удобрений (т.е. без применения микробиологических удобрений) по предшественнику «Лук» и составлял 1998 тыс. м² х дней/га.

При сравнении фотосинтетического потенциала по различным предшественникам следует отметить, что разница составляла от 60 тыс. м² х дней/га на контрольных вариантах до 210 тыс. м² х дней/га на вариантах с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений в сторону уменьшения по предшественнику «Лук».

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» фотосинтетический потенциал был на 168 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га фотосинтетический потенциал был на 213 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней препаратами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т фотосинтетический потенциал был на 268 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой

картофеля фотосинтетический потенциал был на 316 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений фотосинтетический потенциал был на 397 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» фотосинтетический потенциал был на 302 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га фотосинтетический потенциал был на 383 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т фотосинтетический потенциал был на 449 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля фотосинтетический потенциал был на 499 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений фотосинтетический потенциал был на 547 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте.

В 2011 году максимальный фотосинтетический потенциал накапливался на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» и составлял 2936 тыс. м² х дней/га. Самый низкий фотосинтетический потенциал накапливался на контрольном варианте методов внесения микробиологических удобрений (т.е. без применения микробиологических удобрений) по предшественнику «Лук» и составлял 2348 тыс. м² х дней/га.

Разница фотосинтетического потенциала по предшественникам составляла от 49 тыс. м² х дней/га на контрольных вариантах до 195 тыс. м² х дней/га на вариантах с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит

при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений в сторону уменьшения по предшественнику «Лук».

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» фотосинтетический потенциал был на 158 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га фотосинтетический потенциал был на 208 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т фотосинтетический потенциал был на 269 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля фотосинтетический потенциал был на 321 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений фотосинтетический потенциал был на 393 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф/га по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» фотосинтетический потенциал был на 317 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га фотосинтетический потенциал был на 395 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т фотосинтетический потенциал был на 433 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля фотосинтетический потенциал был на 482 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений фотосинтетический потенциал был на 539 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте.

В 2012 году максимальный фотосинтетический потенциал накапливался на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» и составлял 2907 тыс. м² х дней/га. Самый низкий фотосинтетический потенциал накапливался на контрольном варианте методов внесения микробиологических удобрений (т.е. без применения микробиологических удобрений) по предшественнику «Лук» и составлял 2231 тыс. м² х дней/га.

Разница фотосинтетического потенциала по предшественникам составляла от 60 тыс. м² х дней/га на контрольных вариантах до 249 тыс. м² х дней/га на вариантах с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений в сторону уменьшения по предшественнику «Лук».

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» фотосинтетический потенциал был на 174 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га фотосинтетический потенциал был на 224 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т фотосинтетический потенциал был на 269 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля фотосинтетический потенциал был на 333 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений фотосинтетический потенциал был на 427 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф/га по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» фотосинтетический потенциал был на 320 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте;

при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га фотосинтетический потенциал был на 433 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т фотосинтетический потенциал был на 452 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля фотосинтетический потенциал был на 555 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений фотосинтетический потенциал был на 616 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте.

В 2013 году максимальный фотосинтетический потенциал накапливался на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» и составлял 3264 тыс. м² х дней/га. Самый низкий фотосинтетический потенциал накапливался на контрольном варианте методов внесения микробиологических удобрений (т.е. без применения микробиологических удобрений) по предшественнику «Лук» и составлял 2523 тыс. м² х дней/га.

Разница фотосинтетического потенциала по предшественникам составляла от 61 тыс. м² х дней/га на контрольных вариантах до 303 тыс. м² х дней/га на вариантах с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу микробиологических растений в сторону уменьшения по предшественнику «Лук».

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» фотосинтетический потенциал был на 180 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га фотосинтетический потенциал был на 235 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологических удобрений

0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т фотосинтетический потенциал был на 291 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля фотосинтетический потенциал был на 344 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений фотосинтетический потенциал был на 438 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф/га по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» фотосинтетический потенциал был на 342 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га фотосинтетический потенциал был на 433 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т фотосинтетический потенциал был на 484 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля фотосинтетический потенциал был на 548 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений фотосинтетический потенциал был на 680 тыс. м² х дней/га больше, чем на контрольном варианте.

Таким образом, в среднем с 2010 по 2013 гг. применение микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит увеличивало фотосинтетическую активность картофеля: на 18-25 %.

Максимальный фотосинтетический потенциал, в среднем за 4 года исследований 2928 тыс. м² х дней/га был отмечен на варианте применения в качестве предшественника озимой ржи на сидерат и обработки клубней микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит, с внесением их в почву перед посадкой и обработкой в фазу бутонизации растений.

Самый низкий фотосинтетический потенциал 2275 тыс. м² х дней/га в среднем за 4 года исследований формировался на контрольном варианте без применения микробиологических удобрений по предшественнику «Лук».

Таблица 5.8. Фотосинтетический потенциал картофеля Импала за годы исследований, тыс. м² х дней/га

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Годы исследований				
		2010	2011	2012	2013	Среднее
Лук	Контроль	1998	2348	2231	2523	2275
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/г	2266	2617	2500	2814	2549
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	2211	2556	2455	2758	2495
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	2166	2506	2405	2703	2445
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	2314	2669	2564	2867	2603
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	2395	2741	2658	2961	2689
Озимая рожь на сидерат	Контроль	2058	2397	2291	2584	2332
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/г	2507	2830	2743	3068	2787
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	2441	2792	2724	3017	2743
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	2360	2714	2611	2926	2653
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	2557	2879	2846	132	2854
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	2605	2936	2907	3264	2928
НСР ₀₅ по фактору А		11,8				
НСР ₀₅ по фактору В		20,5				
НСР ₀₅ АВ		16,7				
Fф по фактору А		1265,9				
Fф по фактору В		609,1				
Fф АВ		27,5				

Чистую продуктивность фотосинтеза определяли по формуле

$$\text{ЧПФ} = (B_2 - B_1) / (0,5 (S_2 - S_1) \cdot n) \text{ г/м}^2 \text{ сутки},$$

где $B_2 - B_1$ – прирост сухой биомассы, $S_2 - S_1$ - средняя площадь листьев,

n – число дней.

Чистая продуктивность фотосинтеза в опыте отличалась от тенденций изменения других показателей фотосинтетической деятельности растений картофеля по годам исследований. Наибольшие значения чистой продуктивности фотосинтеза наблюдались в 2011 году, в 2010 и 2013 году значения чистой продуктивности фотосинтеза были практически одинаковыми, а самая низкая чистая продуктивность фотосинтеза в среднем по опыту наблюдалась в 2012 году.

Таблица 5.9. Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м²х сутки

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Годы исследований				
		2010	2011	2012	2013	Среднее
Лук	Контроль	4,1	4,3	3,9	4,1	4,1
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	4,8	5,0	4,6	4,8	4,8
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	4,7	4,9	4,5	4,7	4,7
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	4,7	4,9	4,4	4,6	4,6
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	4,9	5,1	4,7	5,0	4,9
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	5,2	5,5	5,0	5,3	5,2
Озимая рожь на сидерат	Контроль	4,6	4,8	4,3	4,6	4,6
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	5,5	5,9	5,3	5,6	5,6
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	5,5	5,8	5,2	5,6	5,5
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	5,3	5,6	5,1	5,3	5,3
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	5,7	6,0	5,3	5,7	5,7
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	5,8	6,1	5,4	5,7	5,7
НСР ₀₅ по фактору А		0,03				
НСР ₀₅ по фактору В		0,05				
НСР ₀₅ АВ		0,04				
Fф по фактору А		1587,9				
Fф по фактору В		379,57				
Fф АВ		12,9				

Из таблицы 5.9 следует, что в 2010 году максимальная чистая продуктивность фотосинтеза $5,8 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ формировалась на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат». Самая низкая чистая продуктивность фотосинтеза $4,1 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ формировалась на контрольном варианте методов внесения микробиологических удобрений (т.е. без применения микробиологических удобрений) по предшественнику «Лук».

При внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой $0,4 \text{ л А} + 0,4 \text{ л Ф /га}$ и внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации $0,4 \text{ л А} + 0,4 \text{ л Ф/га}$ по предшественнику «Лук» чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,6 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями $0,5 \text{ л А} + 0,5 \text{ л Ф} / 100 \text{ л/т}$ чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,7 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,8 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений чистая продуктивность фотосинтеза была на $1,1 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» чистая продуктивность фотосинтеза растений картофеля находилась в пределах от $4,6 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ на контрольном варианте до $5,8 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В 2011 году максимальная чистая продуктивность фотосинтеза $6,1 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ формировалась на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат». Самая низкая чистая продуктивность фотосинтеза $4,3 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$

формировалась на контрольном варианте методов внесения микробиологических удобрений (т.е. без применения микробиологических удобрений) по предшественнику «Лук».

При внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га и внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» чистая продуктивность фотосинтеза была на 0,6 г/м²х сутки больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т чистая продуктивность фотосинтеза была на 0,7 г/м²х сутки больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля чистая продуктивность фотосинтеза была на 0,8 г/м²х сутки больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений чистая продуктивность фотосинтеза была на 1,2 г/м²х сутки больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» чистая продуктивность фотосинтеза растений картофеля находилась в пределах от 4,8 г/м²х сутки на контрольном варианте до 6,1 г/м²х сутки на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В 2012 году максимальная чистая продуктивность фотосинтеза 5,4 г/м²х сутки формировалась на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат». Самая низкая чистая продуктивность фотосинтеза 3,9 г/м²х сутки формировалась на контрольном варианте методов внесения микробиологических удобрений (т.е. без применения микробиологических удобрений) по предшественнику «Лук».

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» чистая продуктивность фотосинтеза была

на $0,5 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой $0,4 \text{ л А} + 0,4 \text{ л Ф}$ /га чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,6 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями $0,5 \text{ л А} + 0,5 \text{ л Ф} / 100 \text{ л/т}$ чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,7 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,8 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений чистая продуктивность фотосинтеза была на $1,1 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» чистая продуктивность фотосинтеза растений картофеля находилась в пределах от $4,3 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ на контрольном варианте до $5,4 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В 2013 году максимальная чистая продуктивность фотосинтеза $5,7 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ формировалась на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат».

Самая низкая чистая продуктивность фотосинтеза $4,1 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ формировалась на контрольном варианте методов внесения микробиологических удобрений (т.е. без применения микробиологических удобрений) по предшественнику «Лук».

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации $0,4 \text{ л А} + 0,4 \text{ л Ф}$ /га по предшественнику «Лук» чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,5 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой $0,4 \text{ л А} + 0,4 \text{ л Ф}$ /га

чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,6 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями $0,5 \text{ л А} + 0,5 \text{ л Ф} / 100 \text{ л/т}$ чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,7 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,9 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений чистая продуктивность фотосинтеза была на $1,2 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» чистая продуктивность фотосинтеза растений картофеля находилась в пределах от $4,6 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ на контрольном варианте до $5,7 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В среднем за годы исследования с 2010 по 2013 гг. максимальная чистая продуктивность фотосинтеза $5,7 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ формировалась на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат». Самая низкая чистая продуктивность фотосинтеза $4,1 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ формировалась на контрольном варианте методов внесения микробиологических удобрений (т.е. без применения микробиологических удобрений) по предшественнику «Лук».

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации $0,4 \text{ л А} + 0,4 \text{ л Ф} / \text{га}$ по предшественнику «Лук» чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,5 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой $0,4 \text{ л А} + 0,4 \text{ л Ф} / \text{га}$ чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,6 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями $0,5 \text{ л А} + 0,5 \text{ л Ф} / 100 \text{ л/т}$ чистая продуктивность фотосинтеза была

на $0,7 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля чистая продуктивность фотосинтеза была на $0,8 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений чистая продуктивность фотосинтеза была на $1,1 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» чистая продуктивность фотосинтеза растений картофеля находилась в пределах от $4,6 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ на контрольном варианте до $5,7 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

Таким образом, предшественник «Озимая рожь на сидерат» в наших исследованиях увеличивал чистую продуктивность фотосинтеза растений картофеля в среднем на $0,5 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$. Применение микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит также приводило к увеличению ЧПФ.

5.3 Урожайные и качественные характеристики картофеля

Урожайность – это главный критерий мероприятий по возделыванию картофеля. Она является интегрированной величиной количества клубней на одно растение, средней массы одного клубня и густоты стояния. На уборку приходится до 60 % всех затрат при производстве картофеля [16, 32, 136, 143].

Подбор технических средств для уборочной кампании картофеля зависит от возможности сепарации почвы, засоренности, размера и конфигурации поля, урожайности. При удовлетворительной и хорошей сепарации почвы, слабой засоренности, урожайности картофеля не менее 10 т/га и длине загона более 180...200 метров рекомендуется использовать комбайны ККУ-2А, Е – 686, ККЗ-2, Е-686/7, КПК-3 [58].

В других районах, выращенный урожай собирают картофелекопателями КСТ-1,4, КТН – 2В, КНК-2 и ККН-1,4, укладывающими клубни на поверхности почвы по ширине захвата с последующим ручным их подбором [137, 138].

В наших опытах картофель выкапывали картофелекопалкой КСТ-1,4 с ручным сбором клубней с поверхности поля.

Использование озимой ржи на сидерат в качестве предшественника в наших исследованиях с 2010 по 2013 гг. увеличивало урожайность картофеля сорта Импала на 2,9-10,3 т/га. Обработка клубней микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит способствовало повышению урожайности картофеля в среднем за 4 года исследований в зависимости от предшественника по сравнению с контролем на 18,8 – 13,4 т/га.

Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней повышало урожайность картофеля по сравнению с контролем на фоне сидератного предшественника на 17,8 т/га, на фоне лука на 10,4 т/га, но снижало урожайность по сравнению с вариантами, на которых микробиологическими удобрениями обрабатывались клубни, на 1,0 – 3,0 т/га.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации урожайность клубней снижалась по сравнению со вторым и третьим вариантами опыта на 4,5 – 3,5 т/га по сидерату и на 6,8 – 3,8 т/га после лука. Обработка клубней с внесением азотовита с фосфатовитом в почву перед посадкой картофеля на пятом варианте увеличивало урожайность по сравнению с контролем по сидерату на 12,3 т/га и по луку на 14,4 т/га.

Наиболее эффективным приёмом использования микробиологических удобрений является шестой вариант, то есть где обрабатывались клубни картофеля и вносились микробиологические удобрения под предпосевную обработку почвы и в начале бутонизации. На данных вариантах была получена наибольшая урожайность 57,2 т/га по предшественнику «озимая рожь на сидерат» и 48,0 т/га по луку. Следует также отметить, что во все годы исследований достоверность результатов подтверждалась математической обработкой данных.

Таблица 5.10. Урожайность картофеля в зависимости от применения микробиологических удобрений и предшественников, среднее за 2010-2013 гг., т/га

№ п/п	Варианты	Предшественники	
		Озимая рожь на сидерат	Лук
1	Контроль	33,4	30,5
2	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	52,2	43,9
3	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	51,2	40,9
4	Внесение микробиологических удобрений в фазу ветвления 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	47,7	37,1
5	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	55,7	44,9
6	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	57,2	48,0

Если рассматривать урожайность картофеля сорта Импала по годам, то следует отметить следующие особенности.

В 2010 году урожайность картофеля сорта Импала в наших исследованиях, проводимых на капельном орошении в условиях Городищенского района Волгоградской области была самой низкой из всех 4 лет исследований. Самой низкой она была на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и в среднем по повторностям составляла 27,1 т/га. Максимальной урожайность картофеля в 2010 году была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 50,9 т/га.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» урожайность была на 5,9 т/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га урожайность была на 9,3 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т урожайность была на 11,9 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля урожайность была на 12,8 т/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений урожайность картофеля была на 15,6 т/га больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» урожайность картофеля находилась в пределах от 29,7 т/га на контрольном варианте до 50,9 т/га на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В 2011 году урожайность картофеля сорта Импала была самой низкой на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и в среднем по повторностям составляла 31,7 т/га. Максимальной урожайность картофеля в 2011 году была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 57,5 т/га.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» урожайность картофеля была на 6,2 т/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га урожайность была на 10,5 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней

микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т урожайность была на 13,5 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля урожайность была на 13,7 т/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений урожайность картофеля была на 16,9 т/га больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» урожайность картофеля находилась в пределах от 34,4 т/га на контрольном варианте до 57,5 т/га на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В 2012 году урожайность картофеля сорта Импала была самой низкой на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и в среднем по повторностям составляла 30,3 т/га. Максимальной урожайность картофеля в 2012 году была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 56,4 т/га.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» урожайность была на 6,6 т/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га урожайность картофеля была на 10,3 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т урожайность была на 13,4 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля урожайность была на 13,9 т/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в

почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений урожайность была на 17,1 т/га больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» урожайность картофеля находилась в пределах от 32,9 т/га на контрольном варианте до 56,4 т/га на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

В 2013 году, в среднем по опыту, урожайность картофеля сорта Импала в наших исследованиях была самой высокой из всех лет проведения полевых экспериментов. Но следует отметить, что самой низкой, также как, и в другие годы, урожайность картофеля была на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и в среднем по повторностям составляла 32,9 т/га. Максимальной урожайность в 2013 году, также как, и в другие годы исследований, была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 64,0 т/га.

При внесении препаратов в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» урожайность картофеля была на 7,7 т/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га урожайность была на 11,5 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т урожайность была на 14,8 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля урожайность была на 17,2 т/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений урожайность была на 20,4 т/га больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» урожайность картофеля находилась в пределах от 36,6 т/га на контрольном варианте до 64,0 т/га на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений.

Таблица 5.11. Урожайность картофеля сорта Импала по годам, т/га

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Годы исследований				
		2010	2011	2012	2013	Сред нее
Лук	Контроль	27,1	31,7	30,3	32,9	30,5
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	39,0	45,2	43,7	47,7	43,9
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	36,4	42,2	40,6	44,4	40,9
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	33,0	37,9	36,9	40,6	37,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	39,9	45,4	44,2	50,1	44,9
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	42,7	48,6	47,4	53,3	48,0
Озимая рожь на сидерат	Контроль	29,7	34,4	32,9	36,6	33,4
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	46,4	53,8	51,5	57,1	52,2
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	45,5	52,3	50,7	56,3	51,2
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	42,1	47,9	46,8	54,0	47,7
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	49,6	56,0	55,1	62,1	55,7
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	50,9	57,5	56,4	64,0	57,2
НСР ₀₅ по фактору А		0,08	0,06	0,43	0,05	0,59
НСР ₀₅ по фактору В		0,14	0,11	0,74	0,08	1,02
НСР ₀₅ АВ		0,11	0,09	0,61	0,07	0,83
Fф по фактору А		36622	72930	1493	162364	866
Fф по фактору В		11977	35659	768	74434	448
Fф АВ		708	1476	30	3084	21

В среднем за 2010-2013 годы, урожайность картофеля сорта Импала в наших исследованиях была естественно самой низкой, также как, и во все годы исследований на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и в среднем по повторностям составляла 30,5 т/га. Максимальной урожайность в среднем за годы исследований была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 57,2 т/га.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» урожайность картофеля была на 6,6 т/га больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га урожайность была на 10,4 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т урожайность была на 13,4 т/га больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля урожайность была на 14,4 т/га больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений урожайность была на 17,5 т/га больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» урожайность картофеля находилась в пределах от 33,4 т/га на контрольном варианте до 57,2 т/га на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений [115].

Для определения товарности урожая клубни разделяли на фракции: кормовая мелочь (массой до 30 г), мелкие (30...50 г), средние (50...80 г) и крупные (более 80 г). К товарным относили клубни массой 50 г более, выражалась товарность в процентах.

Таблица 5.12. Товарность картофеля сорта Импала, среднее за 2010-2013 гг. т/га

Предшес- твенники	Методы внесения микробиологических удобрений	Структура урожая, %				Товар- ность %
		Мелочь < 30 г	Мелкие 30-50 г	Средние 50-80 г	Крупные ^ 80 г	
Лук	Контроль	12	16	48	24	72
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	10	15	50	25	75
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	9	15	51	25	76
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	11	15	50	24	74
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	8	14	52	26	78
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	7	12	55	26	81
Озимая рожь на сидерат	Контроль	12	14	49	25	74
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	10	13	51	26	77
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	9	13	52	26	78
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	9	15	51	25	76
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	7	12	53	28	81
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	6	10	54	30	84

Из таблицы 5.12 следует, что товарность картофеля сорта Импала в наших исследованиях зависела, как от вида предшественника, так и от метода внесения микробиологических удобрений азотом и фосфатом. Наибольшая товарность в среднем за четыре года исследований 84 % была на варианте «Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений» по предшественнику озимая рожь на сидерат. Наименьшей 72 %

товарность была на варианте без внесения микробиологических удобрений по предшественнику «Лук».

Определение кулинарных качеств вареного картофеля проводилась путем оценки вкуса, консистенции мякоти, развариваемости, запаха и цвета в горячем виде.

Развариваемость. Различали следующие степени развариваемости: слабую, среднюю, сильную и очень сильную. Картофель не разваривается, если поверхность клубня остается гладкой и цельной. У клубней со слабой степенью развариваемости лопается только кожица. При средней степени развариваемости у картофеля лопается кожица, и большая часть поверхности неглубоко разрушается. При сильной степени развариваемости клубень распадается на части.

Таблица 5.13. Развариваемость картофеля сорта Импала

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Годы исследований				
		2010	2011	2012	2013	Ср.
Лук	Контроль	Слаб	Слаб	Слаб	Ср.	Слаб
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Слаб	Слаб	Слаб	Ср.	Слаб
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Слаб	Слаб	Слаб	Ср.	Слаб
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Слаб	Слаб	Слаб	Ср.	Слаб
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Слаб	Слаб	Слаб	Ср.	Слаб
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Слаб	Слаб	Слаб	Ср.	Слаб
Озимая рожь на сидерат	Контроль	Слаб	Слаб	Слаб	Ср.	Слаб
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Слаб	Слаб	Слаб	Ср.	Слаб
	Внесение микробиологических удобрения в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Слаб	Слаб	Слаб	Ср.	Слаб
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Слаб	Слаб	Слаб	Ср.	Слаб
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Слаб	Ср.	Ср.	Ср.	Ср.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Слаб	Ср.	Ср.	Ср.	Ср.

В наших опытах в 2010 году развариваемость картофеля была слабой на всех вариантах опыта. В 2011 году развариваемость картофеля была средней на двух вариантах – на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат и на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений также по предшественнику озимая рожь на сидерат. На остальных вариантах развариваемость картофеля, как и в 2010 году была слабой. В 2012 году, как и в 2011 году, развариваемость картофеля была средней на двух вариантах – на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат и на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений также по предшественнику озимая рожь на сидерат. На остальных вариантах развариваемость картофеля также была слабой. В 2013 году развариваемость картофеля на всех вариантах была средней.

Мучнистость. Данный показатель определялся визуально. Для мучнистого картофеля характерно крошение большинства сваренных клубней.

Степень мучнистости бывает: восковая, слабо восковидная, слабо мучнистая, мучнистая и сильно мучнистая.

В наших опытах по влиянию предшественников и микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит на продуктивность и качественные характеристики картофеля в 2010 году мучнистость картофеля была слабо восковидной на всех вариантах опыта.

В 2011 году мучнистость картофеля была слабо мучнистой на двух вариантах – на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат и на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений также по предшественнику озимая рожь на сидерат. На остальных вариантах мучнистость картофеля, как и в 2010 году была слабо восковидной.

В 2012 году, как и в 2011 году, мучнистость картофеля была слабо мучнистой на двух вариантах – на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат и на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений также по предшественнику озимая рожь на сидерат. На остальных вариантах мучнистость картофеля также была слабо восковидной.

В 2013 году мучнистость картофеля сорта Импала на всех вариантах опыта с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, как по предшественнику озимая рожь на сидерат, так и предшественнику «Лук» классифицировалась как слабомучнистая.

Таблица 5.14. Мучнистость картофеля сорта Импала

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Годы исследований				
		2010	2011	2012	2013	Сред.
Лук	Контроль	Сл. в.	Сл. в.	Сл. в.	Сл. м.	Сл. в.
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Сл. в.	Сл. в.	Сл. в.	Сл. м.	Сл. в.
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сл. в.	Сл. в.	Сл. в.	Сл. м.	Сл. в.
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сл. в.	Сл. в.	Сл. в.	Сл. м.	Сл. в.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Сл. в.	Сл. в.	Сл. в.	Сл. м.	Сл. в.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Сл. в.	Сл. в.	Сл. в.	Сл. м.	Сл. в.
Озимая рожь на сидерат	Контроль	Сл. в.	Сл. в.	Сл. в.	Сл. м.	Сл. в.
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Сл. в.	Сл. в.	Сл. в.	Сл. м.	Сл. в.
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сл. в.	Сл. в.	Сл. в.	Сл. м.	Сл. в.
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сл. в.	Сл. в.	Сл. в.	Сл. м.	Сл. в.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Сл. в.	Сл. м.	Сл. м.	Сл. м.	Сл. м.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Сл. в.	Сл. м.	Сл. м.	Сл. м.	Сл. м.

В результате проведённых четырёхлетних исследований было установлено, что в среднем за четыре года мучнистость картофеля сорта Импала была слабо мучнистой на двух вариантах – на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат и на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений также по предшественнику озимая рожь на сидерат. На остальных вариантах мучнистость картофеля была слабо восковидной.

Влажность мякоти. Степень влажности определялась по следующим градациям: очень влажная мякоть, влажная, слабо влажная, довольно сухая, сухая мякоть.

Таблица 5.15. Влажность мякоти картофеля сорта Импала

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Годы исследований				
		2010	2011	2012	2013	Сред нее
Лук	Контроль	Сух.	Д.сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух	Д.сух
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух	Д.сух
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух	Д.сух
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух	Д.сух
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух	Д.сух
Озимая рожь на сидерат	Контроль	Сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух	Д.сух
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух	Д.сух
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух	Д.сух
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух	Д.сух
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух	Д.сух
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Сух.	Д.сух	Д.сух	Д.сух	Д.сух

Наблюдения за влажностью мякоти картофеля сорта Импала в наших опытах с 2010 по 2013 годы по влиянию предшественников и различных методов применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит показали, что независимо от перечисленных факторов, во все годы исследований влажность мякоти визуально оценивалась как сухая.

Таким образом, можно предположить, что при нормальных технологиях возделывания – оптимальном поливном режиме и дозах внесения различных удобрений, сорт Импала в условиях светло-каштановых почв Волгоградской области способен сформировать сухую мякоть.

Запах. Вареный картофель имеет следующую градацию по запаху, приятный, нейтральный, удовлетворительный, неприятный и резкий запах.

Таблица 5.16. Запах картофеля сорта Импала

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Годы исследований				
		2010	2011	2012	2013	Среднее
Лук	Контроль	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.
Озимая рожь на сидерат	Контроль	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.	Пр.

В результате проведённых четырёхлетних наблюдений было установлено, что по всем вариантам опыта вареный картофель имел приятный запах.

Вкус картофеля оценивался по пятибалльной шкале: 1 - очень плохой, 2 - плохой, 3 - удовлетворительный, 4 - хороший, 5 - отличный.

Таблица 5.17. Вкус картофеля сорта Импала

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Годы исследований				
		2010	2011	2012	2013	Среднее
Лук	Контроль	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.
Озимая рожь на сидерат	Контроль	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.
	Внесение препаратов в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.	Отл.

В результате было установлено, что во все годы исследований, независимо от предшественников и способов применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит вареный картофель сорта Импала имел отличный вкус.

Визуальное определение устойчивости клубней картофеля к потемнению проводилось по методике, предложенной Кирюхиным В.В. (1989).

Типичные клубни нарезаются пополам. Одну часть клубня варят на пару для определения цвета в отварном виде и определяют потемнение через 20 минут и 3 часа после варки.

Вторую половину клубня оставляют при комнатной температуре на сутки для определения потемнения мякоти в сыром виде. Учет потемнения мякоти проводится по следующей шкале в баллах: 9 - слабое изменение цвета, 5 - среднее окрашивание, 3 - сильное окрашивание, 1 - очень сильное темное окрашивание.

Таблица 5.18. Устойчивость картофеля сорта Импала к потемнению

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Годы исследований				
		2010	2011	2012	2013	Среднее
Лук	Контроль	Сл.	Сл.	Сл.	Ср.	Сл.
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Сл.	Сл.	Сл.	Ср.	Сл.
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сл.	Сл.	Сл.	Ср.	Сл.
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сл.	Сл.	Сл.	Ср.	Сл.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Сл.	Сл.	Сл.	Ср.	Сл.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Сл.	Сл.	Сл.	Ср.	Сл.
Озимая рожь на сидерат	Контроль	Сл.	Сл.	Сл.	Ср.	Сл.
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	Сл.	Сл.	Сл.	Ср.	Сл.
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сл.	Сл.	Сл.	Ср.	
	Внесение препаратов в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	Сл.	Сл.	Сл.	Ср.	Сл.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	Сл.	Ср.	Ср.	Ср.	Ср.
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	Сл.	Ср.	Ср.	Ср.	Ср.

В 2010 году устойчивость картофеля к потемнению была слабой на всех вариантах опыта. В 2011 году устойчивость картофеля к потемнению была средней на двух вариантах – на варианте обработки клубней + внесение

микробиологических удобрений в почву перед посадкой картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат и на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка микробиологическими удобрениями в фазу растений также по предшественнику озимая рожь на сидерат. На остальных вариантах устойчивость картофеля к потемнению, как и в 2010 году была слабой.

В 2012 году, как и в 2011 году, устойчивость картофеля к потемнению была средней на двух вариантах – на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля по предшественнику озимая рожь на сидерат и на варианте обработки клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит в фазу бутонизации растений также по предшественнику озимая рожь на сидерат. На остальных вариантах устойчивость картофеля к потемнению также была слабой. В 2013 году устойчивость картофеля к потемнению на всех вариантах была средней.

5.4 Питательная ценность клубней

Картофель – как продукт питания занимает особое место в меню человека. Его основные питательные качества обусловлены наличием углеводов, жиров, белков, гормонов, витаминов, ферментов, минеральных и других веществ [12, 17].

Вкусовые, кулинарные качества, лежкоспособность, биохимический состав клубней имеют существенное значение, однако для принятия решения о районировании сорта они не являются основополагающими [19].

Поэтому, при возделывании товарного картофеля очень важно отработать такую систему технологических операций (размещение по почвам, дозы и соотношении минеральных и органических удобрений, способы и сроки внесения, предшественники, способ расчета доз удобрений на планируемую урожайность, подкормки, срок, густота посадки, качество посадочного материала и пр.), которые могли бы способствовать реализации потенциальных возможностей

сорта без существенного уменьшения или с минимальным изменением основных показателей качества [52].

Таблица 5.19 – Биохимический состав картофеля сорта Импала, среднее за 2010-2013 гг.

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Сухое вещест во, %	Крах мал, %	Сумма сахаров %	Аскорб иновая кислота %	Нитра ты, мг/кг
Лук	Контроль	19,2	12,4	0,5	16,6	136,9
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	18,8	12,7	0,6	16,4	137,5
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	18,9	12,6	0,6	16,6	142,7
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	19,1	12,6	0,6	16,5	139,5
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	18,6	12,8	0,6	16,7	132,9
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	18,5	13,0	0,6	16,4	141,8
Озимая рожь на сидерат	Контроль	19,1	12,4	0,6	16,2	138,5
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	18,4	13,2	0,6	16,4	135,4
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	18,5	13,1	0,6	16,7	137,8
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	18,5	12,8	0,6	16,5	139,5
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	18,3	13,4	0,6	16,5	133,6
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	18,3	13,5	0,7	16,7	134,7

В опыте просматривалась следующая закономерность, по накоплению сухого вещества предшественники не оказывали заметного влияния, варианты без применения микробиологических удобрений, имеющие меньшую урожайность и

меньший процент крупных клубней имели по сравнению с вариантами с использованием микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит на 0,1-0,8 % большее содержание сухого вещества.

На содержание крахмала в клубнях картофеля предшественники также не оказывали заметного влияния, на вариантах с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит крахмала было на 0,3-1,1 %.

По сумме сахаров все варианты были практически одинаковыми, сумма сахаров во всех исследуемых вариантах составляла 0,5-0,7 %.

По содержанию аскорбиновой кислоты все варианты, как по предшественникам, так и по применению микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит были практически одинаковыми, на уровне 16,2-16,7 и каких-либо закономерностей в её содержании отмечено не было.

Содержание нитратов в корнеплодах картофеля находилось в пределах допустимых значений – от 132,9 мг/кг на варианте с обработкой клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит по предшественнику «Лук» до 142,7 мг/кг на варианте с внесением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит в почву перед посадкой также по предшественнику «Лук».

Следовательно, сравнительная оценка картофеля сорта Импала в условиях капельного орошения Городищенского района по биохимическому составу позволяет сделать заключение о том, что предшественники и методы внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит на содержание сахаров, аскорбиновой кислоты и нитратов особого влияния не оказывали.

6. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ

6.1 Энергетическая эффективность

Особенности посадки картофеля при энерго-ресурсосберегающей технологии, помимо глубокого знания его биологии и общей технологической подготовленности основывается на опытах хозяйствования в данных природно-климатических факторах. Она может легко изменяться в зависимости от меняющихся условий возделывания [3, 21, 30, 65].

За последние два столетия человеческая история прошла под знаком прогресса техногенной цивилизации, которая сначала возникла в Европе, а затем распространилась по всему миру [156, 157, 158].

В настоящее время в истории человечества наступило время смены приоритетов, переоценки ценностей, образования новых алгоритмов технологии выращивания картофеля [40, 74].



Рисунок 3 –Посевы картофеля сорта Импала в опыте

Подбор технологии выращивания картофеля требует всестороннего глубокого осмысления взаимосвязи растений с почвой и характером погодных условий, понимания процессов, которые происходят в почве при определенных воздействиях на неё [64].

Следовательно, необходимо знать, как оказывают влияние разные агротехнические мероприятия на взаимоотношения культурных растений с обстановкой выращивания. Только при таких условиях можно свести конкретные операции в стройную систему, которая обеспечивает наиболее оптимальное развитие растений [28, 78].

Таблица 6.1 – Структура затрат энергии на производство картофеля

Статьи затрат совокупной энергии	Расход энергии на 1 га, МДж	Удельный вес отдельной статьи, %
Удобрение, всего	12748,0	11,2
в т.ч. азотные	5820,0	4,6
фосфорные	2420,0	1,8
калийные	4508,0	44
Машины и оборудование	5969,8	5,3
Электроэнергия	322,4	0,3
Горюче-смазочные материалы	9319,1	8,3
Живой труд	83927,9	74,4
Пестициды	567,2	0,6
Всего	112854,0	100

Для рационального использования естественного плодородия почвы и наследственного потенциала культур, ученые создали интенсивные технологии. Главные элементы комплекса: севообороты, удобрения, обработки и т.д. [61, 144, 147].

Зяблевая обработка дает возможность накапливать влагу и элементы минерального питания, снижать засоренность посевов, оказывать рассоляющее действие, а также создает оптимальные условия для хорошего развития корней.



Рисунок 4 – Уборка урожая картофеля сорта Импала

Главным показателем энергетической эффективности является коэффициент энергетической эффективности [15].

Таблица 6.2 - Энергетическая эффективность возделывания картофеля сорта Импала, среднее за 2010-2013 гг.

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Урож ай т/га	Содер жание энергии в урожае, МДж/га	Затраты энергии МДж/га	КЭЭ
Лук	Контроль	30,5	111874	112854	0,99
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	43,9	161025	112854	1,43
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	40,9	150021	112854	1,33
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	37,1	136083	112854	1,21
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	44,9	164693	112854	1,46
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	48,0	176052	112854	1,56
Озимая рожь на сидерат	Контроль	33,4	122511	112854	1,09
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	52,2	191470	112854	1,70
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	51,2	187802	112854	1,66
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	47,7	174964	112854	1,55
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	55,7	204308	112854	1,81
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	57,2	209809	112854	1,86

В среднем за 2010-2013 гг. коэффициент энергетической эффективности картофеля по предшественнику «Лук» варьировал от 0,99 до 1,56 м. Минимальным он был на контрольном варианте, максимальным на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений. На вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» коэффициент энергетической эффективности на контрольном варианте

был 1,09 м, на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений 1,86 м.

В результате, элементы технологии возделывания картофеля, ведущие к достижению высоких урожаев, в наших исследованиях приводили к увеличению коэффициента энергетической эффективности.

6.2 Экономическая оценка

Таблица 6.3 – Денежная выручка и производственные затраты на 1 га при возделывании картофеля, среднее за 2010-2013 гг.

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Урожа йность т/га	Цена реали зации 1 т, руб	Денежная выручка с 1 га, руб.	Произв одстве нные затрат ы на 1 га, руб.
Лук	Контроль	30,5	12000	366000	244000
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	43,9	12000	526800	246000
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	40,9	12000	490800	247000
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	37,1	12000	445200	247000
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	44,9	12000	538800	249000
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу в бутонизации растений	48,0	12000	576000	252000
Озимая рожь на сидерат	Контроль	33,4	12000	400800	261000
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	52,2	12000	626400	263000
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	51,2	12000	614400	264000
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	47,7	12000	572400	264000
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	55,7	12000	668400	266000
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	57,2	12000	686400	269000

Из таблицы 6.3 видно, что денежная выручка с одного гектара напрямую зависела от урожайности картофеля, так-как цена реализации была одинаковой и составляла 12000 рублей за одну тонну.

Минимальная денежная выручка была на контрольном варианте, по предшественнику «Лук» 366000 рублей. Максимальной денежная выручка была на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» и составляла 686400 рублей, то есть была на 87 % выше.

Производственные затраты на 1 гектар по вариантам применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит различались незначительно из-за малой дозы применения данных препаратов.

Разница в затратах по предшественникам «Озимая рожь на сидерат» и «Лук» составляла 17 тысяч на гектар.

В таблице 6.4 представлены основные показатели экономической оценки изучаемых в нашей работе элементов технологии возделывания картофеля сорта Импала в условиях Городищенского района Волгоградской области на капельном орошении.

Таблица 6.4 – Экономическая эффективность возделывания картофеля, среднее за 2010-2013 гг.

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Себестои мость 1 т продукци и, руб.	Прибыль на 1 га, руб	Уровень рентабель ности, %
Лук	Контроль	8000	122000	50
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	5604	280800	114
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	6039	243800	98
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	6658	198200	80
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	5564	289800	116
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	5250	324000	129
Озимая рожь на сидерат	Контроль	7814	139800	54
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	5038	363400	138
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	5156	350400	133
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	5535	308400	117
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	4776	402400	151
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	4660	417400	155

Наибольшая себестоимость 8000 рублей получилась на контрольном варианте по предшественнику «Лук», что связано с относительно низкой по сравнению с другими вариантами урожайностью картофеля. На варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат»

себестоимость продукции была на 3340 рублей или на 72 % меньше и составляла 4660 рублей на 1 тонну продукции.

Самой низкой прибылью была на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и составляла 122000 руб/га. Максимальной прибылью была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 417400 т/га.

При внесении микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га по предшественнику «Лук» прибыль была на 62 % больше, чем на контрольном варианте; при внесении микробиологических удобрений в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га прибыль была на 99 % больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней микробиологических удобрений 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т прибыль была на 130 % больше, чем на контрольном варианте; при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля прибыль была на 137 % больше, чем на контрольном варианте и при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу в бутонизации растений прибыль была на 165 % больше, чем на контрольном варианте.

По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» прибыль по сравнению с аналогичными вариантами применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит по предшественнику «Лук» была на 14-29 % больше.

Прибыль от обработки клубней картофеля микробиологическими удобрениями Азотовит и Фосфатовит, внесения их в почву перед посадкой и листовой подкормки в фазу бутонизации растений была больше затрат на их применение. Поэтому максимальная рентабельность возделывания картофеля 155 % на фоне предшественника «озимая рожь на сидерат» и 129 % на фоне предшественника «лук», в среднем за четыре года исследований, фиксировалась на варианте совместного проведения данных агроприёмов, а минимальная 50 % на контрольном варианте без всякого использования микробиологических бактериальных удобрений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прохождение фенологических фаз зависело не только от погодных условий года, что отразилось в различиях по годам исследований, но и от изучаемых в опыте факторов, то есть от применяемых способов внесения микробиологических удобрений, что нашло своё отражение в вариантах опыта. Достоверных отличий в прохождении картофелем фенологических фаз по фактору А (предшественники – лук и озимая рожь на сидерат) замечено не было.

Наименьший коэффициент водопотребления в среднем за годы исследований наблюдался на варианте предшественника озимой ржи на сидерат при обработке микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составлял 121,2 м³/т. Наибольший коэффициент водопотребления картофеля наблюдался на делянках с предшественником лук без микробиологических удобрений и составлял 227,3 м³/т.

Интенсивность разложения льняного полотна была наибольшей на варианте, где проводилась обработка клубней картофеля и двукратное внесение микробиологических удобрений, т.е. перед посевом и в фазу бутонизации. Процент разложения полотна по предшественнику лук на этом варианте за период всходы – клубнеобразование составил по предшественнику лук 63,2 %, по предшественнику озимая рожь на сидерат – 71,4 %.

Число основных стеблей на растении по предшественнику «Лук» колебалось от 3,2 шт. на контрольном варианте до 3,8 шт. на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений, по предшественнику озимая рожь на сидерат число основных стеблей было на 0,1-0,3 шт. больше.

Наибольшее число листьев отмечено на вариантах с предшественником «Озимая рожь на сидерат» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой

+ обработке в фазу бутонизации растений 40,2 шт., на контрольном варианте на 1,6 штук меньше. На вариантах с предшественником «Лук» при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений количество листьев было 39,4 шт., на контрольном варианте на 1,1 шт. меньше.

В среднем за годы исследований с 2010 по 2013 гг. площадь листьев по предшественнику «Лук» в среднем была от 42,9 тыс. м²/га на контрольном варианте до 50,4 тыс. м²/га на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений. По предшественнику «Озимая рожь на сидерат» площадь листьев была на 1,1-4,3 тыс. м²/га больше по сравнению с аналогичными вариантами применения микробиологических удобрений по предшественнику «Лук».

Биомасса растений картофеля также различалась по годам исследований, предшественникам и методам внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит.

Применение микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит увеличивало фотосинтетическую активность картофеля: на 18-25 %.

Максимальный фотосинтетический потенциал, в среднем за 4 года исследований 2928 тыс. м² x дней/га был отмечен на варианте применения в качестве предшественника озимой ржи на сидерат и обработки клубней микробиологическими удобрениями азотовит и фосфатовит, с внесением их в почву перед посадкой и обработкой в фазу бутонизации растений.

Самый низкий фотосинтетический потенциал 2275 тыс. м² x дней/га в среднем за 4 года исследований формировался на контрольном варианте без применения микробиологических удобрений по предшественнику «Лук».

Максимальная чистая продуктивность фотосинтеза 5,7 г/м² x сутки формировалась на варианте с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой

+ обработка в фазу бутонизации растений по предшественнику «Озимая рожь на сидерат». Самая низкая чистая продуктивность фотосинтеза $4,1 \text{ г/м}^2 \times \text{сутки}$ формировалась на контрольном варианте методов внесения микробиологических удобрений (т.е. без применения микробиологических удобрений) по предшественнику «Лук».

Урожайность картофеля сорта Импала была самой низкой на делянках, идущих по предшественнику «Лук» на контрольном варианте, то есть где микробиологические удобрения азотовит и фосфатовит не применялись, и составляла 30,5 т/га. Максимальной урожайностью была по предшественнику «Озимая рожь на сидерат» на варианте применения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений и составляла 57,2 т/га.

Товарность зависела, как от вида предшественника, так и от метода внесения микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит. Наибольшая товарность в среднем за четыре года исследований 84 % была на варианте «Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений» по предшественнику озимая рожь на сидерат. Наименьшей 72 % товарность была на варианте без внесения микробиологических удобрений по предшественнику «Лук».

На содержание крахмала в клубнях картофеля предшественники не оказывали заметного влияния, на вариантах с применением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит крахмала было на 0,3-1,1 % больше.

По сумме сахаров все варианты были практически одинаковыми, сумма сахаров во всех исследуемых вариантах составляла 0,5-0,7 %.

По содержанию аскорбиновой кислоты все варианты, как по предшественникам, так и по применению микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит, были практически одинаковыми, на уровне 16,2-16,7 %.

Содержание нитратов в корнеплодах картофеля находилось в пределах допустимых значений – от 132,9 мг/кг на варианте с обработкой клубней +

внесение в почву перед посадкой картофеля микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит по предшественнику «Лук» до 142,7 мг/кг на варианте с внесением микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит в почву перед посадкой также по предшественнику «Лук».

Коэффициент энергетической эффективности картофеля по предшественнику «Лук» варьировал от 0,99 до 1,56 м. Минимальным он был на контрольном варианте, максимальным на варианте при применении микробиологических удобрений азотовит и фосфатовит при обработке клубней + внесении в почву перед посадкой + обработке в фазу бутонизации растений.

Прибыль от обработки клубней картофеля микробиологическими удобрениями Азотовит и Фосфатовит, внесения их в почву перед посадкой и листовой подкормки в фазу бутонизации растений была больше затрат на их применение. Поэтому максимальная рентабельность возделывания картофеля 155 % зафиксирована на данных вариантах на фоне предшественника «озимая рожь на сидерат» и 129 % на фоне предшественника «лук», а минимальная 50 % на контрольном варианте без всякого использования микробиологических удобрений на фоне предшественника «лук».

Таким образом, обработка клубней микробиологическими удобрениями Азотовит и Фосфатовит 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т, внесение их в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га и обработка в фазу бутонизации растений 0,4 л А + 0,4 л Ф /га, а также использование озимой ржи на сидерат в качестве предшественника на светло-каштановых орошаемых почвах Волгоградской области способствует улучшению условий произрастания картофеля, повышает урожайность, и в связи с этим, увеличивает рентабельность технологии возделывания данной культуры.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Для повышения продуктивности картофеля и увеличения рентабельности его производства на орошаемых землях Нижнего Поволжья рекомендуется в качестве предшественника использовать озимую рожь на сидерат, обрабатывать клубни микробиологическими удобрениями Азотовит (А) и Фосфатовит (Ф) нормами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т, а также вносить эти удобрения в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф /га и обрабатывать ими посевы в фазу бутонизации растений из расчёта 0,4 л А + 0,4 л Ф /га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Абалдов, А.Н. Инновационный метод выращивания картофеля в условиях УФХ на Ставрополье [Текст] /А.Н. Абалдов //Ваш сельский консультант. – 2013. - №4. – С. 32-33.
2. Авдеев, Ю.И. Рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур при капельном орошении [Текст] /Ю.И. Авдеев, Ш.Б. Байрамбеков. – М.: МСХ РФ. – 2003. – 98 с.
3. Анисимов, Б.В. Специальные зоны семеноводства картофеля [Текст] /Б.В. Анисимов //Картофель и овощи. – 2015. - №4. – С. 30-33.
4. Анненков, Б.Г. Фитопатогенные вирусы на картофеле в Российском Приамурье [Текст] / Б.Г. Анненков, И.А. Толмачева //Актуальные проблемы оздоровления и защиты сельскохозяйственных растений в Российском Приамурье Науч. тр. ДВНИИСХ. Хабаровск, 2000. - С. 12-25.
5. Багров, М.Н. Пути рационального и экономного использования оросительной воды [Текст] / М.Н. Багров // Биологические и агротехнические основы орошаемого земледелия. – М.: Наука. – 1983. – С. 155-166.
6. Байрамбеков, Ш.Б. Некоторые элементы технологии возделывания картофеля в Нижнем Поволжье [Текст] / Ш.Б. Байрамбеков // Научные основы эффективного использования орошаемых земель аридных территорий России. – Волгоград. – 2007. – С. 70-77.
7. Байрамбеков, Ш.Б. Технология производства картофеля в Астраханской области: рекомендации [Текст] /Ш.Б. Байрамбеков, В.В. Коринец, З.Б. Валеева. – Астрахань. – 2007. – 104 с.
8. Балашев, Н.Н. Выращивание картофеля и овощей в условиях орошения [Текст] / Н.Н. Балашев. – М.: МГЭГ. – 1959. – 15 с.
9. Бальбеков, Р.А. Новая система капельного орошения [Текст] /Р.А. Бальбеков, В.В. Бородычев, А.М. Салдаев // Мелиорация и водное хозяйство. – 2003. - №5. – С. 6-9.

10. Безуглова, О.С. Применение гуминовых препаратов под картофель и озимую пшеницу [Текст] /О.С. Безуглова, Е.А. Полиенко //Проблемы агрохимии и экологии. – 2011. - №4. – С. 29-32.
11. Белик, В.Ф. Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве [Текст] /В.Ф. Белик, Г.А. Бондаренко. – М., 1979. -210 с.
12. Белик, В.Ф. Овощеводство [Текст] /В.Ф. Белик, В.Е. Советкина, В.П. Дерюжкин. – М.: Колос. – 1981. – 380 с.
13. Болотин, А.Г. Второй хлеб – овощам голова [Текст] /А.Г. Болотин //Поле деятельности. – 2013. - №10. – С. 82-83.
14. Брежнев, Д.Д. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [Текст] /Д.Д. Брежнев. – М.: Колос. – 1975. – 182 с.
15. Булаткин, Г.Л. Энергетическая эффективность применения удобрений в агроценозах / Г.Л. Булаткин // М.– 1983. - 46 с.
16. Витенко В.А. Картофель / В.А. Витенко, М.Ю. Власенко, В.С. Куценко. – Киев.: Урожай. – 1978. – 240 с.
17. Владимиров, В.П. Влияние агротехнических приемов возделывания картофеля на урожайность и качество клубней. /В.П. Владимиров // Земледелие. Механика и программирование урожая, 1990. С. 64-66.
18. Власенко, Н.Е. Удобрение картофеля / Н.Е. Власенко - М.: Агропромиздат, 1987. – С. 181-205.
19. Власенко, Г.П. Экологическая пластичность некоторых сортов картофеля в условиях Камчатского края /Г.П. Власенко //Вестник Российской сельскохозяйственной науки. – 2015. - №2. – С. 38-40.
20. Воробьев, В.А. Оценка систем удобрения картофеля в полевых севооборотах /В.А. Воробьев //Аграрная наука. – 2015. - №3. – С. 14-16.
21. Гаранин, А. Ресурсосберегающие технологии производства картофеля /А. Гаранин // Главный агроном. – 2014. - № 2. – С. 39-41.
22. Гиченкова, О.Г. Особенности режима орошения и агротехники раннего картофеля на светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья [Текст]:

автореф. дисс....канд. с-х. наук: 06.01.02 /Ольга Геннадьевна Гиченкова. – Волгоград. – 2000. – 24 с.

23. Григоров, М.С. Ресурсосберегающий режим капельного орошения при выращивании картофеля [Текст] / М.С. Григоров, В.В. Захаров, В.М. Жидков, А.М. Гаврилов // Аграрная наука. – 2011. - №5. – С. 20-22.

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

25. Григоров, С.М. Научные основы ресурсосберегающих технологий орошения сельскохозяйственных культур в Нижнем Поволжье при поливах дождеванием [Текст] / Сергей Михайлович Григоров: Автореферат дис....док. тех. наук. - Новочеркасск, 2001. - 51 с.

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

27. Горбачев, И.В. Предпосадочная подготовка почвы при возделывании картофеля [Текст] / И.В. Горбачев, В.М. Лабух // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. - №3 . – С. 139-140.

28. Денисов, Е.П. Повышение эффективности и устойчивости земледелия в производстве растениеводческой продукции [Текст] / Е.П. Денисов, Ф.П. Четвериков, С.Н. Косолапов // Саратов, 2008. - 97 с.

29. Дорожко, Г.Р. Современные проблемы в агрономии [Текст] / Г.Р. Дорожко, О.И. Власова, В.М. Передериева // Ставрополь: АГРУС, 2013. – 28 с.

30. Дорожкин, Б.Н. Исследования по картофелю в Омске. [Текст] / Б.Н. Дорожкин, А.И. Черемисин // Вопросы картофелеводства. - М.: - 2001. – С. 46-58.

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

32. Дубачева, А.И. Анализ исследований технологии возделывания картофеля в Нижнем Поволжье [Текст] / А.И. Дубачева, Е.А. Ходяков // Материалы

ХУІ региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области . – 2012. – С. 164-169.

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

34. Дубинин, С. Факторы высокой урожайности картофеля [Текст] / С. Дубинин // Вестник овощевода. – 2013. -№5. – С. 37-40.

35. Дубровин, Н.К. Продуктивность отечественных сортов картофеля в Астраханской области [Текст] / Н.К. Дубровин, Ш.Б. Баренбеков, О.Г. Корнева // Картофель и овощи. – 2012. - №1. – С. 19-20.

36. Жидков В.М. Режимы орошения картофеля при капельном поливе на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В.М. Жидков, В.В. Захаров // Вестник ВГСХА, 2009.

37. Жидков В.М. Предшественники и эффективность бактериальных удобрений при выращивании картофеля на орошаемых светло-каштановых почвах Волгоградской области / В.М. Жидков, О.Н. Скворцова // Материалы международной научно-практической конференции 25-27 января 2011 года – Волгоград: ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2011. С. 80-82.

40. Захарова, В. Методические рекомендации по проведению фотохронометражных наблюдений и разработке нормативов затрат времени по полевому обследованию и апробации посадок семенного картофеля [Текст] / В. Захарова, Л. Семенова // Нормирование и оплата труда в сельском хозяйстве. – 2011. – №35. – С. 18-30.

Основные направления повышения хозяйственной и экономической эффективности производства раннего картофеля в условиях орошения Волго-Ахтубинской поймы / В.М. Иванов, Д.С. Усков // Адаптивно-ландшафтные системы земледелия для засушливых условий Нижнего Поволжья. – Волгоград, 2005. – С. 226-228.

Эффективность систем удобрения при реализации сортового потенциала картофеля при орошении / В.М. Иванов, Д.С. Усков // Природопользование в аграрных регионах России. – М, 2006. – С. 184-189. картофеля при удобрении на орошаемых землях Волго-Ахтубинской поймы / В.М. Иванов, Д.С. Усков // Известия Нижне-Волжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград, 2006. – № 4. - С. 12-14.

картофеля как способ улучшения семенного материала в условиях Волго-Ахтубинской поймы / В.М. Иванов, Д.С. Усков // Вестник АПК Волгоградской области. – Волгоград, 2007. – № 2. - С. 23-25.

картофеля в Волго-Ахтубинской пойме / В.М. Иванов, Д.С. Усков // Проблемы и тенденции устойчивого развития аграрной сферы. Том 1. – Волгоград, 2008. - С. 113-115.

картофеля в условиях Волго-Ахтубинской пойме Волгоградской области / В.М. Иванов, Д.С. Усков // Horticultura, viticulture, silvicultura si hrotectia plantelor. Volumul 16 – Кишинёв, 2008. - С. 208-212.

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

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

49. Ивенин, В.В. Применение капельного орошения при выращивании картофеля [Текст] / В.В. Ивенин // Главный агроном. – 2014. - № 9. – С. 61-64.

50. Интегрированная система защиты сельскохозяйственных культур от вредителей, болезней и сорняков. Рекомендации [Текст] / Под ред. В.Ф. Самарова. – Барановичи. – 1998. – 469 с.

51. Картофель [Текст] / Под ред. Д. Шпаара. – Минск.: ФУАинформ. – 1999. – 272 с.

52. Картофель России [Текст] / Под ред. А.В. Коршунова. – М. – Т.1. 321 с.

53. Кинчарова, М.Н. Влияние сорта, регуляторов роста и биопрепаратов на устойчивость картофеля к периоду веретеновидности клубней в условиях Среднего Поволжья [Текст]: автореф. дис.... канд. с.- х. наук: 06.01.11 /Мария Николаевна Кинчарова. – Курган. – 1999. – 20 с.

54. Кинчарова, М.Н. Влияние регуляторов роста и биопрепаратов на устойчивость к болезням, урожайность и накопление тяжелых металлов в растениях картофеля в условиях Самарской области [Текст] / М.Н. Кинчарова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2010. - №5(67). – С. 40-44.

55. Киселев, Е.П. Приемы и методы биологизации производства картофеля на Дальнем Востоке [Текст] / Е.П. Киселев, В.М. Ступин // Хабаровск. -2003. – 353 с.

56. Киселев, Е.П. Совершенствуем технологию возделывания картофеля на Дальнем Востоке [Текст] / Киселев, Е.П., Ступин В.М. // Картофель и овощи. – 2005. - №2. – С. 6-7.

57. Колосов, Ю.А. Формирование продуктивности сортов картофеля в условиях Верхневолжья [Текст]: автореф. дис....канд. с.х. наук: 06.01.09/ Юрий Андреевич Колосов. – Тверь. – 2005. – 21 с.

58. Колчина, Л.М. Технология и оборудование для производства картофеля [Текст] / Л.М. Колчина //– М.: Росинформагротех. – 2014. – 164 с.

59. Коновалова, Н.И. Препараты «Дюпон» на картофеле [Текст] / Н.И. Коновалова, В.П. Мельникова // Картофель и овощи. – 2014. - №8. – С. 30-31.

60. Коринец, В.В. Энергетическая оценка производства овощных культур и картофеля [Текст] / В.В. Коринец и др. – Камызяк.- 2001. - 28 с.

61. Коринец, В.В. Энергетическая эффективность возделывания сельскохозяйственных культур [Текст] / В.В. Коринец и др. – Волгоград, 1985. - 25 с.

62. Коринец, В.В. Технология производства картофеля в Астраханской области [Текст] / В.В. Коринец, Ш.Б. Байрамбеков, З.Б. Валеева // рекомендации. - 2-е изд. – Астрахань, 2008. - 104 с.

63. Коршунов, А.В. Современные технологии производства картофеля [Текст] / А.В. Коршунов // Агро. XXI. - М.: - Агрорус, 1999. – С. 9-10.
64. Коршунов, А.В. Управление величиной и качеством урожая картофеля при интенсивной технологии возделывания [Текст] / Александр Васильевич Коршунов.: автореф. дис....д.с.-х. наук. – М.: - 1989. - 45 с.
65. Коршунов, А.В. ВНИИКХ - научно- методический центр по обеспечению картофелеводства в России [Текст] / А.В.Коршунов, Г.И. Филлипов // Материалы научно-практической конференции «Научное обеспечение картофелеводства России: состояние, проблемы». – ВНИИКХ, 2001. – С. 1-12.
66. Кружилин, И.П. Орошение картофеля в Западной Сибири [Текст] / И.П.Кружилин, В.П. Часовских // – Волгоград, 2001. - 184 с.
67. Кружилин, И.П. Эффективность возделывания картофеля при орошении в степной зоне [Текст] / И.П. Кружилин // Российская сельскохозяйственная наука. – 2015. - №1/2. – С. 23-26.
68. Курдюкова, О.Н. Контроль многолетних сорняков в посадках картофеля [Текст] / О.Н. Курдюкова, Н.И. Конопляч // Защита и карантин растений. – 2014. - № 2. – С. 39-40.
69. Лорх, А.Г. Динамика накопления урожая клубней [Текст] / А.Г. Лорх . – М. – 1948. – 315 с.
70. Лорх А.Г. Полнее удовлетворять биологические требования картофеля [Текст] / А.Г. Лорх // Пути повышения урожая картофеля. – 1957. - №4. – С. 15-25.
71. Лорх А.Г. Учись управлять ростом и развитием растений картофеля [Текст] /А.Г. Лорх // Земля родная. – 1969. - № 6. – С. 36-37.
72. Лысенко, Ю.Н. Новый способ бессменного возделывания картофеля [Текст] / Ю.Н. Лысенко // Картофель и овощи. –2004. - № 3. – С. 9-10.
73. Лысов, А.К. Новая технология применения средств защиты растений при посадке картофеля [Текст] / А.К. Лысов, Т.В. Корнилов // Сельскохозяйственные вести. – 2011. - № 2 (85). – С. 36-37.

74. Мальгин, В.А. Картофель по голландской технологии [Текст] / В.А. Мальгин. // Картофель и овощи. - 1992. - № 5/6. –С. 17-18.

75. Медведева, Е.А. Влияние обработок клубней и растений картофеля испытываемыми препаратами и их баковыми смесями на поражение болезнями [Текст] / Е.А. Медведева, Р.А. Струкова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2013. - №1. – С. 26-28.

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

77. Мельцаев, И.Г. Урожай и качество картофеля зависят от технологии возделывания [Текст] / И.Г. Мельцаев // Картофель и овощи. - 2004. - № 3. - С. 6-7.

78. Методические рекомендации по освоению машинных технологий возделывания и уборки картофеля [Текст] / В.П. Елизаров, А.Г. Пономарев, Н.С. Кабаков // М.: Информагротех. – 1999. – 39 с.

79. Минаков, И.А. Развитие рынка картофеля и продуктов его переработки в России [Текст] / И.А. Минаков // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. – 2014. - №2(19). – С. 58-60.

80. Митрофанов, Ю.И. Влияние обработок картофеля от фитофторы на урожайность и экономическую эффективность его возделывания / Ю.И. Митрофанов, Л.И. Петрова, Л.В. Пугачёва. А.Е. Казьмин // Материалы международной научно-практической конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 15-16 сентября 2016 г. - С. 32-36.

81. Митрофанов, Ю.И. Капельный полив при выращивании картофеля на грядах / Ю.И. Митрофанов, А.Е. Артёмьев, М.В. Гуляев, Н.К. Первушина, В.Н. Лапушкина // Материалы международной научно-практической конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 15-16 сентября 2016 г. - С. 45-49.

82. Митрофанов, Ю.И. Влияние массы посадочных клубней и количества стеблей на урожайность картофеля при однострочной схеме посадки на грядах / Ю.И. Митрофанов, А.Е. Артёмьев, В.Н. Лапушкина, Смирнова Н.А. // Материалы

международной научно-практической конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 15-16 сентября 2016 г. - С. 49-56.

83. Митрофанов, Ю.И. Обработка осушаемой почвы при грядовой технологии возделывания картофеля / Ю.И. Митрофанов, О.Н. Анциферова, С.А. Лукьянов // Материалы международной научно-практической конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 15-16 сентября 2016 г. - С. 56-61.

84. Моисеев, М. Капельное орошение: сокращение расходов, увеличение урожайности [Текст] / М. Моисеев // Картофельная система. – 2010. - №2. – С. 20.

85. Моленов, В.Д. «СолАгро»: перспективные сорта картофеля и отличные результаты [Текст] / В.Д. Моленов // Картофель и овощи. – 2005. - № 2. – С. 12-13.

86. Москвичев, А.Ю. Продуктивность клубней картофеля при использовании биопрепарата Мизорин и Бишофита на фоне разноглубинной обработки светло-каштановых почв Астраханской области [Текст] / А.Ю. Москвичев, А.В. Балашов, В.В. Пятибратов // Главный агроном. – 2012. - №10. – С. 33-36.

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

88. Мухортова, Т.В. Экологическое вырождение и сроки сортообновления картофеля в условиях полупустынной зоны Северного-Западного Прикаспия при капельном орошении [Текст] / Т.В. Мухортова, А.А. Шершнева // Научное обеспечение развития АПК аридных территорий: теория и практика. – М. – 2011. – С. 236-238.

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

90. Надежкин, С.М. Урожайность картофеля в зависимости от сортовых особенностей и погодных условий лесостепи Среднего Поволжья [Текст] / Н.М.

Надежкин, Е.В. Жеряков, Д.А. Климов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. - № 6 (50). – С. 43-46.

91. Нестеренко, И.Н. Картофелеводство Астраханской области [Текст] / И.Н. Нестеренко // Картофельная система. – 2011.- №1 [Электронный ресурс] Ru iptt //www. potatosystem. ru kartofelevodstvo - astrahanskoj – oblasti.(дата обращения 15.03. 2012.).

92. Панов, А.В. Эффективность применения органо-минерального комплекса Геотон при возделывании картофеля [Текст] / А.В. Панов // Земледелие. – 2015. - № 3. – С. 40-42.

93. Петрова, Л.И. Влияние условий возделывания на урожайность и качество картофеля / Л.И. Петрова, Ю.И. Митрофанов, А.Е. Артёмьев, Н.К. Первушина // Материалы междунар. научно-практ. конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 15-16 сентября 2016 г. - С. 36-41.

94. Пигорев, И.Я. перспективы применения нетрадиционных органических удобрений на картофеле в Центральном Черноземье / И.Я. Пигорев, Э.В. Засорина, А.В. Толмачёв, В.В. Прокудин // Аграрная наука. – 2013. - № 11. – С. 17-20.

95. Плескачёв, Ю.Н. Использование азотовита и фосфатовита при возделывании подсолнечника [Текст] / Ю.Н. Плескачёв, Н. И. Сёмина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса, наука и высшее профессиональное образование.- 2013. – Выпуск 1, - Волгоград: ИПК «Нива», ВолГАУ. - С. 53-56.

96. Плескачёв, Ю.Н. Биотехнологии в Волгоградской области [Текст] / Ю.Н. Плескачёв, Н.И. Сёмина // Поле деятельности. - 2013. - № 1. – С. 17-18.

97. Поддубский, А.А. Водный режим почв при капельном орошении картофеля на легких полупустынных почвах Омана [Текст] / А.А. Поддубский, П.А. Докукин, А.В. Шуравилин // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2014. - № 1(18). – С. 30-32.

98. Полухин, Н.И. Вирусная теория вырождения картофеля. Состоятельность и перспективы практического использования [Текст] / Н.И. Полухин // Достижения науки и техники АПК. – 2008. - № 4. – С. 29-32.

99. Попова, Ю.С. Применение удобрения-мелиоранта комплексного действия при возделывании картофеля на серых лесных почвах Рязанской области [Текст] / Ю.С. Попова. – Волгоград. – 2010. – 23 с.

100. Постников, А.Н. Биоплан К. повышает урожай картофеля [Текст] / А.Н. Постников и др. // Картофель и овощи. - № 1. – 2005. - 14 с.

101. Производство картофеля на промышленной основе [Текст] /А.И. Замотаев, Б.П. Липун, А.В. Коршунов, К.А. Пшеченков. – М.: Агропромиздат. – 1985. – С. 181-191.

102. Пуздря, Ф.Ф. Урожай зависит от технологии ухода [Текст] / Ф.Ф. Пуздря // Картофель и овощи. – 1998. – № 2. – С. 13-17.

103. Пучков, Б.С. Выращивание картофеля на Северо-Западе [Текст] / Б.С. Пучков, М.Ф. Егорова, В.И. Смирнов. – Л.: Колос. – 1979. – 186 с.

104. Пындак, В.И. Нетрадиционные высокоэффективные комплексные удобрения, их действие и последствие при возделывании картофеля [Текст] / В.И. Пындак, Е.Ф. Помогаев, Ю.А. Степкина // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2011. - № 2 (22). – С. 34-40.

105. Пындак, В.И. Нетрадиционные удобрения и короткоротационные севообороты при возделывании сои и картофеля [Текст] / В.И. Пындак, А.Е. Новиков // Аграрная наука. – 2013. - № 12. – С. 18-19.

106. Ресурсосберегающие технологии переработки картофеля [Текст] / Под ред. О.С. Серпова, Л.А. Борченкова. – М.: изд-во ФГНУ Росинформагротех. – 2009. – 84 с.

107. Сайдагазова, Р.Р. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на продуктивность картофеля в лесостепи Поволжья [Текст] / Р.Р. Сайгазова // Тезисы

докладов Всеросс. студ. конфер.г. Ульяновск, 23 марта 2011 г. – Ульяновск. – 2011. – С. 123-124.

108. Свиридова, Л.Л. Применение различных режимов орошения и доз органических удобрений при возделывании картофеля в условиях Северного Прикаспия [Текст]: автореф. дис.... канд. с.- х. наук: 06.01.02/ Лариса Леонтьевна Свиридова. – Волгоград. – 2007. – 23 с.

109. Семькин, В.А. Технология применения биопрепаратов на картофеле в Центральном Черноземье / В.А. Семькин, Э.В. Засорина, А.В. Толмачёв // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2012. - № 1. – С. 61-64.

110. Сергеева, О.Н. Применение органоминеральной добавки Турмакс при возделывании картофеля [Текст] / О.Н. Сергеева, Н.А. Перченко, Н.Н. Шипилин // Вестник НГАУ. – 2013. - №4(29). – С. 36-40.

111. Сергеева, О.Н. Препарат для повышения продуктивности картофеля в условиях Томской области [Текст] / О.Н. Сергеева // Достижение науки и техники АПК. – 2014. - №1. – С. 35-37.

112. Сёмина, Н.И. Применение бактериальных удобрений при возделывании подсолнечника [Текст] / Н.И. Сёмина, Ю.Н. Плескачев // Сб. Пути повышения продуктивности орошаемых агроландшафтов в условиях аридного земледелия / Составление и редакция: В.П. Зволинский, Н.В. Тютюма, Р.К. Туз–М.: Издательство «Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук», 2012.

113. Скворцова О.Н. Эффективность бактериальных удобрений при выращивании картофеля на светло-каштановых почвах Волгоградской области [Текст] / О.Н. Скворцова // Материалы 15 региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области. – Волгоград: ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2011. С. 48-50.

114. Скворцова О.Н. Урожайность картофеля в зависимости от применения бактериальных удобрений на орошаемых светло-каштановых почвах Волго-Донского междуречья [Текст] / О.Н. Скворцова // Материалы 5 международной

научно-практической конференции молодых исследователей. – Волгоград: ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2011. С. 107-110.

115. Скворцова, О.Н. Инновационная технология возделывания картофеля с использованием бактериальных удобрений в системе капельного орошения [Текст] / О.Н. Скворцова, В.М. Жидков // Материалы XVI региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области. – 2012. – С. 58-60.

116. Соколов, А.С. Выращивание картофеля на рекультивируемых землях / А.С. Соколов, Г.Ф. Соколова // Материалы международной научно-практической конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 15-16 сентября 2016 г. - С. 24-28.

117. Спиридонов, В. Влияние лигногумата на урожайность картофеля [Текст] / В. Спиридонов // Главный агроном. – 2011. - № 2. – С. 36-37.

118. Суворов, Д.Ф. Применение микроэлементного удобрения Аквадон-Микро: нормы и технологии [Текст] / Д.Ф. Суворов, Е.С. Шкрабак // Вестник овощевода. – 2012. - № 1. – С. 26-27.

119. Тихонов, Н.И. Картофель [Текст] / Н.И. Тихонов // Волгоградский фермер. – 2014. - №4(25). – С. 32-36.

120. Тихонов, Н.И. Картофель [Текст] / Н.И. Тихонов // Волгоградский фермер. – 2014. - №3(24). – С. 33-37.

121. Толмачёв, А.В. О сроках внесения органического удобрения БиоАлгин С₉₀ Плюс₂ под картофель / А.В. Толмачёв // Научное обеспечение агропромышленного производства (межд. науч.-пр. конф.). – Курск: Изд-во Курск. Гос. с.-х. ак. – 2012. – С. 21-24.

122. Толмачёв, А.В. Влияние сроков внесения нетрадиционных органических удобрений на урожайность картофеля / А.В. Толмачёв // Актуальные проблемы агропромышленного производства (межд. науч.-пр. конф.). – Курск: Изд-во Курск. Гос. с.-х. ак. – 2013. – С. 111-112.

123. Толмачёв, А.В. Урожайность и качество картофеля в зависимости от технологии внесения биопрепаратов / А.В. Толмачёв // Агропромышленный

комплекс: контуры будущего (межд. науч.-пр. конф.). – Курск: Изд-во Курск. Гос. с.-х. ак. – 2014. – С. 118-121.

124. Толмачёв, А.В. Влияние сроков некорневых подкормок биопрепаратами на продуктивность картофеля в Центральном Черноземье. автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Толмачёв Алексей Викторович. - Волгоград, 2009. – 22 с.

125. Тулинов, А. Определение эффективности применения биологически активных препаратов в комплексе с минеральными удобрениями на картофеле в условиях республики Коми [Текст] / А. Тулинов // Главный агроном. – 2014. - № 8. – С. 39-43.

126. Туманян, А.Ф. Влияние густоты посадки растений картофеля на его урожайность при капельном орошении [Текст] / А.Ф. Туманян, Н.В. Тютюма, Н.А. Щербакова // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2014. - № 3 (20). – С. 34-37.

127. Удовченко, А.И. Использование элементов интенсивной технологии при выращивании раннего картофеля [Текст] / А.И. Удовченко, П.Б. Мордасов // Вестник овощевода. – 2012. - № 2. – С. 15-17.

128. Усков, Д.С. Влияние бишофита и микроудобрений на рост, развитие и урожайность картофеля в условиях Волго-Ахтубинской поймы / Д.С. Усков // Материалы 7ой, 8-ой региональных конференций молодых исследователей Волгоградской области. 12-15 ноября 2002 г. 11-14 ноября 2003 г. ВГСХА. – Волгоград, 2004. – С. 6-7.

129. Усков, Д.С. Сортовая реакция картофеля на почвенные условия и удобрение при орошении / Д.С. Усков // Материалы 9-ой региональной конференции молодых исследователей Волгоградской области. 9-11 ноября 2004 г. ВГСХА. – Волгоград, 2005. – С. 28-30.

130. Усков, Д.С. Применение бишофита и микроудобрений при возделывании картофеля на орошаемых пойменных землях / Д.С. Усков // Материалы 10-ой региональной конференции молодых исследователей

Волгоградской области. 8-11 ноября 2005 г. ВГСХА. – Волгоград, 2006. – С. 33-34.

131. Усков, Д.С. Продуктивность раннего картофеля при применении удобрений на орошении в условиях северной части Волго-Ахтубинской поймы / Д.С. Усков, В.М. Иванов // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Серия: Агроинженер. - 2008. № 2.– С. 101-106.

132. Усков, Д.С. Влияние сорта, удобрений и бишофита на урожай картофеля весенней и летней посадки при орошении в Волго-Ахтубинской пойме автореф. дис. канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Усков Дмитрий Сергеевич. - Волгоград, 2009. – 22 с.

133. Федотова, Л.С. Продуктивность картофеля в зависимости от комплексного использования минеральных и бактериальных удобрений на фоне сидератов в условиях Центрально-Черноземного региона России [Текст] / Л.С. Федотова // Нива Поволжья. – 2014. - №1 (30). – С. 56-62.

134. Филин, В.И. Роль сорта и технологических факторов в повышении урожайности картофеля в сухостепной зоне Волгоградской области при орошении [Текст] / В.И. Филин, А.Н. Грошев, А.М. Стрюков // Интеграционные процессы в науке, образовании и аграрном производстве – залог успешного развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции 25-27 января 2011 года, г. Волгоград. – 2011. – Т. 1. С. 90-95.

135. Филин, В.И. Сорт, посадочный материал, удобрение, обработка почвы как факторы формирования планируемой урожайности картофеля при орошении [Текст] / В.И. Филин // Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сокращения экосистем. Материалы Международной научно-практической конференции 31 января – 2 февраля 2012 г., г. Волгоград. – 2012. – Т. 1. С. 108-112.

136. Фомичёва, Н.В. Побочный продукт производства жидкофазного биопрепарата и его влияние на продуктивность картофеля и почвенную микрофлору / Н.В. Фомичёва, Г.Ю. Рабинович // Материалы международной

научно-практической конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 15-16 сентября 2016 г. - С. 41-45.

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

138. Черенков, А.А. Краткий обзор отрасли картофелеводства Тульской области [Текст] / А.А. Черенков, М.С. Хлопюк // Аграрная Россия. – 2015. - № 6. – С. 26-30.

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

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

141. Шершнева, А.А. Преимущество капельного орошения при выращивании картофеля [Текст] / А.А. Шершнева, Н.А. Щербакова // Научное обеспечение развития АПК аридных территорий: теория и практика. – М. – 2011. – С. 247-249.

142. Шляхов, В.А. Ресурсосберегающие элементы технологии возделывания картофеля при капельном орошении [Текст] / В.А. Шляхов, В.Н. Самодуров, В.В. Коринец // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – М. – 2008. – 114 с.

143. Шляхов, В.А. Оценка технологического процесса возделывания картофеля при капельном орошении аридной зоны [Текст] / В.А. Шляхов, Р.И. Дубин, В.Н. Самодуров // Аграрный вестник Урала. 2008.- №1 2. – С.24-25.

144. Шляхов, В.А. Альтернативные экологически безопасные технологии возделывания картофеля при различных способах орошения в условиях аридной зоны Нижнего Поволжья [Текст] / В.А. Шляхов // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – М. – 2009. – 153 с.

145. Шляхов, В.А. Эффективная система обработки почвы под картофель [Текст] / В.А. Шляхов, В.В. Коринец, Г.Ф. Соколова // Картофель и овощи. – 2011. - №5 . – С.17-18.

146. Шляхов, В.А. Возделывание картофеля при капельном орошении [Текст] / В.А. Шляхов, В.В. Коринец //Аграрный вестник Урала. – 2011. - № 1. С. 24-27.

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

148. Шляхов, В.А. Теоретические аспекты возделывания картофеля в аридной зоне [Текст] / В.А. Шляхов, В.В. Коринец, А.Е. Талышкина, Л.Н. Григорян // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. – 2014. - №3(20). – С. 17-18.

149. Шрамко, Н.В. Влияние предшественников и удобрений на продуктивность картофеля [Текст] / Н.В. Шрамко, И.Г. Мельцаева // Картофель и овощи. – 2006. - №8. – С. 6.

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

151. Щербакова, Н.А. Урожайность картофеля при спринклерном орошении в условиях Астраханской области / Н.А. Щербакова, Е.Г. Мягкова // Современные тенденции развития аграрного комплекса: Материалы международной научно-практической конференции. с. Соленое Займище. ФГБНУ «ПНИИАЗ». – Соленое Займище, – 2016. – С. 817-821.

152. Щербакова, Н.А. Капельный полив овощных культур и картофеля и их адаптивность в условиях Астраханской области / Н.А. Щербакова, Н.В. Тютюма, А.Ф. Туманян // Материалы международной научно-практической конф. ФГБНУ ВНИИМЗ, г. Тверь, 15-16 сентября 2016 г. - С. 18-24.

153. Jacobsen E. Stacking of resistance genes in potato by cisgenesis instead of introgression breeding / E. Jacobsen, R. Hutten // Potato developments in a

changing Europ: Proc. Int. Symp. On potato (Germany, Hannover, September 8-10, 2006). - Wagen, Acad. Publ., Netherlands, 2006. – P. 46-53.

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

155. Otrshy M. Effects of temperature fluctuation during in vitro phase on in vitro microtuber production in different cultivars of potato *Solanum tuberosum* / M. Otrshy, F. Nazarian, P. C. Struik // Plant Cell Tissue and Organ Culture. -2009. - № 98(2). - P. 213-218.156. Modawi, M.M. Khalafalla // American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture, 2009 – V. 3(3) – P. 487-492.

157. Mutasa-Göttgens E., Hedden P. Gibberellin as a factor in floral regulatory networks // Experimental Botany. 2009. Vol. 60. P. 1979 – 1989.

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

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Засоренность картофеля в зависимости от предшественников и методов применения микробиологических удобрений, шт/м²

Таблица А1 – Засоренность картофеля в зависимости от предшественников и методов применения микробиологических удобрений за 2010 г., шт/м²

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Повторности				Среднее
		1-ая	2-ая	3-я	4-ая	
Лук	Контроль	4	6	7	4	5,2
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями	7	5	9	8	7,1

	0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т					
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	8	9	7	10	8,4
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	6	5	8	6	6,2
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	7	10	8	11	9,0
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	9	12	8	13	10,4
Озимая рожь на сидерат	Контроль	3	4	3	5	3,8
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	5	4	5	3	4,2
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	7	8	5	6	6,4
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	4	7	4	5	5,0
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	6	8	5	10	7,2
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	9	7	12	8	9,0

Таблица А2 – Засоренность картофеля в зависимости от предшественников и методов применения микробиологических удобрений за 2011 г., шт/м²

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Повторности				
		1-ая	2-ая	3-я	4-ая	Среднее
Лук	Контроль	8	10	7	9	8,4
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	9	11	8	12	10,0
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	13	12	15	14	13,5
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	9	10	7	12	9,4
	Обработка клубней + внесение в почву	12	14	9	11	11,5

	перед посадкой картофеля					
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	12	10	12	14	12,1
Озимая рожь на сидерат	Контроль	6	9	5	7	6,7
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	7	6	9	8	7,5
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	8	10	9	6	8,1
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	7	9	5	8	7,2
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	8	10	9	11	9,6
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	10	8	11	9	9,4

Таблица А3 – Засоренность картофеля в зависимости от предшественников и методов применения микробиологических удобрений за 2012 г., шт/м²

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Повторности				
		1-ая	2-ая	3-я	4-ая	Среднее
Лук	Контроль	7	5	8	4	6,1
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	6	10	8	9	8,4
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	10	7	11	8	9,0
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	8	6	9	5	7,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	11	8	12	10	10,2

	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	10	7	11	12	10,0
Озимая рожь на сидерат	Контроль	5	3	7	4	4,8
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	7	5	8	6	6,3
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	5	7	10	8	7,5
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	6	5	8	6	6,2
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	8	7	9	6	7,4
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	9	10	7	8	5,2

Таблица А4 – Засоренность картофеля в зависимости от предшественников и методов применения микробиологических удобрений за 2013 г., шт/м²

Предшест венники	Методы внесения микробиологических удобрений	Повторности				
		1-ая	2-ая	3-я	4-ая	Среднее
Лук	Контроль	10	8	11	9	9,6
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	13	9	15	12	12,2
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	14	15	12	16	14,2
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	10	13	10	12	11,2
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	12	14	11	16	13,1

	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	14	16	17	11	14,6
Озимая рожь на сидерат	Контроль	8	6	10	7	7,9
	Обработка клубней микробиологическими удобрениями 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	6	8	11	8	8,3
	Внесение микробиологических удобрений в почву перед посадкой клубней 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	9	11	7	10	9,2
	Внесение микробиологических удобрений в фазу бутонизации 0,4 л А + 0,4 л Ф /га	7	10	6	9	8,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	11	14	9	8	10,4
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу бутонизации растений	9	13	8	12	10,7

Приложение Б

Результаты дисперсионного анализа характеристики фотосинтетической деятельности картофеля Импала за годы исследований

Таблица Б1 – Результаты дисперсионного анализа максимальной площади листьев картофеля Импала за годы исследований

Результаты дисперсионного анализа					
дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	Fф	F05
Общая	1 273,4148	47	-	-	-
Повторений	684,4623	3	-	-	-
Фактор (А)	164,6502	1	164,6502	1 207,3790	4,14
Фактор (В)	402,1535	5	80,4307	589,7979	2,51
Взаимодействия (АВ)	17,6485	5	3,5297	25,8833	2,51
Остаток (ошибки)	4,5002	33	0,1364	-	-
ошибка опыта		0,18			
ошибка разности средних		0,2611			
t (05)		2,0400			
НСР(05) общая		0,5327			
ошибка разности средних по фактору А			0,1066		
НСР(05) А			0,2175		-
ошибка разности средних по фактору В			0,1846		
НСР(05) В			0,3767		-
ошибка разности средних по взаимодействию АВ			0,1508		
НСР(05) АВ			0,3075		-

Таблица Б2 - Результаты дисперсионного анализа сухой биомассы растений картофеля Импала за годы исследований

Результаты дисперсионного анализа					
дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	Fф	F05
Общая	143,3800	47	-	-	-
Повторений	31,9517	3	-	-	-
Фактор (А)	37,8075	1	37,8075	1 533,9928	4,14
Фактор (В)	70,3425	5	14,0685	570,8121	2,51
Взаимодействия (АВ)	2,4650	5	0,4930	20,0029	2,51
Остаток (ошибки)	0,8133	33	0,0246	-	-
ошибка опыта		0,08			
ошибка разности средних		0,1110			
t (05)		2,0400			
НСР(05) общая		0,2265			
ошибка разности средних по фактору А			0,0453		
НСР(05) А			0,0925		-
ошибка разности средних по фактору В			0,0785		
НСР(05) В			0,1601		-
ошибка разности средних по взаимодействию АВ			0,0641		
НСР(05) АВ			0,1307		-

Таблица Б3 - Результаты дисперсионного анализа фотосинтетического потенциала картофеля Импала за годы исследований

Результаты дисперсионного анализа					
дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	Fф	F05
Общая	3 758 995,3125	47	-	-	-
Повторений	1 941 955,5625	3	-	-	-
Фактор (А)	513 153,5208	1	513 153,5208	1 265,9387	4,14
Фактор (В)	1 234 694,6875	5	246 938,9375	609,1930	2,51
Взаимодействия (АВ)	55 814,8542	5	11 162,9708	27,5388	2,51
Остаток (ошибки)	13 376,6875	33	405,3542	-	-
ошибка опыта		10,07			
ошибка разности средних		14,2365			
t (05)		2,0400			
НСР(05) общая		29,0424			
ошибка разности средних по фактору А			5,8120		
НСР(05) А			11,8565		-
ошибка разности средних по фактору В			10,0667		
НСР(05) В			20,5361		-
ошибка разности средних по взаимодействию АВ			8,2194		
НСР(05) АВ			16,7676		-

Таблица Б4 - Результаты дисперсионного анализа чистой продуктивности фотосинтеза картофеля Импала за годы исследований

Результаты дисперсионного анализа					
дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	Fф	F05
Общая	13,6392	47	-	-	-
Повторений	1,6042	3	-	-	-
Фактор (А)	5,3333	1	5,3333	1 587,9699	4,14
Фактор (В)	6,3742	5	1,2748	379,5744	2,51
Взаимодействия (АВ)	0,2167	5	0,0433	12,9023	2,51
Остаток (ошибки)	0,1108	33	0,0034	-	-
ошибка опыта		0,03			
ошибка разности средних		0,0410			
t (05)		2,0400			
НСР(05) общая		0,0836			
ошибка разности средних по фактору А			0,0167		
НСР(05) А			0,0341		-
ошибка разности средних по фактору В			0,0290		
НСР(05) В			0,0591		-
ошибка разности средних по взаимодействию АВ			0,0237		
НСР(05) АВ			0,0483		-

Урожайность картофеля в зависимости от применения микробиологических
удобрений и предшественников

Таблица В1 - Урожайность картофеля сорта Импала в 2010 году, т/га

Предшест венник	Метод внесения бактериальных удобрений	Повторности				
		1-ая	2-ая	3-я	4-ая	Среднее
Лук	Контроль	27,6	27,4	26,9	26,5	27,1
	Обработка клубней препаратами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	39,5	39,3	38,7	38,5	39,0
	Внесение препаратов в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	36,8	36,5	36,3	36,0	36,4
	Внесение препаратов в фазу ветвления 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	33,6	33,2	32,7	32,5	33,0
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	40,7	40,1	39,5	39,3	39,9
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу ветвления растений	43,3	43,0	42,6	41,9	42,7
Озимая рожь на сидерат	Контроль	30,5	30,2	29,2	28,9	29,7
	Обработка клубней препаратами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	47,1	46,5	46,2	45,8	46,4
	Внесение препаратов в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	46,0	45,7	45,3	45,0	45,5
	Внесение препаратов в фазу ветвления 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	42,8	42,2	41,8	41,6	42,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	50,2	49,8	49,3	49,1	49,6
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу ветвления растений	51,4	51,2	50,7	50,3	50,9
НСР ₀₅ по фактору А		0,08				
НСР ₀₅ по фактору В		0,14				
НСР ₀₅ АВ		0,11				
Fф по фактору А		36622				
Fф по фактору В		17977				
Fф АВ		708				

Таблица В2 - Урожайность картофеля сорта Импала в 2011 году, т/га

Предшест венник	Метод внесения бактериальных удобрений	Повторности				
		1-ая	2-ая	3-я	4-ая	Среднее
Лук	Контроль	32,4	31,9	31,4	31,1	31,7
	Обработка клубней препаратами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	45,6	45,3	45,1	44,8	45,2
	Внесение препаратов в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	42,7	42,4	42,0	41,7	42,2
	Внесение препаратов в фазу ветвления 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	38,3	38,0	37,8	37,5	37,9
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	45,8	45,4	45,2	45,1	45,4
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу ветвления растений	48,9	48,7	48,5	48,3	48,6
Озимая рожь на сидерат	Контроль	34,9	34,5	34,2	33,8	34,4
	Обработка клубней препаратами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	54,3	54,0	53,5	53,4	53,8
	Внесение препаратов в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	52,6	52,3	52,1	52,1	52,3
	Внесение препаратов в фазу ветвления 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	48,3	48,0	47,7	47,6	47,9
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	56,4	56,1	55,8	55,7	56,0
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу ветвления растений	57,9	57,6	57,3	57,2	57,5
НСР ₀₅ по фактору А		0,06				
НСР ₀₅ по фактору В		0,06				
НСР ₀₅ АВ		0,09				
Fф по фактору А		72930				
Fф по фактору В		35656				
Fф АВ		1476				

Таблица В3 - Урожайность картофеля сорта Импала в 2012 году, т/га

Предшест венник	Метод внесения бактериальных удобрений	Повторности				
		1-ая	2-ая	3-я	4-ая	Среднее
Лук	Контроль	30,7	30,4	30,2	30,1	30,3
	Обработка клубней препаратами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	44,2	43,7	43,6	43,3	43,7
	Внесение препаратов в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	41,0	40,8	40,2	40,3	40,6
	Внесение препаратов в фазу ветвления 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	37,5	37,0	36,6	36,4	36,9
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	44,6	44,3	44,1	43,8	44,2
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу ветвления растений	47,7	47,4	47,3	47,1	47,4
Озимая рожь на сидерат	Контроль	33,5	33,0	32,7	32,5	32,9
	Обработка клубней препаратами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	51,9	51,5	51,3	51,2	51,5
	Внесение препаратов в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	51,1	50,8	50,6	50,3	50,7
	Внесение препаратов в фазу ветвления 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	47,2	46,9	46,8	46,4	46,8
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	55,3	55,1	49,9	55,0	55,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу ветвления растений	56,8	56,5	56,3	56,1	56,4
НСР ₀₅ по фактору А		0,4				
НСР ₀₅ по фактору В		0,7				
НСР ₀₅ АВ		0,6				
Fф по фактору А		1493				
Fф по фактору В		768				
Fф АВ		30				

Таблица В4 - Урожайность картофеля сорта Импала в 2013 году, т/га

Предшест венник	Метод внесения бактериальных удобрений	Повторности				
		1-ая	2-ая	3-я	4-ая	Среднее
Лук	Контроль	33,4	32,9	32,8	32,5	32,9
	Обработка клубней препаратами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	48,1	47,8	47,6	47,3	47,7
	Внесение препаратов в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	44,9	44,5	44,3	44,0	44,4
	Внесение препаратов в фазу ветвления 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	40,9	40,8	40,5	40,2	40,6
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	50,4	50,1	49,9	49,9	50,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу ветвления растений	53,7	53,4	53,1	53,0	53,3
Озимая рожь на сидерат	Контроль	36,9	36,7	36,5	36,4	36,6
	Обработка клубней препаратами 0,5 л А + 0,5 л Ф / 100 л/т	57,5	57,2	57,0	56,8	57,1
	Внесение препаратов в почву перед посадкой 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	56,6	56,5	56,0	56,1	56,3
	Внесение препаратов в фазу ветвления 0,4 л А + 0,4 л Ф / 100 л/га	54,4	54,2	53,7	53,7	54,0
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой картофеля	62,6	62,2	62,0	61,7	62,1
	Обработка клубней + внесение в почву перед посадкой + обработка в фазу ветвления растений	64,4	64,1	63,8	63,7	64,0
НСР ₀₅ по фактору А		0,05				
НСР ₀₅ по фактору В		0,08				
НСР ₀₅ АВ		0,07				
Fф по фактору А		162364				
Fф по фактору В		74434				
Fф АВ		3084				

Результаты дисперсионного анализа урожайности картофеля сорта Импала
за годы исследований

Таблица Г1 - Результаты дисперсионного анализа урожайности картофеля сорта
Импала за 2010 год

Результаты дисперсионного анализа					
дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	Fф	F05
Общая	2 526,0167	47	-	-	-
Повторений	9,7417	3	-	-	-
Фактор (А)	708,4033	1	708,4033	36 622,4178	4,14
Фактор (В)	1 738,6967	5	347,7393	17 977,1248	2,51
Взаимодействия (АВ)	68,5367	5	13,7073	708,6298	2,51
Остаток (ошибки)	0,6383	33	0,0193	-	-
ошибка опыта		0,07			
ошибка разности средних		0,0983			
t (05)		2,0400			
НСР(05) общая		0,2006			
ошибка разности средних по фактору А			0,0401		
НСР(05) А			0,0819		-
ошибка разности средних по фактору В			0,0695		
НСР(05) В			0,1419		-
ошибка разности средних по взаимодействию АВ			0,0568		
НСР(05) АВ			0,1158		-

Таблица Г2 - Результаты дисперсионного анализа урожайности картофеля сорта
Импала за 2011 год

Результаты дисперсионного анализа					
дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	Fф	F05
Общая	3 061,2867	47	-	-	-
Повторений	4,5950	3	-	-	-
Фактор (А)	861,9075	1	861,9075	72 930,6346	4,14
Фактор (В)	2 107,1242	5	421,4248	35 659,0244	2,51
Взаимодействия (АВ)	87,2700	5	17,4540	1 476,8769	2,51
Остаток (ошибки)	0,3900	33	0,0118	-	-
ошибка опыта		0,05			
ошибка разности средних		0,0769			
t (05)		2,0400			
НСР(05) общая		0,1568			
ошибка разности средних по фактору А			0,0314		
НСР(05) А			0,0640		-
ошибка разности средних по фактору В			0,0544		
НСР(05) В			0,1109		-
ошибка разности средних по взаимодействию АВ			0,0444		
НСР(05) АВ			0,0905		-

Таблица Г3 - Результаты дисперсионного анализа урожайности картофеля сорта
Импала за 2012 год

Результаты дисперсионного анализа					
дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	Fф	F05
Общая	2 977,7792	47	-	-	-
Повторений	6,9308	3	-	-	-
Фактор (А)	803,6033	1	803,6033	1 493,2519	4,14
Фактор (В)	2 066,8042	5	413,3608	768,1052	2,51
Взаимодействия (АВ)	82,6817	5	16,5363	30,7277	2,51
Остаток (ошибки)	17,7592	33	0,5382	-	-
ошибка опыта		0,37			
ошибка разности средних		0,5187			
t (05)		2,0400			
НСР(05) общая		1,0582			
ошибка разности средних по фактору А			0,2118		
НСР(05) А			0,4320		-
ошибка разности средних по фактору В			0,3668		
НСР(05) В			0,7483		-
ошибка разности средних по взаимодействию АВ			0,2995		
НСР(05) АВ			0,6110		-

Таблица Г4 - Результаты дисперсионного анализа урожайности картофеля сорта
Импала за 2013 год

Результаты дисперсионного анализа					
дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	Fф	F05
Общая	4 229,1031	47	-	-	-
Повторений	3,4840	3	-	-	-
Фактор (А)	1 247,4602	1	1 247,4602	162 364,5826	4,14
Фактор (В)	2 859,4169	5	571,8834	74 434,1221	2,51
Взаимодействия (АВ)	118,4885	5	23,6977	3 084,4018	2,51
Остаток (ошибки)	0,2535	33	0,0077	-	-
ошибка опыта		0,04			
ошибка разности средних		0,0620			
t (05)		2,0400			
НСР(05) общая		0,1264			
ошибка разности средних по фактору А			0,0253		
НСР(05) А			0,0516		-
ошибка разности средних по фактору В			0,0438		
НСР(05) В			0,0894		-
ошибка разности средних по взаимодействию АВ			0,0358		
НСР(05) АВ			0,0730		-

Таблица Г5 - Результаты дисперсионного анализа урожайности картофеля сорта
Импала за 2010-2013 гг.

Результаты дисперсионного анализа					
дисперсия	сумма квадратов	степени свободы	средний квадрат	Fф	F05
Общая	3 896,0192	47	-	-	-
Повторений	612,4692	3	-	-	-
Фактор (А)	875,5208	1	875,5208	866,5706	4,14
Фактор (В)	2 267,0242	5	453,4048	448,7698	2,51
Взаимодействия (АВ)	107,6642	5	21,5328	21,3127	2,51
Остаток (ошибки)	33,3408	33	1,0103	-	-
ошибка опыта		0,50			
ошибка разности средних		0,7107			
t (05)		2,0400			
НСР(05) общая		1,4499			
ошибка разности средних по фактору А			0,2902		
НСР(05) А			0,5919		-
ошибка разности средних по фактору В			0,5026		
НСР(05) В			1,0253		-
ошибка разности средних по взаимодействию АВ			0,4104		
НСР(05) АВ			0,8371		-