

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический
университет имени П.А. Костычева»

На правах рукописи

ПЕТРУХИН АЛЕКСАНДР СЕРГЕЕВИЧ

**ПРОДУКТИВНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
БИОГУМУСА И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА В УСЛОВИЯХ
ЮЖНОЙ ЧАСТИ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РФ**

Специальность 06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель: доктор
сельскохозяйственных наук, профессор
Левин Виктор Иванович

Рязань – 2017

Оглавление

Введение.....	4
Глава 1. Обзор литературы.....	11
1.1. Роль физиологически активных веществ в жизни растений.....	11
1.2. Применения регуляторов роста различной природы в агрофитоценозах.....	20
1.2.1. Влияние Биойода, Фульвогумата, Циркона и Экстрасола на рост и развитие растений.....	20
1.2.2. Формирование урожая сельскохозяйственных культур и качества продукции под действием регуляторов роста.....	27
1.3. Эффективность использования биогумуса при выращивании сельскохозяйственных культур.....	34
1.4. Физиологическая роль фитогормона этилена.....	40
Глава 2. Методика и почвенно-климатические условия проведения исследования.....	44
2.1. Методика проведения исследований.....	44
2.2. Почвенно-климатические условия.....	49
Глава 3. Влияние регуляторов роста и этилена на начальные ростовые процессы клубней картофеля.....	55
3.1. Пробуждение почек клубней картофеля.....	55
3.2. Фитомасса ростков и корней проростков клубней картофеля.....	58
Глава 4. Влияние регуляторов роста и биогумуса на рост, развитие, урожайность и качество клубней картофеля.....	62
4.1. Действие на рост и развитие растений картофеля.....	62
4.1.1. Динамика появления всходов.....	62
4.1.2. Высота растений.....	66
4.1.3. Количество стеблей в кусте.....	68
4.1.4. Надземная масса растений.....	70
4.1.5. Площадь листовой поверхности.....	74

4.1.6. Фотосинтетический потенциал.....	77
4.1.7. Чистая продуктивность фотосинтеза.....	81
4.1.8. Число и масса клубней в кусте.....	83
4.2. Формирование урожайности картофеля.....	86
4.2.1. Урожайность клубней.....	86
4.2.2. Структура урожая и товарность клубней.....	89
4.3. Показатели качества клубней картофеля.....	92
4.3.1. Сухое вещество и крахмал.....	92
4.3.2. Аскорбиновая кислота.....	95
4.3.3. Нитраты.....	97
Глава 5. Последствие регуляторов роста и биогумуса на естественную убыль и лежкость клубней картофеля в процессе послеуборочного хранения.....	99
Глава 6. Экономическая эффективность изучаемых приемов и производственная проверка результатов исследований.....	105
Заключение и предложения производству.....	111
Список литературы.....	114
Приложения.....	138

Введение

Актуальность исследования. Мировая стратегия развития земледелия в наступившем столетии будет определяться, в первую очередь, продолжающимся ростом народонаселения и возможностью обеспечения агропромышленного комплекса ресурсами, необходимыми для повышения продуктивности агрофитоценозов и получения высококачественной растениеводческой продукции (Яковлев, 2004; Посыпанов, 2006).

В этой связи приобретает большое значение совершенствование технологии возделывания картофеля, как важнейшей продовольственной и технической сельскохозяйственной культуры, занимающей одно из ведущих мест в мировом производстве продукции растениеводства. Клубни картофеля содержат около 25% сухих веществ, в том числе 14 – 22% крахмала, а также белок высокого качества, аскорбиновую кислоту, витамины В₁, В₂, В₆, РР и минеральные вещества. Картофель относится к числу культур, предъявляющих повышенные требования к элементам питания. Это связано с большим накоплением сухого вещества и слаборазвитой корневой системой. Из элементов питания наибольшее значение имеют азот, фосфор, калий, кальций, магний, железо, сера, медь и другие. При этом для получения хороших урожаев с высокими характеристиками качества питательные вещества должны быть доступны растениям в необходимом количестве и нужной форме (Минеев, 2004; Перегудов, 2005; Постников, 2006; Sturm, 1994).

Ежегодно во всех странах выращивается более 350 млн. тонн картофеля, доля нашей страны в мировом производстве находится на уровне 10%. Средний валовый сбор картофеля в РФ за 2011 – 2014 гг. составил 30,4 млн. т., при этом около 80% урожая было выращено в хозяйствах населения. Во многом из-за низких доходов граждан происходит сокращение потребления продуктов животноводства, овощей и фруктов и их возмещение картофелем. При медицинской норме потребления на уровне 95 – 100 кг в год на душу

населения за 2008 – 2013 гг. фактическое потребление картофеля составило 110 кг (Красильников, 2013; Симаков, 2013; Чекмарев, 2013).

В среднем за 2011 – 2014 гг. урожайность картофеля в России составила 143,9 ц/га, что в несколько раз ниже, чем в развитых европейских странах, США, Японии и Австралии, урожайность в которых колеблется от 350 до 600 ц/га (Кузьмин, 2015).

Нарушение хозяйственных связей, снижение численности поголовья скота, низкое материально-техническое обеспечение, а также увеличение стоимости производственных средств – техники, ГСМ, семян и удобрений – привели к сокращению производства картофеля в нашей стране. В частности, подобную ситуацию можно наблюдать на примере Рязанской области, где в 1990 году валовый сбор картофеля составлял 1230 тыс. т., а в 2014 он уменьшился до 421 тыс. т. при средней урожайности в регионе 189 ц/га (Крючков, 2015).

Главными причинами низкой урожайности во всех категориях хозяйств являются недостаточное использование удобрений, средств защиты растений, плохая техническая обеспеченность, слабое внедрение достижений науки и передовой практики и, в целом, низкая культура производства (Минаков, 2004; Левин, 2016).

Из всего вышеперечисленного следует, что при производстве картофеля и разработке новых элементов технологии возделывания необходим системный подход. Такой подход, предусматривает, по мнению А.А. Жученко (1994), гармоничное развитие и взаимодействие всех основных факторов интенсификации производства, ставится в основу современных адаптивных технологий выращивания сельскохозяйственных культур, которые ориентированы на достижение наибольшего эффекта за счет комплексного использования биологических и техногенных факторов с целью ресурсосбережения и снижения энергетических и экономических затрат при производстве продукции.

Помимо этого, в современных условиях приоритетным направлением сельскохозяйственного производства становится биологизация земледелия, в основу которой входят агроприемы, обеспечивающие получение экологически безопасных продуктов питания, уменьшение загрязнения окружающей среды и сохранение плодородия почвы (Федотова, 2012; Крючков, 2015; Левин, 2015).

К таким приемам относится использование биогумуса и регуляторов роста при выращивании сельскохозяйственных культур. Они способствуют увеличению урожайности и получению высококачественной экологически безопасной продукции (Антипкина, 2015; Петрухин, 2015; Левин, 2016).

Биогумус имеет ряд преимуществ перед другими органическими удобрениями: содержит в 4 – 8 раз больше элементов питания в доступной для растений форме, при высыхании не теряет своих первоначальных качеств, в нем не содержатся семена сорняков, он экологически безопасен для растений. Биогумус образует сложный органоминеральный комплекс, улучшает водопрочные структуры и водоудерживающую способность почвы, богат полезной микрофлорой и обладает пролонгирующим эффектом в течение 2 – 3 лет (Гринева, 2004; Постников, 2009; Хабарова, 2016; Allievi, 1987).

Применение регуляторов роста на основе физиологически активных веществ направлено на интенсификацию метаболических процессов, увеличение усвояемости элементов питания и повышение устойчивости растений к стрессовым воздействиям и патогенным началам. Их ассортимент и объем применения ежегодно увеличивается, что обусловлено возможностью использовать различные препараты в интенсивных системах земледелия для получения стабильно высоких урожаев (Кузьмина, 1990; Будыкина, 2006; Akhtar, 1998).

Эффективность действия биогумуса и регуляторов роста в значительной степени модифицируется зональными условиями и сортовыми особенностями культуры. Следовательно, возникает необходимость проведения сравнительной агрономической, экологической и экономической оценок эффективности

использования регуляторов роста и биогумуса при возделывании картофеля применительно к региональным условиям.

Данная научная работа посвящена исследованию действия биогумуса и регуляторов роста, которые позволяют максимально реализовать генетический потенциал сорта, обеспечить стабильную урожайность и получить продукцию высокого качества.

Цель работы – исследование действия биогумуса и регуляторов роста в агроценозах картофеля при выращивании на серых лесных среднесуглинистых почвах в условиях Южной части Нечерноземной зоны РФ.

Для достижения поставленной цели решались следующие **задачи**:

- определение оптимальных доз регуляторов роста – Биойод, Фульвогумат, Циркон и Экстрасол для предпосадочной обработки клубней;
- исследование действия фитогормона этилена на начальные ростовые процессы при прорастании клубней;
- изучение влияния локального внесения биогумуса и предпосадочной обработки клубней и растений регуляторами роста на рост, развитие, продуктивность и качество клубней районированных сортов картофеля;
- выявление последствий биогумуса и регуляторов роста на естественную убыль массы и лежкость клубней при послеуборочном хранении;
- определение экономической эффективности использования биогумуса и регуляторов роста при выращивании картофеля.

Научная новизна. Впервые исследована эффективность комплексного применения биогумуса и регуляторов роста при возделывании различных по скороспелости сортов картофеля – Жуковский ранний и Сантэ – на серых лесных среднесуглинистых почвах в условиях Южной части Нечерноземной зоны РФ. Установлены дозы предпосадочной обработки клубней картофеля регуляторами роста, обеспечивающие максимальный эффект стимуляции прорастания. Исследовано действие экзогенного этилена на интенсивность прорастание клубней картофеля. Выявлено последствие регуляторов роста и

биогуруса на естественную убыль массы и лежкость клубней при послеуборочном хранении.

Теоретическая и практическая значимость работы. Определены дозы регуляторов роста, обеспечивающие наиболее интенсивное прорастание клубней. Установлена ответная реакция клубней картофеля на воздействие экзогенного фитогормона этилена. Выявлены варианты комплексного применения регуляторов роста и биогуруса, способствующие стимуляции роста и развития растений, стабильному повышению продуктивности и улучшению качества картофеля. Определена сортовая реакция картофеля на применение биогуруса и регуляторов роста.

Данная научная работа выполнялась в рамках НИР: «Разработка и агроэкологическое обоснование современных наукоемких технологий в производстве, хранении, переработке, сельскохозяйственной продукции и лесовосстановлении» (регистрационный номер: АААА-А16-116060910024-8, 2016 год).

Положения, выносимые на защиту:

- действие различных доз регуляторов роста и фитогормона этилена на начальные процессы прорастания клубней картофеля;
- влияние регуляторов роста и локального предпосадочного внесения биогуруса на рост и развитие растений различных сортов картофеля;
- эффективность комплексного применения биогуруса и регуляторов роста на формирование урожая и качества полученной продукции;
- изменение естественной убыли массы и лежкости клубней в процессе послеуборочного хранения.

Апробация работы. Основные результаты исследований доложены на научных конференциях Рязанского ГАТУ имени профессора П.А. Костычева (2014 – 2016 гг.); Международных научно-практических конференциях: «Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля» (г. Рязань, РГАТУ 19 февраля 2015 г.); «Современные энерго- и ресурсосберегающие экологически устойчивые технологии и

системы сельскохозяйственного производства» (г. Рязань, РГАТУ 11 декабря 2015 г.); «Проблемы формирования комплексов машин и оборудования для агрохимического обеспечения и производства сельскохозяйственной продукции» (г. Рязань, ФГБНУ ВНИМС 15 декабря 2015 г.); «Исследования молодых ученых – аграрному производству» (г. Белгород, БГАУ 11 февраля 2016 г.); «Актуальные проблемы механизации и информатизации в повышении уровня почвенного плодородия в органическом земледелии» (г. Рязань, ФГБНУ ВНИМС 17 ноября 2016 г.).

Данная научная работа была представлена на третьем, а также становилась победителем первого и второго этапа Всероссийского конкурса на лучшую научную работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства Российской Федерации в номинации «Сельскохозяйственные науки» (г. Курск, КГСХА 16 – 17 апреля 2015 г. (участие), 27 апреля 2016 г. (победитель); г. Самара, СГСХА 26 – 28 мая 2015 г. (участие), 18 мая 2016 г. (призовое место)). Соискатель участвовал в программе «УМНИК» фонда содействия развития малых форм предпринимательства в научно-технической сфере – третья региональная конференция молодых ученых «Пути инновационного развития экономики Рязанской области» (г. Рязань, РГРТУ 2 ноября 2015 г.).

Достоверность результатов исследований подтверждена:

- экспериментальными данными, полученными при проведении лабораторных и полевых опытов и научно-производственной апробацией;
- использованием современных общепринятых методов исследований;
- математической и статистической обработкой полученных результатов.

Реализация результатов исследования. Производственная проверка результатов исследований осуществлялась в 2016 году на базе ГКФХ «Давыденко М.И.» Рязанского района Рязанской области. При выращивании картофеля сортов Жуковский ранний и Сантэ на площади в 20,0 га испытывали лучшие варианты регуляторов роста и биогумуса, которые были установлены в ходе проведения полевых опытов.

Публикации по теме исследований. Диссертация является результатом анализа и обобщения трехлетних исследований автора (2014 – 2016 гг.), материалы которых опубликованы в статьях журналов, сборниках научных трудов и международных конференций.

По материалам исследований опубликовано 12 печатных работ, включая 4 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ. Доля участия автора более 70%.

Объем и структура диссертации. Работа изложена на 168 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 6 глав, заключения, списка литературы, включающий 233 источника, в том числе 23 зарубежных, содержит 18 таблиц, 14 рисунков и 31 приложение.

Автор работы считает своим долгом выразить искреннюю благодарность за оказанную помощь и содействие в планировании, реализации исследований и обсуждении полученных результатов научному руководителю, доктору сельскохозяйственных наук, профессору Левину Виктору Ивановичу; доктору сельскохозяйственных наук, профессору Федотовой Людмиле Сергеевне; доктору сельскохозяйственных наук, профессору Кузьмину Николаю Александровичу; кандидату сельскохозяйственных наук, доценту Антипкиной Людмиле Анатольевне, доктору педагогических наук, доценту Лазуткиной Ларисе Николаевне и кандидату филологических наук, доценту Стародубовой Татьяне Анатольевне.

Глава 1. Обзор литературы

1.1. Роль физиологически активных веществ в жизни растений

Создаваемые в последние годы экологически безопасные и нетоксичные для человека и окружающей среды препараты на основе природного сырья, обладающие полифункциональными свойствами, открывают новые подходы к управлению процессами метаболизма растений и позволяют эффективнее решать задачи практического растениеводства (Будыкина, 2006; Постников, 2010; Антипкина, 2015).

Основу этих препаратов составляют физиологически активные вещества (ФАВ): органические кислоты, гумусовые вещества, антибиотики, микроэлементы, витамины, фитогормоны и т.д. Положительное действие ФАВ обуславливается их участием в окислительно-восстановительных процессах и минеральном обмене. Под их влиянием в листьях увеличивается содержание хлорофилла, улучшается процесс фотосинтеза, усиливается ассимиляционная деятельность растений. Физиологически активные вещества в небольших дозировках улучшают питание, увеличивают урожайность сельскохозяйственных культур, а также повышают качество полученной продукции (Анспок, 1990; Зорин, 2004; Федотова, 2011; Бутузов, 2014).

Создаваемые на основе ФАВ регуляторы роста применяются в небольших количествах, оказывая при этом существенное влияние на широкий спектр ростовых и физиологических процессов, происходящих в растениях. Для пролонгирования эффекта стимуляции на всех этапах онтогенеза регуляторы роста целесообразно применять комплексно. В картофелеводстве они используются как для предпосадочной обработки клубней, так и вегетирующих растений, что, в свою очередь, повышает всхожесть, улучшает развитие корневой системы, также увеличивается поглощение элементов питания из почвы и удобрений, возрастает устойчивость к заболеваниям, стрессам и неблагоприятным факторам окружающей среды (Козьмина, 1990).

Последние 30 лет характеризуются тем, что разработка, изучение и применение регуляторов роста растений стали приобретать массовый характер. Достаточно сказать, что в развитых зарубежных странах регуляторами роста обрабатываются от 50 до 80% посевов всех сельскохозяйственных культур (Шаповал, 2008).

В заметной степени мировую тенденцию сокращения производства и применения доз минеральных удобрений и химических пестицидов может компенсировать внедрение высокоэффективных микробиологических препаратов, в том числе на основе полезных эндофитных и ризосферных бактерий. Основой бактериальных препаратов обычно служат представители рода *Bacillus*, продуцирующие различные вторичные метаболиты. В настоящее время внедрение полифункциональных биологических препаратов на основе этих бактерий является одним из приоритетных направлений повышения урожайности и получения экологически безопасной продукции в сельском хозяйстве. Их действия направлены на увеличение усвояемости элементов питания из почвы и удобрений за счет азотфиксации и мобилизации элементов питания из плохо растворимых соединений, повышение устойчивости растений к фитопатогенам и влияния на иммунную систему растений (Чеботарь, 2007).

В этой связи приобретает большое научно-практическое значение изучение регуляторов роста различной природы, обладающих широким спектром действия на растения, с целью мобилизации у них потенциальных возможностей для повышения урожайности и улучшения качества получаемой продукции. К данным регуляторам роста относятся исследуемые препараты – Биойод, Фульвогумат, Циркон и Экстрасол.

Биойод – препарат на основе йодированного молочного белка (таблетки 300 мг, содержащие 50, 100 или 150 мкг органического йода, производитель: ЦНКБ ФГУП). Эта форма йода наиболее естественна для усвоения клеточной стенкой. Данный препарат является биологической активной добавкой для человека и его воздействие на растения не изучалось.

Йод – химический элемент, который необходим для нормального развития растений. Он принимает участие в окислительно-восстановительных процессах тканей, в связи с чем даже незначительное повышение его содержания в удобрениях благоприятно сказывается на жизнедеятельности растений (Ковальский, 1971).

Содержание его в растениях весьма разнообразно и колеблется от тысячных долей миллиграмма до 10 мг на 1 кг сухой массы. Количественное содержание йода в некоторых растениях может значительно изменяться в зависимости от вида и условий его выращивания (Глинка, 1985).

Йод входит в состав свободных аминокислот. Установлено, что йод стимулирует рост корней, улучшает углеводный обмен в растениях, способствует повышению содержания аскорбиновой кислоты (Кабата-Пендиас, 1989).

На примере растений четко прослеживается такой факт, как антагонизм йода и хлора. Содержание хлора под действием йода снижается, это способствует повышению солеустойчивости, что имеет практическое значение при создании новых сортов сельскохозяйственных растений. Также следует отметить, что взаимоотношение «йод-хлор» неоднозначно. Антагонистическая активность ионов йода по отношению к хлору в несколько десятков раз сильнее, чем у ионов хлора к йоду (Минеев, 2004).

Опыты с томатами, а также с другими сельскохозяйственными растениями показывают, что необходимость йода выявляется, прежде всего для тех видов, которые отличаются повышенным содержанием этого микроэлемента. Это свидетельствует о том, что йод в них тесно связан с обменом веществ и исключение его из питательной среды приводит к нарушению нормального хода физиологических процессов (Школьник, 1974).

Положительное влияние при обработке растений йодом и йодсодержащими препаратами отражено в работах В.А. Алтуниной (1977), А.В. Егорова (1977), П.А. Власюка (1979), В.К. Кашина (1981, 1987), Равашдех Хуссама (2005).

Стимулирующее действие йода на растения отмечается при его концентрации в рабочем растворе 0,1 мг/л. Однако при содержании йода 0,5 – 1,0 мг/л может наблюдаться токсический эффект (Анспек, 1990).

В литературе приводятся примеры положительного влияния йода на сельскохозяйственные растения, но при этом не до конца раскрыт механизм действия различных форм йода. Это явление пока недостаточно хорошо изучено и требует проведения дальнейших опытов. В этой связи научный и практический интерес представляют исследования данного элемента на рост и развитие растений.

Фульвогумат – соединение на основе фульвокислот, получаемое из вытяжки торфа с использованием ультразвукового диспергирования на технологической линии ФГБНУ ВНИМС. Фульвогумат применяют для увеличения эффективности использования питательных веществ из удобрений и почвы, укрепления иммунитета растений к неблагоприятным факторам среды и повышения качества получаемой продукции.

Гумусовые кислоты составляют специфическую группу высокомолекулярных темноокрашенных веществ, образующихся в процессе разложения органических остатков в почве путем синтеза из продуктов распада и гниения, отмерших растительных и животных тканей. Главными представителями гумусовых кислот являются гуминовые и фульвокислоты (Були, 1994; Чуков, 1995; Попов, 2004; Adhikari, 1979).

Согласно исследованиям Л.А. Христовой (1968), гумусовые кислоты могут выступать в качестве питательных веществ для растений и, одновременно с этим, играть роль физиологически активных веществ, причем большей физиологической активностью обладают наиболее низкомолекулярные фракции гумуса. Кроме того, показано, что физиологическое действие присуще лишь истинным растворам гумусовых кислот; при их осаждении исчезает как положительный эффект на растения, проявляющийся при малых концентрациях, так и негативный, проявляется при высоких.

Физиологической активности гумусовых кислот посвящены работы S.A. Visser (1985), где исследуются возможные механизмы влияния гумусовых кислот на рост и развитие растений: увеличение количества доступного железа за счет образования железо-гумусовых комплексов, изменение поглощения 2-х и 3-х валентных катионов, облегчение ионного обмена между протоплазмой и почвенным раствором, влияние на вязкость протоплазмы и проницаемость клеточной мембраны. В этих работах также подчеркивается, что фульвокислоты в этом отношении более активны, чем гуминовые кислоты.

В качестве механизмов влияния гумусовых кислот на рост и развитие растений чаще всего рассматриваются две гипотезы. В первой утверждается, что гумусовые кислоты могут действовать как растительные гормоны (Раковский, 1978; Попов, 2004; Müller-Wegener, 1988). Вторая гипотеза основывается на повышении проницаемости плазмалеммы за счет активности гумусовых кислот, что способствует увеличению поступления питательных веществ в растения (Баталкин, 1983; Вахмистров, 1989). Кроме перечисленных, Л.А. Христева (1968) предлагает еще один возможный механизм физиологической активности гумусовых кислот: их действие как промежуточных катализаторов процесса дыхания (Куликова, 1999).

На взгляд других ученых (Лукьяненко, 1973; Гостищева, 2004) биологическое действие гуминовых веществ на живые организмы обусловлено тем, что интактные молекулы гуминовых веществ и остатки их внутриклеточного переваривания локализуются в клеточных стенках или в слое, непосредственно примыкающем к цитоплазматической мембране. Таким образом, на поверхности живой клетки возникает подобие фильтра, способного перехватывать ионы тяжелых металлов, молекулы ксенобиотиков, связывать свободные радикалы, образующиеся в плазматической мембране, в результате перекисного окисления липидов.

В силу полидисперсности гумусовых кислот их различные фракции могут оказывать действие на растение, отличающиеся как по силе, так и по направленности. В связи с этим, целый ряд работ посвящен выявлению наиболее

активной части гумусовых кислот (Мотовилова, 1994; Ермаков, 2000; Кондратенко, 2016; Petersen, 1991).

При изучении действия различных гумусовых кислот, полученных из торфа, установлено, что наибольшей активностью обладают фульвокислоты (Куликова, 1999).

С.А. Алиев (1987), изучая действие гумусовых кислот, как физиологически активных соединений, пришел к выводу, что наиболее активными являются самые низкомолекулярные фракции гумусовых кислот, характеризующиеся наибольшим содержанием функциональных групп и свободных радикалов.

Л.Ф. Бобырем (1980) было показано положительное влияние гумусовых кислот на фотосинтез, что обуславливалось их воздействием на мембранную и фитогормональную систему.

Помимо стимулирующей способности гумусовые кислоты повышают засухоустойчивость растений. Так, Г.А. Гармаш, Н.Ю. Гармаш и А.В. Берестов (2013) в своей работе указывали на то, что гуминовые препараты, полученные из торфа, наряду с ростстимулирующими свойствами могут играть роль иммуномодуляторов усиливая иммунитет растений, а также способны повышать устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды.

Гумусовые кислоты легко усваиваются растением, мобилизуют его иммунную систему, способствуют усиленному поступлению питательных веществ, интенсифицируют обменные процессы в растительной клетке, снижая содержание нитратов, одновременно с этим увеличивая содержание хлорофилла, витаминов, сахаров и других веществ (Винаров, 2006).

Таким образом можно констатировать, что гумусовые кислоты обладают рострегулирующим действием, которое обусловлено интенсификацией обмена веществ и повышением фотосинтетической активности. Они также способствуют увеличению усвояемости элементов питания, повышают устойчивость растений к болезням и неблагоприятным условиям среды.

Циркон – регулятор роста, разработанный в 2001 году компанией НЭСТ М. Действующим веществом данного препарата являются гидроксикоричные кислоты (0,1 г/л), полученные синтетическим путем из эхинацеи пурпурной.

Гидроксикоричными кислотами (ГКК) называется группа полифенольных соединений, к основным представителям которых относятся кофейная, хлорогеновая, цикориевая кислота и др. Гидроксикоричные кислоты осуществляют важнейшую для клетки растения антиоксидантную функцию посредством активирования соответствующих ферментных систем. Через участие в поддержании необходимого окислительно-восстановительного баланса клетки гидроксикоричные кислоты способствуют нормализации развития растений. Результатом этого становится активизация фитогормонов, прежде всего ауксина, усиление синтеза хлорофилла, увеличение энергии прорастания семян, повышение резистентности растения к фитопатогенам (Малеванная, 2007; Вакуленко, 2008).

Применение ГКК резко снижает степень пораженности растений различными фитопатогенами, в частности, это достоверно показано в отношении таких заболеваний, как фитофтороз картофеля и томатов, пероноспороз огурцов, парша яблони, бактериоз и фузариоз овощных и цветочных культур, серая гниль земляники, мучнистая роса черной смородины, мучнистая роса и бурая ржавчина пшеницы, корневая губка сосны и др. (Васецкая, 1995; Гилев, 1998; Байданова, 2001; Вакуленко, 2004; Аксёнова, 2007).

ГКК также относятся к ингибиторам роста растений. Это вырабатываемые растениями органические вещества, вызывающие кратковременное торможение роста растений или их переход в состояние покоя. К природным ингибиторам роста относятся абсцизовая кислота и некоторые фенольные вещества (например, коричная, салициловая кислоты). Они в больших количествах накапливаются осенью в период приостановки процессов роста при переходе растений в состояние покоя. Так, осенние клубни картофеля содержат большое количество тормозящих веществ, поступивших из ботвы, среди которых присутствуют

фенольные ингибиторы, наиболее активные в коже и периферийной части паренхимы клубней. Их уровень в период хранения начинает снижаться с началом зимы, а весной они почти полностью исчезают (Третьяков, 2005).

ГКК, благодаря своему комплексному характеру действия, является одновременно регулятором ростовых, генеративных и корнеобразовательных процессов, индуктором болезнестойчивости и стрессовым адаптогеном. Они предупреждают развитие фитопатогенов при профилактическом применении или на начальных стадиях развития заболеваний. ГКК принимают активное участие в дыхании растений, открытии и закрытии устьиц, защищая клетки от УФ излучения, что способствует повышению засухоустойчивости растений. Их использование в период вегетации позволяет снизить пестицидную нагрузку на агрофитоценоз. ГКК хорошо совместимы со многими пестицидами не имеющими щелочной реакции (Булдаков, 2014).

Экстрасол – микробиологический препарат, на основе бактерий штамма *Bacillus subtilis* (не менее 100 млн. КОЕ в 1 г препарата), разработанный в 1999 году ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии РАСХН.

Основные растительно-бактериальные взаимодействия происходят в ризосфере растений. Микроорганизмы ризосферы, способствующие росту и развитию растений, выделяются в отдельную группу, самые распространенные из них – бактерии, ризобии, псевдомонады и бациллы. Они обладают способностью к быстрому размножению и распространению, эффективно колонизируют корни растений, повышают усвояемость элементов питания из почвы, тем самым оказывая влияние на рост и развитие растений (Клоерпер, 1980).

Бактерии *Bacillus subtilis* составляют 30 – 36% от микробной ризосферной и эндофитной популяций биоты агроценоза. К их полезным свойствам относится биологическая азотфиксация, которая осуществляется бактериями на поверхности и в тканях высшего растения, способность синтезировать фитогормоны – ауксины, гиббереллины, цитокинины, этилен, а также необходимые для роста и развития растений витамины. Эти бактерии продуцируют и выделяют во внешнюю среду функционально различающиеся группы ферментов,

разрушающие клеточные стенки фитопатогенных грибов. Они также способны синтезировать антибиотики различной природы, угнетающие жизнедеятельность патогенных микроорганизмов. Еще один механизм действия этих бактерий – это способность вызывать устойчивость к болезням при стимуляции защитных реакций растений (Завалин, 2000; Проворов, 2002; Чеботарь, 2009; Старцева, 2016; Junge, 2000).

М.Я. Менликиевым, М.Х. Султановым и Н.У. Шариповым (1987) было установлено, что во внутренних тканях большинства здоровых растений (хлопчатник, горох, пшеница, ячмень, картофель, томат, табак и др.) содержатся бактерии рода *Bacillus*. По мнению авторов, массовое заселение растений этими бактериями происходит в фазе 4 – 5 настоящих листьев. Колонизация внутренних тканей растений может происходить через корень, устьица и механические повреждения. По мере заселения и распространения их во внутренних тканях растений отмечалось снижение пораженности корней растений грибными болезнями (фузариозное увядание, вертициллезный вилт и др.).

Эндофитные представители рода *Bacillus* были обнаружены в семенах бобовых растений. N.W. Oehrle, D.B. Carr и R.J. Kremer (2000) показали, что бациллы, колонизирующие семена сои, оказывали негативное влияние на прорастание семян, а также ингибировали колонизацию корней молодых проростков растений. В то же время, бациллы, выделенные из клубеньков, а не семян растений, оказывали стимулирующее воздействие на рост растений сои (Bai, 2003)

При изучении взаимодействия микроорганизмов и высших растений Т.Н. Архипова и А.И. Мелентьев (2001) установили, что штамм *Bacillus subtilis* способствует увеличению сырой массы побегов салата, площади листовой пластинки и содержания хлорофилла в листьях.

Важным свойством *Bacillus subtilis* является способность продуцировать фитогормоны. Так, S. Timmusk, B. Nicander, U. Granhall, E. Tillberg (1999) отмечают ростстимулирующее влияния бацилл за счет выработки цитокининов, которые ускоряют прорастание семян, способствуют формированию большего

числа ростков и почек, стимулируют увеличение площади листьев, развитие генеративных органов и затормаживают процессы старения.

М.О. Холмецкая и Е.В. Лобанок (2001) в своей работе показали способность почвенных, эпифитных, эндофитных, а также фитопатогенных бактерий вырабатывать ауксины, которые оказывали непосредственное влияние на жизнедеятельность растений.

Ростстимулирующая активность некоторых штаммов бацилл объясняется продуцированием комплекса витаминов – тиамина, пиридоксина, пантотеновой кислоты, инозита и никотиновой кислоты. *Bacillus subtilis* – первый микроорганизм, у которого обнаружена способность лизировать не только собственные клетки, но и клетки других бактерий и грибов (Смирнов, 1982).

Среди эндофитных микроорганизмов наиболее активными продуцентами антибиотиков также являются *Bacillus subtilis*. Синтез пептидных антибиотиков, производимый этими бактериями, способствует повышению иммунитета растений (Чеботарь, 2007; Naas, 2002).

Таким образом, представленные физиологически активные вещества, на основе которых созданы исследуемые регуляторы роста, следует рассматривать как важный элемент воздействия, позволяющий управлять ростом и развитием растений.

1.2. Применения регуляторов роста различной природы в агрофитоценозах

1.2.1. Влияние Биойода, Фульвогумата, Циркона и Экстрасола на рост и развитие растений

Влияние исследуемых препаратов на рост и развитие растений, а также их роль в обмене веществ заслуживают большого внимания со стороны ученых. В последние годы эти исследования выходят на более высокий уровень, благодаря техническому прогрессу и накопленным за предыдущие годы знаниям (Шевелуха, 1992; Лисин, 1998; Постников, 2010; Чеботарь, 2011; Jung, 1985; Khrirach, 2000).

В опытах И. Люиса и У. Пауэрса отмечалось положительное действие йода на повышения урожайности сена бобовых трав, а М.В. Ефимов, обрабатывая семена овса 0,02% раствором йодистого калия, добился значительного увеличения урожая зеленой массы (Власюк, 1969).

Ю.А. Потатуевой и Р.И. Прокофьевой (2005) установлено, что опрыскивание растений 0,003% раствором йода способствует стимуляции ростовых процессов и повышению содержания йода в растениях.

Дж. Хольман использовал водный раствор йода (1:5000) при внекорневых подкормках растений, при этом происходило ускоренное развитие растений и повышение устойчивости к болезням и вредителям (Унанянц, 1979).

Препараты на основе гумусовых кислот способствуют увеличению эффективности использования питательных веществ из удобрений и почвы, укреплению иммунитета растений к неблагоприятным факторам среды и повышению качества получаемой продукции. Их применяют различными способами: при обработке посевного и посадочного материала, опрыскивании растений в период вегетации и путем внесения в почву в виде растворов перед посевом или посадкой. Гуминовые препараты можно использовать как в чистом виде, так и в сочетании с гербицидами, фунгицидами и удобрениями, в том числе с микроэлементами (Кондратенко, 2016).

Серией экспериментов Л.А. Христовой (1973) было показано, что добавление в дистиллированную воду небольших количеств гуматов щелочных металлов заметно усиливало корнеобразование у многих растений при культивировании их на водных средах.

Н.В. Лукьяненко (1968) установил, что под влиянием гуминовой кислоты в растениях пожнивной кукурузы увеличивалось количество сахаров и усиливалась активность дыхания, что приводило к повышению энергетического потенциала растительного организма и, в конечном итоге, положительно сказалось на ходе формирования вегетативных и репродуктивных органов кукурузы.

В лаборатории И.Д. Комиссарова (1971) в Тюменском СХИ проводили опыты с гуматом натрия. Семена пшеницы Лютеценс и кукурузы сорта Стерлинг проращивали на влажной фильтровальной бумаге, затем проростки выращивали в искусственной среде с использованием 0,001% раствора гумата натрия. Данные, полученные авторами, свидетельствовали об усилении корнеобразования у растений пшеницы и кукурузы под влиянием исследуемого препарата.

Полусухая обработка 1,0% раствором гумата аммония способствовала увеличению длины и сырой биомассы проростков ячменя и пшеницы. Наилучшие результаты получены при его использовании в концентрации 2,5%. Так, у ячменя сорта Одесский 115 средняя длина проростка увеличилась на 11,7 – 13,4%, сырая биомасса на 7,3 – 8,3% по отношению к контролю, у ячменя Донецкий 8, соответственно на 18,7 – 19,0% и 10,5 – 11,4%, у пшеницы сорта Альбатрос Одесский соответственно на 11,3 – 14,0% и 12,8 – 15,9% (Кураков, 1991).

Предпосевная обработка семян огурца гуматом натрия в концентрации 0,01% повысила энергию прорастания на 8 – 11%, всхожесть – на 13 – 16%. В этих вариантах на протяжении всего периода вегетации растения имели большее количество боковых побегов, листьев и женских цветов по сравнению с контрольным вариантом (Екатерина, 1989).

В процессе вегетации при опрыскивании посевов зерновых культур гуматом натрия отмечался более интенсивный рост растений за счет сдерживания

развития септориоза и корневых гнилей, в результате чего урожайность увеличилась на 4 – 6 ц/га (Мотовилова, 1994).

В опыте А.В. Трусевича (1999) обработка семян томата 0,01% раствором гумата натрия в условиях теплицы способствовала повышению всхожести семян на 2 – 4%, увеличению длины главного корня на 28,3 – 34,6% и количества боковых корней на 14,6%, размера семядольных листьев на 8,7 – 12,5% по отношению к контролю. У рассады объём корней увеличивался на 17,4 – 31,8%.

Л.А. Таланова (2009) проводила исследования эффективности применения препарата Гуми-30 при выращивании фасоли. Установлено, что предпосадочная обработка семян повышала полевую всхожесть на 7,0%. Комплексная обработка семян и растений фасоли в фазы трех настоящих листьев и образования бутонов, увеличила длину стеблей на 23,4%, число листьев на 19,6%, площадь листьев на 27,6%, фотосинтетический потенциал на 21,4%, при этом фазы развития культуры наступали на 2 – 3 дня раньше, чем в контрольном варианте.

Исследования влияния различных гуминовых препаратов на морфометрические показатели растений яровой пшеницы проводились в опытах В.С. Виноградова, А.А. Мартынцевой и С.Н. Казарина (2015). Увеличение числа стеблей, средней высоты растений и площади листьев в вариантах с обработкой семян и посевов гуматами составило, соответственно, 23,1%, 20,5% и 30,7% по отношению к контролю.

Препарат Циркон широко применяется при возделывании более 60 видов культурных растений как открытого, так и защищенного грунта. Среди них зерновые, зернобобовые, технические, овощные, плодово-ягодные, цветочно-декоративные, лесотехнические и лекарственные культуры (Барчукова, 2004; Дорожкина, 2010; Кирдей, 2012; Левин, 2016).

Испытания, проведенные на Воронежской опытно-овощной станции, показали, что применение Циркона обеспечивает высокий защитный эффект против пероноспороза огурца. В результате предпосевной обработки семян и обработки вегетирующих растений в фазу трех настоящих листьев развитие пероноспороза снизилось на 15 – 25% по сравнению с контролем. Урожайность

огурцов увеличилась на 34 – 36%. При этом отмечалось повышение полевой всхожести семян на 13 – 18%, стимуляция плодообразования и сохранение урожая от потерь на начальных этапах развития пероноспороза (Малеванная, 2006).

По данным Т.Г. Борисовой (2011) обработка семян перца растворами Циркона в концентрации от 0,01% до 0,1% в течение 2 часов увеличивала энергию прорастания семян на 7-й день на 12 – 63% и всхожесть на 18-й день на 12 – 57% в зависимости от концентрации регулятора роста. Наибольшая эффективность отмечалась при концентрации Циркона 0,06%.

Опытами С.В. Голика (2007) установлено, что опрыскивание Цирконом в период выращивания рассады растений цветной капусты гибрида F1 Фремонт в фазу 2 – 3 настоящих листьев и в фазу начала образования головки способствовало равномерному созреванию головок цветной капусты. При этом урожайность в опытном варианте составила 42,4 т/га, что на 9,8 т/га или 30,1% выше, чем в контроле.

Обработка семян томата Цирконом стимулировало физиологические процессы, протекающие в растении. Так, энергия прорастания в опытном варианте повысилась в три раза, всхожесть семян увеличилась до 85%, при 73% в контроле. Опытные растения отличались более массивной корневой системой, высота стеблей увеличилась на 15%. Повторная обработка рассады Цирконом повысила процент приживаемости, активизировала рост и развитие растений, ускоряла цветение и плодообразование (Будыкина, 2009).

В опытах С.В. Перегудова, Л.А. Талановой и А.В. Перегудовой (2010) установлено, что опрыскивание растений моркови гибрида Нантезе F1 Цирконом по всходам, в фазу пучковой зрелости и за две недели до уборки урожая повысило биометрические параметры растений по сравнению с контролем. При применении Циркона высота растений и число листьев увеличились на 13,2% и 9,8% соответственно. При этом листовой индекс в варианте с Цирконом равнялся 22,9, тогда как в контроле он был 15,5.

Эффективность использования Циркона в смеси с фунгицидами для предпосадочной обработки клубней картофеля изучалась И.П. Можаровой (2007).

По данным ее исследований, в варианте с предпосадочной обработкой клубней (Циркон 5 мл/т + Фундазол 0,25 кг/т) наблюдалось повышение всхожести на 11,1%. При этом происходило увеличение числа стеблей на 22,2% по отношению к контрольному варианту.

А.Н. Постников, И.Ф. Устименко и Е.А. Болотнова (2012) исследовали влияние препарата Циркон на урожайность и качество картофеля на трех фонах минерального питания: N30P60K90, N60P60K120 и N90P120K150. Препаратом Циркон обрабатывали клубни перед посадкой (0,25 мл/10 л воды) отдельно и совместно с опрыскиванием растений в фазе бутонизации (0,50 мл/10 л воды). Установлено, что наиболее эффективно двукратное использование регулятора роста на фоне самой высокой дозы минеральных удобрений. В этом варианте в среднем за два года полевых испытаний густота стеблестоя сорта Альвара, была выше, чем в контроле на 41,7%, сорта Удача на 49,2%, площадь листьев в фазе цветения – на 32,5% и 37,7%, урожайность – на 56,9% и 59,0%, число семенных клубней массой 50 – 80 г – на 37,7% и 32,2% соответственно.

В условиях Нижнего Поволжья при орошении обработка клубней картофеля Цирконом способствовала повышению полевой всхожести на 3,9%. К фазе цветения высота растений превосходила контроль на 10%, площадь листовой поверхности – на 33%. В фазу бутонизации процент развития макроспориоза в контрольном варианте составил 15,3%, тогда как в варианте с Цирконом этот показатель снизился до 8,4%, перед уборкой урожая эти величины составили, соответственно 48,5% и 35,2% (Байрамбеков, 2010).

В опытах В.В. Вакуленко (2015) опрыскивание вегетирующих растений картофеля препаратом Циркон в условиях недостатка влаги обеспечило увеличение всхожести на 2 – 4%, высоты растений, массы ботвы и площади листовой поверхности – на 14 – 28% по отношению к контролю.

Обработка Цирконом семенного картофеля перед закладкой на яровизацию стимулировало пробуждение покоящихся почек, что способствовало увеличению числа ростков на клубне в 1,5 – 2 раза. Регулятор роста, так же ускорял появление всходов на 4 – 5 дней и рост вегетативной массы

растений, что привело к повышению урожайности у сорта Удача на 18,4% (Постников, 2010).

Инокуляция бактериями *Bacillus subtilis* Ч-13 различных сельскохозяйственных культур в полевых условиях способствует поступлению элементов питания в растения, снижению фитопатогенной нагрузки, более интенсивному развитию корневой и надземной системы (Чеботарь, 2009; Goenadi, 1995).

Г.В. Метлина и С.А. Васильченко (2015) изучали действие различных обработок Экстрасолом семян и растений среднеспелого гибрида кукурузы Зерноградский 354 МВ. По результатам полевых испытаний наибольшее увеличение всхожести на 4,6%, массы одного початка – на 12,8% и массы 1000 семян – на 13,9% было при обработке семян перед посевом в дозе 1 л/т и растений в фазе 5 – 6 листьев при норме расхода препарата 2 л/га.

Е.С. Байделюк (2015) проводила исследования влияния Экстрасола на развитие растений сои. Установлено, что при полусухой обработке семян Экстрасолом в дозе 2,5 л/т увеличивалось число бобов на 24,0%, количество семян – на 25,0% и масса 1000 семян – на 8,7% по отношению к контролю.

В опытах, проведённых в Белорусской ГСХА Т.Ф. Персиковой и А.Р. Цыгановым (1999), изучалась эффективность Экстрасола на сорте картофеля Импала. Максимальный рост растений был отмечен в фазу цветения, в среднем высота от действия биопрепарата увеличилась на 8,7 – 9,3%. Прирост биомассы по сравнению с контролем составил 7,0%.

А.А. Завалин, Н.С. Алметов и М.И. Мартьянов (2000) исследовали влияние Экстрасола на пораженность растений паршой обыкновенной и фитофторозом в посадках картофеля. Так, обработка Экстрасолом снизила пораженность клубней картофеля данными заболеваниями по отношению к контролю на 11,8% и 50,0% соответственно.

1.2.2. Формирование урожая сельскохозяйственных культур и качества продукции под действием регуляторов роста

В современных условиях сельскохозяйственного производства возрастает интерес к различным регуляторам роста, обладающим широким спектром действия на растения, с целью мобилизации у них потенциальных возможностей для повышения продуктивности. К настоящему времени вышло много работ, в которых продемонстрирован положительный эффект, оказываемый исследуемыми препаратами на урожайность и качество получаемой продукции. (Володькин, 2003; Чеботарь, 2011; Петрухин, 2015; Левин, 2016; Хромцев, 2016; Akhtar, 1998; McKimmie, 2000; Tischner, 2000).

И.Ф. Бузанов и А.А. Попов (1955) в вегетационных опытах с сахарной свеклой наблюдали повышение урожайности корнеплодов под действием йодистого калия на 14,9 – 22,5% и сахаристости на 0,3 – 1,6%.

В опытах Ф.Я. Бузовера (1962) установлено, что под влиянием йода возрастало содержание калия в клубнях картофеля на 10%, крахмалистость увеличилась на 1,8%.

В вегетационных опытах с томатами Дж. Лер и И. Уиберг от применения йода получили увеличение веса плодов на 10 – 15%, по сравнению с контрольным вариантом. При обработке растений кукурузы в фазу 7 – 8 настоящих листьев 0,01%-ным раствором йодистого калия урожайность зерна увеличилась на 1,7 ц/га по сравнению с контролем, а содержание азота в зеиновой фракции белков в зерне кукурузы снизилось на 25 – 30% (Власюк, 1969).

Специалисты ООО ИЦ «ФитоИнженерия» и ООО «Агронавт» проводили исследования по изучению влияния йодсодержащего препарата собственного производства ЮНИФОРТ на основе йодистого калия на урожайность и содержание йода в клубнях картофеля сортов Гала, Молли и Карлингфорд. Представленные результаты свидетельствуют о повышении урожайности у данных сортов на 7 – 16% и увеличении содержания йода в клубнях до 25 – 32 мкг/100 г, при контроле менее 1 мкг/100 г (Каратаева, 2015).

А.Х. Нугумановым, Р.К. Нафиковым и Ш.Я. Гилязетдиновым (2006) было установлено, что урожайность яровой пшеницы при использовании гуминовых препаратов при обработке семян перед посевом и растений в процессе вегетации повышается от 4,1 до 6,7 ц/га по сравнению с контролем.

С.В. Митрофановым и Н.А. Кузьминым (2016) изучалось влияние Фульвогумата (производство ФГБНУ ВНИМС) на урожайность ярового ячменя в хозяйствах Рязанской области. Применение Фульвогумата при обработке семян и растений в фазу выхода в трубку способствовало увеличению воздушно-сухой массы корней на 30,6%, листостебельной массы – на 36,6%, что привело к повышению урожайности на 11,5% по сравнению с контрольным вариантом.

В работе В.В. Петрушина, Х.А. Пискунова и А.В. Федорова (2002) показано влияние гуминовых препаратов на урожайность и качество картофеля. Урожайность при использовании гуматов увеличилась в среднем на 10 – 15%, а содержание крахмала в клубнях картофеля повысилось на 0,5 – 2,1%.

П.А. Суханов и А.И. Попов (2001) проводили исследования гумата натрия на картофеле. Двукратная обработка посадок во время вегетации обеспечила прибавку урожая 8,1 т/га или 37,0% при урожайности 21,9 т/га в контрольном варианте.

Исследования С.С. Кониная, Д.А. Алтунина и И.Н. Титова (2003) показали эффективность применения препарата Гумистар на картофеле. По результатам опытов одно- и двукратное опрыскивание растений во время вегетации 0,8%-ным раствором повышало урожайность клубней на 7 – 25%.

По данным П.С. Жукова (1990) обработка посадок картофеля в фазу полные всходы 0,01% раствором гумата «Плодородие» обеспечила прибавку клубней на 46 ц/га при урожае в контроле 242 ц/га.

Л.В. Тиранова, А.Б. Тиранов и А.В. Григорьев (2014) исследовали действие лигногумата при выращивании картофеля. Урожайность за годы проведения полевых испытаний по сортам Лига, Ручеек и Аврора составила 19,8, 27,7 и 26,1 т/га соответственно, что в среднем на 15 – 20% выше, чем в контрольном варианте. При этом использование лигногумата способствовало

повышению уровня товарности на 2 – 7%, содержания крахмала в зависимости от сорта увеличивалось от 0,2 до 0,9%.

А.Ф. Туманян, Н.В. Тютюма и Н.А. Щербакова (2014) изучали влияние предпосадочной обработки клубней и растений Гуматом+7 на различных сортах картофеля. По результатам опытов в среднем за 2011 – 2013 год наибольшие прибавки урожайности были отмечены по сорту Ильинский – 12,8 т/га, Василек – 10,0 т/га и Жуковский ранний – 5,2 т/га при урожайности в контроле соответственно 31,7; 18,3 и 34,4 т/га.

Влияние гумата калия/натрия на урожайность и крахмалистость картофеля изучалось в опытах А.В. Бутова и С.О. Адоньева (2015). Установлено, что урожайность в среднем за три года исследований была выше, чем в контроле на 14 – 15%. Крахмалистость клубней при использовании гуматов составляла 15,5%, тогда как в контроле данный показатель равнялся 13,4%.

Л.В. Елисеева, С.М. Щукина и К.М. Страхов (2011) исследовали действие предпосевной обработке семян чечевицы препаратом Циркон. Анализ биометрических параметров показал, что число бобов увеличилось на 9,1%, семян в бобе на 4,3% и масса 1000 семян на 19,3%. Урожайность при использовании Циркона составила 2,14 т/га, что на 0,42 т или 24,4% больше, чем в контрольном варианте.

Применение регулятора роста Циркон способствовало значительной прибавке раннего урожая кабачков (+56%), повышению общей урожайности плодов на 14% и улучшению качества продукции. Кроме того, регулятор роста повысил устойчивость растений к мучнистой росе (Борисова, 2011).

Н.В. Потапова, Н.В. Смолин и А.С. Савельев (2013) определяли эффективность применения Циркона в посевах озимой пшеницы. Установлено, что обработка растений весной и осенью способствовала наибольшему увеличению урожайности на 12,0% по отношению к контролю и повышению содержания белка и клейковины в зерне на 11% и 8% соответственно.

В.Н. Чурзин, Ф.А. Серебряков и В.Ф. Серебряков (2013) изучали влияние препарата Циркон на рост, развитие и урожайность зерна озимой пшеницы сортов

Прикумская 140, Донской сюрприз и Танаис. Применение регулятора роста обеспечило повышение продуктивности данных сортов на 3,70 – 3,93 т/га при урожайности в контроле 3,20 – 3,30 т/га.

Обработка препаратом Циркон привела к увеличению урожайности зерна яровой пшеницы в условиях засухи. Особенно эффективным было двукратное применение Циркона в дозе: 10 мл/га в период кущения и 20 мл/га в период колошения. Данная обработка способствовала росту урожайности на 12,0 ц/га, при контроле 20,9 ц/га. Введение в рабочий раствор гербицида Элант регулятора роста Циркон также увеличило степень гибели однолетних и многолетних сорняков (Дорожкина, 2010).

В Астраханской области Ш.Б. Байрамбековым (2010) было изучено влияние Циркона на качество клубней картофеля. Содержание сухого вещества, крахмала и аскорбиновой кислоты при предпосадочной обработке клубней и вегетирующих растений увеличилось соответственно на 2,3%, 1,0% и 23,0%.

Э.В. Засорина, К.Л. Родионов и К.С. Катунин (2010) проводили сравнительную оценку влияния предпосадочной обработки клубней и растений в фазу бутонизации препаратом Циркон на различных сортах картофеля. По результатам исследований на ранних и среднеспелых сортах урожайность увеличивалась при обработке клубней на 12,7% и 23,3%, растений – 27,2% и 31,7% соответственно. Также на ранних сортах улучшилось качество получаемой продукции. При обработке клубней и растений повысилось содержание крахмала на 1,2% и 1,0%, витамина С – на 5 и 11 мг. У среднеспелых сортов данные показатели не значительно превышали контрольный вариант.

В опытах С.М. Вьюгина и Г.В. Вьюгиной (2012) изучалось действие обработки клубней и растений картофеля сорта Удача препаратом Циркон. В течение трех лет исследований урожайность увеличивалась при обработке клубней на 9,6 – 12,2%, растений – на 6,2 – 6,9%, в комплексном варианте рост урожайности составил 12,7 – 20,7% по отношению к контролю.

На опытном участке Великолукской ГСХА в 2008 – 2010 гг. были проведены исследования по обработке клубней картофеля и ботвы препаратом

Циркон. В ходе опытов установлено, что наибольшая урожайность сформировалась при обработке семенных клубней и повторно при опрыскивании растений в фазе полных всходов, прибавка по отношению к контролю составляла от 19,8 до 25,0% (Постников, 2010).

Ю.А. Сапожникова и Р.Р. Галеев (2014) изучали влияние предпосадочной обработки клубней и растений в фазу бутонизации препаратом Циркон на сортах картофеля Свитанок киевский, Тулеевский и Симфония. Установлено, что наиболее эффективной была предпосадочная обработка клубней с нормой расхода препарата 5 мл/т, обеспечивающая повышение урожайности у исследуемых сортов в среднем на 10 – 15% по отношению к контролю.

По данным П.И. Костылева, Л.М. Костылевой и А.В. Купрова (2010) в течение трех лет исследований при применении Экстрасола продуктивность растений риса значительно увеличивалась: в среднем при обработке семян на 0,44 – 0,88 т/га (8 – 16%), листьев – на 0,75 – 1,18 т/га (13 – 31%), совместно – на 1,19 – 2,26 т/га (20 – 47%).

В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев и А.В. Каспировский (2013) проводили опыты по изучению действия предпосевной обработке Экстрасолом семян яровой пшеницы сорта Землячка. По результатам исследований урожайность увеличилась на 11,0%, а содержание белка выросло на 1,2% по отношению к контрольному варианту.

Опытами Г.М. Ситало, В.М. Мажара, Л.П. Бельтюкова и Ю.В. Гордеевой (2015) установлено действие препарата Экстрасол при обработке семян и растений гороха сорта Ангела. По результатам полевых испытаний урожайность гороха увеличилась на 0,47 т/га или 19,3%, при контроле 2,43 т/га.

М.Д. Мамиев (2011) исследовал препарат Экстрасол на растениях кукурузы. Наилучший результат был в варианте при инокуляции семян и последующим опрыскиванием растений в фазе 7 – 8 листьев. Прибавка урожая зерна составила 7,0 ц/га или 15,6%, при контроле 45,0 ц/га, помимо этого также увеличилось содержание жира на 3,5%, крахмала – на 6,0% и протеина – на 2,5%.

В опытах В.С. Курсаковой, Л.А. Ступина и Д.В. Драчёва (2010) изучалась предпосевная обработка семян яровой пшеницы сорта Алтайская 530 биопрепаратом Экстрасол. Данный прием способствовал увеличению листовой поверхности на 18,2% и росту чистой продуктивности фотосинтеза на 22,4%, в результате чего урожайность яровой пшеницы увеличилась до 2,39 т/га при контроле – 1,84 т/га.

По результатам исследований К.Е. Сокаева и В.В. Бестаева (2012) установлено положительное влияние Экстрасола на урожайность и качество зерна озимой пшеницы. При инокуляции семян урожайность в среднем за два года увеличилась на 1,4 ц/га или 3,8%, содержание клейковины и белка выросло на 4,7% и 2,1% соответственно по отношению к контролю.

В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян и М.Ю. Фомина (2012) изучали действие предпосевной обработки семян яровой пшеницы препаратом Экстрасол. По результатам исследований продуктивность увеличилась на 13,8%, а пораженность растений пыльной головней снизилась на 0,4%.

По данным А.А. Старцевой, Г.Н. Фадькина и Я.В. Костина (2013) использование биопрепарата Экстрасол совместно с минеральными удобрениями в дозе 60 кг д.в. NPK на га обеспечило получение урожайности ярового ячменя сорта Данута 3,63 т/га, где прибавка по отношению к контрольному варианту составила 0,73 т/га или 25,2%.

Влияние Экстрасола на продуктивность картофеля изучалось на сорте Каратоп. Клубни обрабатывали Экстрасолом в дозе 1 л/т, опрыскивание растений проводили в фазу начала цветения в дозе 2 л/га в смеси с препаратом Акробат МЦ. Это повысило устойчивость растений к фитофторозу и макроспориозу, прибавка урожая составила 27,0 ц/га (Чеботарь, 2007).

В.Б. Петровым и В.С. Данюковым (2003) было изучено действие предпосадочной обработке клубней Экстрасолом на урожайность различных сортов картофеля при минеральном фоне – N60P60K60. В среднем за два года исследований были получены прибавки урожая: на раннем сорте Пушкинец –

28%, на среднеранних Сантэ, Елизавета, Невский, Свитанок киевский 16 – 30%, среднеспелом Луговской – 34% и среднепозднем Зарево – 67%.

По данным А.А. Завалина, Н.С. Алметова, М.И. Мартьянова (2000) применение биопрепарата Экстрасол в посадках картофеля на общем минеральном фоне – N60P45K60 способствовало повышению продуктивности клубней на 2,3 т/га или 14,6% при урожайности в контрольном варианте 15,8 т/га.

И.П. Уромова, О.В. Штырлина и Д.А. Штырлин (2013) исследовали влияние Экстрасола на фотосинтетическую продуктивность, урожайность и качество картофеля. Фотосинтетическая продуктивность в варианте с обработкой Экстрасолом увеличилась на 55,1%, что способствовало повышению урожайности на 45,4% и увеличению содержания крахмала в клубнях до 15,2%.

1.3. Эффективность использования биогумуса при выращивании сельскохозяйственных культур

Биогумус или вермикомпост (ВК) – высокомолекулярное органическое соединение, полученное в результате переработки червями, бактериями и другими организмами (насекомые, грибы и др.) органических остатков, образующихся в процессе сельскохозяйственного производства (Орлов, 1994).

Для его получения массово используют красного калифорнийского червя *Eisenia andrei*, который является гибридом, выведенным в результате селекционной работы Дж. Бареттом и другими учеными США в 1959 году. В начале 1970-х годов Карло Ферручи привез из Калифорнии гибрид этого червя, который на протяжении следующих 10 лет распространился по многим европейским странам – Германии, Франции, Австрии, Польше, Венгрии и др. (Мельник 1994; Просяников, 2002; Стом, 2012; Титов, 2012; Edwards, 1983).

В нашей стране впервые технологически приемлемая популяция навозного червя *Eisenia foetida*, используемая для приготовления биогумуса, была получена в 1986 году во Владимирском ГПИ в результате селекционной работы под руководством профессора А.М. Игонина. Данный вид червя был проверен в опытах по его воспроизводству и получению биогумуса на различных субстратах, приготовленных на основе: куриного торфо-пометного компоста, подстилочного навоза КРС, свиного подстилочного и конского навоза. В дальнейшем этот вид червя получил название «Старатель» (Игонин, 1992; Бирюкова, 2004).

В биогумусе аккумулировано большое количество макро- и микроэлементов, которые имеют водорастворимую форму и находятся в легкой доступности для усвоения растениями. При влажности 50% он содержит около 12 – 15% гумуса, 1,2 – 2,0% азота, 1,8 – 2,0% фосфора, 0,7 – 1,2% калия, 2,0 – 3,5% кальция и 0,3 – 0,5% магния; кислотность рН(сол) составляет от 6,9 до 7,2. При этом элементы питания в биогумусе находятся в органической форме, что надежно предотвращает их вымывание и способствует пролонгированному действию в течение 2 – 3 лет, а оптимальная реакция среды, формируемая

биогумусом, создает, в свою очередь, более благоприятные условия для развития растений (Гринева, 1999; Черников, 2000).

Биогумус содержит большое количество биологически активных веществ (ауксинов, гетероауксинов и др.), которые значительно снижают стресс растений, ускоряют прорастание семян, повышают устойчивость к заболеваниям, помимо этого в нем имеются ряд витаминов, антибиотиков и полезная микрофлора. Биогумус способствует формированию агрономически ценной структуры почвы, создает оптимальный состав почвенного раствора, питательные вещества биогуруса сбалансированы по NPK и микроэлементам (Садовникова, 2003; Allievi, 1987).

В процессе образования биогуруса семена сорняков, проходящие через организм червя, теряют свою всхожесть. Помимо этого, в вермикомпосте по сравнению с навозом снижается содержание кишечной палочки, уменьшается токсичность тяжёлых металлов за счёт их перехода в комплексные труднорастворимые соединения, практически недоступные для растений (Романенко, 2007; Хабарова, 2016).

Нормы внесения биогуруса различны и зависят от культуры, условий выращивания и цели назначения. В защищённом грунте биогурус применяют в дозе 3 – 3,5 т/га. В целях рекультивации почв вносят 3 – 4 т/га один раз в 4 года. Оптимальная доза биогуруса при выращивании картофеля составляет в зависимости от плодородия почвы от 5 до 8 т/га. Так как вермикомпост является естественным гранулированным удобрением с хорошей сыпучестью, то его можно вносить на поля локально при помощи сеялки, при этом количество биогуруса, применяемого под зерновые культуры, составляет 200 – 300 кг/га, что на порядок меньше норм внесения перепревшего навоза и других органических удобрений (Коршунов, 1998; Присянников, 2002).

По данным И.А. Мельник и В.Д. Гицуляк (1991) биогурус способствует повышению урожайности озимой пшеницы и кукурузы. Так, в опытах с озимой пшеницей прибавка составляла от 20 до 30% в зависимости от дозы биогуруса, а

при использовании ВК в посевах кукурузы урожайность силосной массы была на 88 ц выше, чем в контрольном варианте.

На Донской опытной станции ВНИИ масличных культур исследовалась эффективность применения биогазуса под подсолнечник при выращивании на карбонатных черноземах. Опытами установлено, что внесение под вспашку биогазуса в дозе 4 т/га увеличило массу 1000 семян на 2,6 г, урожайность выросла до 2,59 т/га, что на 0,16 т больше, чем в контрольном варианте, а сбор масла с 1 т повысился на 80 кг (Белевцев, 2003).

В исследованиях, проводимых Е.А. Шиляевой (2004), изучалось действие биогазуса на растения огурца и томата в защищенном грунте. Его внесение в дозе 1,5 и 2,0 кг/м², что составляло соответственно 30% и 40% от объема субстрата, незначительно снизило высоту и число листьев у растений огурца, но при этом увеличило площадь листовой поверхности растения на 76,9 и 57,1 см², надземную массу на 2,4 и 1,3 г и массу корней на 1,4 и 1,3 г соответственно. У растений томата в тех же вариантах площадь листьев превышала контроль на 72,4 и 70,9 см². Предпосадочное внесение биогазуса в зимне-весеннем обороте повысило общий урожай огурца и томата на 31,8% и 41,7% соответственно.

С.Е. Низкий, А.А. Сергеева и Н.Д. Барышева (2011) проводили опыты по изучению влияния биогазуса на изменение количества и массы плодов перца сладкого сорта Венти при выращивании в открытом грунте. Результатами исследования установлено, что при внесении биогазуса в дозе 2 кг/м² количество плодов с одного растения увеличивалось на 71,0%, а их масса на 83,0% по отношению к контролю.

По данным С.А. Сулова и М.А. Дулепова (2011) внесение биогазуса в дозе 3 – 10 т/га повышает урожайность кукурузы и других зерновых культур на 30 – 40%, картофеля и овощей – до 70% в зависимости от типа и уровня плодородия почв.

С.В. Будков и Р.В. Кравченко (2007) проводили опыты по изучению предпосадочного внесения биогазуса в дозе 6 т/га на различных по скороспелости гибридах кукурузы. Наибольшее повышение урожайности зерна

было у раннеспелого гибрида Машук 170 и среднеспелого РИК 345, соответственно на 12,7 и 33,9 ц/га или 22,6% и 56,8%, по отношению к контрольному варианту.

О.М. Бирюковой и Н.И. Сухановой (2013) изучалось влияние биогумуса на продуктивность культур звена севооборота (кукуруза – яровой рапс – озимая тритикале) на дерново-подзолистой супесчаной почве. Внесение биогумуса под кукурузу в дозе 15 т/га обеспечило суммарную прибавку продуктивности 55,3 ц к.ед./га, при этом 64% было получено в год внесения, 20% в 1-й год и 16% во 2-й год последствия. При совместном использовании в севообороте биогумуса в дозе 5 т/га (под кукурузу) и комплексных минеральных удобрений (кукуруза – N90+60P60K140, яровой рапс – N80+30P60K120, озимая тритикале – N70+30+40P60K120) дополнительный сбор от внесения вермикомпоста составил 11,9 ц к.ед./га.

В Чувашском НИИСХ на сортах картофеля Жуковский ранний, Юбиляр и Чайка исследовали предпосадочное внесение биогумуса в жидкой форме в дозе 200 л/га. По результатам опыта урожайность по сортам составила соответственно 21,1, 29,9 и 28,8 т/га, что на 26%, 21% и 16% выше, чем в контрольном варианте, товарность клубней увеличилась на 11%, 12% и 14% соответственно (Мутиков, 2010).

А.А. Вильманом и О.И. Антоновой (2004) установлено, что внесение биогумуса при посадке в дозах 2, 3, 4, и 6 т/га обеспечивает формирование продуктивности клубней картофеля сорта Невский в зависимости от дозы от 37,9 до 44,5 т/га при урожайности в контрольном варианте 35,2 т/га. Наибольшая прибавка отмечалась при внесении биогумуса в дозе 6 т/га и составляла 9,3 т/га или 26,4%. При этом внесение биогумуса в дозах 2 и 4 т/га повышало содержание крахмала до 17,3%, при контроле 13,9%.

О.В. Межуев и В.И. Левин (2015) проводили опыты по применению различных доз биогумуса при возделывании картофеля сорта Сантэ. Внесение биогумуса в дозах 5 и 7,5 т/га способствовало росту урожайности на 12% и 28%, при этом число клубней в кусте увеличилось на 0,3 и 1,1 шт., товарность выросла

на 1% и 3%, а содержание в клубнях крахмала на 0,4% и 0,6%, белка на 0,2% и 0,3% соответственно по отношению к контрольному варианту.

Н.Г. Толстопятова (2009) изучала влияние биогумуса на урожайность и качество картофеля сорта Зекура. При внесении биогумуса в дозе 8 т/га урожайность составила 46,0 т/га при контроле 25,5 т/га, количество крахмала в клубнях увеличилось с 12,7 до 13,2%, а содержание нитратов было на уровне контрольного варианта – 150 мг/кг.

Ю.В. Гришко (2008) на опытном поле ЕНЦ ВНИИР в течение пяти лет проводил исследования по изучению действия различных доз вермикомпостов на продуктивность картофеля сорта Сантэ при выращивании на средне-окультуренной дерново-подзолистой супесчаной почве. Установлено, что локальное предпосадочное внесение биогумуса в дозе 4, 8, 12 и 16 т/га обеспечивало прибавку урожая в среднем за пять лет исследований соответственно на 14%, 39%, 29% и 35%. Помимо этого, содержание сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля опытных вариантов увеличилось на 1,8 – 2,0% по отношению к контролю. Таким образом, наиболее эффективной в опыте была доза биогумуса 8 т/га.

В 2010 – 2011 годы в Павлодарском НИИСХ проводились исследования по применению биогумуса под картофель на орошаемых землях. Предпосадочное внесение биогумуса в дозе 1, 2 и 3 т/га обеспечило повышение продуктивности клубней на 18%, 22% и 27% соответственно, при урожайности в контрольном варианте 26,9 т/га (Мустафаев, 2010).

В опытах В.И. Левина и А.С. Петрухина (2015) исследовалась эффективность применения биогумуса под картофель сортов Жуковский ранний и Сантэ. Установлено, что внесение биогумуса в дозах 5, 7,5 и 10 т/га, привело к увеличению в фазу цветения у сорта Жуковский ранний в зависимости от дозы надземной массы растений на 13,3 – 24,0% и площади листьев на 12,2 – 17,6%. Ответная реакция сорта Сантэ сопровождалась увеличением данных показателей на 19,9 – 31,9% и 11,4 – 16,5%. Это обеспечило прибавку урожая у сорта

Жуковский ранний на 15,5 – 26,9%, Сантэ – на 15,4 – 33,4% по отношению к контрольному варианту.

Таким образом, представленные данные свидетельствуют о том, что действие биогумуса на сельскохозяйственные культуры весьма различно и во многом зависит от почвенно-климатических условий региона, способа и сроках внесения биогумуса, сортовых особенностей культуры. В настоящее время недостаточно полно изучены дозы внесения биогумуса и их влияние на качество и сохранность продукции. Дальнейшие исследования в этой области экономически оправданы и раскрывают широкие возможности и перспективы использования биогумуса как экологически чистого органического удобрения, способствующего сохранности плодородия почвы, повышению урожайности и улучшению качества получаемой продукции.

1.4. Физиологическая роль фитогормона этилена

В условиях техногенеза для снижения отрицательного влияния химических препаратов, применяемых при протравливании и для ускорения прорастания клубней картофеля, предлагается альтернативный подход по активизации ростовых процессов с помощью экзогенных фитогормонов, к числу которых относится газ этилен (Ecker, 1995).

Этилен (C_2H_4) – гормон растений, открытый Д.Н. Нелюбовым в 1901 году. Он синтезируется в крайне низких концентрациях и регулирует рост вегетативных органов, вызывает старение и опадение листьев, цветков и плодов, ускоряя их созревание, участвует в ответной реакции растений на различные стрессовые факторы, вызванные воздействием механического, химического или биологического рода. Этилен также способствует образованию корней на стебле и формированию в нем особой ткани – аэренхимы, по которой идет транспортировка кислорода в корни и другие части растения (Чайлахян, 1990; Кулаева, 1995, 1998).

Этилен и его продуценты (вещества, при разложении которых в растении образуется этилен) активно используются в сельском хозяйстве. 2-хлорэтилфосфоновая кислота и ее производные (гидрел, этрел, этефон, кампозан и др.) применяют для ускорения предуборочного дозревания плодов и облегчения их уборки. Продуценты этилена замедляют рост соломины злаков, усиливают кущение, вызывают дефолиацию хлопчатника. Под влиянием исследуемого фитогормона увеличивается доля женских цветков у тыквенных культур. Контролируемое содержание этилена помогает дольше сохранять корне- и клубнеплоды, а также фрукты и овощи (Schaller, 1995).

Физиологическое действие этилена определяется тремя главными факторами: концентрацией, длительностью воздействия и температурой. Иногда целесообразно рассматривать воздействие дозы этилена, которая представляет собой произведение концентрации на продолжительность его действия во времени (Чайлахян, 1990).

Отмечена роль этилена в двигательных реакциях растений. У пеларгонии обработка 1-% этиленом вызывает быстрое закрывание устьиц. Он принимает участие в механизме закручивания усиков у вьющихся растений. Этилен участвует в возникновении положительного геотропизма корней и вызывает горизонтальные изгибы стеблей (Полевой, 1982).

Этилен включается в систему защиты растений от патогенов. При этом он задействует определенные генетические программы, вследствие этого растения индуцирует синтез большого числа ферментов, разрушающих клеточную стенку грибов (Ecker, 1995).

У картофеля и томатов этилен вызывает резко выраженную эпинастию листьев, что объясняется латеральным набуханием клеток на верхней стороне основания черешка и средней жилки листа. Иногда на стебле развивается большое число придаточных корней, что обусловлено активацией клеточного деления в камбии. Эти группы клеток организуются в корневую меристему, из которой затем на стебле формируется корень. Помимо этого, этилен вызывает старение тканей и органов, тормозит деление клеток. Весьма велика роль стрессового этилена, образующегося в растениях при ухудшении водоснабжения, экстремальных температурах, заболеваниях и механических повреждениях (Полевой, 1982).

Инактивация как эндогенного, так и стрессового этилена имеет большое значение в технологии хранения. Материал для размножения растений (семена, луковицы, клубни) выделяют этилен, ускоряющий созревание и сокращающий срок хранения. Повышение концентрации углекислого газа и снижение содержания кислорода способны резко замедлить синтез этилена. Этим путем можно обеспечить более продолжительное хранение семенного фонда, особенно в условиях пониженных температур (Шакирова, 2001).

Исследованиями ряда авторов доказана высокая физическая активность газа этилена и его способность в зависимости от концентрации и времени экспозиции изменять характер метаболических процессов, протекающих в растительных организмах (Кораблева, 1995; Аксенова, 2012).

Так, в опытах С.В. Макаровой и В.И. Левина (2014) было проведено исследование межвидового дистанционного воздействия стрессированных семян растений на интактные. Экспериментально было установлено, что семена яровой пшеницы, находящиеся в состоянии стресса, вызванного повреждающими воздействиями, способны изменять интенсивность начальных ростовых процессов и посевные качества интактных семян озимой ржи и ярового ячменя. В ходе проведения исследований систематически отслеживался газовый состав межзернового воздушного пространства, в котором концентрация этилена, продуцируемого стрессовыми зерновками, повышалась с увеличением сроков хранения. При концентрации $0,014 \text{ мкг/м}^3$ наблюдалась стимуляция начальных ростовых процессов – увеличение энергии прорастания на 4 – 8% и лабораторной всхожести на 1 – 3%, а при её повышении до $0,091 \text{ мкг/м}^3$ наступало резкое угнетение данных показателей. В контрольном варианте в течение всего периода хранения данный показатель находился на уровне – $0,005 \text{ мкг/м}^3$.

Этилен благоприятствует инициации и поддержанию покоя клубней, однако его роль в этих процессах выяснена не полностью. Наиболее четко показано участие этилена в поддержании первых этапов покоя (Suttle, 2004).

Н.П. Аксеновой, Л.И. Сергеевой и Г.А. Романовым (2013) исследовалось действие этилена на клубни картофеля в культуре *in vitro*. У клубней, вступающих в период покоя, уровень эндогенного этилена был наибольшим и затем быстро снижался. Обработка вступающих в покой клубней антагонистами этилена (нитратом серебра и норборнадиеном) вызвала преждевременное образование ростков, которое можно было предотвратить одновременным воздействием этилена. Стабилизацию покоящегося состояния клубней под влиянием этилена наблюдали только в самом начале периода покоя. Усиление или ослабление покоя клубней в конце периода хранения под воздействием этилена и его продуцентов зависело от дозы препарата, сортовых особенностей картофеля и условий хранения клубней.

Ряд зарубежных авторов выдвигают теорию о том, что этилен, предположительно, играет определенную роль в росте столона и ингибирует клубнеобразование у растений картофеля (Palmer, Barker, 1973).

Эффект ингибирования роста столонов в длину и разрастания в ширину под влиянием этилена и его продуцента этефона наблюдали в опытах на стеблевых эксплантах картофеля сорта Бинтье (Аксенова, 2012).

Анализ представленных данных показывает, что роль фитогормона этилена в активизации пробуждения клубней картофеля в период хранения и на этапе начального прорастания изучена недостаточно. Данная тема является актуальной и требует дальнейшего проведения исследований.

Глава 2. Методика и почвенно-климатические условия проведения исследования

2.1. Методика проведения исследований

Экспериментальная работа по изучению действия локального внесения биогумуса и предпосадочной обработки клубней и растений регуляторами роста на прорастание клубней, рост и развитие растений, урожайность, качество и сохранность клубней картофеля проводилась на базе учебно-научного инновационного центра «Агротехнопарк» ФГБОУ ВО РГАТУ в течение трех лет (2014 – 2016 гг.).

Объектом исследований являлся картофель элитной репродукции районированных сортов Жуковский ранний и Сантэ, которые включены в Государственный реестр и рекомендованы в производство в Рязанской области с 1993 года.

Жуковский ранний – ультрараннеспелый картофель, столового назначения селекции ФГБНУ ВНИИКХ. Клубни короткоовальные, розовые. Глазки малочисленные, мелкие. Мякоть белая, не темнеющая при резке. В Центральном регионе урожайность составляет 145 – 325 ц/га. Содержание крахмала 10 – 14%, лежкость 77 – 89%, товарность 75 – 86%. Сорт устойчив к механическим повреждениям, раку картофеля и картофельной нематоде, средневосприимчив к фитофторозу и ризоктониозу.

Сантэ – среднеранний сорт универсального назначения селекции фирмы «Агрико Евразия». Клубни овальные, желтые. Глазки мелкие, многочисленные. Мякоть желтая. В Центральном регионе урожайность составляет 250 – 550 ц/га. Содержание крахмала 12 – 15%, лежкость 78 – 92%, товарность 82 – 89%. Сорт устойчив к раку картофеля и картофельной нематоде, средневосприимчив к фитофторозу (Перегудов, 2006).

Для решения поставленных задач исследования были проведены в два этапа, включая лабораторные и полевые опыты.

В задачу лабораторных исследований входило изучение действия различных доз физиологически активных соединений и фитогормона этилена на прорастания клубней картофеля. Для опыта использовали клубни картофеля сорта Сантэ массой 60 – 80 г. Проращивание осуществляли в ящиках, в качестве субстрата использовали древесные опилки с влажностью 70%. В каждом ящике было по 25 клубней, глубина заделки которых составляла 5 см. В варианте с использованием этилена клубни в первые 10 суток экспонировали в воздушной среде, где концентрация газа составляла 0,015 мкг/м³. По завершению 10 суток клубни проращивали в ящиках с опилками. Опыт проводили в темном помещении при температуре 16±2°С и влажности воздуха 80 – 85% (Доспехов, 1985; Комарова, 2007; Аксенова, 2013).

Схема опыта включала в себя следующие варианты предпосадочной обработки физиологически активными веществами в дозах:

1. Контрольный вариант (клубни смачивали водой);
2. Биойод 50 мкг/л; 100 мкг/л и 150 мкг/л;
3. Фульвогумат 0,2 мл/л; 1 мл/л и 5 мл/л;
4. Циркон 0,1 мл/л; 0,5 мл/л и 1 мл/л;
5. Экстрасол 10 мл/л; 50 мл/л и 100 мл/л;
6. Этилен 0,015 мкг/м³

Расход рабочего раствора физиологически активных соединений составлял 10 л на 1 т клубней картофеля. Повторность опыта четырехкратная. На 10 сутки проращивания определяли число пробудившихся почек, на 30 сутки – массу ростков и корешков проростков клубней картофеля.

Полевые испытания проводили с мая по август 2014 – 2016 года. Картофель высаживали в первой декаде мая клубнями массой 60 – 80 г по схеме 70 x 30, густота стояния растений формировалась на уровне 48 тыс. растений на 1 га, глубина посадки составляла 5 – 7 см. Уборку картофеля сорта Жуковский ранний осуществляли в первой декаде августа, сорта Сантэ – в третьей (Перегудов, 2005).

Делянки размещали на опытном участке рендомизированным способом в четырехкратной повторности. Площадь делянки составляла 75 м². Данные учета урожайности и основных показателей подвергали математической обработке методом дисперсионного анализа для двухфакторного опыта (приложения 29 и 30) при помощи компьютерной программы для расчета НСР₀₅, разработанной в Мордовском государственном университете (1992). Фактором А является вариант обработки, фактором В – сорт (Доспехов, 1985; Кирюшин, 2009).

Схема опыта включала следующие варианты отдельного и комплексного (биогурус + регулятор роста) применения биогуруса и регуляторов роста:

1. Контроль – клубни и растения обрабатывали водой;
2. Биойод (клубни 50 мкг/л + растения 30 мкг/л);
3. Фульвогумат (клубни 1 мл/л + растения 3 мл/л);
4. Циркон (клубни 0,5 мл/л + растения 0,3 мл/л);
5. Экстрасол (клубни 100 мл/л + растения 50 мл/л);
6. Биогурус 7,5 т/га;
7. Биогурус 7,5 т/га + Биойод (клубни 50 мкг/л + растения 30 мкг/л);
8. Биогурус 7,5 т/га + Фульвогумат (клубни 1 мл/л + растения 3 мл/л);
9. Биогурус 7,5 т/га + Циркон (клубни 0,5 мл/л + растения 0,3 мл/л);
10. Биогурус 7,5 т/га + Экстрасол (клубни 100 мл/л + растения 50 мл/л).

Предпосадочную обработку клубней регуляторами роста проводили в дозах, обеспечивающих максимальный эффект стимуляции в лабораторных условиях. Обработку растений осуществляли в фазу полные всходы с нормой расхода препарата согласно рекомендации производителей и научных публикаций, в которых были представлены результаты исследований действия различных доз данных препаратов, используемых при выращивании картофеля. Расход рабочего раствора составлял: для обработки клубней – 10 л/т, растений – 300 л/га. Таким образом, норма расхода препаратов при обработке клубней и растений составила, соответственно: Биойод – 0,5 мг/т и 9 мг/га; Фульвогумат – 10 мл/т и 0,9 л/га; Циркон 5 мл/т и 90 мл/га; Экстрасол – 1 л/т и 15 л/га.

При посадке картофеля локально вносили биогумус в дозе 7,5 т/га, который характеризовался следующими агрохимическими показателями: гумус – 17%, азот – 2,7%, фосфор – 2,2%, калий – 2,8%, кальций – 3,4% и магний – 0,7%.

Предшественником картофеля являлся ячмень яровой. Из удобрений осенью под вспашку вносили полуперепревший навоз в дозе 40 т/га. Подготовка почвы и агротехника возделывания картофеля была адаптирована к условиям проведения исследований. За основу была принята Заворовская технология возделывания картофеля, разработанная ФГБНУ ВНИИКХ, с дополнительным фрезерованием почвы перед посадкой культиватором КВФ-2,8 и применением гербицида Лазурит СП с нормой расхода препарата 3 г/л и рабочей жидкости 250 л/га (Перегудов, 2005; Посыпанов, 2006).

В течение вегетационного периода осуществляли фенологические наблюдения, определяли динамику формирования всходов, высоту растений, надземную массу, количество стеблей, число и массу клубней в кусте (методика ВНИИКХ, 1996), площадь листьев методом высечек (Третьяков, 2003), фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза (Ничипорович, 1963). Проводили учет урожая методом сплошной уборки и структурный анализ полученной продукции (методика Государственного сортоиспытания, 1975).

Экономическую эффективность использования регуляторов роста и биогумуса при выращивании картофеля рассчитывали на основании тарифных ставок и цены на картофель в годы проведения исследований (методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских работ, 1996).

Лабораторные анализы на содержания сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоты и нитратов в продукции проводили через месяц по окончании уборки в ФГБУ «Станция Агрохимической Службы «Рязанская». Количество крахмала и сухого вещества определяли, соответственно по ГОСТу 26176-91 и 31640-2012 при помощи спектрофотометра ПЭ 5400В. Содержания в продукции аскорбиновой кислоты устанавливали по ГОСТу 24556-89, уровень

содержания нитратов определяли по МУ 5048-89 с помощью анализатора «Экотест-2000».

Послеуборочное хранение клубней осуществляли в типовом хранилище с активным вентилированием при температуре $5\pm 2^{\circ}\text{C}$ и влажности воздуха 85 – 90%. Естественную убыль массы и лежкость клубней определяли путем периодического взвешивания и разбора образцов с первой декады октября по первую декаду мая (Методические указания по технологии хранения картофеля, 2002).

Производственная проверка результатов исследований проводилась в 2016 году на землях сельхозназначения ГКФХ «Давыденко М.И.» (приложение 31).

Производственный опыт был заложен на площади 20,0 га по следующей

схеме: 1. Контроль – клубни и растения без обработки;

2. Циркон (клубни 0,5 мл/л + растения 0,3 мл/л);

3. Экстрасол (клубни 100 мл/л + растения 50 мл/л);

4. Биогумус 7,5 т/га;

5. Биогумус 7,5 т/га + Циркон (клубни 0,5 мл/л + растения 0,3 мл/л);

6. Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол (клубни 100 мл/л + растения 50 мл/л).

Клубни обрабатывали из расчета рабочего раствора 10 л/т, норма расхода рабочей жидкости при обработке растений составляла 300 л/га. Биогумус вносили локально в гребни перед посадкой в дозе 7,5 т/га.

Площадь каждой делянки равнялась 1750 м^2 (7 х 250 м). Расположение делянок систематическое. Повторность в опыте четырехкратная. Общая площадь учетного участка составила 8,4 га (1750 м^2 х 6 вар. х 4 повт. х 2 сорта).

При производственной проверке использовали клубни картофеля первой репродукции сортов Жуковский ранний и Сантэ. Посадку проводили в первой декаде мая клубнями массой 60 – 80 г по схеме 70 х 30, густота стояния растений формировалась на уровне 48 тыс. растений на 1 га, глубина посадки составляла 5 – 7 см. Предшественником были многолетние злаково-бобовые травы. Подготовка почвы и агротехника возделывания картофеля была схожа с той, которая использовалась при проведении полевого опыта в 2014 – 2016 гг.

2.2. Почвенно-климатические условия

Полевые опыты по изучению влияния биогумуса и регуляторов роста на продуктивность картофеля и производственная проверка результатов исследований проводились на территории Рязанского района Рязанской области.

Почвенный покров опытного участка представлен серой лесной среднесуглинистой почвой (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика почвы опытного участка

Годы исследования	Плотность почвы, г/см ³	Содержание гумуса, %	рН _(KCl)	Содержание в почве, мг/кг		
				P ₂ O ₅	K ₂ O	Нитратный азот
2014	1,39	3,2	6,4	204	236	108
2015	1,40	3,4	6,6	238	274	125
2016	1,36	3,5	6,3	220	265	96

Данная почва имеет среднюю обеспеченность гумусом (от 3,2 до 3,5%), при близкой к нейтральной реакции почвенной среды (рН_{KCl} 6,3 – 6,6). Содержание в почве подвижных форм фосфора, обменного калия и нитратного азота находится на высоком уровне. Мощность пахотного слоя около 32 см, плотность почвы от 1,36 до 1,40 г/см³. Содержание физической глины в среднесуглинистой почве опытного участка составляет 30 – 40%.

Производственная проверка результатов исследований проводилась на опытном участке с серой лесной среднесуглинистой почвой, характеризующийся следующими агрохимическими показателями: гумус – 3,1%; рН_(KCl) – 6,0; P₂O₅ – 155 мг/кг; K₂O – 232 мг/кг; нитратный азот – 89 мг/кг почвы.

Образцы почвы отбирали в корнеобитаемом слое (0 – 30 см) тростевым буром за день до посадки (ГОСТ 28168-89).

Агрохимический анализ почвы проводили на Рязанской агрохимической станции – ФГБУ «САС «Рязанская».

В образцах почвы определяли обменную кислотность (ГОСТ 26484-85 и ГОСТ 26483-85) и уровень нитратного азота (ГОСТ 26951-86) с помощью анализатора жидкости «Экотест-2000». Плотность почвы устанавливали по ГОСТу 5180-84, содержание органического вещества (ГОСТ 26213-91), подвижных форм фосфора и калия (ГОСТ 54650-2011) определяли при использовании спектрофотометра ПЭ 5400В и фотометра ФПА-2-01.

Согласно агроклиматическому районированию Рязанская область входит в Южный район Нечерноземной зоны РФ. Климат области умеренно-континентальный с заметной изменчивостью по годам. Данный район характеризуется как зона неустойчивого, а временами и недостаточного увлажнения, гидротермический коэффициент (ГТК) равен 1,1 – 1,2 (Агроклиматический справочник Рязанской области, 1966).

Одним из основных климатических факторов, влияющих на урожайность и качество получаемой продукции, является количество выпавших осадков в период вегетации. За год выпадает 450 – 565 мм осадков с колебаниями в отдельные годы от 170 до 800 мм. За вегетационный период – с апреля по сентябрь – выпадает около 200 – 300 мм осадков. В последние 20 лет метеонаблюдений отмечается усиление атмосферной засухи, особенно в начале мая и в конце июня – начале июля (Крючков, 1989).

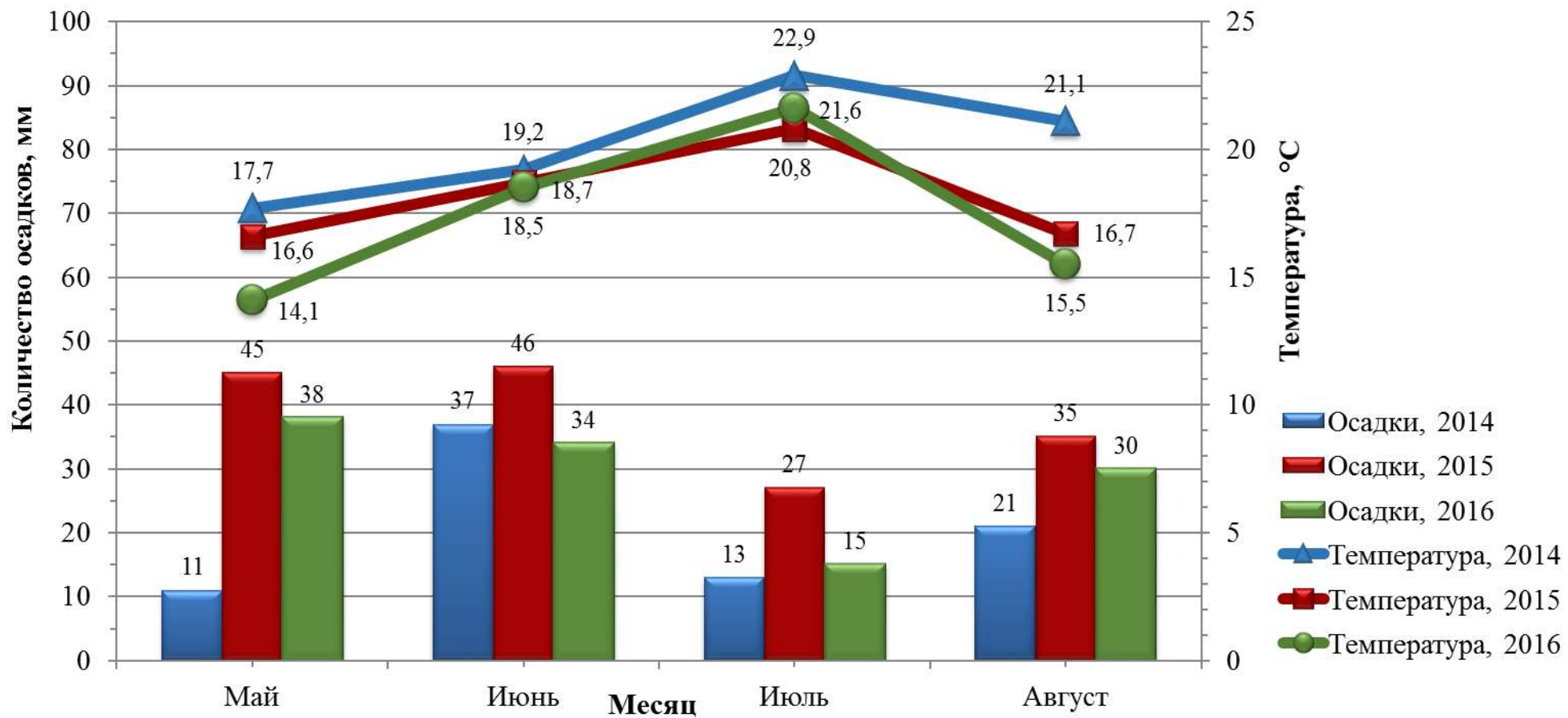
Температура воздуха также является важным климатическим фактором, оказывающим влияние на рост и развитие растений. Средняя годовая температура воздуха составляет +4,2°C. Среднемесячная температура воздуха самого холодного месяца года (январь) -11,2°C, а самого тёплого (июль) +18,1°C. В отдельные жаркие дни температура воздуха повышается до +40°C, а в очень холодные суровые зимы она опускается до -45°C. Весенние заморозки на преобладающей территории обычно заканчиваются 5 – 10 мая, но в холодные затяжные весны могут иметь место в первой декаде июня. Осенние заморозки в среднем начинаются в конце сентября, но при раннем наступлении холодов

отмечаются даже в конце августа. Продолжительность теплого периода (с положительной среднесуточной температурой) в среднем 213 – 218 дней, а безморозного периода (от последнего весеннего до первого осеннего заморозка) составляет 135 – 145 дней. Продолжительность вегетационного периода (переход среднесуточной температуры через +5°C) составляет в среднем около 175 – 177 дней. Суммы среднесуточных температур за период активной вегетации растений колеблются в пределах 2150 – 2200°C, в отдельные годы бывают значительные отклонения от средних значений на 500 – 800°C (Агроклиматический справочник Рязанской обл., 1966; Крючков, 1989).

За годы проведения исследований погодные условия характеризовались значительными колебаниями температуры воздуха и неравномерностью выпадения осадков. Метеорологические данные за май – август 2014 – 2016 года представлены на рисунке 1 и в таблице 2 (по данным Рязанской метеорологической станции).

Вегетационный период 2014 года был жарким и сухим, осадков выпало на 55,4% меньше нормы, температура во все месяцы превышала среднемноголетние значения, наибольшее отклонение на 4,7°C отмечалось в мае. Самыми засушливыми месяцами были май и июль, где наблюдалось выпадение всего 25,0 – 27,5% осадков от нормы, это способствовало быстрому испарению влаги и иссушению верхнего слоя почвы. В критические периоды роста растений картофеля – июнь и первая декада июля количество выпавших осадков было близко к уровню среднемноголетних значений, температура воздуха в эти месяцы была выше на 2,2 – 4,4°C, чем в предыдущие годы метеонаблюдений.

Вегетационный период 2015 года характеризовался, как теплый и умеренно влажный. В первой половине вегетации среднесуточная температура мая и июня превышала среднемноголетние показатели на 3,6°C и 1,7°C, а количество осадков в этот период было на уровне среднемноголетних значений.



*диаграмма составлена по данным метеостанции г. Рязань

Рисунок 1 – Показатели суммы осадков и температуры воздуха в период вегетации картофеля за 2014 – 2016 гг.

Таблица 2 – Температура воздуха и количество выпавших осадков за годы
проведения исследований

Месяц	Декада	Осадки, мм			Температура, °С		
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Май	1	9	16	4	14,3	12,3	11,8
	2	1	27	20	16,8	14,8	13,6
	3	1	2	14	22,1	22,6	17,0
	за месяц	11	45	38	17,7	16,6	14,1
	средне многолетнее значение	40			13,5		
Июнь	1	3	14	17	24,2	17,1	17,3
	2	11	23	13	17,1	18,4	18,0
	3	23	9	4	16,4	20,7	20,1
	за месяц	37	46	34	19,2	18,7	18,5
	средне многолетнее значение	44			17,0		
Июль	1	10	10	2	20,6	22,1	21,7
	2	2	15	1	24,2	18,9	23,0
	3	1	2	12	23,8	21,3	20,1
	за месяц	13	27	15	22,9	20,8	21,6
	средне многолетнее значение	52			18,5		
Август	1	3	3	14	25,8	18,5	17,3
	2	2	19	11	20,3	16,3	15,1
	3	16	13	5	17,1	15,2	14,2
	за месяц	21	35	30	21,1	16,7	15,5
	средне многолетнее значение	48			16,5		

Во второй половине вегетации сложились приемлемые условия для формирования урожая картофеля, продолжительных засушливых периодов не наблюдалось, осадки выпадали равномерно в количествах, удовлетворяющих потребности культуры во влаге в различные фазы роста. Температура в этот период вегетации была близка к той, которая отмечалась в предыдущие годы метеонаблюдений.

Погодные условия 2016 года отличались неравномерным выпадением осадков и колебаниями температуры в начале и в конце вегетационного периода. В начале мая температура была ниже среднееголетних значений, что привело к задержке появления всходов на 2 – 3 дня по сравнению с предыдущими годами исследования. В августе месяце температура была на 1°С ниже среднееголетних показателей, что способствовало растяжению вегетационного периода растений картофеля. Основное количество осадков выпало в первой половине вегетации. Так, за май и две первых декады июня выпало 58,1% осадков, а с третьей декады июня по третью декаду июля наблюдалась засуха, в которую температура воздуха на 3,1 – 4,5°С превышала среднееголетние значения. С третьей декады июля по третью декаду августа осадки выпадали равномерно, а температура воздуха была близка к среднееголетним значениям.

В целом метеорологические условия 2014 – 2016 годов не отличались аномальными явлениями и были благоприятны для формирования урожая картофеля.

Глава 3. Влияние регуляторов роста и этилена на начальные ростовые процессы клубней картофеля

3.1. Пробуждение почек клубней картофеля

Приоритетным направлением при разработке современных агротехнологий возделывания картофеля является использование экологически безопасных приемов предпосадочной обработки, которые направлены на выведение клубней из состояния покоя, активацию физиологических процессов и более дружное появление всходов, что способствует максимальной реализации потенциальных возможностей сорта (Левин, 2014).

В опытах Б.А. Писарева (1986) показано, что при обработке клубней картофеля стимулирующими веществами, выполняющих роль катализаторов биохимических процессов и способствующих повышению ферментативной активности, происходит увеличение числа проросших почек, в результате чего образуется большее число стеблей, увеличивается ассимиляционная поверхность и продуктивность растений.

С целью изучения действия предпосадочной обработки клубней картофеля регуляторами роста – Биойодом, Фульвогуматом, Цирконом, Экстрасолом – и влияния экзогенного фитогормона этилена, был проведен лабораторный опыт (рис. 1, табл. 3 и приложение 1).

Из таблицы 3 следует, что обработка клубней картофеля исследуемыми препаратами и фитогормоном этиленом способствовали активизации начальных ростовых процессов в клубне картофеля.

Так, число пробудившихся почек у клубней картофеля на 10-е сутки проращивания в среднем за 2 года исследований превышало контроль в вариантах с обработками Фульвогуматом в дозах 1 и 0,2 мл/л соответственно на 12,9% и 9,7%; Цирконом 1 мл/л – на 6,5%; Экстрасолом 50 мл/л – на 8,1%.



Под номерами 1, 2 и 3 обозначены повторности опыта

Рисунок 2 – Действие этилена на пробуждение почек клубней сорта Сантэ

Максимальное число пробудившихся почек на клубне отмечалось при хранении картофеля в газовой среде с концентрацией этилена $0,015 \text{ мкг/м}^3$ в течение 10 суток, где превышение к контрольному варианту составило 32,3%.

Таблица 3 – Пробуждение клубней картофеля на 10-е сутки проращивания под влиянием регуляторов роста и этилена (среднее за 2014 – 2015 гг.)

Вариант	Дозы, мл/л, мкг/л*, мкг/м ³ **	Число почек на клубне, шт	% к контролю
Контроль	-	6,2	100,0
Биоюд*	50	6,3	101,6
	100	6,3	101,6
	150	6,1	98,4
Фульвогумат	0,2	6,8	109,7
	1	7,0	112,9
	5	6,6	106,5
Циркон	0,1	6,2	100,0
	0,5	6,2	100,0
	1	6,6	106,5
Экстрасол	10	5,9	95,2
	50	6,7	108,1
	100	6,4	103,2
Этилен**	0,015	8,2	132,3

По эффективности воздействия на пробуждения почек клубней картофеля фитогормон этилен превосходил все лучшие варианты исследуемых регуляторов роста. При этом стоит отметить, что пробудившиеся почки были более утолщенными и укороченными, однако в дальнейшем при проращивании это не привело к морфологическим изменениям ростков и корней.

Полученные результаты позволяют сделать предположение о том, что под влиянием фитогормона этилена и регуляторов роста происходила активизация метаболических процессов, ускоренное расщепления запасных питательных веществ клубней и поступление их к спящим почкам. Это в полной мере согласуется с высказываниями академика А.Л. Курсанова (1964) о том, что воздействием различных физических и химических факторов на клетки меристемы зародыша, пробуждающиеся к активной жизни, можно существенно изменить пластический и энергообразующий метаболизм. Это, в свою очередь, может вызвать устойчивое ускорение развития на протяжении всего онтогенеза.

3.2. Фитомасса ростков и корней проростков клубней картофеля

Рост продуктивности картофеля в значительной степени зависит от нарастания вегетативной массы растений, количества и степени усвояемости элементов питания, которые находятся в тесной зависимости от мощности развития корневой системы растения и образования поверхности контакта корней с твердой средой почвы (Прянишников, 1951).

Как показывают результаты исследований, регуляторы роста и фитогормон этилен стимулировали формирование массы ростков и корешков 30-и суточных проростков клубня картофеля (рис. 3, табл. 4 и приложение 2).

Наиболее выраженное увеличение массы ростков проростков клубней картофеля по отношению к контролю наблюдалось в вариантах с дозами: Биойода 100 мкг/л – на 15,4%, Фульвогумата 1 и 5 мл/л – на 34,2% и 35,8%; Циркона 0,5 мл/л – на 23,4%; Экстрасола 100 мл/л – на 26,4% и этилена 0,015 мкг/м³ – на 36,9%. Самая большая масса корешков при использовании регуляторов роста формировалась в вариантах с обработкой клубней: Биойодом 50 мкг/л – 13,9%, Фульвогуматом 1 и 5 мл/л – 20,8% и 17,4% и Экстрасолом 100 мл/л – 21,6%. Применение Циркона способствовало увеличению массы корней на 11,3 – 14,7%, при этом существенных различий по дозам концентраций препарата не выявлено. Обработка этиленом 0,015 мкг/м³ увеличило массу корней на 27,0% по сравнению с контрольным вариантом.

Таким образом, максимальный эффект стимуляции прорастания клубней вызывало применение Этилена – 0,015 мкг/м³, Биойода – 50 мкг/л, Фульвогумата – 1 мл/л, Циркона – 0,5 мл/л и Экстрасола – 100 мл/л. При использовании регуляторов роста наибольшее увеличение массы ростков и корешков обеспечивала обработка клубней картофеля Фульвогуматом и Экстрасолом в более высоких концентрациях препаратов, тогда как по Циркону не выявило существенной дозовой зависимости на исследуемые показатели. Препарат Биойод оказал незначительное влияние на изменения массы ростков и корешков проростков клубня картофеля.

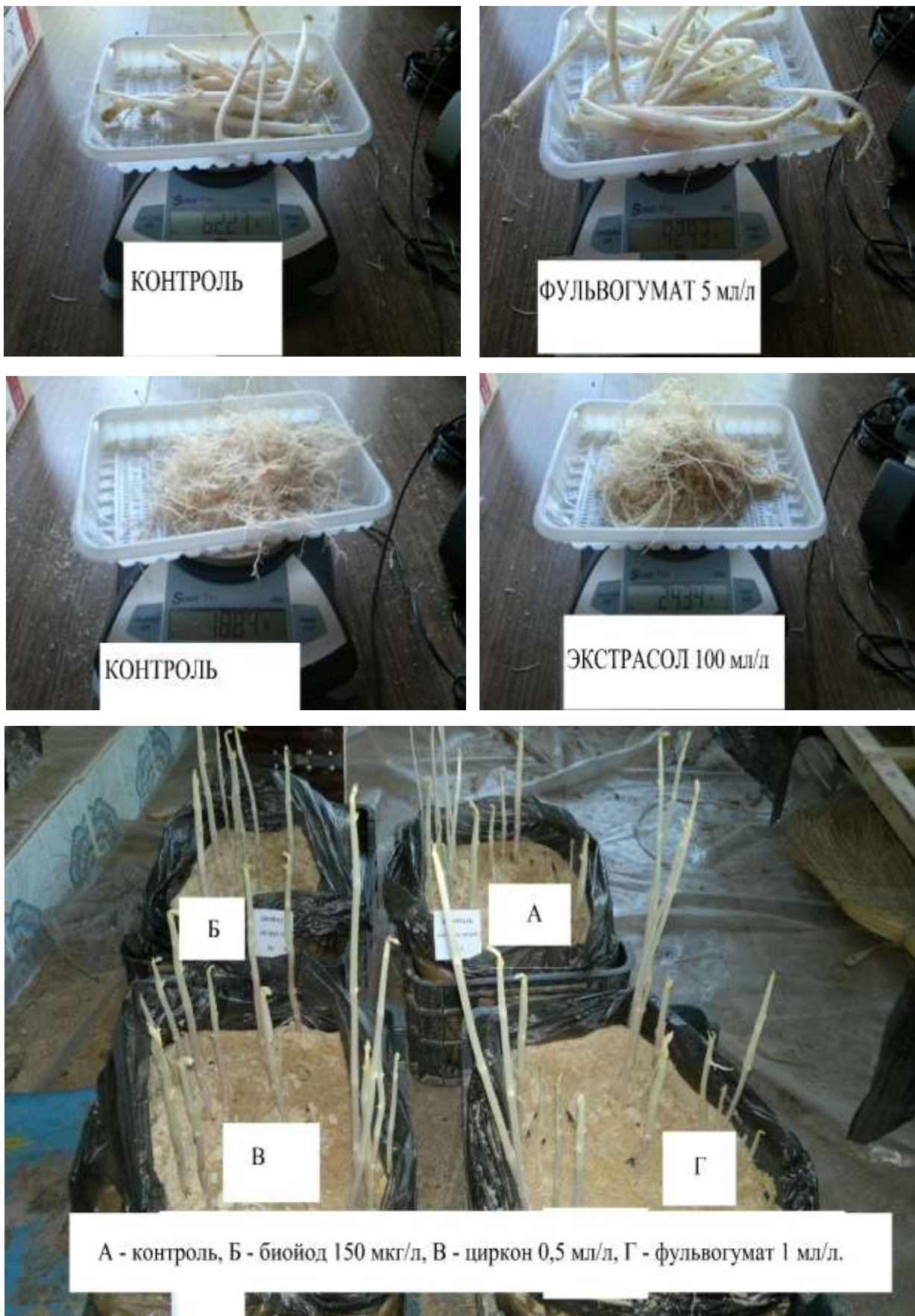


Рисунок 3 – Биометрические параметры проростков картофеля сорта Сантэ

Таблица 4 – Влияние регуляторов роста и этилена на рост и развитие 30-и суточных проростков клубня картофеля сорта Сантэ (среднее за 2014 – 2015 гг.)

Вариант	Дозы, мл/л, мкг/л**, мкг/м ³ ***	Масса ростков и корешков*, г	% к контролю
Контроль	-	<u>22,88</u> 6,38	<u>100,0</u> 100,0
Биойод**	50	<u>25,07</u> 7,27	<u>109,6</u> 113,9
	100	<u>26,40</u> 6,87	<u>115,4</u> 107,7
	150	<u>25,17</u> 6,29	<u>110,0</u> 98,6
Фульвогумат	0,2	<u>28,72</u> 6,67	<u>125,5</u> 104,5
	1	<u>30,71</u> 7,71	<u>134,2</u> 120,8
	5	<u>31,06</u> 7,49	<u>135,8</u> 117,4
Циркон	0,1	<u>22,76</u> 7,10	<u>99,5</u> 111,3
	0,5	<u>28,23</u> 7,15	<u>123,4</u> 112,1
	1	<u>23,30</u> 7,32	<u>101,8</u> 114,7
Экстрасол	10	<u>23,11</u> 7,25	<u>101,0</u> 113,6
	50	<u>24,38</u> 7,19	<u>106,6</u> 112,7
	100	<u>28,93</u> 7,76	<u>126,4</u> 121,6
Этилен***	0,015	<u>31,33</u> 8,10	<u>136,9</u> 127,0

Примечание: *числитель – масса ростков, знаменатель – масса корешков

Более интенсивное нарастание массы ростков и корешков в одних вариантах и отсутствие заметной разницы в других указывает на высокую степень дозовой зависимости ростовых процессов от экзогенного воздействия регуляторов роста. Ускорение ростовых процессов при обработке клубней картофеля физиологически активными веществами, вероятно, связано с

активизацией ферментативных комплексов и усилением поступления питательных веществ к проросткам клубней картофеля.

Воздействие этилена способствовало значительному увеличению ростковой и корневой массы проростков клубней картофеля, что, по мнению В.В. Полевого (1982), вероятно связано с латеральным ростом клеток ростков и образованием большего числа корней за счет активацией клеточного деления в камбиальных слоях.

Таким образом, предпосадочная обработка клубней картофеля регуляторами роста и их проращивание в газовой среде с этиленом оказывают положительное влияние на интенсивность пробуждения почек и усиление ростовых процессов, что в полевых условиях будет способствовать более быстрому и дружному появлению всходов и росту растений картофеля в начале вегетации.

Глава 4. Влияние регуляторов роста и биогумуса на рост, развитие, урожайность и качество клубней картофеля

4.1. Действие на рост и развитие растений картофеля

4.1.1. Динамика появления всходов

Морфологические параметры растений имеют важное значение и позволяют в значительной мере управлять ростовыми процессами. Динамика появления всходов и изменения биометрических параметров растений, таких как высота, количество стеблей, надземная масса, площадь листовой поверхности, число и масса клубней одного куста, в полной мере отражают продукционный процесс, идущий в агроценозе картофеля.

Динамика появления всходов характеризует интенсивность метаболических процессов, протекающих в растениях картофеля на этапе прорастания клубней. Более раннее появление всходов в полевых условиях обеспечивает ускорение развития растений на последующих этапах онтогенеза.

Наблюдениями за ростом и развитием растений установлено, что под действием обработки клубней регуляторами роста и влиянием биогумуса динамика формирования всходов в опытных вариантах превышала контроль на 5 – 27% в зависимости от даты учета. При этом наибольший эффект проявлялся на 14-е и 19-е сутки с момента посадки (рис. 4 и 5).

У сорта Жуковский ранний на 14-е сутки с момента посадки при комплексном применении Циркона и биогумуса количество появившихся всходов было на 13% большим, чем в контроле. В вариантах с Фульвогуматом и Цирконом наблюдалось увеличение числа всходов на 8% и 12% соответственно по отношению к контрольному варианту.

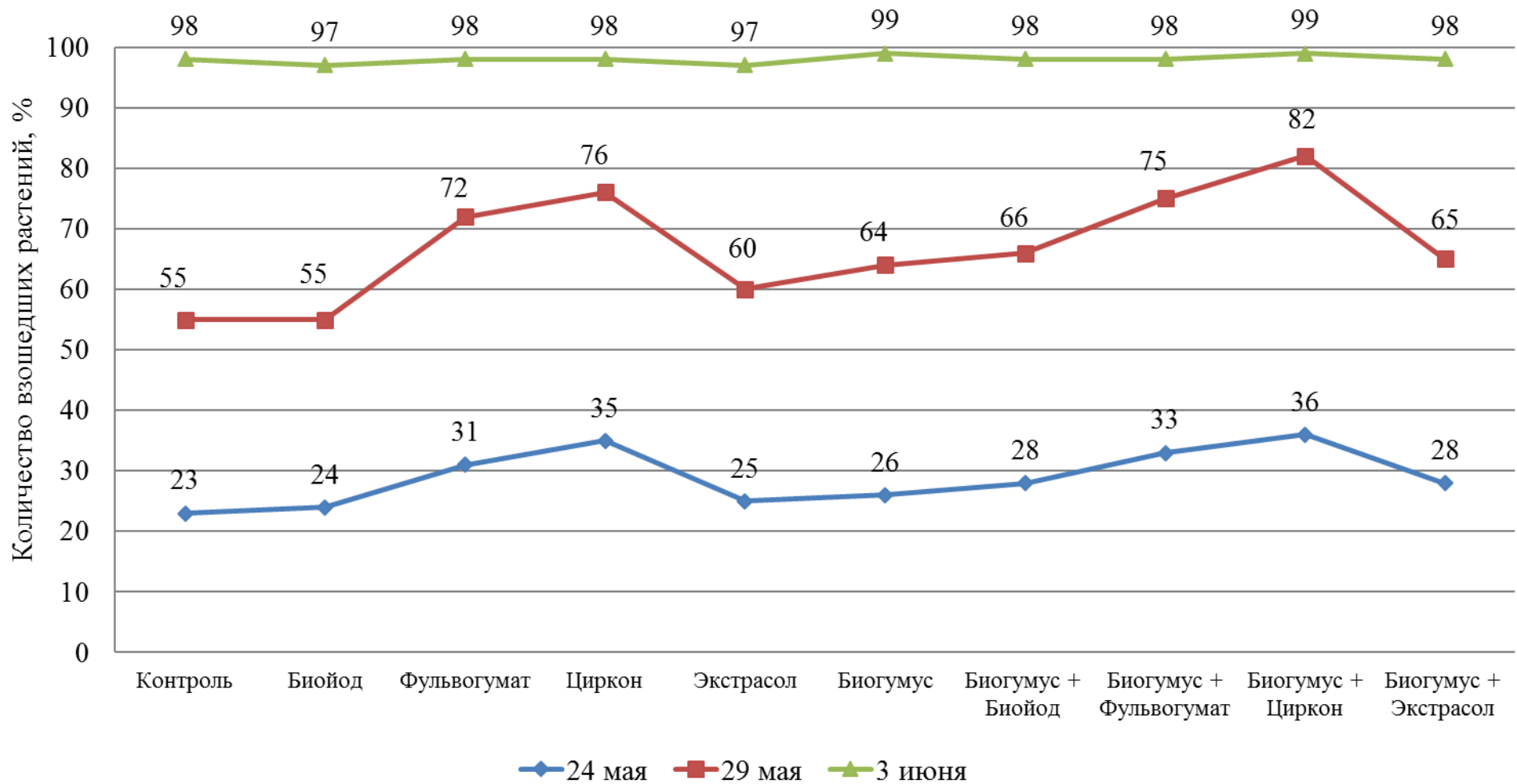


Рисунок 4 – Динамика появления всходов картофеля сорта Жуковский ранний (среднее за 2014 – 2016 гг.)

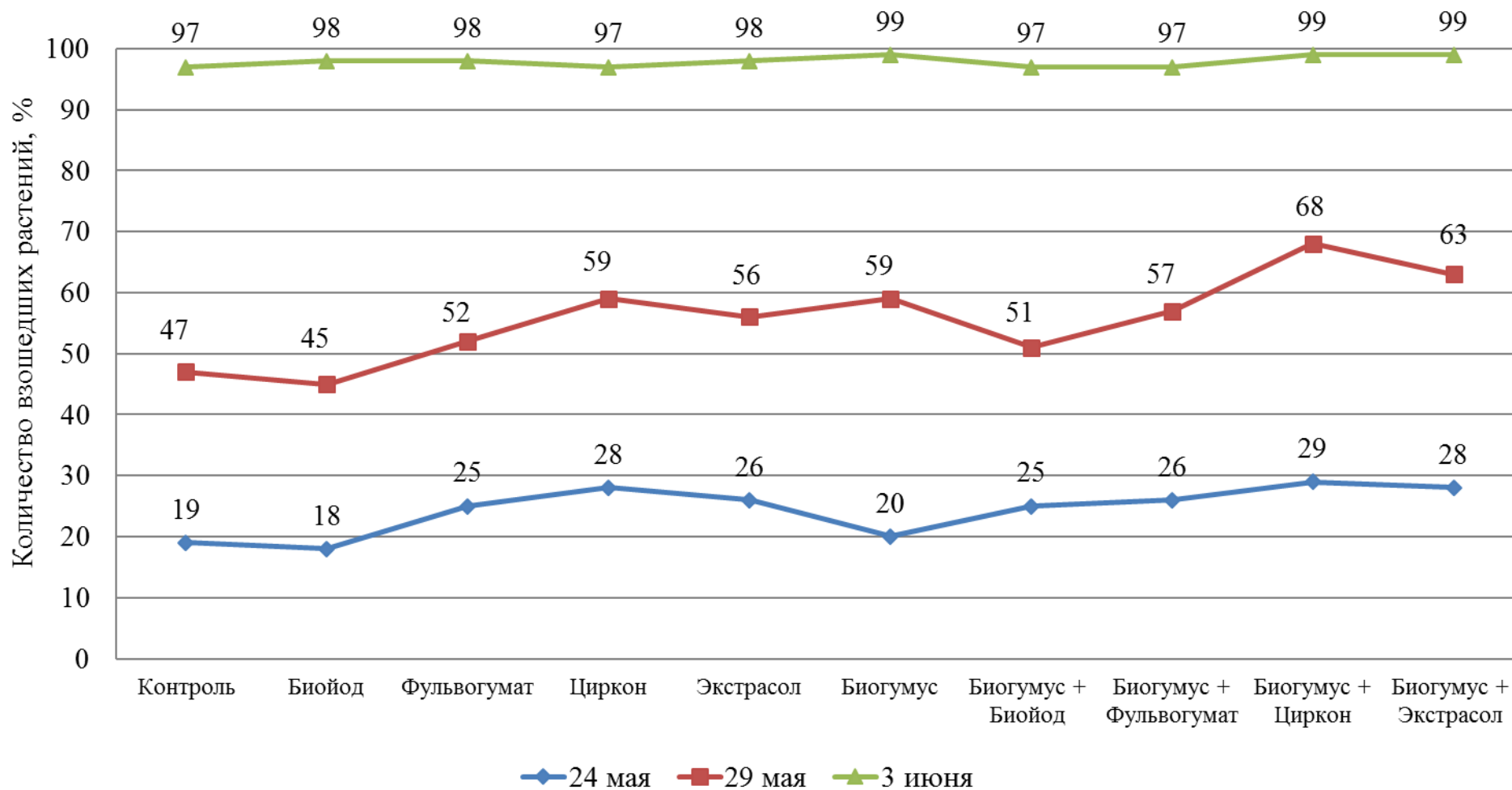


Рисунок 5 – Динамика появления всходов картофеля сорта Сантэ (среднее за 2014 – 2016 гг.)

На 19-е сутки после посадки разница по количеству всходов между контрольным и опытными вариантами с Фульвогуматом и Цирконом возросла на 17% и 21%, а в комплексных вариантах с этими же регуляторами роста на 20% и 27% соответственно. При внесении биогумуса число всходов увеличилось на 9% по отношению к контролю.

Количество всходов у сорта Сантэ на 14-е сутки после посадки при использовании регуляторов роста и в комплексных вариантах было выше контроля на 6 – 10%. На 19-е сутки в вариантах с Цирконом и Экстрасолом число появившихся всходов увеличилось – на 12% и 9%, а в комплексных вариантах с данными препаратами на 21% и 16%.

После 24-х суток с момента посадки количество всходов во всех опытных вариантах было 97 – 99%, что соответствовало контролю.

Наиболее выраженные различия в динамике появления всходов между контрольным и опытными вариантами на 14-е и 19-е сутки с момента посадки были в менее благоприятные 2014 и 2016 год.

Предпосадочная обработка клубней регуляторами роста и внесение биогумуса оказали наибольшее влияние на сорт Жуковский ранний, чем на среднеранний сорт Сантэ. При этом у растений картофеля исследуемых сортов на 14-е и 19-е сутки после посадки наибольшее число появившихся всходов было в комплексном варианте с Цирконом и биогумусом.

Таким образом, регуляторы роста способствовали более раннему пробуждению почек и появлению всходов, то есть увеличивали энергию прорастания, что в дальнейшем повлияло на высоту, биомассу, площадь листовой поверхности и конечную урожайность. Применение регуляторов роста не существенно повлияло на наступление и продолжительность фаз развития растений картофеля, при внесении биогумуса отмечалось незначительное увеличение вегетационного периода (приложение 3).

В 2014 и 2015 году появление всходов у сорта Жуковский ранний наступало на 21 – 24 день после посадки, бутонизация на 36 – 40 день, цветение на 48 – 52 день, начало увядания нижних листьев на 58 – 62 день. У сорта Сантэ

всходы появлялись на 22 – 24 день, бутонизация наступала на 41 – 43 день, цветение на 55 – 58 день, начало увядания нижних листьев на 67 – 72 день. Наиболее продолжительный период вегетации отмечался в 2016 году, где фазы роста наступали на 3 – 4 дня позже по сравнению с 2014 и 2015 годом, что было вызвано сложившимися погодными условиями в начале и конце вегетации.

4.1.2. Высота растений

Высота растений отражает интенсивность роста линейных параметров вегетативных и генеративных органов, обусловленную делением или растяжением клеток растения. Исследованиями В.С. Шевелухи (1992) установлено, что рост растения, как физиологический процесс, занимает одно из ведущих мест при организации агрономического контроля над формированием урожая. Как комплексный физиологический процесс линейный рост обладает чувствительностью и лабильностью к изменению внутренних и внешних факторов, к которым относятся физические, химические и биологические воздействия.

Проведенными исследованиями было выявлено, что растения картофеля в вариантах с комплексным использованием биогаумуса и регуляторов роста в течение всего периода вегетации опережали контрольные по высоте на 9,6 – 31,7% (рис. 6 и 7, приложения 4 и 5).

В вариантах с регуляторами роста у сорта Жуковский ранний наибольшие различия по высоте между опытными и контрольными растениями отмечались в фазу бутонизации и превышали контроль на 4,3 – 8,2 см или 12,2% – 23,3%. В фазу цветения наиболее высокие растения картофеля сорта Жуковский ранний сформировались в комплексном варианте с Цирконом, превышая контроль на 15,1 см или 33,9%. Под влиянием биогаумуса высота растений увеличилась на 9,4 см или 21,1%. К началу увядания нижних листьев высота растений была больше, чем в контроле, в варианте с регуляторами роста на 8,2 – 17,6%, с внесением биогаумуса – на 19,6%, а в комплексных вариантах – на 24,6 – 31,7%.

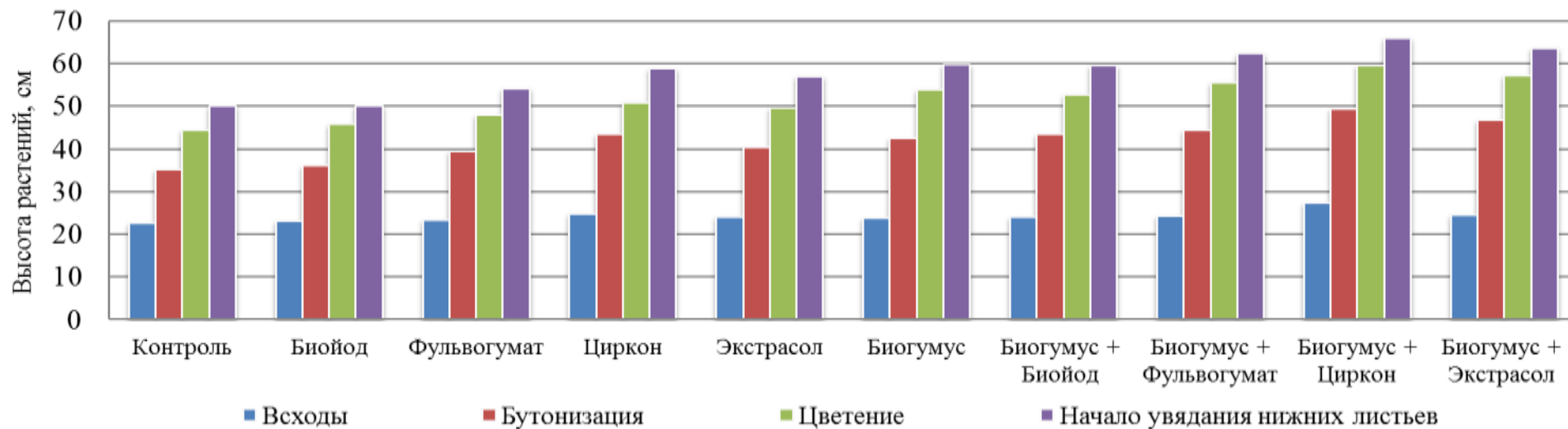


Рисунок 6 – Высота растений картофеля сорта Жуковский ранний (среднее за 2014 – 2016 гг.)

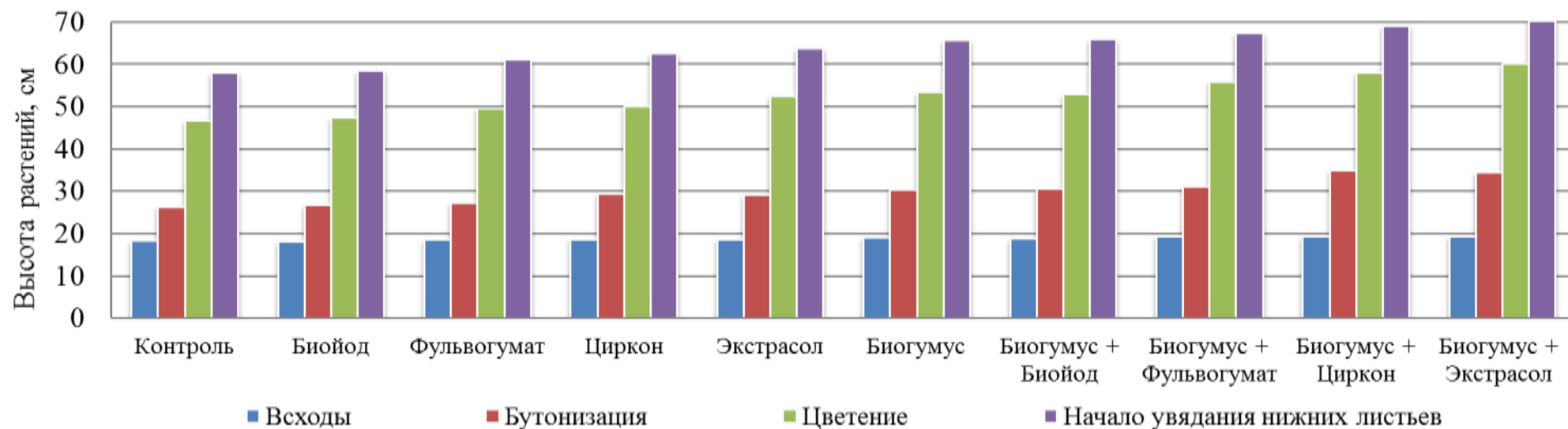


Рисунок 7 – Высота растений картофеля сорта Сантэ (среднее за 2014 – 2016 гг.)

У сорта Сантэ при применении Фульвогумата, Циркона и Экстрасола на фоне использования биогумуса к фазе начала увядания нижних листьев высота растений превышала контроль на 16,0 – 21,2%.

Из регуляторов роста наиболее выраженное стимулирующее воздействие на изменение исследуемого показателя оказал Экстрасол. При его использовании в фазе начала увядания нижних листьев высота растений увеличилась на 5,6 см или 9,6% по отношению к контролю. Внесение биогумуса способствовало увеличению высоты растений на 7,6 см или 13,1%.

Стоит отметить, что самыми высокими растения картофеля сформировались в 2015 году, где выпало наибольшее количество осадков, но при этом различия между контрольным и опытными вариантами у растений обоих сортов были меньше, чем в 2014 и 2016 году.

В фазу бутонизации – начала цветения различия по высоте между контрольными и опытными растениями были более существенны, чем в фазу начала увядания нижних листьев. При этом наиболее интенсивный рост у картофеля сорта Жуковский ранний наблюдался в фазы полные всходы – бутонизация, тогда как у сорта Сантэ в фазу бутонизации и цветения.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что более отзывчивым на воздействие регуляторов роста и биогумуса по критерию высоты растений был сорт Жуковский ранний. Это объясняется сортовыми особенностями, а также указывает на то, что скороспелый сорт в начале вегетации сильнее реагирует на воздействие регуляторов роста.

4.1.3. Количество стеблей в кусте

Между продуктивностью картофеля и количеством стеблей существует тесная корреляция. В зависимости от сортовых особенностей, один стебель формирует от 1,8 до 3,6 клубней, что позволяет в полевых условиях получить от одного растения картофеля до 8 – 15 клубней (Постников, 2006).

Как показывают результаты исследований, обработка клубней и растений регуляторами роста способствовала формированию большего количества стеблей по обоим сортам в зависимости от препарата на 6,2 – 13,5% по сравнению с контролем (табл. 5, приложение 6 и 7).

Таблица 5 – Влияние биогумуса и регуляторов роста на формирование стеблей в кусте картофеля (фаза цветения, среднее за 2014 – 2016 гг.)

Варианты опыта	Жуковский ранний		Сантэ	
	Количество стеблей в кусте, шт	% к контролю	Количество стеблей в кусте, шт	% к контролю
Контроль	3,39	100,0	3,41	100,0
Биойод 50 + 30 мкг/л	3,37	99,4	3,42	100,3
Фульвогумат 1 + 3 мл/л	3,60	106,2	3,64	106,7
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	3,70	109,1	3,87	113,5
Экстрасол 100 + 50 мл/л	3,45	101,8	3,69	108,2
Биогумус 7,5 т/га	3,43	101,2	3,53	103,5
Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	3,42	100,9	3,51	103,0
Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	3,67	108,3	3,66	107,3
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	3,78	111,5	3,85	112,9
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	3,49	102,9	3,70	108,5

Максимальное увеличение количества стеблей у сорта Жуковский ранний и Сантэ отмечалось в вариантах соответственно с Фульвогуматом – 6,2% и 6,7% и Цирконом – 9,1% и 13,5%. Экстрасол способствовал увеличению числа стеблей только у сорта Сантэ на 8,2%.

От внесения биогумуса и при его совместном использовании с регуляторами роста по обоим сортам количество стеблей увеличивалось на 3,0 – 12,9%, при этом наибольшее их количество было сформировано в комплексных

вариантах с Фульвогуматом и Цирконом. В других вариантах отмечается только тенденция в сторону увеличения числа стеблей по отношению к контролю.

Складывающиеся по годам погодные условия незначительно повлияли на изменение числа стеблей. У картофеля сортов Жуковский ранний и Сантэ в опытных вариантах с Цирконом и Фульвогуматом наблюдалось наибольшее увеличение количества стеблей по отношению к контролю в 2014 и 2015 году.

Доминирующим фактором, повлиявшим на число стеблей в кусте у растений картофеля исследуемых сортов, были регуляторы роста, среди которых наибольшая эффективность отмечалась при применении Циркона. Увеличение количества сформированных стеблей объясняется мобилизацией прорастания клубней под действием регуляторов роста.

Заметные различия в формировании стеблей по сортам выявлены при использовании Экстрасола, где сорт Сантэ был более отзывчив, чем Жуковский ранний. Внесение биогумуса не оказало существенно влияния на изменение данного показателя.

4.1.4. Надземная масса растений

Биологической особенностью картофеля является неравномерный рост ботвы и клубней. С начала роста побегов и до момента цветения увеличивается надземная масса растений, которая после цветения сменяется на интенсивный рост клубней. Надземная масса является одним из решающих факторов, определяющих интенсивность накопления и величину урожая картофеля (Посыпанов, 2006).

Оценка воздействия биогумуса и регуляторов роста свидетельствует о том, что у сортов Жуковский ранний и Сантэ в вариантах с комплексной обработкой в фазу начала увядания нижних листьев сформировалась наибольшая надземная масса (рис. 8, табл. 6 и 7, приложение 8 и 9).

Максимальное увеличение надземной массы у сорта Жуковский ранний на 36,5% наблюдалось при совместном использовании Циркона с биогумусом.



Рис. 8 – Растения картофеля сорта Сантэ (фаза начала отмирания нижних листьев)

У сорта Сантэ наибольшая надземная масса была сформирована в комплексном варианте с Экстрасолом и превышала контроль на 35,5%. Внесение биогумуса способствовало увеличению данного показателя у сорта Жуковский ранний на 24,8%, у Сантэ – на 26,1% по отношению к контролю. Использование Фульвогумата, Циркона и Экстрасола сопровождалось увеличением надземной массы по обоим сортам на 8,5 – 15,3%, при этом наибольшие показатели были в варианте с Экстрасолом.

Погодные условия в годы проведения исследований оказывали существенное влияние на формирование надземной массы растений картофеля. Следует отметить, что у сорта Жуковский ранний наибольшие различия между контрольным и опытными вариантами наблюдались в 2015 году, тогда как у сорта Сантэ самые большие различия были в 2016 году.

Таблица 6 – Формирование надземной массы растений картофеля сорта Жуковский ранний под действием биогумуса и регуляторов роста (фаза начала увядания нижних листьев, среднее за 2014 – 2016 гг.)

Вариант	Масса стеблей, г	% к контролю	Масса листьев, г	% к контролю	Надземная масса растения (стебли + листья), г	% к контролю
Контроль	88,3	100,0	145,3	100,0	233,6	100,0
Биоюд 50 + 30 мкг/л	90,6	102,6	146,8	101,0	237,4	101,6
Фульвогумат 1 + 3 мл/л	97,1	110,0	156,4	107,6	253,5	108,5
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	101,7	115,2	153,3	105,5	255,0	109,2
Экстрасол 100 + 50 мл/л	98,3	111,3	167,3	115,1	265,6	113,7
Биогумус 7,5 т/га	108,4	122,8	183,1	126,0	291,5	124,8
Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	110,5	125,1	181,4	124,8	291,9	125,0
Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	114,3	129,5	192,3	132,3	306,6	131,3
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	121,7	137,8	197,2	135,7	318,9	136,5
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	112,7	127,6	198,9	136,9	311,6	133,4

Таблица 7 – Формирование надземной массы растений картофеля сорта Сантэ под действием биогумуса и регуляторов роста (фаза начала увядания нижних листьев, среднее за 2014 – 2016 гг.)

Вариант	Масса стеблей, г	% к контролю	Масса листьев, г	% к контролю	Надземная масса растения (стебли + листья), г	% к контролю
Контроль	158,7	100,0	268,7	100,0	427,4	100,0
Биоюд 50 + 30 мкг/л	165,3	104,2	275,9	102,7	441,2	103,2
Фульвогумат 1 + 3 мл/л	175,8	110,8	290,2	108,0	466,0	109,0
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	185,6	117,0	294,7	109,7	480,3	112,4
Экстрасол 100 + 50 мл/л	186,5	117,5	306,4	114,0	492,9	115,3
Биогумус 7,5 т/га	194,8	122,7	344,2	128,1	539,0	126,1
Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	195,3	123,1	345,6	128,6	540,9	126,6
Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	201,8	127,2	354,5	131,9	556,3	130,2
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	207,0	130,4	352,5	131,2	559,5	130,9
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	211,8	133,5	367,3	136,7	579,1	135,5

При этом у обоих сортов максимальная надземная масса сформировалась в 2015 году, который характеризовался наиболее благоприятными погодными условиями.

Надземная масса в большей степени определялась массой листьев, составляющей 60 – 65% от общего веса ботвы в зависимости от сорта и варианта опыта. Нарастание листостебельной массы в вариантах с регуляторами роста очевидно связано с увеличением высоты растений и числа стеблей, что в свою очередь способствовало большей облиственности растений. В варианте с Цирконом отмечалась наиболее выраженная тенденция увеличения массы стеблей по сравнению с другими регуляторами роста. Наибольшее увеличение массы листьев было при использовании Экстрасола.

Внесение биогумуса, обеспечивая улучшение пищевого режима растений, привело к существенному росту надземной массы по сравнению с контролем, главным образом, за счет увеличения массы листьев.

В комплексных вариантах наблюдался эффект суммирования влияния биогумуса и используемых препаратов, что способствовало дополнительному росту надземной массы по сравнению с вариантами отдельного применения биогумуса и регуляторов роста.

4.1.5. Площадь листовой поверхности

Урожайность картофеля во многом зависит от величины ассимиляционной поверхности, продолжительности ее работы, интенсивности и эффективности распределения питательных веществ между вегетативными и запасными органами в ходе онтогенеза (Васильев, 2009).

Использование биогумуса и регуляторов роста оказало положительное влияние на изменение динамики формирования площади листьев растений картофеля в различные фазы вегетации (рис. 9 и 10).

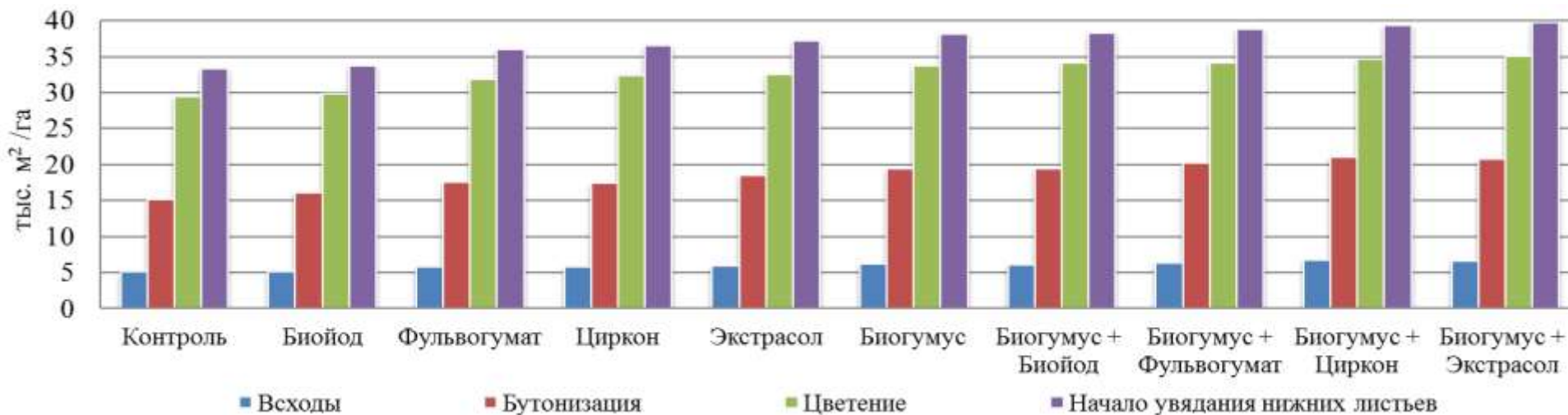


Рисунок 9 – Динамика площади листьев у растений картофеля сорта Жуковский ранний (среднее за 2014 – 2016 гг.)

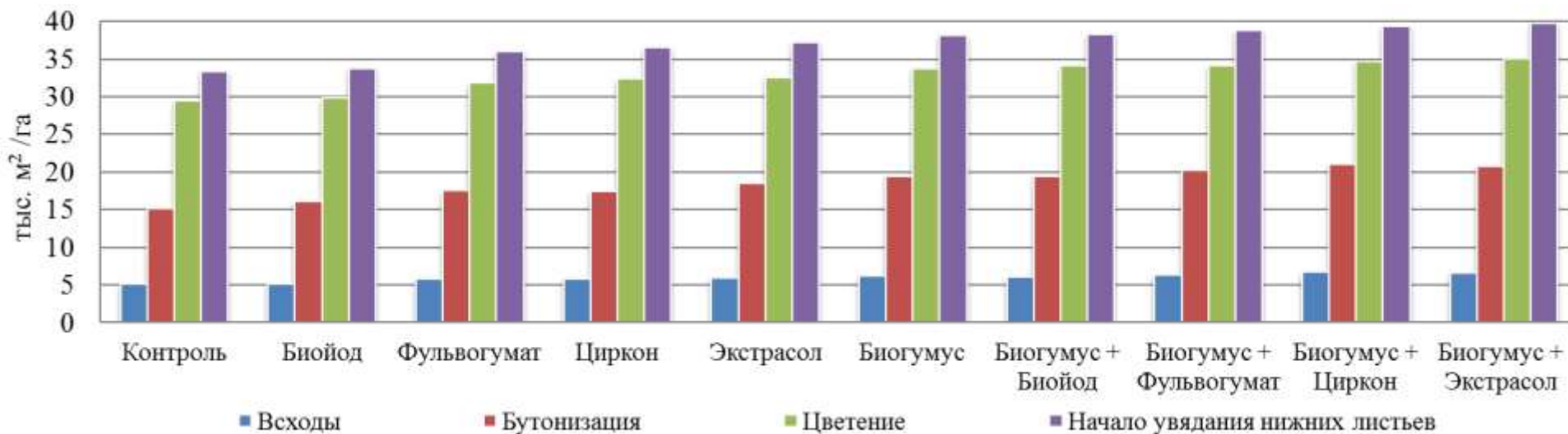


Рисунок 10 – Динамика площади листьев у растений картофеля сорта Сантэ (среднее за 2014 – 2016 гг.)

Проведенными исследованиями было установлено, что наибольшие различия в площади листьев у растений картофеля сорта Жуковский ранний и Сантэ отмечались в фазу бутонизации, превышая контроль соответственно: в комплексных вариантах – на 28,1 – 36,5% и 33,5 – 37,3%, при внесении биогумуса – на 26,4% и 28,3% и под влиянием регуляторов роста – на 15,2 – 20,8% и 5,9 – 21,7%.

В вариантах с совместным использованием регуляторов роста и биогумуса в фазу цветения по обоим сортам картофеля происходило увеличение площади листьев по отношению к контролю на 15,9 – 21,4%. Внесение биогумуса способствовало увеличению данного показателя у сорта Жуковский ранний и Сантэ соответственно на 17,3% и 14,6%. В вариантах с регуляторами роста наибольшее увеличение площади листьев в фазу цветения было при использовании Экстрасола: у сорта Жуковский ранний – на 11,7%, у сорта Сантэ – на 10,5%. При обработке Фульвогуматом и Цирконом по обоим сортам исследуемый показатель превышал контрольный вариант на 8,1 – 9,8%.

К началу увядания нижних листьев у растений картофеля сорта Жуковский ранний рост листового аппарата практически прекратился. Наибольшее увеличение площади листьев на 5,8 тыс. м²/га или 22,4% наблюдалось в комплексном варианте с Цирконом. У картофеля сорта Сантэ увеличение площади листьев продолжилось. Различия между контрольным и опытными растениями в фазе начала увядания нижних листьев составили: в вариантах с регуляторами роста – 2,6 – 3,8 тыс. м²/га или 7,8 – 11,4%, при внесении биогумуса – 4,7 тыс. м²/га или 14,1%, при их совместном использовании – 5,4 – 6,4 тыс. м²/га или 16,2 – 19,2%.

Из результатов исследований следует, что препарат Циркон способствовал более интенсивному формированию площади листьев на ранних этапах роста растений (фаза всходы – бутонизация), тогда как по Экстрасолу отмечался наибольший рост данного показателя на более поздних (фаза цветения – начало увядания нижних листьев). При этом сорт Жуковский ранний был более отзывчив на применение Циркона, тогда как у сорта Сантэ наибольшее увеличение

площади листьев наблюдалось в варианте с Экстрасолом. Внесение биогумуса способствовало стабильному увеличению площади листьев на протяжении всего периода вегетации. В комплексных вариантах наблюдался частичный эффект суммирования влияния биогумуса и регуляторов роста.

Погодные условия не оказали существенного влияния на увеличение различий между контрольным и опытными вариантами. Наибольшая площадь листьев у растений обоих сортов отмечалась в 2015 году.

Растительный организм как целостная интегрированная система характеризуется тесной взаимосвязью между ассимилирующим аппаратом и органами депонирования продуктов метаболизма – клубнями. На это указывают результаты наших исследований, где применение регуляторов роста и биогумуса, способствуя увеличению площади листьев, обеспечивало повышение продуктивности растений картофеля.

4.1.6. Фотосинтетический потенциал

Продуктивность агроценоза во многом зависит от работы фотосинтетического аппарата растений, эффективность которого определяется величиной фотосинтетического потенциала посевов и продолжительностью его функционирования. Фотосинтетический потенциал (ФП) – это величина, характеризующая возможность использования растениями солнечной радиации для фотосинтеза в течение вегетации (Ничипорович, 1988; Третьяков, 2003).

Как показывают результаты наших опытов, внесение биогумуса и обработка растений регуляторами роста способствовали росту ФП растений в различные фазы вегетации (рис. 11 и 12).

В вариантах с использованием регуляторов роста увеличение ФП у сорта Жуковский ранний по отношению к контролю составило: в фазу бутонизации – 11,8 – 16,9%; цветения – 8,3 – 10,2%; начала увядания нижних листьев – 9,4 – 12,9%, наиболее высокие показатели были в варианте с Цирконом. При внесении биогумуса ФП увеличивался, соответственно на 24,8%, 17,6% и 17,4%.

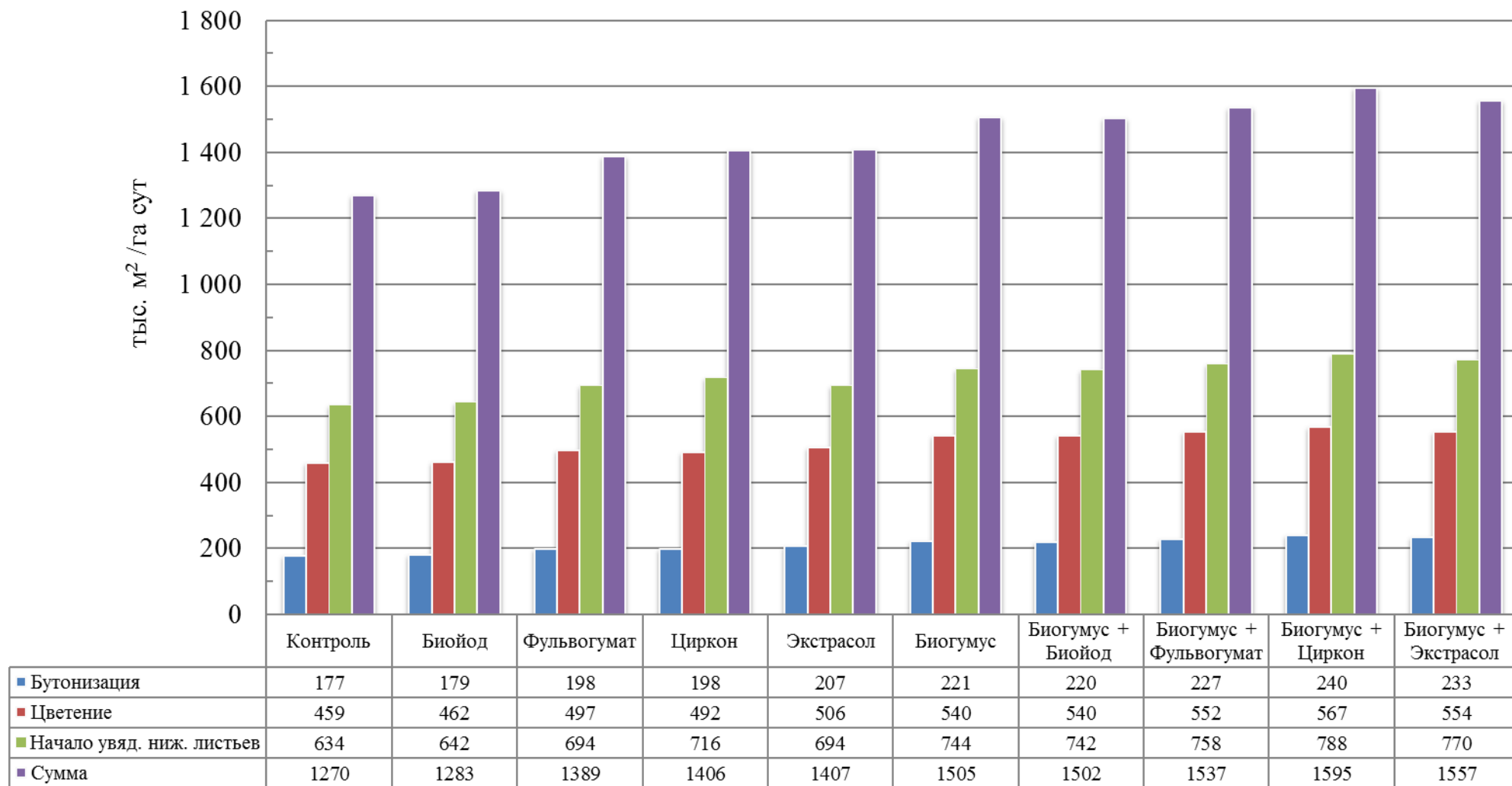


Рисунок 11 – Фотосинтетический потенциал растений картофеля сорта Жуковский ранний (среднее за 2014 – 2016 гг.)

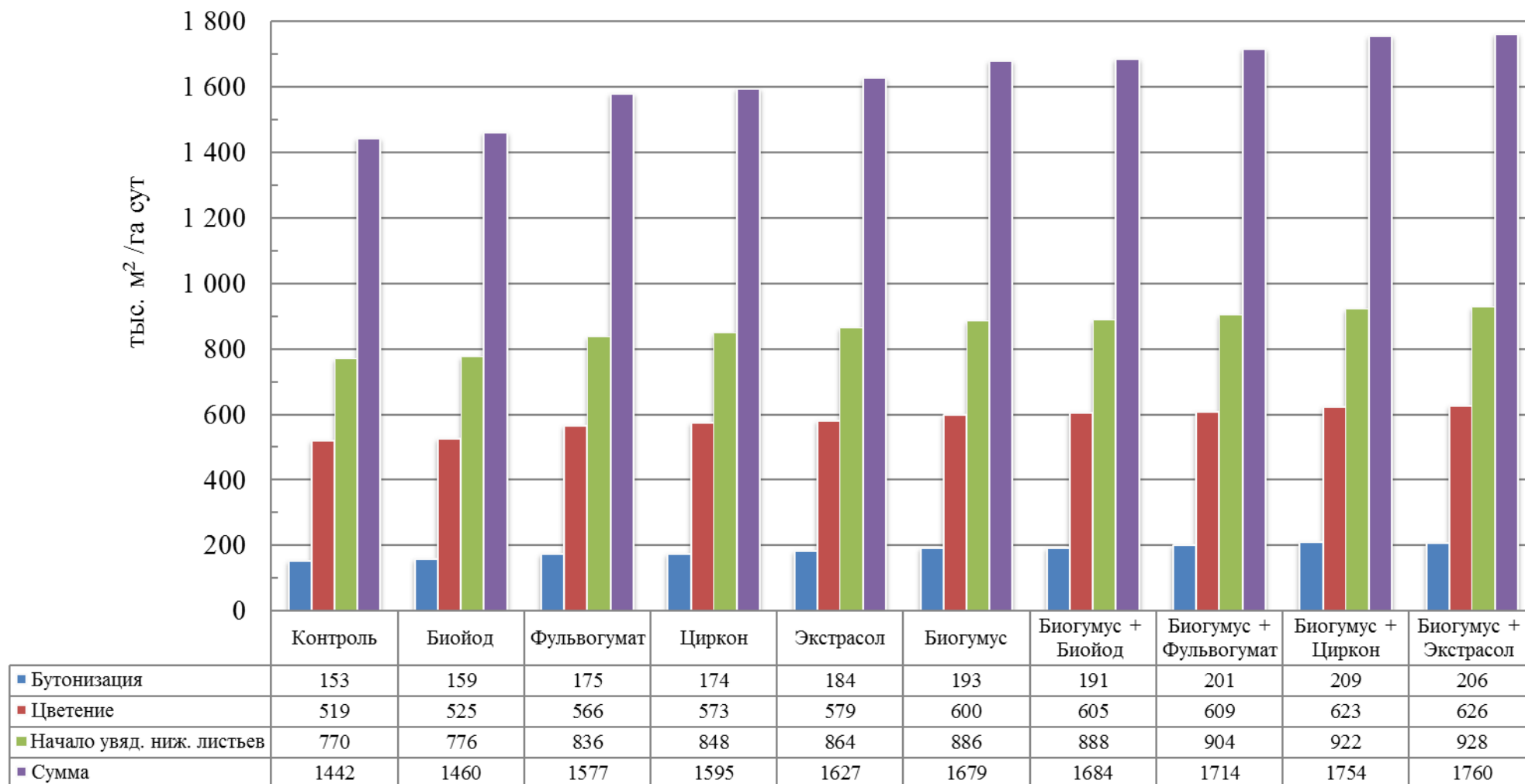


Рисунок 12 – Фотосинтетический потенциал растений картофеля сорта Сантэ (среднее за 2014 – 2016 гг.)

В комплексных вариантах наибольшее увеличение ФП отмечалось при использовании Циркона и Экстрасола соответственно: в фазу бутонизации – 35,6% и 31,6%; цветения – 23,5% и 20,7%; начала увядания нижних листьев – 24,3% и 21,5%.

У растений картофеля сорта Сантэ наибольших значений ФП достигал в вариантах с отдельным и комплексным применением Экстрасола, соответственно: в фазу бутонизации – 20,3% и 34,6%; цветения – 11,6% и 20,6%; начала увядания нижних листьев – 12,2% и 20,5% по отношению к контролю. При использовании биогумуса данный показатель увеличивался в зависимости от фазы вегетации на 15,1 – 26,1%.

Наибольшее увеличение ФП у растений сорта Жуковский ранний отмечалось при совместном использовании Циркона с биогумусом, где данный показатель превышал контроль на 325 тыс. м²/га сут или 25,6%. У сорта Сантэ максимальный рост ФП наблюдался в вариантах биогумус + Экстрасол и биогумус + Циркон соответственно на 318 и 312 тыс. м²/га сут или 22,1% и 21,6%.

По обоим сортам картофеля увеличение ФП наиболее интенсивно протекало в фазу бутонизации – цветения. Однако у сорта Сантэ данные различия были существенно выше, чем у сорта Жуковский ранний. Вероятно, это связано с сортовыми особенностями: при наступлении фазы цветения у сорта Жуковский ранний формирование листового аппарата практически завершалось, тогда как на более поздних этапах развития у растений картофеля сорта Сантэ рост листьев продолжался.

Таким образом, наибольшему увеличению ФП у растений картофеля сорта Жуковский ранний и Сантэ способствовало внесение биогумуса и его комплексное применение с регуляторами роста. При этом у сорта Жуковский ранний данный показатель был самым высоким при совместном применении биогумуса с Цирконом, тогда как у сорта Сантэ наибольшее увеличение наблюдалось в комплексном варианте с Экстрасолом. Это, очевидно, объясняется различной сортовой реакцией на действие регуляторов роста.

4.1.7. Чистая продуктивность фотосинтеза

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) – представляет собой прирост сухой массы растений в граммах за определенное время (сутки), отнесенный к единице листовой поверхности (m^2). Она представляет собой комплексный параметр, характеризующий интенсивность накопления органического вещества и дыхания растений в процессе вегетации (Ничипорович, 1963).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что использование биогумуса и регуляторов роста оказывает существенное влияние на изменение ЧПФ у растений картофеля в фазы бутонизации – начала увядания нижних листьев (табл. 8, приложение 10 и 11).

Таблица 8 – Влияние биогумуса и регуляторов роста на изменение ЧПФ растений (фазы бутонизация – начала увядания нижних листьев, среднее за 2014 – 2016 гг.)

Варианты опыта	Жуковский ранний		Сантэ	
	Прирост воздушно-сухой массы, г/(m^2 сут)	% к контролю	Прирост воздушно-сухой массы, г/(m^2 сут)	% к контролю
Контроль	3,28	100,0	4,85	100,0
Биойод 50 + 30 мкг/л	3,38	103,0	4,82	99,4
Фульвогумат 1 + 3 мл/л	3,60	109,8	5,46	112,6
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	3,79	115,5	5,32	109,7
Экстрасол 100 + 50 мл/л	3,69	112,5	5,74	118,4
Биогумус 7,5 т/га	3,98	121,3	6,02	124,1
Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	3,95	120,4	6,05	124,7
Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	4,00	122,0	6,27	129,3
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	4,12	125,6	6,13	126,4
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	4,22	128,7	6,42	132,4

Максимальное увеличение ЧПФ у сорта Сантэ наблюдалось в комплексном варианте с Экстрасолом на 1,57 г/(м²сут) или 32,4% по отношению к контролю. В других опытных вариантах при совместном использовании регуляторов роста и биогумуса увеличение ЧПФ колебалось от 24,7% до 29,3%. У сорта Жуковский ранний при комплексном применении биогумуса и регуляторов роста данный показатель увеличился на 20,4 – 28,7%.

При использовании регуляторов роста у растений картофеля сорта Жуковский ранний наибольшее увеличение ЧПФ происходило в варианте с Цирконом – на 0,51 г/(м²сут) или 15,5%, у сорта Сантэ с Экстрасолом – на 0,89 г/(м²сут) или 18,4%, по другим опытным вариантам у исследуемых сортов ЧПФ повышалась на 0,47 – 0,61 г/(м²сут) или 9,7 – 12,6%.

Результаты опытов свидетельствуют о том, что наибольшее воздействие на увеличение ЧПФ оказывает применение биогумуса, который выступает дополнительным источником элементов питания, за счет которых идет более интенсивный прирост сухой массы растений.

Из регуляторов роста максимальные показатели увеличения ЧПФ были получены при использовании Экстрасола на сорте Сантэ. Это, предположительно, можно объяснить действием входящих в состав препарата бактерий, за счет которых увеличивается коэффициент усвояемости элементов питания из почвы, что также способствует приросту сухой массы растений (Костин, 2015).

Погодные условия в годы проведения исследований оказали существенное влияние на изменения ЧПФ. У обоих сортов данный показатель достигал наибольших значений в 2015 году, а самые большие различия между контрольным и опытными вариантами отмечались в 2016 году. При этом у сорта Жуковский ранний тенденция изменения ЧПФ по годам была менее выражена, чем у Сантэ, у которого в 2015 году по всем вариантам опыта наблюдалось более чем двукратное увеличение ЧПФ по сравнению с 2014 годом.

4.1.8. Число и масса клубней в кусте

Между числом и массой клубней с одной стороны и величиной урожайности с другой существует тесная зависимость, которую необходимо учитывать при возделывании картофеля для формирования оптимального фракционного состава структуры урожая (Перегудов, 2006).

В опытных вариантах к фазе цветения произошло увеличение числа и массы клубней в кусте (табл. 9, приложения 12, 13, 14 и 15). Это объясняется улучшением режима питания и активизацией фотосинтетических процессов, происходящих в растениях под действием целого комплекса агрохимических и физиологических процессов, обусловленных действием биогумуса и регуляторов роста (рис. 4 – 12, табл. 5, 6, 7 и 8).

Как следует из таблицы 9, применение Циркона и Фульвогумата способствовало увеличению числа клубней в кусте соответственно: у сорта Жуковский ранний – на 12,5% и 8,3%, у сорта Сантэ – на 17,1% и 10,3%. В варианте с Экстрасолом у сорта Сантэ число клубней было больше на 7,8%, чем в контроле, тогда как сорт Жуковский ранний не отреагировал на обработку данным препаратом.

Биогумус не оказал существенного влияния на изменение числа клубней в кусте, однако в комплексных вариантах с регуляторами роста отмечалась тенденция к увеличению данного показателя по сравнению с вариантами, где регуляторы роста применялись отдельно. Так, у сорта Жуковский ранний при совместном использовании биогумуса с Цирконом число клубней увеличилось на 15,4%, а с Фульвогуматом – на 9,7%. У сорта Сантэ в этих вариантах также наблюдалось наибольшее увеличение числа клубней по отношению к контролю соответственно на 17,5% и 11,4%.

При использовании регуляторов роста была сформирована масса клубней, превышающая контроль: у сорта Жуковский ранний в варианте с Экстрасолом – на 16,1%, у сорта Сантэ с Цирконом – на 11,9%.

Таблица 9 – Число и масса клубней в кусте картофеля при использовании биогумуса и регуляторов роста,
(фаза цветения, среднее за 2014 – 2016 гг.)

Варианты опыта	Жуковский ранний				Сантэ			
	Число клубней в кусте, шт	% к контролю	Масса клубней, г	% к контролю	Число клубней в кусте, шт	% к контролю	Масса клубней, г	% к контролю
Контроль	6,71	100,0	431,7	100,0	7,84	100,0	457,1	100,0
Биоюд 50 + 30 мкг/л	6,68	99,6	427,8	99,1	7,80	99,5	463,6	101,4
Фульвогумат 1 + 3 мл/л	7,27	108,3	474,2	109,8	8,65	110,3	482,3	105,5
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	7,55	112,5	488,7	113,2	9,18	117,1	511,5	111,9
Экстрасол 100 + 50 мл/л	6,76	100,7	501,2	116,1	8,45	107,8	498,3	109,0
Биогумус 7,5 т/га	6,84	101,9	534,7	123,9	7,96	101,5	536,0	117,3
Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	6,93	103,3	531,0	123,0	7,92	101,0	532,7	116,5
Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	7,36	109,7	554,7	128,5	8,73	111,4	552,1	120,8
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	7,74	115,4	590,5	136,7	9,21	117,5	564,3	123,5
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	6,95	103,6	578,2	133,9	8,56	109,2	586,4	128,3

Внесение биогумуса сопровождалось увеличением массы клубней у исследуемых сортов, соответственно на 23,9% и 17,3%. В комплексных вариантах масса клубней с одного куста повысилась у сорта Жуковский ранний на 28,5 – 33,9%, сорта Сантэ – на 20,8 – 28,3%.

Следовательно, биогумус и регуляторы роста, вызывая эффект синергизма, интегрально воздействовали на пищевой режим и метаболические процессы, в результате чего произошло увеличение числа и массы клубней.

Циркон и Фульвогумат оказали наибольшее влияние на изменение числа клубней в кусте. Это, очевидно, связано с увеличением в данных вариантах количества стеблей.

Под влиянием регуляторов роста и биогумуса наиболее интенсивно накопление массы клубней протекало у сорта Жуковский ранний. Это объясняется сортовыми особенностями, когда к концу фазы цветения данный сорт практически полностью завершал формирование клубней.

Погодные условия в годы проведения исследований не значительно повлияли на различия между контрольным и опытными вариантами. Наибольшая масса клубней в фазу цветения у растений обоих сортов отмечалась в 2015 году.

4.2. Формирование урожайности картофеля

4.2.1. Урожайность клубней

Урожайность сельскохозяйственных культур является интегральным показателем, отражающим ответную реакцию растительного организма на условия выращивания, включая пищевой режим и интенсивность метаболических процессов, которые изменяются в процессе роста растений (Лорх, 1968; Постников, 2006).

Внесение биогумуса и обработка клубней и растений регуляторами роста, ускоряя появление всходов, стимулируя ростовые процессы, увеличивая ФП и ЧПФ, на фоне улучшения пищевого режима растений, способствовали повышению урожайности клубней картофеля (рис. 4 – 12, табл. 5, 6, 7, 8 и 9).

Существенное влияние на эффективность действие регуляторов роста и биогумуса оказали погодные условия в годы проведения полевых опытов (табл. 2; рис. 1).

При использовании регуляторов роста у сорта Жуковский ранний наиболее высокая прибавка урожайности до 18,5%, была получена от применения Экстрасола в 2015 году, который характеризовался как умеренно-влажный и теплый. 2014 и 2016 годы по погодным условиям были менее благоприятными для формирования урожая картофеля, в них прибавка от использования данного препарата составила 14,3% и 12,9%. Циркон обеспечивал наибольшее увеличение урожайности в 2016 и 2015 годах, где превышение к контролю составило соответственно 16,3% и 15,6%, тогда как в 2014 этот показатель был равен 9,0%. Фульвогумат в засушливом 2014 году способствовал росту урожайности на 10,0%, в 2016 и 2015 прибавка была практически одинаковая – 7,7% и 7,6% (табл. 10, приложение 16 и 17).

У сорта Сантэ при использовании регуляторов роста самая высокая прибавка урожайности была получена в варианте с Экстрасолом в 2016 году и составила 17,6%, в 2015 и 2014 этот показатель равнялся 10,8% и 7,5%.

Таблица 10 – Влияние биогумуса и регуляторов роста на урожайность картофеля сортов Жуковский ранний и Сантэ

Сорт	Вариант	Урожайность, т/га				% к контролю
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	средняя	
Жуковский ранний	Контроль	21,0	27,5	22,1	23,5	100,0
	Биойод 50 + 30 мкг/л	21,3	27,2	21,8	23,4	99,6
	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	23,1	29,6	23,8	25,5	108,5
	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	22,9	31,8	25,7	26,8	114,0
	Экстрасол 100 + 50 мл/л	24,0	32,6	25,0	27,2	115,7
	Биогумус 7,5 т/га	25,7	33,2	27,4	28,8	122,6
	Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	26,1	33,7	27,2	29,0	123,4
	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	27,0	34,3	28,0	29,8	126,8
	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	27,5	36,7	30,5	31,6	134,5
	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	27,8	35,6	29,8	31,1	132,3
Сантэ	Контроль	23,9	38,1	27,2	29,7	100,0
	Биойод 50 + 30 мкг/л	24,4	38,5	27,8	30,2	101,7
	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	24,2	41,9	29,3	31,8	107,1
	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	25,7	42,9	30,1	32,9	110,8
	Экстрасол 100 + 50 мл/л	25,7	42,2	32,0	33,3	112,1
	Биогумус 7,5 т/га	30,6	47,4	34,4	37,5	126,3
	Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	30,7	47,0	34,5	37,4	125,9
	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	31,7	48,4	34,6	38,2	128,6
	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	30,6	48,7	36,3	38,5	129,6
	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	32,3	49,8	39,1	40,4	136,0
НСР ₀₅		1,23	1,28	1,03	-	-
НСР ₀₅ Фактор А (вариант обработки)		0,87	0,91	0,73	-	-
НСР ₀₅ Фактор В (сорт)		0,39	0,41	0,33	-	-

Циркон способствовал повышению продуктивности в 2015 году на 12,6%, в 2016 и 2014 соответственно на 10,7% и 7,5%. Применение Фульвогумата в два последних года из трех (2016 и 2015) обеспечивало рост урожайности на 7,7% и 10,0% по отношению к контролю.

В течение трех лет исследований внесение биогумуса способствовало стабильному повышению продуктивности у сорта Жуковский ранний на 20,7 – 24,0%, у Сантэ – на 24,4 – 28,0%. При этом наблюдается тенденция в сторону увеличения прибавки урожайности у сорта Сантэ по сравнению с сортом Жуковский ранний. Полученные результаты указывают на то, что биогумус нивелирует отрицательное влияние неблагоприятных погодных условий на формирование урожая.

В вариантах с комплексным использованием биогумуса и регуляторов роста у сорта Жуковский ранний максимальную прибавку урожая в 2015 и 2016 году обеспечивал Циркон соответственно 33,5% и 38,0%, в 2014 Экстрасол – 32,3%. Комплексное применение Фульвогумата сопровождалось тенденцией к росту урожайности по отношению к варианту с использованием биогумуса.

Совместное применение Экстрасола и биогумуса способствовало наиболее эффективному процессу формирования урожая у сорта Сантэ. В менее благоприятных по погодным условиям 2014 и 2016 годах прибавки урожая были максимальными и достигали соответственно 35,1% и 43,8%. Практически одинаковое увеличение урожайности было в комплексных вариантах с Фульвогуматом и Цирконом. Зависимости роста прибавки урожая от погодных условий в вариантах с этими регуляторами не выявлено. В 2014 году наибольшая прибавка урожая была в комплексном варианте с Фульвогуматом и составила 32,6%, а в 2016 с Цирконом – 33,5% по отношению к контролю.

Использование биойода по обоим сортам не оказало существенного влияния на увеличение урожайности картофеля.

В среднем за три года исследований у сорта Жуковский ранний регуляторы роста обеспечивали повышение продуктивности в вариантах с Экстрасолом и Цирконом соответственно на 15,7% и 14,0%. Внесение биогумуса

сопровождалось ростом урожая на 22,6%. Максимальное повышение урожайности наблюдалось в комплексном варианте с Цирконом и составило 8,1 т/га или 34,5%.

У сорта Сантэ наибольшее увеличение урожайности на 10,7 т/га или 36,0% получено в комплексном варианте с Экстрасолом. Применение регуляторов роста способствовало росту продуктивности картофеля на 7,1 – 12,1%, в варианте с биогумусом прибавка урожая составила 26,3% по отношению к контролю.

Применение биогумуса обеспечивало растения широким спектром макро- и микроэлементов, оптимизировало воздушно-тепловой режим почвы, в комплексе с регуляторами роста стимулировало более интенсивное протекание физиологических процессов, что способствовало наибольшему увеличению урожайности клубней картофеля.

Результаты проведенных опытов свидетельствуют о наличии взаимосвязи биометрических параметров растений с величиной урожайности, что согласуется с представлениями о донорно-акцепторных связях питающих и запасующих органов растений. Исследованиями не выявлено эффекта синергизма во взаимодействии биогумуса и регуляторов роста на продукционный процесс, можно только приближенно говорить о явлении аддитивности.

4.2.2. Структура урожая и товарность клубней

Улучшение товарных качеств выращиваемого картофеля наряду с повышением его урожайности является одной из важнейших задач в области современного картофелеводства.

Стимулирующее действие регуляторов роста и биогумуса на ростовые процессы привело к изменению структуры урожая картофеля и его товарности (табл. 11, приложения 18,19 и 20).

Таблица 11 – Структура урожая и товарность картофеля в зависимости от применения биогумуса и регуляторов роста (среднее за 2014 – 2016 гг.)

Сорт	Вариант	Содержание фракций в %			Товарность	
		Крупная ≥80 г	Средняя 50-80 г	Мелкая ≤ 50 г	%	±
Жуковский ранний	Контроль	55,8	29,8	14,4	85,6	-
	Биоюд 50 + 30 мкг/л	56,0	29,3	14,7	85,3	- 0,3
	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	57,3	29,1	13,6	86,4	+ 0,8
	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	51,6	33,2	15,2	84,8	- 0,8
	Экстрасол 100 + 50 мл/л	60,2	27,1	12,7	87,3	+ 1,7
	Биогумус 7,5 т/га	60,7	26,4	12,9	87,1	+ 1,5
	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	61,0	26,3	12,7	87,3	+ 1,7
	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	59,1	28,1	12,8	87,2	+ 1,6
	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	55,2	31,5	13,3	86,7	+ 1,1
	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	62,7	25,3	12,0	88,0	+ 2,4
Сантэ	Контроль	58,1	29,5	12,4	87,6	-
	Биоюд 50 + 30 мкг/л	58,9	29,0	12,2	87,8	+ 0,2
	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	58,5	30,4	11,1	88,9	+ 1,3
	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	53,9	33,5	12,6	87,4	- 0,2
	Экстрасол 100 + 50 мл/л	60,8	29,7	9,5	90,5	+ 2,9
	Биогумус 7,5 т/га	62,6	27,7	9,7	90,3	+ 2,7
	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	62,2	28,1	9,7	90,3	+ 2,7
	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	60,5	29,3	10,2	89,8	+ 2,2
	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	57,3	31,2	11,5	88,5	+ 0,9
	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	64,5	26,4	9,1	90,9	+ 3,3

У картофеля сорта Жуковский ранний Экстрасол при совместном использовании с биогумусом способствовал увеличению товарности клубней на 2,4% по сравнению с контролем. В других комплексных вариантах наблюдается только тенденция в сторону увеличения данного показателя.

Наибольшее увеличение товарности картофеля сорта Сантэ на 3,3% также происходило в комплексном варианте с Экстрасолом. Достаточно высокий уровень товарности картофеля наблюдался при внесении биогумуса и в комплексном варианте с Биойодом, где этот показатель превышал контроль на 2,7%.

Из регуляторов роста наиболее выраженное воздействие на увеличение выхода товарных клубней оказало применение Фульвогумата и Экстрасола. В этих вариантах у сорта Жуковский ранний данный показатель увеличился на 0,8% и 1,7%, у сорта Сантэ на 1,3% и 2,9% соответственно по отношению к контролю.

При использовании Циркона по обоим сортам наблюдалась тенденция к снижению товарности. Это объясняется возросшим числом сформированных клубней в кусте, что способствовало небольшому увеличению средней и мелкой фракции по сравнению с контролем. При его совместном применении с биогумусом по обоим сортам картофеля отмечалось повышение товарности в среднем на 1,0%.

Внесение биогумуса и его использование в комплексе с Экстрасолом способствовало наибольшему увеличению выхода крупной фракции при одновременном сокращении средней и мелкой.

Погодные условия оказывали влияние на изменение структуры урожая и уровень товарности картофеля. Наибольший выход товарных клубней и уменьшение мелкой фракции по обоим сортам наблюдалось в 2015 году. Также следует отметить, что погодные условия не существенно повлияли на действие биогумуса и регуляторов роста, так как в годы проведения исследований в опытных вариантах структура урожая изменялась в близких пределах по сравнению с контрольными вариантами.

4.3. Показатели качества клубней картофеля

4.3.1. Сухое вещество и крахмал

Неуклонно возрастающая антропогенная нагрузка на почву, сокращение норм внесения или полный отказ от органических удобрений в совокупности с пестицидной нагрузкой привели к тому, что за последние годы снизилась крахмалистость картофеля, ухудшились его вкусовые качества, возросло содержание нитратов и тяжелых металлов в продукции, наблюдается усиление гниения картофеля в период хранения (Коршунов, 2001; Комарова, 2007; Левин, 2016).

Обработка клубней и растений картофеля сортов Жуковский ранний и Сантэ регуляторами роста и локальное предпосадочное внесение биогумуса, вызвало изменения физиологических процессов, биометрических параметров и продуктивности (рис. 4 – 12; табл. 5 – 11). Это оказало влияние на содержание сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоты и нитратов в клубнях картофеля.

Сухие вещества клубня картофеля представлены в основном углеводами, клетчаткой, азотистыми соединениями, жирами и зольными элементами. Углеводный обмен является важнейшим метаболическим процессом растения картофеля. Он определяет не только продуктивность, но и качество получаемой продукции. Образующиеся в клубнях углеводы представлены в основном крахмалом (Перегудов, 2006).

Характер накопления сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля зависит от генетических особенностей сорта, органоминерального питания растений и почвенно-климатических условий (Постников, 1991).

В результате проведенных лабораторных анализов было установлено, что внесение биогумуса и предпосадочная обработка клубней и вегетирующих растений регуляторами роста способствовала изменению содержания сухого вещества и крахмала (табл. 12, приложения 21, 22, 23 и 24).

Таблица 12 – Влияние биогумуса и регуляторов роста на качество клубней картофеля (среднее за 2014 – 2016 гг.)

Варианты опыта	Жуковский ранний				Сантэ			
	Сухое в-во		Крахмал		Сухое в-во		Крахмал	
	%	± к контролю	%	± к контролю	%	± к контролю	%	± к контролю
Контроль	17,1	-	11,0	-	21,9	-	13,5	-
Биойод 50 + 30 мкг/л	17,2	+ 0,1	11,0	-	21,7	- 0,2	13,4	- 0,1
Фульвогумат 1 + 3 мл/л	17,6	+ 0,5	11,4	+ 0,4	22,3	+ 0,4	13,7	+ 0,2
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	17,6	+ 0,5	11,3	+ 0,3	21,9	-	13,5	-
Экстрасол 100 + 50 мл/л	17,9	+ 0,8	11,5	+ 0,5	22,1	+ 0,2	13,6	+ 0,1
Биогумус 7,5 т/га	18,1	+ 1,0	11,7	+ 0,7	23,0	+ 1,1	14,3	+ 0,8
Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	17,9	+ 0,8	11,5	+ 0,5	22,9	+ 1,0	14,2	+ 0,7
Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	19,0	+ 1,9	12,3	+ 1,3	23,4	+ 1,5	14,6	+ 1,1
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	18,6	+ 1,5	12,0	+ 1,0	22,9	+ 1,0	14,1	+ 0,6
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	18,4	+ 1,3	11,9	+ 0,9	22,7	+ 0,8	14,2	+ 0,7

У сорта Жуковский ранний самый высокий уровень содержания сухого вещества и крахмала отмечался в комплексном варианте с Фульвогуматом, превысив контроль на 1,9% и 1,3%. В комплексных вариантах с Цирконом происходил рост данных показателей на 1,5% и 1,0%, с Экстрасолом – на 1,3% и 0,9% по отношению к контролю. Внесение биогумуса способствовало повышению содержания сухого вещества на 1,0%, крахмала на 0,7%. В вариантах с регуляторами роста наибольшее увеличение содержания сухого вещества и крахмала на 0,8% и 0,5% было при использовании Экстрасола. При применении Циркона и Фульвогумата наблюдалось увеличение содержания сухого вещества на 0,5% и крахмала на 0,3% и 0,4% соответственно. Применение биойода не оказало существенного влияния на изменение качественных показателей.

Комплексное использование Фульвогумата и биогумуса также вызывало наибольшее увеличение содержания сухого вещества и крахмала у сорта Сантэ на 1,5% и 1,1%. Несколько меньший эффект отмечался в комплексных вариантах с Экстрасолом и Цирконом. В варианте с биогумусом наблюдалось увеличение данных показателей соответственно на 1,1% и 0,8% по отношению к контролю. Применение одних регуляторов роста не оказало существенного влияния на изменение содержания сухого вещества и крахмала.

Исследуемые сорта по-разному реагировали на отдельное применение один и тех же регуляторов роста. У сорта Жуковский ранний просматривается отчетливая тенденция в сторону увеличения содержания крахмала на 0,3 – 0,5% и сухого вещества на 0,5 – 0,8%. Тогда как у сорта Сантэ не выявлено заметных отличий в изменении данных показателей. Внесение биогумуса способствовало увеличению содержания крахмала практически на одну и ту же величину (0,7 – 0,8%) по обоим сортам картофеля. Наибольшее увеличение содержания крахмала и сухого вещества у картофеля сортов Жуковский ранний и Сантэ наблюдалось при совместном использовании биогумуса и Фульвогумата.

Погодные условия в годы проведения исследований оказали влияние на качественные показатели клубней картофеля. Так, наибольшее содержание сухого вещества и крахмала отмечалось у картофеля обоих сортов в менее

благоприятные по погодным условиям 2014 и 2016 год, при этом в указанные годы у картофеля сорта Жуковский ранний просматривалась тенденция к увеличению разницы между контрольным и опытными вариантами, в которых применялись Фульвогумат и Циркон. Это позволяет сделать предположение о том, что данные регуляторы роста обладают способностью повышать адаптационные функции и устойчивость растений к неблагоприятным факторам воздействия, а также способствуют нормализации метаболических процессов, происходящих в растениях.

4.3.2. Аскорбиновая кислота

Пищевые достоинства картофеля определяются не только содержанием крахмала и сухого вещества, но и витаминов – биологически активных веществ, в том числе и аскорбиновой кислоты (витамина С). Его концентрация в клубнях во многом зависит от сортовых особенностей и условий вынашивания (Карманов, 1988; Коршунов, 2001).

Наибольшее содержание витамина С наблюдается в молодых свежесобраных клубнях. При хранении картофеля содержание аскорбиновой кислоты в нем постепенно снижается (Шпаар, 2007).

По результатам проведенных исследований выявлено изменение содержания аскорбиновой кислоты под действием биогумуса и регуляторов роста (табл. 13, приложение 25 и 26).

Установлено, что внесение биогумуса способствовало увеличению содержания витамина С в клубнях картофеля сорта Жуковский ранний на 5 мг/% и Сантэ – на 4 мг/%. Наибольшее увеличение содержания аскорбиновой кислоты (от 5 до 7 мг/%), в клубнях картофеля исследуемых сортов происходило в комплексных вариантах с Фульвогуматом и Цирконом.

При использовании регуляторов роста по обоим сортам отмечается только тенденция к увеличению содержания витамина С.

Таблица 13 – Влияние биогумуса и регуляторов роста на содержание аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля (среднее за 2014 – 2016 гг.)

Варианты опыта	Жуковский ранний		Сантэ	
	Витамин С, мг/%	± к контролю	Витамин С, мг/%	± к контролю
Контроль	25	-	19	-
Биойод 50 + 30 мкг/л	25	-	18	- 1
Фульвогумат 1 + 3 мл/л	28	+ 3	20	+ 1
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	27	+ 2	22	+ 3
Экстрасол 100 + 50 мл/л	25	-	20	+ 1
Биогумус 7,5 т/га	30	+ 5	23	+ 4
Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	30	+ 5	23	+ 4
Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	31	+ 6	24	+ 5
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	31	+ 6	26	+ 7
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	29	+ 4	25	+ 6

В годы проведения исследований у обоих сортов картофеля наибольшее содержание витамина С в клубнях отмечалось в 2014 году, который характеризовался как наиболее жаркий и засушливый. В ходе проведения опытов влияние погодных условий на эффективность действия регуляторов роста и биогумуса выявлено не было.

В целом, у сортов Жуковский ранний и Сантэ применение биогумуса в сочетании с регуляторами роста способствовало наибольшему увеличению содержания аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля, что свидетельствует об оптимизации метаболических процессов и реализации потенциальных возможностей растений в результате сбалансированного режима минерального питания.

4.3.3. Нитраты

Одним из важнейших показателей оценки качества картофеля и его экологической безопасности является содержания нитратов в клубнях, уровень которых в основном определяется условиями выращивания растений и сбалансированностью элементов минерального питания. Кроме того, повышенное содержание нитратов оказывает отрицательное влияние на лежкость клубней в процессе послеуборочного хранения (Карманов, 1988; Савина, 2009).

Опытами установлено, что использование биогумуса и регуляторов роста не существенно повлияло на изменение содержания нитратов в продукции (табл. 14, приложения 27 и 28).

Таблица 14 – Действие биогумуса и регуляторов роста на показатель содержания нитратов в клубнях картофеля (среднее за 2014 – 2016 гг.)

Варианты опыта	Жуковский ранний		Сантэ	
	Нитраты, мг/кг	± к контролю	Нитраты, мг/кг	± к контролю
Контроль	39	-	31	-
Биойод 50 + 30 мкг/л	41	+ 2	29	- 2
Фульвогумат 1 + 3 мл/л	45	+ 6	36	+ 5
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	33	- 6	27	- 4
Экстрасол 100 + 50 мл/л	43	+ 4	30	- 1
Биогумус 7,5 т/га	47	+ 8	38	+ 7
Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	44	+ 5	36	+ 5
Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	50	+ 11	40	+ 9
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	45	+ 6	33	+ 2
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	46	+ 7	44	+ 13

Обработка растений картофеля Фульвогуматом сопровождалась незначительным увеличением содержания нитратов в клубнях. При внесении биогумуса и в комплексных вариантах с Фульвогуматом и Экстрасолом также отмечалось небольшое увеличение содержания нитратов по отношению к контролю. Между тем, в комплексном варианте с Цирконом и с отдельным его применением по обоим сортам прослеживалась тенденция в сторону снижения содержания нитратов. Наименьший уровень нитратов в картофеле сортов Жуковский ранний и Сантэ отмечался в 2014 и 2015 году.

Следует отметить, что содержание нитратов во всех опытных вариантах было значительно ниже предельно допустимых концентраций (ПДК), которая для картофеля составляет 250 мг/кг.

Тенденция в сторону увеличения содержания нитратов во всех опытных вариантах косвенно указывает на более высокий уровень обменных процессов в растениях картофеля, происходящих под влиянием регуляторов роста и элементов питания, содержащихся в биогумусе.

Таким образом, предпосадочное локальное внесение биогумуса и использование регуляторов роста для обработки клубней и растений картофеля в фазу полных всходов сопровождается стимулирующим воздействием на рост и развитие растений, повышением фотосинтетической активности, увеличением продуктивности картофеля, улучшением товарности и качественных показателей продукции. При этом биогумус и регуляторы роста не оказали существенного влияния на изменение содержания нитратов в клубнях картофеля.

Совершенствование элементов технологии возделывания картофеля за счет применения регуляторов роста и биогумуса позволяет стабилизировать рост урожайности по годам, одновременно обеспечивая производство экологически безопасной продукции. Результаты проведенных исследований дают возможность расширить представления об ответной реакции растений картофеля на использование биогумуса и регуляторов роста и в большей степени реализовать потенциальные возможности сорта.

Глава 5. Последствие регуляторов роста и биогумуса на естественную убыль и лежкость клубней картофеля в процессе послеуборочного хранения

Количественные и качественные потери клубней картофеля в послеуборочный период складываются из естественной убыли, которая является результатом процессов жизнедеятельности клубней и определяется в основном потерями массы вследствие дыхания и испарения, и отхода, представленного больными клубнями и ростками, образующимися в период хранения. Величина потерь при хранении в значительной мере зависит от степени зрелости клубней, то есть завершенности протекающих в них обменных процессов, сортовых особенностей, а также пораженности клубней болезнями и вредителями (Постников, 2006; Савина, 2009).

Предпосадочная обработка клубней и растений в фазу полные всходы регуляторами роста и локальное внесение биогумуса способствовали изменению динамики естественной убыли массы картофеля сортов Жуковский ранний и Сантэ в период хранения (рис. 13 и 14).

У сорта Жуковский ранний в процессе послеуборочного хранения наиболее выраженная динамика снижения естественной убыли картофеля была в варианте с Цирконом. Так, в первые месяцы хранения картофеля наблюдалось незначительное, на 0,4 – 0,8%, уменьшение естественной убыли массы клубней. Начиная с марта, естественная убыль снизилась на 1,5%, а к маю, разница между контрольным и опытным вариантом увеличилась до 1,7%. Подобная зависимость отмечалась и в комплексном варианте с Цирконом, где к концу хранения естественная убыль уменьшилась на 1,4% по отношению к контролю. Также при использовании Фульвогумата отмечалась тенденция к снижению данного показателя на 0,8 – 0,9%. По другим вариантам опыта существенных изменений в динамике естественной убыли в процессе послеуборочного хранения картофеля выявлено не было.

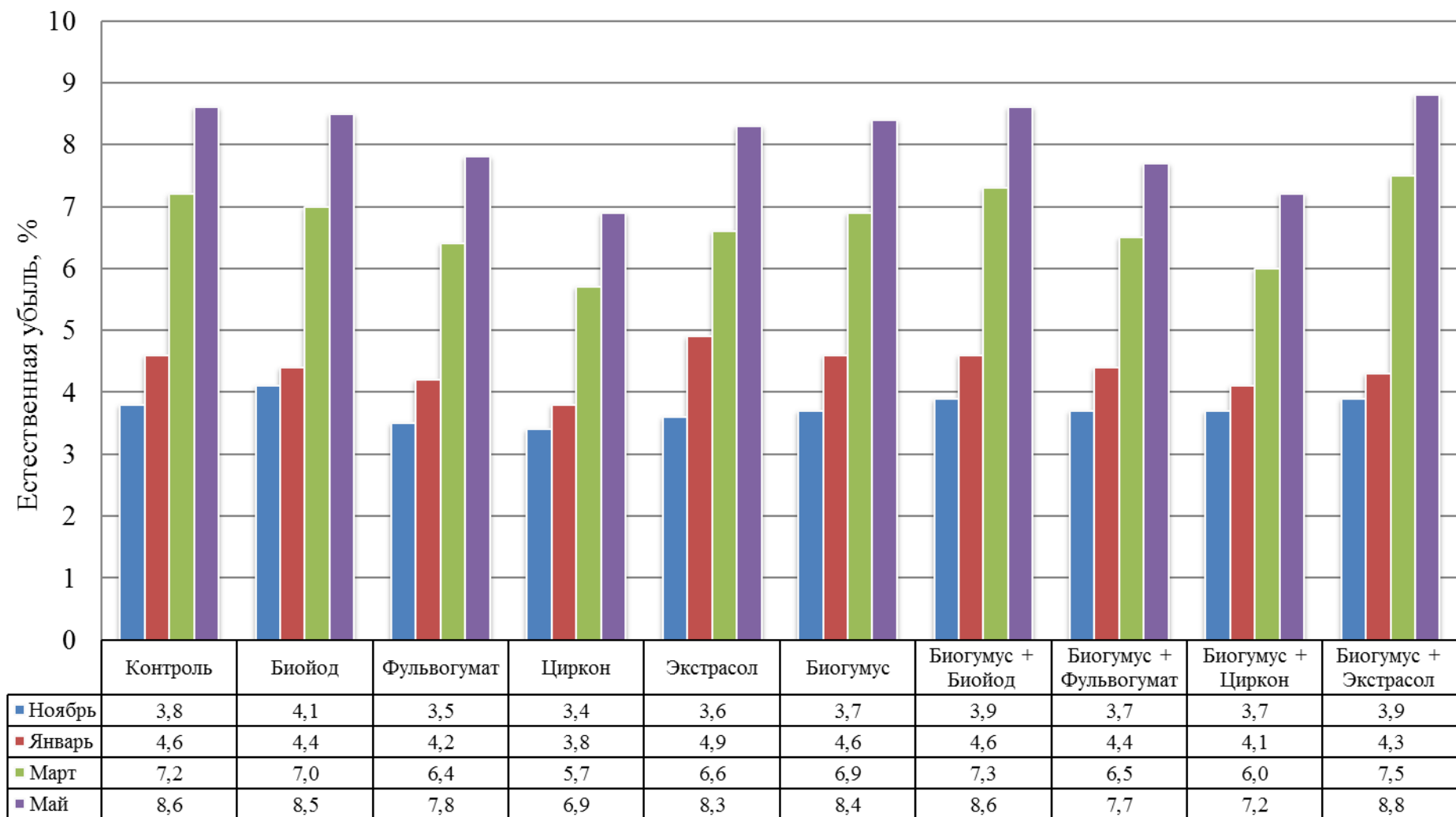


Рисунок 13 – Динамика естественной убыли массы клубней картофеля сорта Жуковский ранний при хранении (среднее за 2014 – 2016 гг.)

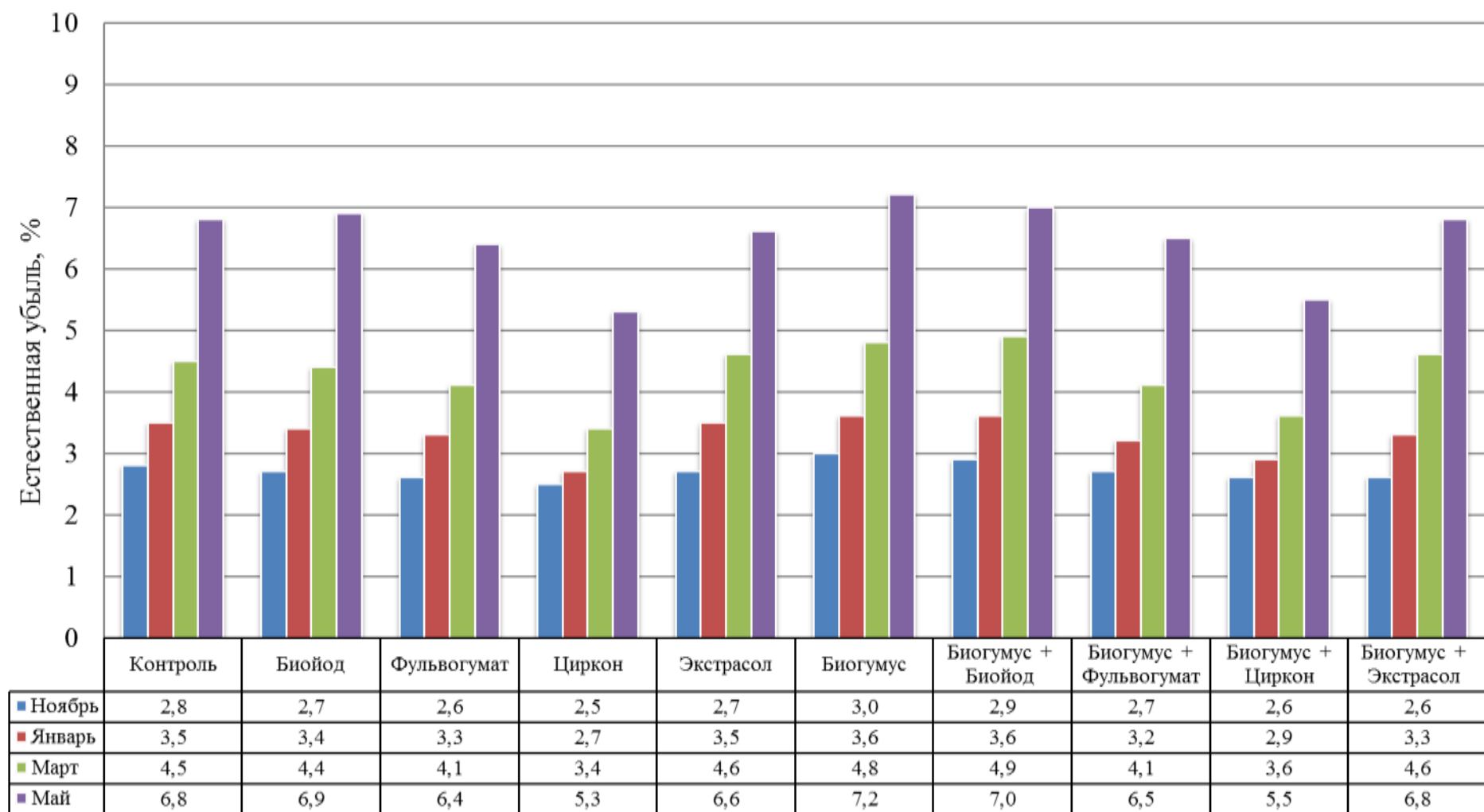


Рисунок 14 – Динамика естественной убыли массы клубней картофеля сорта Сантэ при хранении
(среднее за 2014 – 2016 гг.)

В процессе хранения у картофеля сорта Сантэ отмечались аналогичные изменения динамики естественной убыли массы клубней, что и у сорта Жуковский ранний. При применении Циркона естественная убыль уменьшалась на протяжении всего периода хранения, к маю в опытном варианте она была ниже контроля на 1,5%, а в комплексном на 1,3%. Внесение биогумуса и применение других регуляторов роста не оказало существенного влияния на изменение динамики естественной убыли массы картофеля в процессе послеуборочного хранения (рис. 14).

При этом следует отметить, что по обоим сортам картофеля нарастание потерь массы клубней за счет естественной убыли в период хранения происходило неравномерно. В первые месяцы хранения клубни интенсивно дышали и активно теряли массу. В дальнейшем в связи с наступлением периода глубокого покоя интенсивность процессов жизнедеятельности ослабевала и естественная убыль снижалась. С наступлением весеннего периода в клубнях активизировались процессы дыхания и, как следствие, убыль массы начала увеличиваться.

Регуляторы роста и биогумус оказали влияние на изменение лежкости клубней картофеля в процессе хранения (табл. 15).

В соответствии с полученными данными, у сорта Жуковский ранний самая высокая лежкость клубней была в варианте с применением Циркона – 90,3%, что на 4,1% выше по сравнению с контролем. В комплексном варианте с данным препаратом отмечалось увеличение лежкости на 3,6%. В других вариантах с использованием регуляторов роста лежкость картофеля была на уровне контрольного варианта.

У сорта Сантэ при применении Циркона лежкость была на 2,5%, а в комплексном на 2,0% выше, чем в контроле. По другим регуляторам роста изменения лежкости клубней картофеля в процессе послеуборочного хранения не выявлено. В варианте с биогумусом и в комплексных вариантах с другими регуляторами роста не наблюдалось существенного изменения лежкости клубней картофеля по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 15 – Влияние биогадуса и регуляторов роста на лежкость клубней картофеля
(фракция 50 – 80 г, среднее за 2014 – 2016 гг.)

Варианты опыта	Жуковский ранний						Сантэ					
	Естественная убыль за период хранения		Отход (гниль + ростки)		Лежкость		Естественная убыль за период хранения		Отход (гниль + ростки)		Лежкость	
	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±	%	±
Контроль	8,6	-	5,2	-	86,2	-	6,8	-	2,7	-	90,5	-
Биоидод 50 + 30 мкг/л	8,5	- 0,1	5,5	+ 0,3	86,0	- 0,2	6,9	+ 0,1	2,8	+ 0,1	90,3	- 0,2
Фульвогумат 1 + 3 мл/л	7,8	- 0,8	4,9	- 0,3	87,3	+ 1,1	6,4	- 0,4	3,0	+ 0,3	90,6	+ 0,1
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	6,9	- 1,7	2,8	- 2,4	90,3	+ 4,1	5,3	- 1,5	1,7	- 1,0	93,0	+ 2,5
Экстрасол 100 + 50 мл/л	8,3	- 0,3	4,8	- 0,4	86,9	+ 0,7	6,6	- 0,2	2,8	+ 0,1	90,6	+ 0,1
Биогадус 7,5 т/га	8,4	- 0,2	5,0	- 0,2	86,6	+ 0,4	7,2	+ 0,4	3,1	+ 0,4	89,7	- 0,8
Биогадус 7,5 т/га + Биоидод 50 + 30 мкг/л	8,6	-	5,5	+ 0,3	85,9	- 0,3	7,0	+ 0,2	3,4	+ 0,7	89,6	- 0,9
Биогадус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	7,7	- 0,9	5,2	-	87,1	+ 0,9	6,2	- 0,6	2,5	- 0,2	91,3	+ 0,8
Биогадус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	7,2	- 1,4	3,0	- 2,2	89,8	+ 3,6	5,5	- 1,3	2,0	- 0,7	92,5	+ 2,0
Биогадус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	8,8	+ 0,2	4,9	- 0,3	86,3	+ 0,1	6,8	-	3,3	+ 0,6	89,9	- 0,6

Наименьшая естественная убыль и самая высокая лежкость клубней отмечались в 2015 году, при этом различия между контрольным и опытными вариантами находились в близких пределах на протяжении всех трех лет исследований.

Следует отметить, что увеличение лежкости клубней, которая наблюдалась в варианте с Цирконом и при его совместном использовании с биогумусом, происходило не только в следствии снижения естественной убыли массы, в течение всего периода хранения, но и за счет уменьшения отхода в зависимости от варианта опыта на 0,7 – 2,4%. При этом наиболее выраженный эффект отмечался на картофеле сорта Жуковский ранний.

Это, вероятно, связано с формированием более устойчивых к возбудителям болезней клубней в результате их роста и развития на материнских растениях, подвергнутых воздействию Циркона, обладающего иммуномодулирующими свойствами (Малеванная, 2005).

Глава 6. Экономическая эффективность изучаемых приемов и производственная проверка результатов исследований

Чтобы успешно конкурировать в современных рыночных отношениях, производимая предприятием продукция должна обладать высоким качеством и одновременно иметь низкую себестоимость. Только тогда её можно реализовывать с получением прибыли даже в неблагоприятных экономических условиях (Минаков, 2004; Яковлев, 2004).

Для повышения рентабельности производства картофеля первоочередное значение имеет выход продукции с единицы площади, высокие товарные качества и хорошая лежкость в процессе хранения. Этим качествам отвечают здоровые клубни, сформированные при сбалансированном режиме питания, завершённым периодом развития и не инфицированные патогенной микрофлорой (Савина, 2009; Симаков, 2013).

Экономическая эффективность возделывания картофеля при использовании регуляторов роста и биогумуса рассчитывалась в соответствии с общепринятой методикой норм выработки и тарифных ставок, а также рыночной цены на картофель в регионе в 2014 – 2016 году. Главными факторами, подтверждающими экономическую эффективность предлагаемых приемов, были: размер производственных затрат, себестоимость продукции, условно чистый доход и уровень рентабельности (табл. 16 и 17).

Все препараты, используемые в научном эксперименте, способствовали повышению основных экономических показателей. Так, у сорта Жуковский ранний при использовании Циркона и Экстрасола условно чистый доход с 1-го га увеличился на 23,1 и 20,9 тыс. руб., а уровень рентабельности составил 45,0% и 42,3% при контроле 32,4%. Наиболее высокие показатели экономической эффективности у сорта Сантэ были в вариантах с Цирконом, Экстрасолом и Фульвогуматом, где уровень рентабельности был равен 50,8%; 48,1% и 47,5%, тогда как в контроле данный показатель составлял 40,6%.

Таблица 16 – Экономическая эффективность использования биогумуса и регуляторов роста при выращивании картофеля сорта Жуковский ранний (среднее за 2014 – 2016 гг.)

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Стоимость продукции с 1 га тыс. руб.	Производственные затраты, тыс. руб. на 1 га				Себестоимость 1 т продукции, тыс. руб.	Условно чистый доход, тыс. руб. с 1-го га	Уровень рентабельности, %
				по технологической карте	на научный эксперимент	на уборку дополнительной продукции	всего затрат			
Контроль	23,5	-	211,5	159,7	-	-	159,7	6,80	51,8	32,4
Биоюд 50 + 30 мкг/л	23,4	- 0,1	210,6	159,7	0,38	- 0,18	159,9	6,83	50,7	31,7
Фульвогумат 1 + 3 мл/л	25,5	2,0	229,5	159,7	0,21	3,60	163,5	6,41	66,0	39,7
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	26,8	3,3	241,2	159,7	0,66	5,94	166,3	6,21	74,9	45,0
Экстрасол 100 + 50 мл/л	27,2	3,7	244,8	159,7	5,75	6,66	172,1	6,33	72,7	42,3
Биогумус 7,5 т/га	28,8	5,3	259,2	159,7	21,00	9,54	190,2	6,60	69,0	36,3
Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	29,0	5,5	261,0	159,7	21,38	9,90	191,0	6,59	70,0	36,7
Биогумус 7,5 т/га Фульвогумат 1 + 3 мл/л	29,8	6,3	268,2	159,7	21,21	11,34	192,3	6,45	75,9	39,5
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	31,6	8,1	284,4	159,7	21,66	14,58	195,9	6,20	88,5	45,2
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	31,1	7,6	279,9	159,7	26,75	13,68	200,1	6,43	79,8	39,9

Таблица 17 – Экономическая эффективность использования биогумуса и регуляторов роста при выращивании картофеля сорта Сантэ (среднее за 2014 – 2016 гг.).

Вариант опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Стоимость продукции с 1 га тыс. руб.	Производственные затраты, тыс. руб. на 1 га				Себестоимость 1 т продукции, тыс. руб.	Условно чистый доход, тыс. руб. с 1-го га	Уровень рентабельности, %
				по технологической карте	на научный эксперимент	на уборку дополнительной продукции	всего затрат			
Контроль	29,7	-	267,3	190,0	-	-	190,0	6,40	77,3	40,6
Биодод 50 + 30 мг/л	30,2	0,5	271,8	190,0	0,38	0,90	191,3	6,33	80,5	42,1
Фульвогумат 1 + 3 мл/л	31,8	2,1	286,2	190,0	0,21	3,78	194,0	6,10	92,2	47,5
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	32,9	3,2	296,1	190,0	0,66	5,76	196,4	5,97	99,7	50,8
Экстрасол 100 + 50 мл/л	33,3	3,6	299,7	190,0	5,75	6,52	202,3	6,08	97,4	48,1
Биогумус 7,5 т/га	37,5	7,8	337,5	190,0	21,00	14,10	225,1	6,00	112,4	49,9
Биогумус 7,5 т/га + Биодод 50 + 30 мг/л	37,4	7,7	336,6	190,0	21,38	13,94	225,3	6,02	111,3	49,4
Биогумус 7,5 т/га Фульвогумат 1 + 3 мл/л	38,2	8,5	343,8	190,0	21,21	15,30	226,5	5,93	117,3	51,8
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	38,5	8,8	346,5	190,0	21,66	15,84	227,4	5,91	119,1	52,4
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	40,4	10,7	363,6	190,0	26,75	19,26	236,0	5,84	127,6	54,1

Себестоимость одной тонны получаемой продукции в данных вариантах опыта снизилась на 0,30 – 0,43 тыс. руб., а условно чистый доход с 1-го га вырос на 14,9 – 22,4 тыс. руб. по сравнению с контролем.

Применение биогумуса привело к повышению производственных затрат на 1 га у сорта Жуковский ранний на 30,5 тыс. руб. и Сантэ на 35,1 тыс. руб., однако это компенсировалось ростом урожайности и увеличением стоимости продукции с 1-го га соответственно на 47,7 и 70,2 тыс. руб., что способствовало снижению себестоимости получаемой продукции на 0,20 и 0,40 тыс. руб., росту условно чистого дохода на 17,2 и 35,1 тыс. руб. и, как следствие, увеличению рентабельности у сорта Жуковский ранний на 3,9%, у Сантэ – на 9,3%.

Расчет экономической эффективности показал, что у сорта Жуковский ранний самые высокие результаты были получены в комплексном варианте с Цирконом. Так, себестоимость продукции с 1 га снизилась на 0,6 тыс. руб., произошел рост условно чистого дохода на 36,7 тыс. руб., уровень рентабельности составил 45,2%. У сорта Сантэ наибольшие показатели экономической эффективности были в комплексном варианте с Экстрасолом, где уровень рентабельности увеличился до 54,1%, условно чистый доход с 1-го га вырос на 50,3 тыс. руб., что обеспечило снижение себестоимости получаемой продукции на 0,56 тыс. руб.

Таким образом, из представленных в работе регуляторов роста Циркон и Экстрасол способствовали наибольшему увеличению условно чистого дохода и рентабельности производства при одновременном снижении себестоимости получаемой продукции. Совместное использование регуляторов роста и биогумуса сопровождалось дальнейшим ростом экономических показателей. Применение биогумуса было более экономический эффективным при выращивании картофеля сорта Сантэ, чем сорта Жуковский ранний.

После того, как в 2014 – 2015 гг. были установлены варианты, обеспечивающие наиболее высокие прибавки урожайности клубней картофеля, в 2016 году была проведена производственная проверка результатов исследований в ГКФХ «Давыденко М.И.» (приложение 31).

Производственная проверка эффективности использования биогумуса и регуляторов роста показала, что во всех вариантах опыта был получен положительный эффект, который выражался в увеличении урожайности и товарности клубней картофеля (табл. 18).

Таблица 18 – Производственная проверка оптимальных вариантов опыта

Вариант опыта	Урожайность, т/га	% к контролю	Товарность	
			%	±
Жуковский ранний				
Контроль	18,7	100,0	82,7	-
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	21,5	115,0	82,4	- 0,3
Экстрасол 100 + 50 мл/л	20,6	110,2	85,0	+ 2,3
Биогумус 7,5 т/га	22,7	121,4	85,3	+ 2,6
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	24,6	131,6	83,5	+ 0,8
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	23,9	127,8	86,2	+ 3,5
Сантэ				
Контроль	24,0	100,0	85,8	-
Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	26,5	110,4	86,0	+ 0,2
Экстрасол 100 + 50 мл/л	27,1	112,9	88,5	+ 2,7
Биогумус 7,5 т/га	29,9	124,6	89,0	+ 3,2
Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	31,5	131,3	88,6	+ 2,8
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	32,6	135,8	89,5	+ 3,7

Из таблицы 18 следует, что у сорта Жуковский ранний урожайность увеличилась при обработке Цирконом и Экстрасолом на 15,0% и 10,2% соответственно. При этом в последнем варианте также отмечалось увеличение товарности на 2,3%. В варианте с биогумусом произошел рост урожайности на 21,4%. Наибольшая прибавка урожая наблюдалась в комплексном варианте с Цирконом и составила 31,6%, а товарности с Экстрасолом (+ 3,5%).

Использование Циркона и Экстрасола при выращивании картофеля сорта Сантэ сопровождалось повышением урожайности на 10,4% и 12,9% по отношению к контролю. В варианте с Экстрасолом наблюдалось наибольшее увеличение товарности на 2,7%. При внесении биогумуса прибавка урожайности составила 24,6%, товарности – 3,2%. Самая высокая урожайность и товарность были в комплексном варианте с Экстрасолом, данные показатели превышали контрольный вариант на 35,8% и 3,7% соответственно.

Таким образом, в результате производственной проверки на серой лесной среднесуглинистой почве в условиях Рязанского района Рязанской области подтверждено положительное действие биогумуса и регуляторов роста на урожайность и товарные качества картофеля сортов Жуковский ранний и Сантэ, что наблюдалось ранее в условиях полевого опыта в 2014 – 2016 годах.

Производственная проверка результатов исследования дает возможность рекомендовать при возделывании картофеля локальное предпосадочное внесение биогумуса в дозе 7,5 т/га, а также обработку клубней и растений регуляторами роста в дозах соответственно: Циркон 0,5 и 0,3 мл/л и Экстрасол 100 и 50 мл/л. Данные приемы будут способствовать получению более высоких и стабильных урожаев экологически безопасной продукции в сельскохозяйственных предприятиях, на участках фермеров и в личных подсобных хозяйствах жителей нашей страны.

Заключение и предложения производству

Проведенными исследованиями установлено, что из представленных регуляторов роста наибольшее влияние на рост и развитие двух сортов картофеля оказали Циркон (клубни 5 мл/т + растения 90 мл/га) и Экстрасол (клубни 1 л/т + растения 15 л/га). Применение этих регуляторов роста на фоне биогумуса, вносимого локально перед посадкой в дозе 7,5 т/га, способствовало: активизации начальных ростовых процессов, более мощному формированию фитомассы и площади листовой поверхности, интенсификации фотосинтетических процессов, увеличению числа стеблей и клубней в кусте, росту урожайности и повышению качества картофеля, а также вызывало снижение естественной убыли массы и улучшение лежкости клубней во время послеуборочного хранения.

1. Предпосадочная обработка картофеля регуляторами роста активизировала прорастание клубней на начальных этапах роста и развития. Наиболее выраженный эффект стимуляции отмечался при обработке Фульвогуматом в дозе 1 мл/л и Экстрасолом – 100 мл/л. В данных вариантах опыта масса ростков увеличивалась по отношению к контролю соответственно на 34,2% и 26,4%, а корешков – на 20,8% и 21,6%. Воздействие этилена в концентрации 0,015 мкг/м³ вызывало увеличение числа пробудившихся почек на 32,3%, массы ростков и корешков – на 36,9% и 27,0%.

2. Обработка клубней регуляторами роста на фоне внесения биогумуса увеличивала скорость появления всходов у сорта Жуковский ранний на 11 – 27% и Сантэ – на 10 – 21%. В варианте с биогумусом данный показатель повысился у сорта Жуковский ранний на 9%, Сантэ – на 12%. Высота растений в комплексных вариантах увеличивалась на 9,6 – 31,7% в зависимости от фазы роста. Наиболее высокие растения были сформированы у сорта Жуковский ранний в варианте биогумус + Циркон, у сорта Сантэ – биогумус + Экстрасол.

3. В варианте биогумус + Циркон количество стеблей увеличилось у сорта Жуковский ранний на 11,5%, Сантэ – на 12,9%, в этих вариантах отмечался рост числа клубней в кусте соответственно на 15,4% и 17,5%. Применение регуляторов

роста на фоне биогумуса способствовало максимальному формированию надземной массы растений: у сорта Жуковский ранний в варианте биогумус + Циркон, где превышение к контролю составило 36,5%, у Сантэ в варианте биогумус + Экстрасол – 35,5%. При внесении биогумуса происходило увеличение надземной массы у сорта Жуковский ранний на 24,8%, Сантэ – на 26,1%.

4. Применение биогумуса в дозе 7,5 т/га способствовало увеличению площади листьев в фазу цветения у сорта Жуковский ранний на 17,3% и Сантэ – на 14,6%. В вариантах с комплексным использованием регуляторов роста и биогумуса по обоим сортам картофеля происходило увеличение площади листьев на 15,9 – 21,4% по отношению к контролю.

5. Наибольший фотосинтетический потенциал был сформирован у сорта Жуковский ранний в варианте биогумус + Циркон (1595 тыс. м²/га сут), у Сантэ – биогумус + Циркон (1754 тыс. м²/га сут) и биогумус + Экстрасол (1760 тыс. м²/га сут), что на 21,6 – 25,6% выше контроля. В комплексных вариантах ЧПФ увеличивалась, в зависимости от варианта опыта: у сорта Жуковский ранний на 20,4 – 28,7%, у Сантэ – на 24,7 – 32,4%.

6. Комплексное применение биогумуса и регуляторов роста способствовало наиболее стабильному и высокому росту урожайности картофеля во все годы исследования. Максимальное повышение урожайности у сорта Жуковский ранний отмечалось в комплексном варианте с Цирконом и составило 8,1 т/га или 34,5%, у сорта Сантэ в комплексном варианте с Экстрасолом – 10,7 т/га или 36,0%. Применение биогумуса сопровождалось ростом урожайности клубней у сорта Жуковский ранний и Сантэ соответственно на 22,6% и 26,3%. Регуляторы роста вызывали увеличение урожайности в зависимости от варианта опыта: у сорта Жуковский ранний на 8,5 – 15,7%, у Сантэ – на 7,1 – 12,1%. В варианте биогумус + Экстрасол наблюдалось повышение выхода товарных клубней у сорта Жуковский ранний на 2,4%, у Сантэ – на 3,3%.

7. В комплексных вариантах происходило увеличение содержания крахмала и сухого вещества в клубнях картофеля соответственно: у сорта Жуковский ранний на 0,5 – 1,3% и 0,8 – 1,9%, у Сантэ – на 0,7 – 1,1% и 0,8 – 1,5%.

Внесение биогумуса способствовало увеличению данных показателей у исследуемых сортов от 0,7 до 1,1%. Уровень нитратов в клубнях картофеля во всех опытных вариантах был значительно ниже ПДК. Содержания аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля в комплексных вариантах по обоим сортам увеличилось на 4 – 7 мг/%.

8. Естественная убыль массы клубней картофеля сорта Жуковский ранний и Сантэ при хранении в варианте с Цирконом была ниже, чем в контроле на 1,4 – 1,7%, при этом лежкость клубней у сорта Жуковский ранний увеличилась на 4,1%, у Сантэ – 2,5%.

9. В комплексном варианте с Цирконом у сорта Жуковский ранний наблюдался наибольший условно чистый доход – 88,5 тыс. руб./га и уровень рентабельности – 45,2%. У сорта Сантэ в комплексном варианте с Экстрасолом были получены наиболее высокий условно чистый доход и уровень рентабельности, которые составили 127,6 тыс. руб./га и 54,1%. Применение биогумуса способствовало росту рентабельности у сорта Жуковский ранний на 3,9%, Сантэ – на 9,3%. В вариантах с регуляторами роста данный показатель увеличился на 6,9 – 12,6%.

Предложения производству

С целью увеличения урожайности картофеля и получение продукции улучшенного качества, а также для достижения наибольшей экономической эффективности при возделывании картофеля на серых лесных среднесуглинистых почвах в условиях Южной части Нечерноземной зоны РФ рекомендуется локальное предпосадочное внесение биогумуса в дозе 7,5 т/га, одновременно с обработкой клубней и растений в фазу полных всходов регуляторами роста, для сорта Жуковский ранний – Циркон (клубни 5 мл/т + растения 90 мл/га), для сорта Сантэ – Экстрасол (клубни 1 л/т + растения 15 л/га).

Список литературы

1. Агроклиматический справочник по Рязанской области. - Рязань, 1966. - 86 с.
2. Аксенова, Н.П. Гормональная регуляция клубнеобразования у картофеля / Н.П. Аксенова, Т.Н. Константиновская, С.А. Голяновская [и др.] // Физиология растений. - 2012. - №4. - С. 491-508.
3. Аксенова, Н.П. Регуляция покоя и прорастания клубней картофеля / Н.П. Аксенова, Л.И. Сергеева, Г.А. Романов [и др.] // Физиология растений. - 2013. - №3. - С. 307-319.
4. Аксёнова, Е.С. Разработка перспективной технологии хранения продовольственного картофеля с использованием обработки защитно-стимулирующими средствами биологической природы: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Е.С. Аксёнова. - Рязань: РГСХА, 2007. - 18 с.
5. Алиев, С.А. Парамагнетизм органического вещества почв / С.А. Алиев; Сибирское отделение ВАСХНИЛ, Новосибирский СХИ. - Новосибирск: Изд-во НСХИ, 1987. - 18 с.
6. Алтунина, В.А. Действие йода на урожай и качество желтого кормового люпина / В.А. Алтунина, Н.А. Никитина // Бюллетень научных работ ВНИИ удобрений и агропочвоведения. - М., 1977. - Вып. 37. - С. 50-53.
7. Анспок, П.И. Микроудобрения: справочник / П.И. Анспок. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Агропромиздат, 1990. - 271 с.
8. Антипкина, Л.А. Эффективность использования фиторегуляторов при возделывании картофеля / Л.А. Антипкина, А.С. Петрухин // Аграрная наука как основа продовольственной безопасности региона: материалы 66-й Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – С. 15-18.
9. Архипова, Т.Н. Возможное участие цитокининов в росторегулирующем действии бактерий рода *Bacillus* / Т.Н. Архипова, А.И. Мелентьев // Бюллетень научных работ Уфимского научного центра РАН. - Уфа, 2001. - Т.1. - С. 12-13.

10. Байданова, Е.А. Применение многоцелевых регуляторов роста для защиты озимой пшеницы от болезней: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Е.А. Байданова. - М.: МСХА, 2001. - 16 с.
11. Байделюк, Е.С. Урожайность томата при обработке биопрепаратами / Е.С. Байделюк // Овощи России. - 2015. - №2. - С. 91-93.
12. Байрамбеков, Ш.Б. Эффективность применения Циркона на раннеспелом картофеле в условиях Нижнего Поволжья / Ш.Б. Байрамбеков // Циркон - природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве: сборник научных трудов. - М.: Изд-во НЭСТ М, 2010. - с. 57-59.
13. Барчукова, А.Я. Циркон – стимулятор продуктивности овощных культур / А.Я. Барчукова // Применение препарата Циркон в производстве с/х продукции: сборник научных трудов. - М.: Изд-во НЭСТ М, 2004. - с. 16.
14. Баталкин, Г.А. Проницаемость мембран для веществ гуминовой природы / Г.А. Баталкин // Теория действия физиологической активности веществ. - 1983. - Т.8. - С. 117-127.
15. Белевцев, Д.Н. Эффективность применения биогумуса при возделывании подсолнечника / Д.Н. Белевцев, В.Ф. Макарова, Н.Я. Тимошенко // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень ВНИИМК. - Краснодар, 2003. - Вып. 1. (128). - С. 64-66.
16. Бирюкова, О.М. Влияние вермикомпоста на продуктивность культур звена севооборота на дерново-подзолистой супесчаной почве / О.М. Бирюкова // Вермикомпостирование и вермикультивирование как основа экологического земледелия в XXI веке: достижения, проблемы, перспективы: сборник научных трудов. - Минск: Изд-во НПЦ НАН Беларуси, 2013. - с. 149 - 153.
17. Бирюкова, О.Н. Характеристика органического вещества вермикомпостов / О.Н. Бирюкова, Н.И. Суханова // Дождевые черви и плодородие почв: материалы II Междунар. научн.-практ. конф. - Владимир: Изд-во ВГПИ, 2004. - с. 167-169.
18. Бобырь, Л.Ф. Интенсивность фотосинтеза и активность фосфорилирующей системы под действием гуминовых веществ / Л.Ф. Бобырь // Гуминовые

удобрения. Теория и практика их применения: сборник статей под ред. Л.А. Христовой. - Днепропетровск: Изд-во ДСХИ, 1980. - с. 54-63.

19. Борисова, Т.Г. Повышение урожайности и качества овощной продукции при применении регуляторов роста Эпин-Экстра, Циркона и микроудобрений ННПП «НЭСТ М» / Т.Г. Борисова // Овощеводство и тепличное хозяйство. - 2011. - №2. - С. 14-15.

20. Будков, С.В. О применении биогумуса в технологиях возделывания кукурузы в условиях Ставропольской возвышенности / С.В. Будков, Р.В. Кравченко // Сельскохозяйственная биология. - 2007. - №3. - С. 92-95.

21. Будыкина, Н.П. Эффективность применения новых экологически чистых регуляторов роста в растениеводстве Европейского севера / Н.П. Будыкина, Т.Ф. Алексеева, Н.И. Хилков // Северная Европа в XXI веке: природа, культура, экономика: материалы междунар. конф. - Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2006. - Т.1. - с. 55-58.

22. Будыкина, Н.П. Применяйте Циркон при выращивании перца / Н.П. Будыкина, Т.Ф. Алексеева, Л.Н. Коробицина // Картофель и овощи. - 2009. - №2. - С. 28-30.

23. Бузанов, И.Ф. О влиянии йода на рост и сахаристость свеклы / И.Ф. Бузанов, А.А. Попов // Вопросы агротехники и селекции сахарной свеклы: сборник науч. труд. - М.: Изд-во АН СССР, 1955. - с. 45-46.

24. Бузовер, Ф.Я. Влияние микроэлементов на урожайность и крахмалистость клубней картофеля / Ф.Я. Бузовер // Микроэлементы и естественная радиоактивность почв: материалы третьего межвузовского совещания. - Ростов: Изд-во РГУБ, 1962. - с. 148-149.

25. Булдаков, С.А. Влияние фиторегуляторов на продуктивность и качество картофеля в оригинальном семеноводстве в условиях Сахалина: автореф. дис. канд. с.-х. наук / С.А. Булдаков. - Верей: ВНИИО, 2014. - 21 с.

26. Були, В.А. Исследование биологической активности гуматов на сельскохозяйственных культурах / В.А. Були // Химия в сельском хозяйстве. - 1994. - №5. - С. 10-12.

27. Бутов, А.В. Регуляторы роста на картофеле / А.В. Бутов, С.О. Адоньев // Картофель и овощи. - 2015. - №5. - С. 29-30.
28. Бутузов, А.С. Урожай и качество зерна озимой пшеницы в зависимости от обработки регуляторами роста и агрохимикатами в условиях лесостепи ЦЧЗ: автореф. дис. канд. с.-х. наук / А.С. Бутузов. - Воронеж: ВГАУ, 2014. - 20 с.
29. Вакуленко, В.В. Регуляторы роста / В.В. Вакуленко // Защита и карантин растений. - 2004. - №1. - С. 24-26.
30. Вакуленко, В.В. Нет стрессу картофеля / В.В. Вакуленко // Картофель и овощи. - 2015. - №2. - С. 30.
31. Васецкая, М.Н. Использование биопрепаратов и биологически активных веществ в защите зерновых культур от грибных болезней / М.Н. Васецкая, В.П. Кратенко, В.П. Гололобов // Производство экологически безопасной продукции растениеводства. - 1995. - №1. - с. 136-139.
32. Васильев, А.А. Как увеличить урожай новых сортов картофеля / А.А. Васильев // Картофель и овощи. - 2009. - №7. - С. 9-10.
33. Вахмистров, Д.Б. Поверхностная активность гуминовых кислот – одна из причин их стимулирующего действия на рост растений / Д.Б. Вахмистров, Н.Е. Мишустина, О.А. Зверкова // Физиология растений. - 1989. - Т.36. - С. 980-989.
34. Вильман, А.А. Применения разных доз биогумуса при возделывании картофеля в условиях Алтайского Приобья / А.А. Вильман, О.И. Антонова // Вестник Алтайского ГАУ. - 2004. - №4. - С. 29-32.
35. Винаров, А.Ю. Биодобавки для роста растений и рекультивации почв: экспертный подход к выбору и применению / А.Ю. Винаров, Е.Н. Дирина, В.В. Челноков. - М.: ДеЛи принт, 2006. - 150 с.
36. Виноградов, В.С. Влияние гуминовых и микроудобрений на урожайность яровой пшеницы / В.С. Виноградов, А.А. Мартынцева, С.Н. Казарин // Земледелие. - 2015. - №1. - С. 32-34.
37. Власюк, П.А. Биологические элементы в жизнедеятельности растений: монография. - Киев: Наукова думка, 1969. - 516 с.

38. Власюк, П.А. Химический состав картофеля и пути улучшения его качества / П.А. Власюк, Н.Е. Власенко, В.Н. Мицко; под общ. ред. П.А. Власюка. - Киев: Наукова думка, 1979. - 195 с.
39. Володькин, А.А. Формирование урожайности и качества клубней картофеля в зависимости от применения регуляторов роста в лесостепи среднего Поволжья: автореф. дис. канд. с.-х. наук / А.А. Володькин. - Пенза: ПГСА, 2003. - 23 с.
40. Вьюгин, С.М. Результаты обработки картофеля регуляторами роста растений / С.М. Вьюгин, Г.В. Вьюгина // Защита и карантин растений. - 2012. - №11. - С. 45-46.
41. Гармаш, Г.А. Гуматизированные удобрения и их эффективность / Г.А. Гармаш, Н.Ю. Гармаш, А.В. Берестов // Агрехимический вестник. - 2013. - №2. - С. 11-13.
42. Гатаулина, Г.Г. Технология производства продукции растениеводства: учеб. пос. для ВУЗов / Г.Г. Гатаулина, В.Е. Долгодворов, М.Г. Обьедков. - М.: КолосС, 2007. - 528 с.
43. Гилев, С.Д. Эффективность биологического препарата на зерновых культурах в условиях Курганской области: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Д.С. Гилев. - Курган: КГСХА, 1998. - 16 с.
44. Глинка, Н.Л. Общая химия: учеб. пос. для ВУЗов / Н.Л. Глинка; 4-е изд., испр. - Л.: Химия, 1985. - 702 с.
45. Голик, С.В. Регуляторы роста способствуют повышению урожайности цветной капусты / С.В. Голик // Картофель и овощи. - 2007. - №3. - С. 19.
46. Гостищева, М.В. Сравнительная характеристика методов выделения гуминовых кислот из торфов с целью получения гуминовых препаратов / М.В. Гостищева, И.В. Федько, Е.О. Писниченко // Доклады ТУСУР. - 2004. - №1. - С. 66-69.
47. Гринев, А.М. Методические рекомендации по производству экологически чистой продукции картофеля: методический материал / А.М. Гринев. - Курск: Изд-во КГСХА, 1999. - 18 с.

48. Гришко, Ю.В. Применение вермикомпоста – важный элемент ресурсосберегающих технологий / Ю.В. Гришко // Картофель и овощи. - 2008. - №6. - С. 9-10.
49. Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик / ГОСТ 5180-84. - Введ. 1985-07-01. - М.: Изд-во Госстрой России, 2002. - 27 с.
50. Дорожкина, Л.А. Применение Циркона на посевах озимой и яровой пшеницы / Л.А. Дорожкина, Е.Д. Нарезная // Циркон – природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве: сборник научных трудов. - М.: Изд-во НЭСТ М, 2010. - с. 92-99.
51. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: учеб. пос. для ВУЗов / Б.А. Доспехов; 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Агропромиздат, 1985. - 351 с.
52. Егоров, А.В. Поступление йода 125 в клубни картофеля при нанесении его на ботву в виде раствора / А.В. Егоров, В.А. Егорова // Агрехимия. - 1977. - №1. - С. 126-130.
53. Екатеринина, Л.Н. Гуминовые препараты из углей для повышения урожайности сельскохозяйственных культур / Л.Н. Екатеринина, Л.В. Мотовилова, Р.Х. Аляутдинова, В.В. Родэ. - М.: Изд-во НТО Горное, 1989. - с. 87.
54. Елисеева, Л.В. Сравнительное изучение различных стимуляторов роста при возделывании чечевицы / Л.В. Елисеева, С.М. Щукина, К.М. Страхов // Главный агроном. - 2011. - №12. - С. 17-18.
55. Ермаков, Е.И. Влияние гумусовых кислот на механические свойства клеточных стенок / Е.И. Ермаков, И.Н. Ктиторова, О.В. Скобелева // Физиология растений. - 2000. - Т.47. - №4. - С. 591-599.
56. Жукова, П.С. Эффективность применения регуляторов роста в овощеводстве и картофелеводстве / П.С. Жукова // Сборник научных трудов. ВНИИТЭИ. - М.: Агропромиздат, 1990. - 50 с.
57. Жученко, А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства: (Концепция) / А.А. Жученко // М-во науки и техн. политики РФ и др. - Пушино: Изд-во ОНТИ Пушкин. науч. центра РАН, 1994. - 147 с.

58. Завалин, А.А. Влияние удобрений и биопрепаратов на урожайность и качество клубней картофеля / А.А. Завалин, Н.С. Алметов, М.И. Мартьянов // *Агрохимия*. - 2000. - №4. - С. 63-67.
59. Засорина, Э.В. Реакция сортов картофеля на применение регуляторов роста в Центральном Черноземье / Э.В. Засорина, К.Л. Родионов, К.С. Катунин // *Вестник Курской ГСХА*. - 2010. - №5. - С. 50-54.
60. Зорин, Е.В. Особенности влияния предпосадочной обработки клубней картофеля ультрадисперсными порошками и солями железа и меди на их урожайные свойства: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Е.В. Зорин. - М.: ВНИИКХ, 2004. - 20 с.
61. Игонин, А.М. Вермикомпост. Свойства и назначение / А.М. Игонин // *Земля России*. - 1992. - №5. - С. 38-39.
62. Исайчев, В.А. Урожайность и качество зерна яровой пшеницы в зависимости от предпосадочной обработки семян регуляторами роста / В.А. Исайчев, Н.Н. Андреев, А.В. Каспировский // *Вестник Ульяновской ГСХА*. - 2013. - №3 (23). - С. 14-19.
63. Кабата-Пендиас, А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас: пер. с англ. - М.: Мир, 1989. - 439 с.
64. Каратаева, М.В. Обогащенные йодом овощные культуры и картофель / М.В. Каратаева, А.В. Селиванова, К.И. Червяковский // *Картофель и овощи*. - 2009. - №1. - С. 16-17.
65. Карманов, С.Н. Урожай и качество картофеля / С.Н. Карманов, В.П. Кирюхин, А.В. Коршунов. - М.: Россельхозиздат, 1988. - 164 с.
66. Кашин, В.К. Значение йода в метаболизме растений / В.К. Кашин // *Агрохимия*. - 1981. - №9. - С. 139-150.
67. Кашин, В.К. Биогеохимия, физиология и агрохимия йода: монография. - Л.: Наука, 1987. - 261 с.
68. Кирдей, Т.А. Регуляторы роста повышают урожай и качество клубней / Т.А. Кирдей // *Картофель и овощи*. - 2012. - №3. - С. 13.

69. Кирюшин, Б.Д. Основы научных исследований в агрономии: учеб. пос. для ВУЗов / Б.Д. Кирюшин, Р.Р. Усманов, И.П. Васильев. - М.: КолосС, 2009. - 398 с.
70. Ковальский, В.В. Микроэлементы в растениях и кормах / В.В. Ковальский, Ю.И. Раецкая, Т.И. Грачева. - М.: Колос, 1971. - 234 с.
71. Козьмина, Л.М. Регуляторы роста растений / Л.М. Козьмина // Сборник статей ВАСХНИЛ: ред. Л.М. Козьмина, В.С. Шевелуха. - М. Агропромиздат, 1990. - 185 с.
72. Комарова, Т.Д. Картофель и корнеплоды / Т.Д. Комарова, Е.А. Непорожняя. - М.: Мир книги, 2007. - 240 с.
73. Комиссаров, И.Д. Структурная схема и моделирование макромолекул гуминовых кислот / И.Д. Комиссаров, Л.Ф. Логинов // Гуминовые препараты: научные труды. - 1971. - Т.8. - С. 131-142.
74. Кондратенко, Е.П. Биостимулирующие и физико-химические свойства гумата натрия / Е.П. Кондратенко, А.С. Сухих, Н.В. Вербницкая, О.М. Соболева // Химия растительного сырья. - 2016. - №3. - С. 109-118.
75. Конин, С.С. Производство экологически чистых овощей, картофеля и кормов на базе интенсивных безотходных технологий / С.С. Конин, Д.А. Алтунин, И.Н. Титов // Картофель и овощи. - 2003. - №5. - С. 28-29.
76. Кораблева, Н.П. Биохимические аспекты гормональной регуляции покоя и иммунитета растений / Н.П. Кораблева, Т.А. Платонова // Прикладная биохимия и микробиология. - 1995. - Т.31. - С. 103-114.
77. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов / ГОСТ 26176-91. - Введ. 1993-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 2002. - 17 с.
78. Корма. Методы определения содержания сухого вещества / ГОСТ 32640-2012. - Введ. 2013-07-01. - М.: Стандартиформ, 2013. - 12 с.
79. Коршунов, А.В. Биогумус повышает урожай и качество клубней / А.В. Коршунов, А.Х. Абазов, Л.С. Федотова / Картофель и овощи. - 1998. - №2. - С. 10.
80. Коршунов, А.В. Управление урожаем и качеством картофеля: научное издание / А.В. Коршунов. - М.: Изд-во ВНИИКХ, 2001. - с. 369.

81. Костин, Я.В. Агроэкологическая оценка систем удобрений под картофель / Я.В. Костин, Г.Н. Фадькин, С.А. Пчелинцева // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: материалы междунар. науч.-практ. конф. - Рязань: Изд-во РГАТУ, 2015. - 140-146 с.
82. Костылев, П.И. Повышение урожайности риса с помощью микробиологического препарата «Экстрасол» / П.И. Костылев, Л.М. Костылева, А.В. Купров // Рисоводство. - 2010. - №16. - С. 66-69.
83. Красильников, А.П. Отчет о работе Картофельного Союза [Электронный ресурс] / А.П. Красильников // Материалы 15-ой Российской агропромышленной выставки "Золотая осень – 2013". - М., 2013. - с. 15-17. - Режим доступа: <http://www.welikepotato.ru>
84. Крючков, М.М. Агроклиматические условия Рязанской области: справочник / М.М. Крючков. - Рязань: Изд-во НПО "Рязаньтехинформ", 1989. - 52 с.
85. Крючков, М.М. Картофель в условиях Рязанской области / М.М. Крючков // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: материалы междунар. науч.-практ. конф. - Рязань, Изд-во РГАТУ. - 2015. - с. 146-151.
86. Кузмин, Н.А. Энергосберегающие, адаптивные приёмы и технологии выращивания полевых культур в Рязанской области: учеб. пос. для ВУЗов / Н.А. Кузьмин, И.А. Кузьмина. - Рязань: Изд-во Областная типография, 2015. - 223 с.
87. Кулаева, О.Н. Как регулируется жизнь растений / О.Н. Кулаева // Соросовский Образовательный журнал. - 1995. - №1. - С. 20-27.
88. Кулаева, О.Н. Этилен в жизни растений / О.Н. Кулаева // Соросовский Образовательный журнал. - 1998. - №11. - С. 78-84.
89. Куликова, Н.А. Связывающая способность и детоксицирующие свойства гумусовых кислот по отношению к атразину: автореф. дис. канд. биолог. наук / Н.А. Куликова. - М. МГУ, 1999. - 26 с.
90. Кураков, С.А. Стимуляторы роста резерв урожайности / С.А. Кураков, Г.С. Соцкий // Химизация сельского хозяйства. - 1991. - №12. - С. 79-81.

91. Курсакова, В.С. Работа фотосинтетического аппарата яровой мягкой пшеницы в условиях умеренно засушливой колочной степи Алтайского края при использовании биопрепаратов несимбиотических азотфиксирующих бактерий / В.С. Курсакова, Л.А. Ступина, Д.В. Драчёв // Вестник Алтайского ГАУ. - 2010. - №7 - Т.69. - С. 13-18.
92. Курсанов, А.Л. Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений / А.Л. Курсанов // Материалы научной сессии АН СССР. - М.: Наука, 1964. - 279 с.
93. Левин, В.И. Интенсификация прорастания клубней картофеля под действием приемов предпосадочной обработки / В.И. Левин, А.С. Петрухин // Проблемы формирования комплексов машин и оборудования для агрохимического обеспечения производства сельскохозяйственной продукции: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: ГНУ ВНИМС, 2014. – С. 240-243.
94. Левин, В.И. Эффективность действия препаратов различной природы на рост и урожайность картофеля / В.И. Левин, А.С. Петрухин // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2015. – С. 176-178.
95. Левин, В.И. Влияние регуляторов роста и биогумуса на показатели качества картофеля / В.И. Левин, А.С. Петрухин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. - 2016. - №1 (9). - С. 53-60.
96. Левин, В.И. Влияние регуляторов роста и биогумуса на продуктивность картофеля / В.И. Левин, А.С. Петрухин // Главный агроном. - 2016. - №9. - С. 37-40.
97. Левин, В.И. Сортовая реакция картофеля на воздействие регуляторов роста / В.И. Левин, А.С. Петрухин, Л.А. Антипкина // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. - 2016. - №4 (32). - С. 19-23.

98. Лисин, Г.Р. Полевое производственное испытание действия раствора гуминовых веществ, выделенных из компостированных отходов бытового городского мусора, на урожайность картофеля / Г.Р. Лисин, А.А. Волковинский, А.И. Попов, В.А. Покинбара // Гумус и почвообразование: сборник науч. труд. - СПб.: Изд-во СПбГАУ, 1998. - С. 63-71.
99. Лорх, А.Г. Экологическая пластичность картофеля / А.Г. Лорх. - М: Колос, 1968. - 32 с.
100. Лукьяненко, Н.В. Влияние гуматов на жизнедеятельность, морфогенез и урожай пожнивной кукурузы / Н.В. Лукьяненко / Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. - Киев: Урожай, 1968. - Ч.3. - С. 68-75.
101. Лукьяненко, Н.В. Применение гумата натрия в качестве стимулятора роста / Н.В. Лукьяненко, Л.А. Христева, В.А. Реутов / Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. - 1973. - Т.4. - С. 308.
102. Макарова, С.А. Межвидовое дистанционное воздействие стрессированных семян растений на интактные / С.А. Макарова, В.И. Левин // Экология. - 2014. - №2. - С. 38-42.
103. Малеванная, Н.Н. Циркон препарат нового поколения / Н.Н. Малеванная, К.Л. Алексеева // Защита и карантин растений. - 2006. - №8. - С. 28.
104. Малеванная, Н.Н. Полифункциональность действия брассиностероидов / Н.Н. Малеванная // Сборник научных трудов «НЭСТ М». - М.: Изд-во НЭСТ М, 2007. - с. 357.
105. Мамиев, Д.М. Применение биопрепарата Экстрасол и микроудобрения Кристалон на посевах кукурузы / Д.М. Мамиев // Земледелие. - 2011. - №2. - С. 29-31.
106. Межуев, О.В. Эффективность применение биогумуса под картофель / О.В. Межуев, В.И. Левин // Научно-практические аспекты инновационных технологий возделывания и переработки картофеля: материалы Междунар. науч.-практ. конф. - Рязань: Изд-во РГАТУ, 2015. - с. 230-232.
107. Мельник, И.А. Биогумус и урожай овощей / И.А. Мельник, В.Д. Гицуляк // Химия в сельском хозяйстве. - 1994. - №4. - С. 15-16.

108. Мельник, И.А. Влияние вермикультуры и биогумуса на плодородие почв и развитие растений / Защита растений. - 1991. - №1. - С. 13-16.
109. Менликиев, М.Я. Возможности биологической иммунизации хлопчатника эндوفитными бактериями / М.Я. Менликиев, М.Х. Султанова, Н.У. Шарипова // Проблемы генетики, селекции и интенсивной технологии сельскохозяйственных культур: сборник научных трудов. - Душанбе: Изд-во ТСХИ, 1987. - с. 76-77.
110. Метеоданные по Рязанской области за 2014 – 2016 год: [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.meteo7.ru>.
111. Метлина, Г.В. Влияние дополнительных источников питания растений на продуктивность среднеспелого гибрида кукурузы Зерноградский 354 МВ / Г.В. Метлина, С.А. Васильченко // Вестник аграрной науки Дона. - 2014. - №26. - Т.2. - С. 60-65.
112. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / Овощные культуры, картофель и кормовые корнеплоды. - М.: Колос, 1975. - Вып. 4. - 180 с.
113. Методика по изучению картофеля в ВНИИКХ: методический материал. - М.: Изд-во ВНИИКХ, 1996. - 83 с.
114. Методика определения экономической эффективности использования в сельском хозяйстве результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, новой техники, изобретений и рационализаторских предложений: методический материал. - М.: Колос, 1996. - 34 с.
115. Методические указания по определению нитратов и нитритов в продукции растениеводства / МУ 5048-89. - Введ. 1990-01-01. - М.: Изд-во Госагропром, 1989. - 50 с.
116. Методические указания по технологии хранения картофеля различного назначения: методический материал. - М.: Изд-во ВНИИКХ, 2002. - 20 с.
117. Минаков, И.А. Экономика отраслей АПК: учеб. пос. для ВУЗов / И.А. Минаков, Н.И. Куликов, О.В. Соколов. - М.: КолосС, 2004. - 464 с.
118. Минеев, В.Г. Агрехимия: учеб. пос. для ВУЗов / В.Г. Минеев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М: Изд-во МГУ, КолосС, 2004. - 720 с.

119. Митрофанов, С.В. Эффективность использования гуминовых удобрений и биопрепаратов при предпосевной обработке семян ячменя ярового / С.В. Митрофанов, Н.А. Кузьмин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. - 2016. - №3. - С. 18-22.
120. Можарова, И.П. Совместное применение регуляторов роста и фунгицидов на картофеле / И.П. Можарова // Защита и карантин растений. - 2007. - №2. - С. 33-34.
121. Мотовилова, Л.В. Гуматы – экологически чистые стимуляторы роста и развития растений / Л.В. Мотовилова, О.Н. Берман, О.В. Скворцов // Химия в сельском хозяйстве. - 1994. - №5. - С. 12-13.
122. Мустафаев, Б.А. Применение биогумуса на орошаемых землях под картофель / Б.А. Мустафаев, Н.Б. Мустафаева // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Монголии, Казахстана и Болгарии: материалы 15-й Междунар. научн-практ. конф. - Астана: КазАгроИнновация, 2012. - с. 27-29.
123. Мутиков, В.М. Биогумус в технологии производства картофеля в Чувашии: научное издание / В.М. Мутиков, С.М. Филиппова, М.Ф. Фадеева // Актуальные проблемы современной индустрии производства картофеля: мат. научн.-практ. конф. - Чебоксары: Агро-Инновации, 2010. - с. 126-128.
124. Немченко, В.В. Целесообразность применения фунгицидов на яровой пшенице / В.В. Немченко, Н.Ю. Заргарян, М.Ю. Фомина // Защита и карантин растений. - 2012. - №10. - С. 47-49.
125. Низкий, С.Е. Применение вермикомпоста при выращивании сладкого перца в условиях Южной зоны Амурской области / С.Е. Низкий, А.А. Сергеева, Н.Д. Барышева // Аграрный вестник Урала. - 2011. - №2. - С. 50-52.
126. Ничипорович, А.А. О путях повышения продуктивности фотосинтеза растений в посевах / А.А. Ничипорович // Фотосинтез и вопросы продуктивности растений. - М.: Изд-во АН СССР, 1963. - с. 5-36.

127. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений как основа их продуктивности в биосфере и в земледелии / А.А. Ничипорович // Фотосинтез и продукционный процесс. - М: Наука, 1988. - С. 5-18.
128. Нугуманов, А.Х. Дозы и комбинации препаратов гуми и фитоспорин-м при совместном применении с гербицидом на посевах яровой пшеницы / А.Х. Нугуманов, Р.К. Нафиков, Ш.Я. Гилязетдинов // Агрехимический вестник. - 2007. - №2. - С. 12-16.
129. Орлов, Д.С. Сравнительная характеристика некоторых вермикомпостов / Д.С. Орлов, Я.М. Амосова, Л.К. Садовникова // Биоконвенция органических отходов: сборник тезисов докладов третьего Междунар. конгресса. - М.: Изд-во МГУ, 1994. - с. 69-70.
130. Перегудов, В.И. Технология производства продукции растениеводства Центрального региона Нечерноземной зоны России: учеб. пос. для ВУЗов / В.И. Перегудов, А.С. Ступин, П.Н. Ванюшин. - Рязань: Изд-во РГСХА, 2005. - 764 с.
131. Перегудов, С.В. Оценка эффективности действия препаратов Эпина-экстра и Циркона на рост и продуктивность моркови / С.В. Перегудов, Л.А. Таланова, А.В. Перегудова // Главный агроном. - 2012. - №1. - С. 21-23.
132. Персикова, Т.Ф. Влияние регуляторов роста на урожай и качество клубней раннего картофеля / Т.Ф. Персикова, А.Р. Цыганов // Регуляторы роста и развития растений: тезисы докладов пятой Междунар. конф. - М.: Изд-во МСХА, 1999. - с. 229-230.
133. Петров, В.Б. Экстрасол повышает эффективность выращивания культуры / В.Б. Петров, В.С. Данюков // Картофель и овощи. - 2003. - №3. - С. 7-8.
134. Петрухин, А.С. Эффективность использования регуляторов роста и биогумуса при выращивании картофеля / А.С. Петрухин // Плодоводство и ягодоводство России: сборник научных трудов. - 2015. - Т.43. - С. 333-337.
135. Петрухин, А.С. Пробуждение клубней картофеля под действием этилена и регуляторов роста / А.С. Петрухин, В.И. Левин // Вестник совета молодых ученых Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева. - 2015. - №1. - С. 3-10.

136. Петрушин, В.В. Эффективность гуминовых препаратов при выращивании сельскохозяйственных культур / В.В. Петрушина, Х.А. Пискунова, А.В. Федорова [и др.] // Агрехимический вестник. - 2002. - №1. - С. 30-32.
137. Писарев, Б.А. Производство раннего картофеля: производственно-практическое издание / Б.А. Писарев. - М.: Россельхозиздат, 1986. - 287 с.
138. Полевой, В.В. Фитогормоны: учеб. пос. для ВУЗов / В.В. Полевой. - Л.: Изд-во ЛГУ, 1982. - 248 с.
139. Попов, А.И. Гуминовые вещества: свойства, строение, образование / А.И. Попов; под ред. Е. И. Ермакова. - СПб.: Изд-во С.-Петербур. ун-та, 2004. - 248 с.
140. Постников, А.Н. Управление формированием урожая семенного картофеля с использованием нетрадиционных приемов выращивания: автореф. дис. док. с.-х. наук / А.Н. Постников. - М., 1991. - 46 с.
141. Постников, А.Н. Картофель: агротехника выращивания, уборка и хранение / А.Н. Постников, Н.В. Ключерев, В.И. Полегаев. - М.: ТОО «РУПОР». - 1992. - Вып. 4. - 36 с.
142. Постников, А.Н. Картофель / А.Н. Постников, Д.А. Постников; 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Изд-во МСХА, 2006. - 160 с.
143. Постников, А.Н. Применение препарата Циркон на картофеле / А.Н. Постников, И.Ф. Устименко // Агрехимический вестник. - 2010. - №2. - С. 32-33.
144. Постников, А.Н. Влияние Циркона на урожайность и качество клубней раннего сорта картофеля Удача в условиях Московской области / А.Н. Постников, О.Б. Осетрова // Циркон – природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве: сборник научных трудов. - М.: Изд-во НЭСТ М, 2010. - С. 50-56.
145. Постников, А.Н. Урожайность и качество картофеля при применении препарата Циркон на различных фонах питания / А.Н. Постников, И.Ф. Устименко, Е.А. Болотнова // Достижение науки и техники в АПК. - 2012. - №6. - С. 56-58.
146. Постников, Д.А. Фитомелиорация и фиторемедиация почв сельскохозяйственного назначения с различной степенью окультуренности и

экологической нагрузки: автореф. дис. док. с.-х. наук / Д.А. Постников. - Брянск: БГАУ, 2009. - 42 с.

147. Потапова, Н.В. Воздействие регуляторов роста на урожайность и качество зерна озимой пшеницы / Н.В. Потапова, Н.В. Смолин, А.С. Савельев // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. - 2013. - №4. - С. 41-45.

148. Потатуева, Ю.А. Повышение содержание йода в растениях, имеющих пищевое значение / Ю.А. Потатуева, Р.И. Прокофьева // Микроэлементы в медицине. - 2005. - Т.6. - Вып. 4. - С. 40-42.

149. Почвы. Методы определения органического вещества / ГОСТ 26213-91. - Введ. 1993-07-01. - М.: Изд-во стандартов, - 1992. - 8 с.

150. Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом / ГОСТ 26951-86. - Введ. 1987-06-30. - М.: Изд-во стандартов, 1986. - 8 с.

151. Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО / ГОСТ 26483-85. - Введ. 1985-03-26. - М.: Изд-во стандартов, 1985. - 6 с.

152. Почвы. Метод определения обменной кислотности / ГОСТ 26484-85. - Введ. 1985-03-26. - М.: Изд-во стандартов, 1985. - 3 с.

153. Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО / ГОСТ 54650-2011. - Введ. 2011-12-13. - М.: Стандартиформ, 2013. - 6 с.

154. Почвы. Отбор проб / ГОСТ 28168-89. - Введ. 1990-04-01. - М.: Изд-во Государственный комитет по стандартам, 1989. - 8 с.

155. Практикум растениеводство: учеб. пос. для ВУЗов / В.И. Перегудов [и др.]; под ред. В.И. Перегудова. - Рязань: Изд-во РГСХА, 2006. - 252 с.

156. Проворов, Н.А. Сравнительная генетика и эволюционная морфология симбиозов растений с микробами-азотфиксаторами и эндомикоризными грибами / Н.А. Проворов, А.Ю. Борисов, И.А. Тихонович // Журнал общей биологии. - 2002. - №6. - Т.63. - С. 451-472.

157. Продукты переработки плодов и овощей: методы определения витамина С / ГОСТ 24556-89. - Введ. 1990-01-01. - М.: Изд-во стандартов, 1989. - 16 с.

158. Просянкин, Е.В. Вермитехнология – фактор биологизации земледелия / Е.В. Просянкин, В.В. Осмоловский, А.В. Еремин [и др.] // Система биологизации земледелия Нечерноземной зоны России. - М.: Изд-во ФГНУ «Росинформагротех», 2002. - Т.1. - с. 274-381.
159. Прянишников, Д.Н. Агрехимия: избранные сочинения / Д.Н. Прянишников. - М.: Изд-во АН СССР, 1951. - Т.3. - 350 с.
160. Равашдех Хуссам. Влияние внекорневых обработок йодом и селеном на урожайность и качество ягод смородины и крыжовника: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Равашдех Хуссам. - М: МСХА, 2005. - 23 с.
161. Раковский, В.Е. Химия и генезис торфа / В.Е. Раковский, Л.В. Пигулевская; под ред. А.В. Лазарева. - М.: Недра, 1978. - 231 с.
162. Растениеводство: учеб. пос. для ВУЗов / Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Б.Х. Жеруков [и др.]; под ред. Г.С. Посыпанова. - М.: КолосС, 2006. - 612 с.
163. Регуляция роста и развития картофеля: сборник докладов Всесоюзного совещания по регуляции роста и развития картофеля / АН СССР. Ин-т физиологии растений / ред.: М.Х. Чайлахян, А.Т. Мокроносов; рец.: Р.Г. Бутенко, О.С. Мелик-Саркисов. - М.: Наука, 1990. - 175 с.
164. Романенко, Е.С. Применение биогумуса в земледелии / Е.С. Романенко, А.В. Брыкалов // Овощеводство и тепличное хозяйство. - 2007. - №3. - С. 18-20.
165. Савина, О.В. Научное обоснование, разработка и внедрение новых приемов в технологии производства и хранения картофеля, предназначенного для промышленной переработки и продовольственных целей: автореф. дис. док. с.-х. наук / О.В. Савина. - Рязань: РГАТУ, 2009. - 39 с.
166. Садовникова, Л.К. Вермикомпосты и их свойства / Л.К. Садовникова // Агрехимический вестник. - 2003. - №1. - С. 8-9.
167. Сапожникова, Ю.А. Эффективность разных способов применения регуляторов роста на картофеле в лесостепи Новосибирского Присалаирья / Ю.А. Сапожникова, Р.Р. Галеев // Главный агроном. - 2014. - №1. - С. 53-55.

168. Симаков, Е.А. Картофель России: ресурсы и ситуация на рынке / Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, В.С. Чугунов, О.Н. Шатилова // Картофель и овощи. - 2013. - №3. - С. 23-28.
169. Ситало, Г.М. Влияние биопрепаратов и регуляторов роста на продуктивность гороха сорта Ангела / Г.М. Ситало, В.М. Мажара, Л.П. Бельтюков, Ю.В. Гордеева // Вестник аграрной науки Дона. - 2015. - №32. - Т.4. - С. 45-52.
170. Смирнов, В.В. Спорообразующие аэробные бактерии – продуценты биологически активных веществ / В.В. Смирнов, С.Р. Резник, И.А. Василевская. - Киев: Наукова Думка, 1982. - 280 с.
171. Сокаев, К.Е. Влияние биопрепаратов и микроудобрений на продуктивность кукурузы в предгорной зоне РСО-Алания / К.Е. Сокаев, В.В. Бестаев // Агрехимический вестник. - 2012. - №2. - С. 20-21.
172. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2014 год: [по состоянию на 27 января 2014 г.]: приложение к журналу «Защита и карантин растений». №4, 2014 г. - М: Ред. жур. «Защита и карантин растений», 2014. - 691 с.
173. Старцева, А.А. Влияние биопрепаратов Экстрасол и Бисолбифит на урожай ярового ячменя и коэффициент использования питательных веществ из минеральных удобрений на серой лесной тяжелосуглинистой почве / А.А. Старцева, Г.Н. Фадькин, Я.В. Костин // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета. - 2013. - №4. - С. 61-65.
174. Старцева, А.А. Влияние биопрепаратов Экстрасол и Бисолбифит на продуктивность ячменя и агротехнические свойства серой лесной почвы юга Нечерноземной зоны РФ: автореф. дис. канд. с.-х. наук / А.А. Старцева. - М: Московский НИИСХ «Немчиновка», 2016. - 19 с.
175. Стом, Д.И. Дождевые черви в переработке отходов: монография / Д.И. Стом, Т.Ф. Казаринова, И.Н. Титов. - Иркутск: Изд-во ИГУ, 2012. - 111 с.

176. Суслов, С.А. Биогумус – резерв повышения эффективности сельского хозяйства / С.А. Суслов, М.А. Дулепов // Вестник Нижегородского ГИЭИ. - 2011. - №1. - Т.1. - С. 38-47.
177. Суханов, П.А. Гуминовые препараты в сельском хозяйстве Ленинградской области / П.А. Суханов, А.И. Попов // Агрехимический вестник. - 2001. - №2. - С. 4-5.
178. Таланова, Л.А. Эффективность препарата гуми-30 при выращивании фасоли / Л.А. Таланова // Картофель и овощи. - 2009. - №8. - С. 15.
179. Терещенко, Н.Н. Эколого-микробиологические аспекты вермикультивирования / Н.Н. Терещенко; под ред. В.А. Хмелева: СибНИИТ. - Новосибирск: Изд-во СО РАСХН, 2003. - 116 с.
180. Тиранова, Л.В. Лигногумат на картофеле / Л.В. Тиранова, А.Б. Тиранов, А.В. Григорьев // Картофель и овощи. - 2014. - №11. - С. 31-33.
181. Титов, И.Н. Дождевые черви: руководство по вермиккультуре: в 2-х частях / И.Н. Титов // Часть I: Компостные черви. - М.: МФК Точка опоры, 2012. - 284 с.
182. Толстопятова, Н.Г. Биогумус – высокоэффективное и экологически чистое удобрение / Н.Г. Толстопятова // Картофель и овощи. - 2009. - №7. - С. 6.
183. Третьяков, Н.Н. Практикум по физиологии растений: учеб. пос. для ВУЗов / Н.Н. Третьяков, Т.В. Карнаухова, Л.А. Паничкин; под ред. Н.Н. Третьякова. - М.: КолосС, 2003. - 288 с.
184. Трусевич, А.В. Испытание гумата натрия при выращивании томата в теплице / А.В. Трусевич // Агрехимия. - 1999. - №4. - С. 10-14.
185. Туманян, А.Ф. Влияние стимуляторов роста на урожайность и фракционный состав клубней различных сортов картофеля на светло-каштановых почвах Нижнего Поволжья / А.Ф. Туманян, Н.В. Тютюма, Н.А. Щербакова // Вестник РУДН, серия: Агрехимия и животноводство. - 2014. - №4. - С. 38-46.
186. Унанянц, Т.П. Химические товары для сельского хозяйства: справочник / Т.П. Унанянц. - М.: Химия, 1979. - 240 с.
187. Уромова, И.П. Влияние фиторегуляторов на физиологические процессы картофеля сорта «Удача» / И.П. Уромова, О.В. Штырлина, Д.А. Штырлин //

Естественные и математические науки в современном мире: материалы Междунар. научн.-практ. конф. - Новосибирск: Сибак, 2013. - с. 35-49.

188. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений: учеб. пос. для ВУЗов / Н.Н. Третьяков, Е.И. Кошкин, Н.М. Макрушин [и др.]; под ред. Н.Н. Третьякова. - М.: Колос, 2000. - 640 с.

189. Федотова, Л.С. Применение регуляторов роста на основе арахидоновой кислоты на картофеле / Л.С. Федотова, А.В. Кравченко, Н.А. Тимошина // Защита и карантин растений. - 2011. - №11. - С. 18-19.

190. Федотова, Л.С. Регулирование минерального питания картофеля в адаптивно-биологизированных технологиях возделывания / Л.С. Федотова, А.В. Кравченко // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. - 2012. - №2 (06). - С. 238-242.

191. Хабарова, Т.В. Экологическая оценка применения осадка сточных вод и вермикомпостов на агрозёме торфяно-минеральном: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Т.В. Хабарова. - М.: РГАЗУ, 2016. - 23 с.

192. Христева, Л.А. О природе действия физиологически активных форм гуминовых кислот и других стимуляторов роста растений / Л.А. Христева // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. - Киев: Урожай, 1968. - Ч.3. - с. 13-27.

193. Христева, Л.А. Действие физиологически активных гуминовых кислот на растения при неблагоприятных внешних условиях / Л.А. Христева // Гуминовые удобрения. Теория и практика их применения. - 1973. - Т.5. - С. 5-23.

194. Холмецкая, М.О. Продукция ИУК бактериями, взаимодействующими с растениями / М.О. Холмецкая, Е.В. Лобанок // Сельскохозяйственная микробиология в XIX-XXI веках: тезисы докладов Всероссийской конф. - СПб.: Изд-во ВНИИСХМ, 2001. - с. 78-79.

195. Хромцев, Д.Ф. Оптимизация элементов технологии возделывания эфиромасличных культур на семена (на примере кориандра) в условиях южной части Нечерноземной зоны России: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Д.Ф. Хромцев. - Орел: ОГАУ, 2016. - 22 с.

196. Чеботарь, В.К. Эффективность применения биопрепарата Экстрасол: монография / В.К. Чеботарь, А.А. Завалин, Е.И. Кипрушкина. - М.: Изд-во Россельхозакадемии, 2007. - 216 с.
197. Чеботарь, В.К., Антифунгальные и фитостимулирующие свойства ризосферного штамма *Bacillus subtilis* Ч-13 – продуцента биопрепаратов / В.К. Чеботарь, Н.М. Макарова, А.И. Шапошников, Л.В. Кравченко // Прикладная биохимия и микробиология. - 2009. - №4. - Т.45. - С. 465-469.
198. Чеботарь, В.К. Биохимические критерии оценки агрономически значимых свойств бацилл, используемых при создании микробиологических препаратов / В.К. Чеботарь, В.Б. Петров, А.И. Шапошников, Л.В. Кравченко // Сельскохозяйственная биология. - 2011. - №3. - С. 119-122.
199. Чекмарев, П.А. Итоги работы отрасли растениеводства в 2013 году, задачи по реализации мероприятий, предусмотренных Государственной программой, и о мерах по подготовке и организованному проведению в 2014 году сезонных полевых сельскохозяйственных работ [Электронный ресурс]: Доклад директора Департамента растениеводства химизации и защиты растений Минсельхоза России П.А. Чекмарева на Всероссийском агрономическом совещании. - М.: 2013. - с. 20-25. Режим доступа: <http://www.mcx.ru>
200. Черников, В.А. Агроэкология: учеб. пос. для Вузов / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев; под ред. В.А. Черникова. - М.: Колос, 2000. - 535 с.
201. Чуков, С.Н. Физиологическая активность ростовых стимуляторов и гуминовых кислот почв / С.Н. Чуков, В.Д. Талашкина, М.А. Надпорожская // Почвоведение. - 1995. - №2. - С. 169-173.
202. Чурзин, В.Н. Роль регуляторов роста растений в повышении урожайности и качества зерна озимой пшеницы на светло-каштановых почвах Волгоградской области / В.Н. Чурзин, Ф.А. Серебряков, В.Ф. Серебряков // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. - 2013. - №1. - Т.1. - С. 56-60.

203. Шакирова, Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция / Ф.М. Шакирова; отв. ред. В.А. Вахитов; РАН УНЦ. - Уфа: Гилем, 2001. - 160 с.
204. Шаповал, О.А. Регуляторы роста растений / О.А. Шаповал, В.В. Вакуленко, Л.Д. Прусакова // Защита и карантин растений. - 2008. - №12. - С. 54-71.
205. Шевелуха, В.С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе: монография. - М.: Колос, 1992. - 598 с.
206. Шиляева, Е.А. Эффективность биогумуса при выращивании овощных культур в защищенном грунте: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Е.А. Шиляева. - М.: ВНИИО, 2004. - 26 с.
207. Школьник, М.Я. Микроэлементы в жизни растений: научное издание / М.Я. Школьник // АН СССР. - Л.: Наука, 1974. - 324 с.
208. Шпаар, Д., Картофель. Выращивание, уборка и хранение / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер [и др.]; изд. 4-е испр. и доп. под ред. Д. Шпаара. - М.: ДЛВ Агродело, 2007. - 458 с.
209. Яковлев, Б.И. Организация производства и предпринимательство в АПК: учеб. пос. для ВУЗов / Б.И. Яковлев, В.Б. Яковлев. - М.: КолосС, 2004. - 424 с.
210. Якушев, А.В. Микробиологическая характеристика вермикомпостов: автореф. дис. канд. с.-х. наук / А.В. Якушев. - М.: МГУ, 2009. - 24 с.
211. Adhikari, M. Soil Organic Matter – Humus / M. Adhikari, B. Mandal // Sci. and Cult., 1979. - Vol. 45. - № 4. - P. 133-139.
212. Akhtar, M. Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes by Neem Products in Agricultural Soil / M. Akhtar // Applied Soil Ecology. - 1998. - № 3. - P. 219-223.
213. Allievi, L. Vermicomposting of Rabbit Manure: Modification of Microflora / L. Allievi, B. Citterio, A. Ferrari // Compost: Production, Quality and Use. Proceedings of a Symposium Organized by the Commission of the European Communities, Directorate, and General Science Research and Development Udine, Italy. - 1987. - P. 115-126.

214. Bai, Y. Enhanced Soybean Plant Growth Resulting from Coinoculation of Bacillus Strains with Bradyrhizobium Japonicum / Y. Bai, X. Zhou, D.S. Smith // Crop Science. - 2003. - Vol. 43. - P. 1774-1781.
215. Ecker, R.E. The Ethylene Signal Transduction Pathways in Plants / R.E. Ecker // Science. - 1995. - Vol. 268. - P. 667-674.
216. Edwards, C.A. Earthworms, Organic Waste and Food / C.A. Edwards // Shell Chemical Co. Span. - 1983. – Vol. 26. - P. 106-108.
217. Goenadi, D. Characterization and Potential Use of Humic Acids as New Growth Promoting Substances / D. Goenadi // Brighton Crop Protection Conference: Weeds, 1995. - Farnham, 1995. - Vol. 1. - P. 19-25.
218. Haas, W. Two-Component Regulator of Enterococcus Faecalis Cytolysin Responds to Quorum-Sensing Auto Induction / W. Haas, B.D. Shepard, M.S. Gilmore // Nature. - 2002. - Vol. 415. - P. 84-87.
219. Jung, J. Aims and Possibilities of Applied Plant Bio-Regulation / J. Jung // Proceedings of the 12th International Conference Plant Growth Substances. – Heidelberg, 1985. - pp. 363-364.
220. Junge, H. Strain Selection, Production and Formulation of the Biological Plant Vitality Enhancing Agent FZB24 Bacillus Subtilis / H. Junge, B. Krebs, M. Kilian // Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 1. – Berlin, 2000. - Vol. 53. - № 1. - pp. 94-104.
221. Khripach, V. Twenty Years of Brassinosteroids: Steroidal Plant Hormones Warrant Better Crops for the XXI Century / V. Khripach, V. Zhabinskii, A. De Groot // Annals of Botany. - 2000. - Vol. 86. - P. 441-447.
222. Kloepper, J.W. Enhanced Plant Growth by Siderophores Produced by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria / J.W. Kloepper, J. Leong, M. Teintz, M.N. Schroth // Nature. - 1980. - Vol. 286. - P. 885-886.
223. McKimmie, T. The Literature and Practice of Biological Control / T. McKimmie // Journal of Agriculture and Food Sciences. - 2000. - № 1. - P. 13-19.
224. Müller-Wegener, U. Interaction of Humic Substances with Biota. In: Frimmel, F.H., Christman, R.F. (Eds) / U. Müller-Wegener // Humic Substances and Their Role in the Environment. - New York: John Wiley & Sons Limited, 1988. - pp. 179-192.

225. Oehrle, N.W. Enhanced Attachment of Bradyrhizobium Japonicum to Soybean Through Reduced Root Colonization of Internally Seed Born Microorganisms / N.W. Oehrle, D.B. Karr, R.J. Kremer // Canadian Journal of Microbiology. - 2000. - Vol. 46. - P. 600-606.
226. Palmer, C.E. Influence of Ethylene and Kinetin on Tuberization and Enzyme Activity in Solanum Tuberosum L. Stolons Cultured in Vitro / C.E. Palmer, W.G. Barker // Annals of Botany. - 1973. - Vol. 37. - pp. 85-93.
227. Petersen, Jr. R.C., The Contradictory Biological Behavior of Humic Substances in the Aquatic Environment / R.C. Petersen Jr. // In: Humic Substances in the Aquatic and Terrestrial Environment. - Berlin: Springer-Verlag, 1991. - pp. 369-390.
228. Schaller, G.E., Ethylene-Binding Sites Generated in Yeast Expressing the Arabidopsis ETR1 Gene. / G.E. Schaller, A.B. Bleecker // Science. - 1995. - Vol. 270. - P. 1809-1811.
229. Sturm, H. / Gezielter düngen. / H. Sturm, A. Büchner, W. Zerulla // 3. Aufl. DLG-Verlag. - Frankfurt am Main. - 1994. - pp. 471.
230. Suttle, J.C. Physiological Regulation of Potato Tuber Dormancy / J.C. Suttle // American Journal of Potato Research. - 2004. - Vol. 81. - P. 253-262.
231. Timmusk, S. Cytokinin Production by Paenibacillus Polymyxa / S. Timmusk, B. Nicander, U. Granhall, E. Tillberg // Soil Biology and Biochemistry. - 1999. - Vol. 31. - P. 1847-1852.
232. Tischner, H. Monitoring für Getreidekrankheiten in Bayern - Bewährte Hilfe zum gezielten Fungizideinsatz / H. Tischner, G. Bauer // Gesunde Pflanzen. - 2000. - Vol. 52. - P. 254-260.
233. Visser, S.A. Physiological Action of Humic Substances on Microbial-Cells / S.A. Visser // Soil Biology and Biochemistry. - 1985. - Vol. 17. - P. 457-462.

Приложения

Приложение 1

№	Вариант	Концентрация, мл/л, мкг/л**, мкг/м ³ ***	Число пробудившихся почек на 10-е сутки проращивания					
			2014 год		2015 год		Среднее за два года	
			шт	% к контролю	шт	% к контролю	шт	% к контролю
1	Контроль	-	6,4 ± 0,16	100,0	5,9 ± 0,18	100,0	6,2	100,0
2	Биоид**	50	6,7 ± 0,18	104,7	5,9 ± 0,24	100,0	6,3	101,6
		100	6,2 ± 0,21	96,6	6,3 ± 0,28	106,8	6,3	101,6
		150	5,8 ± 0,48	90,6	6,4 ± 0,21*	108,5	6,1	98,4
3	Фульвогумат	0,2	7,2 ± 0,30*	112,5	6,3 ± 0,19*	106,8	6,8	109,7
		1	7,1 ± 0,28*	110,9	6,8 ± 0,27*	115,3	7,0	112,9
		5	6,4 ± 0,15	100,0	6,7 ± 0,29*	113,6	6,6	106,5
4	Циркон	0,1	6,3 ± 0,20	98,4	6,0 ± 0,25	101,7	6,2	100,0
		0,5	6,1 ± 0,18	95,3	6,3 ± 0,17*	106,8	6,2	100,0
		1	6,8 ± 0,18*	106,3	6,4 ± 0,23*	108,5	6,6	106,5
5	Экстрасол	10	6,0 ± 0,17	93,8	5,8 ± 0,26	98,3	5,9	95,2
		50	7,0 ± 0,29*	109,4	6,6 ± 0,29*	111,9	6,7	108,1
		100	6,4 ± 0,21	100,0	6,3 ± 0,24	106,8	6,4	103,2
6	Этилен***	0,015	8,1 ± 0,29*	126,6	8,3 ± 0,34*	140,7	8,2	132,3

Примечание: * - Различия существенны при $p \leq 0,05$

№	Вариант	Масса ростков и корешков 30-и суточных проростков клубней картофеля					
		2014 год		2015 год		Среднее за два года	
		Г	% к контр.	Г	% к контр.	Г	% к контр.
1	Контроль	$\frac{21,12 \pm 1,73}{6,28 \pm 0,34}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{24,64 \pm 1,86}{6,47 \pm 0,39}$	$\frac{100,0}{100,0}$	$\frac{22,88}{6,38}$	$\frac{100,0}{100,0}$
2	Биоюд 50 мкг/л	$\frac{23,37 \pm 1,88}{7,56^* \pm 0,33}$	$\frac{110,7}{120,4}$	$\frac{26,76 \pm 1,80}{6,98 \pm 0,35}$	$\frac{108,6}{107,9}$	$\frac{25,07}{7,27}$	$\frac{109,6}{113,9}$
3	Биоюд 100 мкг/л	$\frac{26,88^* \pm 2,01}{6,99 \pm 0,41}$	$\frac{127,3}{111,3}$	$\frac{25,91 \pm 1,75}{6,75 \pm 0,41}$	$\frac{105,2}{104,3}$	$\frac{26,40}{6,87}$	$\frac{115,4}{107,7}$
4	Биоюд 150 мкг/л	$\frac{23,76 \pm 1,96}{5,94 \pm 0,35}$	$\frac{112,5}{94,6}$	$\frac{26,58 \pm 1,69}{6,63 \pm 0,36}$	$\frac{107,9}{102,5}$	$\frac{25,17}{6,29}$	$\frac{110,0}{98,6}$
5	Фульвогумат 0,2 мл/л	$\frac{29,85^* \pm 2,32}{6,80 \pm 0,38}$	$\frac{141,3}{108,3}$	$\frac{27,58 \pm 2,03}{6,51 \pm 0,38}$	$\frac{111,9}{100,6}$	$\frac{28,72}{6,67}$	$\frac{125,5}{104,5}$
6	Фульвогумат 1 мл/л	$\frac{29,52^* \pm 1,96}{8,11^* \pm 0,41}$	$\frac{139,8}{129,1}$	$\frac{31,89^* \pm 1,78}{7,30^* \pm 0,42}$	$\frac{129,4}{112,8}$	$\frac{30,71}{7,71}$	$\frac{134,2}{120,8}$
7	Фульвогумат 5 мл/л	$\frac{30,98^* \pm 2,29}{7,43^* \pm 0,35}$	$\frac{146,7}{118,3}$	$\frac{31,14^* \pm 2,14}{7,54^* \pm 0,44}$	$\frac{126,4}{116,5}$	$\frac{31,06}{7,49}$	$\frac{135,8}{117,4}$
8	Циркон 0,1 мл/л	$\frac{20,65 \pm 1,87}{7,05^* \pm 0,40}$	$\frac{97,8}{112,3}$	$\frac{24,87 \pm 2,07}{7,14 \pm 0,36}$	$\frac{100,9}{110,4}$	$\frac{22,76}{7,10}$	$\frac{99,5}{111,2}$
9	Циркон 0,5 мл/л	$\frac{27,52^* \pm 2,12}{7,02^* \pm 0,33}$	$\frac{130,3}{111,8}$	$\frac{28,93^* \pm 1,81}{7,28^* \pm 0,41}$	$\frac{117,4}{112,5}$	$\frac{28,23}{7,15}$	$\frac{123,4}{112,1}$
10	Циркон 1 мл/л	$\frac{20,77 \pm 2,00}{7,63^* \pm 0,36}$	$\frac{98,3}{121,5}$	$\frac{25,83 \pm 2,17}{7,00 \pm 0,31}$	$\frac{104,8}{108,2}$	$\frac{23,30}{7,32}$	$\frac{101,8}{114,7}$
11	Экстрасол 10 мл/л	$\frac{21,79 \pm 2,07}{7,26^* \pm 0,36}$	$\frac{103,2}{115,6}$	$\frac{24,43 \pm 1,97}{7,23^* \pm 0,35}$	$\frac{99,1}{111,7}$	$\frac{23,11}{7,25}$	$\frac{101,0}{113,6}$
12	Экстрасол 50 мл/л	$\frac{22,98 \pm 1,90}{7,33^* \pm 0,34}$	$\frac{108,8}{116,7}$	$\frac{25,77 \pm 1,68}{7,05 \pm 0,36}$	$\frac{104,6}{109,0}$	$\frac{24,38}{7,19}$	$\frac{106,6}{112,7}$
13	Экстрасол 100 мл/л	$\frac{29,61^* \pm 2,41}{7,84^* \pm 0,32}$	$\frac{140,2}{124,8}$	$\frac{28,25^* \pm 1,71}{7,68^* \pm 0,38}$	$\frac{114,7}{118,7}$	$\frac{28,93}{7,76}$	$\frac{126,4}{121,6}$
14	Этилен 0,015 мкг/м ³	$\frac{30,51^* \pm 2,12}{8,02^* \pm 0,37}$	$\frac{144,7}{127,7}$	$\frac{32,14^* \pm 2,31}{8,18^* \pm 0,47}$	$\frac{130,4}{126,4}$	$\frac{31,33}{8,10}$	$\frac{136,9}{127,0}$

Примечание: числитель – масса ростков, знаменатель – масса корешков;
* - Различия существенны при $p \leq 0,05$

Приложение 3

Сорт	Вариант	Продолжительность периодов роста растений картофеля (число дней от посадки до наступления фазы)											
		2014 год				2015 год				2016 год			
		Всходы	Бутонизация	Цветения	Начало увядания нижних листьев	Всходы	Бутонизация	Цветения	Начало увядания нижних листьев	Всходы	Бутонизация	Цветения	Начало увядания нижних листьев
Жуковский ранний	Контроль	23	39	50	59	21	37	49	60	25	42	53	64
	Биоюд 50 + 30 мкг/л	23	38	49	60	22	38	50	59	26	43	54	65
	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	24	39	49	58	22	37	50	60	24	43	52	64
	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	22	38	49	58	20	36	48	58	24	42	53	64
	Экстрасол 100+50 мл/л	24	39	49	60	21	36	49	59	26	41	53	63
	Биогумус 7,5 т/га	23	39	51	61	23	38	51	61	25	42	54	66
	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	24	40	51	61	22	39	52	62	25	43	54	66
	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	23	38	50	60	21	37	50	61	24	42	53	65
	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	22	38	50	59	21	36	49	60	25	41	53	65
	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100+50 мл/л	24	40	52	62	22	38	51	62	26	43	54	66
Сантэ	Контроль	23	42	56	68	22	42	56	69	26	46	60	73
	Биоюд 50 + 30 мкг/л	24	42	57	69	23	42	55	69	27	47	60	73
	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	24	41	55	67	22	41	55	69	26	47	61	73
	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	23	42	57	68	22	41	56	70	25	45	59	72
	Экстрасол 100+50 мл/л	23	41	55	67	21	41	56	70	26	47	61	73
	Биогумус 7,5 т/га	24	43	58	71	23	43	58	72	27	46	61	74
	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	24	43	57	70	22	43	58	71	25	45	59	73
	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	24	43	58	69	23	42	57	70	26	46	60	73
	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	22	41	56	68	22	41	57	70	26	46	61	74
	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100+50 мл/л	22	42	58	70	23	42	58	72	27	47	62	74

Приложение 4

№	Вариант	Высота растений картофеля сорта Жуковский ранний, фаза начала увядание нижних листьев							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		см	% к контролю	см	% к контролю	см	% к контролю	см	% к контролю
1	Контроль	45,6±3,0	100,0	56,0±3,5	100,0	48,7±3,7	100,0	50,1	100,0
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	45,3±3,5	99,3	56,9±3,3	101,6	48,1±4,0	98,8	50,1	100,0
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	49,9±4,1	109,4	60,0±3,6	107,1	52,8±3,8	108,4	54,2	108,2
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	54,0*±3,0	118,4	64,1*±3,7	114,5	58,6*±3,6	120,3	58,9	117,6
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	52,4*±3,4	114,9	62,3±4,0	111,3	56,3*±3,8	115,6	57,0	113,8
6	Биогумус 7,5 т/га	55,0*±3,3	120,6	65,6*±4,3	117,1	59,1*±3,9	121,4	59,9	119,6
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	54,8*±4,1	120,2	64,8*±4,0	115,7	59,3*±4,6	121,8	59,6	119,0
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	57,4*±3,7	125,9	68,6*±3,8	122,5	61,2*±4,2	125,7	62,4	124,6
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	61,8*±3,5	135,5	72,4*±4,8	129,3	63,8*±4,8	131,0	66,0	131,7
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	58,6*±3,9	128,5	69,8*±4,5	124,6	62,3*±4,3	127,9	63,6	126,9

Примечание: * - Различия существенны при $p \leq 0,05$

Приложение 5

№	Вариант	Высота растений картофеля сорта Сантэ, фаза начала увядание нижних листьев							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		см	% к контролю	см	% к контролю	см	% к контролю	см	% к контролю
1	Контроль	50,9±2,6	100,0	67,1±2,7	100,0	55,9±2,8	100,0	58,0	100,0
2	Биодод 50 + 30 мкг/л	53,1±2,9	104,3	67,0±2,6	99,9	55,2±3,1	98,7	58,4	100,7
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	53,7±2,4	105,5	70,3±3,2	104,7	59,3±3,3	106,1	61,1	105,3
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	53,6±2,5	105,3	72,0±3,0	107,3	61,6*±2,7	110,2	62,4	107,6
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	55,8±2,6	109,6	71,7±2,7	106,8	63,4*±2,9	113,4	63,6	109,6
6	Биогумус 7,5 т/га	56,9*±2,8	111,8	75,3*±3,1	112,2	64,6*±2,8	115,6	65,6	113,1
7	Биогумус 7,5 т/га + Биодод 50 + 30 мкг/л	56,9*±3,0	111,8	76,2*±3,7	113,6	64,7*±2,7	115,7	65,9	113,6
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	59,5*±3,8	116,9	76,9*±2,9	114,6	65,7*±2,8	117,5	67,3	116,0
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	60,8*±3,6	119,5	78,3*±3,0	116,7	68,0*±3,0	121,6	69,0	119,0
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	62,3*±3,1	122,4	78,8*±3,7	117,4	69,8*±3,2	124,9	70,3	121,2

Примечание: * - Различия существенны при $p \leq 0,05$

Приложение 6

№	Вариант	Количество стеблей одного растения картофеля сорта Жуковский ранний, фаза цветения							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		шт	% к контр.	шт	% к контр.	шт	% к контр.	шт	% к контролю
1	Контроль	3,23±0,08	100,0	3,35±0,10	100,0	3,60±0,08	100,0	3,39	100,0
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	3,20±0,10	99,1	3,36±0,09	100,3	3,56±0,10	98,9	3,37	99,4
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	3,47*±0,12	107,4	3,57*±0,10	106,6	3,76*±0,09	104,4	3,60	106,2
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	3,42*±0,09	105,9	3,73*±0,12	111,3	3,94*±0,12	109,4	3,70	109,1
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	3,24±0,11	100,3	3,47±0,09	103,6	3,64±0,07	101,1	3,45	101,8
6	Биогумус 7,5 т/га	3,31±0,09	102,5	3,39±0,08	101,2	3,59±0,09	99,7	3,43	101,2
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	3,30±0,13	102,2	3,33±0,13	99,4	3,62±0,10	100,6	3,42	100,9
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	3,50*±0,10	108,4	3,65*±0,12	109,0	3,87*±0,09	107,5	3,67	108,3
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	3,56*±0,16	110,2	3,77*±0,19	112,5	4,02*±0,11	111,7	3,78	111,5
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	3,37±0,14	104,3	3,50±0,08	104,5	3,60±0,10	100,0	3,49	102,9

Примечание: * - Различия существенны при $p \leq 0,05$

Приложение 7

№	Вариант	Количество стеблей одного растения картофеля сорта Сантэ, фаза цветения							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		шт	% к контр.	шт	% к контр.	шт	% к контр.	шт	% к контролю
1	Контроль	3,35±0,09	100,0	3,43±0,11	100,0	3,45±0,09	100,0	3,41	100,0
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	3,39±0,12	101,2	3,40±0,10	99,1	3,47±0,08	100,6	3,42	100,3
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	3,57*±0,09	106,6	3,72*±0,09	108,5	3,63±0,10	105,2	3,64	106,7
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	3,70*±0,08	110,4	3,98*±0,11	116,0	3,92*±0,11	113,6	3,87	113,5
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	3,56*±0,11	106,3	3,78*±0,08	110,2	3,73*±0,08	108,1	3,69	108,2
6	Биогумус 7,5 т/га	3,44±0,10	102,7	3,55±0,10	103,5	3,59±0,13	104,1	3,53	103,5
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	3,45±0,08	103,0	3,51±0,12	102,3	3,58±0,09	103,8	3,51	103,0
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	3,59*±0,08	107,2	3,70*±0,12	107,9	3,68*±0,12	106,7	3,66	107,3
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	3,75*±0,12	111,9	3,88*±0,09	113,1	3,92*±0,11	113,6	3,85	112,9
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	3,62*±0,09	108,1	3,72*±0,10	108,5	3,76*±0,09	109,0	3,70	108,5

Примечание: * - Различия существенны при $p \leq 0,05$

Приложение 8

№	Вариант		Надземная масса растений картофеля сорта Жуковский ранний, фаза начала увядания нижних листьев							
			2014		2015		2016		Среднее за три года	
			Масса, г	% к конт.	Масса, г	% к конт.	Масса, г	% к конт.	Масса, г	% к конт.
1	Контроль	стебли	73,8±4,4	100,0	109,7±5,4	100,0	81,3±4,1	100,0	88,3	100,0
		листья	130,8±7,8	100,0	164,6±9,1	100,0	140,5±8,9	100,0	145,3	100,0
		общая	204,6±13,6	100,0	274,3±15,8	100,0	221,8±13,5	100,0	233,6	100,0
2	Биойод 50 + 30 мкг/л	стебли	83,3±5,6	112,9	105,8±8,7	96,4	82,7±3,8	101,7	90,6	102,6
		листья	142,7±8,0	109,1	162,3±10,3	98,6	135,4±9,5	96,4	146,8	101,0
		общая	226,0±15,9	110,5	268,1±19,6	97,7	218,1±15,9	98,3	237,4	101,6
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	стебли	83,8*±4,7	113,6	120,4*±5,3	109,8	87,1±5,0	107,1	97,1	110,0
		листья	141,7±8,8	108,3	177,4±9,8	107,8	150,0±9,4	106,7	156,4	107,6
		общая	225,5±15,2	110,2	297,8±17,0	108,6	237,1±13,4	106,9	253,5	108,5
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	стебли	84,1*±3,9	114,0	124,5*±5,1	113,5	96,5*±4,5	118,8	101,7	115,2
		листья	132,9±9,1	101,6	175,2±10,3	106,4	151,8±9,1	108,0	153,3	105,5
		общая	217,0±14,8	106,1	299,7±16,4	109,3	248,3*±13,4	111,9	255,0	109,2
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	стебли	81,6±4,6	110,6	121,4*±5,7	110,7	91,9*±4,0	113,0	98,3	111,3
		листья	153,0*±9,2	117,0	184,4*±10,2	112,0	164,5*±9,7	117,1	167,3	115,1
		общая	234,6*±14,4	114,6	305,8*±16,3	111,5	256,4*±15,3	115,6	265,6	113,7
6	Биогумус 7,5 т/га	стебли	89,4*±5,0	121,1	132,3*±6,5	120,6	103,5*±5,7	127,3	108,4	122,8
		листья	156,3*±9,1	119,5	210,9*±11,3	128,1	182,1*±10,2	129,6	183,1	126,0
		общая	245,7*±15,3	120,1	343,2*±19,2	125,1	285,6±15,4	128,8	291,5	124,8
7	Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	стебли	90,1*±4,9	122,1	135,0*±5,9	123,1	106,4*±5,3	130,9	110,5	125,1
		листья	158,3*±9,3	121,0	204,3*±13,2	124,1	181,6*±9,4	129,3	181,4	124,8
		общая	248,4*±15,8	121,4	339,3*±20,0	123,7	288,0*±17,8	129,8	291,9	125,0
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	стебли	94,8*±5,8	128,5	143,2*±6,8	130,5	104,9*±5,1	129,0	114,3	129,5
		листья	167,1*±10,1	127,8	225,7*±11,0	137,1	184,1*±9,5	131,0	192,3	132,3
		общая	261,9*±17,2	128,0	368,9*±18,2	134,5	289,0*±14,3	130,3	306,6	131,3
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	стебли	94,5*±5,4	128,0	153,1*±7,2	139,6	117,5*±6,3	144,5	121,7	137,8
		листья	160,2*±8,9	122,5	231,4*±12,4	140,6	200,1*±9,0	142,4	197,2	135,7
		общая	254,7*±16,8	124,5	384,5*±21,5	140,2	317,6*±16,4	143,2	318,9	136,5
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	стебли	91,6*±4,9	124,1	143,5*±7,0	130,8	103,0*±5,6	126,7	112,7	127,6
		листья	167,6*±9,3	128,1	240,6*±11,3	146,2	188,6*±10,2	134,2	198,9	136,9
		общая	259,2*±15,4	126,7	384,1*±20,8	140,0	291,6*±15,9	131,5	311,6	133,4

Примечание: * - Различия существенны при $p \leq 0,05$

Приложение 9

№	Вариант		Надземная масса растений картофеля сорта Сантэ, фаза начала увядания нижних листьев							
			2014		2015		2016		Среднее за три года	
			Масса, г	% к конт.	Масса, г	% к конт.	Масса, г	% к конт.	Масса, г	% к конт.
1	Контроль	стебли	105,4±5,3	100,0	230,3±11,4	100,0	140,4±8,2	100,0	158,7	100,0
		листья	155,2±8,7	100,0	403,9±17,1	100,0	246,9±10,7	100,0	268,7	100,0
		общая	260,6±16,1	100,0	634,2±32,1	100,0	387,3±20,1	100,0	427,4	100,0
2	Биойод 50 + 30 мкг/л	стебли	114,0±6,2	108,2	239,6±12,5	104,0	142,3±7,6	101,4	165,3	104,2
		листья	164,9±9,4	106,3	409,5±22,4	101,4	253,4±10,1	102,6	275,9	102,7
		общая	278,9±17,6	107,0	649,1±33,1	102,5	395,7±18,3	102,2	441,2	103,2
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	стебли	124,4*±5,9	118,0	249,8±10,7	108,4	153,2±7,4	109,1	175,8	110,8
		листья	169,4±8,5	109,2	438,6±20,6	108,6	262,6±11,2	106,4	290,2	108,0
		общая	293,8*±16,8	112,7	688,4±35,4	108,5	415,8±18,7	107,3	466,0	109,0
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	стебли	125,7*±6,0	119,3	270,9*±11,0	117,6	160,2*±9,1	114,1	185,6	117,0
		листья	170,7±9,3	110,0	444,8*±20,1	110,1	268,5±11,0	108,7	294,7	109,7
		общая	296,4*±18,9	113,6	715,7*±33,5	112,9	428,7*±21,0	110,7	480,3	112,4
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	стебли	121,4*±5,5	115,2	263,1*±11,8	114,2	175,0*±9,6	124,6	186,5	117,5
		листья	182,8*±9,9	117,8	439,0±21,7	108,7	297,3*±13,4	120,4	306,4	114,0
		общая	304,2*±19,0	116,7	702,1*±34,8	110,7	472,3*±24,8	121,9	492,9	115,3
6	Биогумус 7,5 т/га	стебли	132,1*±6,1	125,3	273,8*±12,4	118,9	178,5*±10,3	127,1	194,8	122,7
		листья	205,9*±9,7	132,7	492,9*±27,0	122,0	333,7*±14,9	135,2	344,2	128,1
		общая	338,0*±18,6	129,7	766,7*±40,9	120,9	512,2*±27,1	132,2	539,0	126,1
7	Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	стебли	128,7*±5,8	122,1	281,8*±14,6	122,4	175,4*±9,7	124,9	195,3	123,1
		листья	200,4*±12,3	129,1	513,0*±28,3	127,0	323,5*±16,0	131,0	345,6	128,6
		общая	329,1*±21,4	126,3	794,8*±46,4	125,2	498,9*±26,1	128,8	540,9	126,6
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	стебли	135,2*±6,4	128,3	287,5*±14,2	124,8	182,7*±10,5	130,1	201,8	127,2
		листья	212,6*±10,5	137,0	513,5*±28,1	127,1	337,5*±15,3	136,7	354,5	131,9
		общая	347,8*±19,8	133,5	801,0*±42,1	126,3	520,2*±27,7	134,3	556,3	130,2
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	стебли	136,0*±7,3	129,0	294,4*±15,3	127,8	190,8*±13,4	135,9	207,0	130,4
		листья	206,5*±12,1	133,1	507,0*±25,9	125,5	343,9*±16,1	139,3	352,5	131,2
		общая	342,5*±21,3	131,4	801,4*±42,4	126,4	534,7*±30,8	138,1	559,5	130,9
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	стебли	140,2*±6,4	133,0	293,6*±13,6	127,5	201,9*±16,2	143,8	211,8	133,5
		листья	211,2*±11,4	136,1	522,4*±29,7	129,3	368,4*±17,4	149,2	367,3	136,7
		общая	351,4*±20,7	134,5	816,0*±44,7	128,7	570,3*±32,1	147,3	579,1	135,5

Примечание: * - Различия существенны при $p \leq 0,05$

№	Вариант	Чистая продуктивность фотосинтеза растений картофеля сорта Жуковский ранний, фазы бутонизация – начала увядания нижних листьев							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		г/(м ² сут)	% к контролю	г/(м ² сут)	% к контролю	г/(м ² сут)	% к контролю	г/(м ² сут)	% к контролю
1	Контроль	3,10	100,0	3,53	100,0	3,21	100,0	3,28	100,0
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	3,20	103,2	3,62	102,5	3,32	103,4	3,38	103,0
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	3,48	112,3	3,83	108,5	3,50	109,0	3,60	109,8
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	3,56	114,8	4,14	117,3	3,68	114,6	3,79	115,5
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	3,36	108,4	4,05	114,7	3,65	113,7	3,69	112,5
6	Биогумус 7,5 т/га	3,60	116,1	4,30	121,8	4,04	125,9	3,98	121,3
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	3,61	116,5	4,25	120,4	4,00	124,6	3,95	120,4
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	3,69	119,0	4,27	121,0	4,03	125,5	4,00	122,0
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	3,73	120,3	4,46	126,3	4,16	129,6	4,12	125,6
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	3,78	121,9	4,56	129,2	4,32	134,6	4,22	128,7

№	Вариант	Чистая продуктивность фотосинтеза растений картофеля сорта Сантэ, фазы бутонизация – начала увядания нижних листьев							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		г/(м ² сут)	% к контролю	г/(м ² сут)	% к контролю	г/(м ² сут)	% к контролю	г/(м ² сут)	% к контролю
1	Контроль	3,36	100,0	6,93	100,0	4,27	100,0	4,85	100,0
2	Биойод 50 + 30 мкг/л	3,34	99,3	6,82	98,4	4,31	100,9	4,82	99,4
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	3,83	113,9	7,68	110,8	4,87	114,1	5,46	112,6
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	3,68	109,5	7,55	108,9	4,72	110,5	5,32	109,7
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	4,00	119,0	8,09	116,7	5,14	120,4	5,74	118,4
6	Биогумус 7,5 т/га	4,04	120,2	8,58	123,8	5,43	127,2	6,02	124,1
7	Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	4,07	121,1	8,67	125,1	5,40	126,5	6,05	124,7
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	4,21	125,3	8,89	128,3	5,71	133,7	6,27	129,3
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	4,14	123,2	8,63	124,5	5,63	131,9	6,13	126,4
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	4,20	125,0	9,14	131,9	5,92	138,6	6,42	132,4

Приложение 12

№	Вариант	Число клубней в кусте у растений картофеля сорта Жуковский ранний, фаза цветения							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		шт	% к контр.	шт	% к контр.	шт	% к контр.	шт	% к контролю
1	Контроль	6,54±0,30	100,0	6,67±0,34	100,0	6,91±0,36	100,0	6,71	100,0
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	6,62±0,26	101,2	6,59±0,35	98,8	6,84±0,37	99,0	6,68	99,6
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	7,22*±0,27	110,4	7,18±0,34	107,6	7,42±0,40	107,4	7,27	108,3
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	7,14*±0,28	109,2	7,60*±0,40	113,9	7,90*±0,44	114,3	7,55	112,5
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	6,49±0,31	99,2	6,77±0,32	101,5	7,02±0,35	101,6	6,76	100,7
6	Биогумус 7,5 т/га	6,70±0,30	102,4	6,82±0,33	102,2	6,99±0,33	101,2	6,84	101,9
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	6,78±0,32	103,7	6,90±0,34	103,4	7,10±0,35	102,7	6,93	103,3
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	7,18*±0,29	109,8	7,38*±0,32	110,6	7,52±0,36	108,8	7,36	109,7
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	7,41*±0,33	113,3	7,78*±0,41	116,6	8,04*±0,40	116,4	7,74	115,4
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	6,82±0,27	104,3	6,94±0,39	104,0	7,08±0,38	102,5	6,95	103,6

Примечание: * - Различия существенны при $p \leq 0,05$

Приложение 13

№	Вариант	Число клубней в кусте у растений картофеля сорта Сантэ, фаза цветения							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		шт	% к контр.	шт	% к контр.	шт	% к контр.	шт	% к контролю
1	Контроль	7,71±0,34	100,0	7,92±0,41	100,0	7,89±0,32	100,0	7,84	100,0
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	7,60±0,33	98,6	7,84±0,43	99,0	7,95±0,41	100,8	7,80	99,5
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	8,41±0,38	109,1	8,80*±0,45	111,1	8,75*±0,40	110,9	8,65	110,3
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	8,86*±0,40	114,9	9,41*±0,46	118,8	9,26*±0,38	117,4	9,18	117,1
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	8,14±0,36	105,6	8,60±0,45	108,6	8,60*±0,37	109,0	8,45	107,8
6	Биогумус 7,5 т/га	7,93±0,38	102,9	7,88±0,39	99,5	8,06±0,38	102,2	7,96	101,5
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	7,74±0,34	100,4	8,04±0,45	101,5	7,98±0,36	101,1	7,92	101,0
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	8,54*±0,45	110,8	8,96*±0,50	113,1	8,70*±0,39	110,3	8,73	111,4
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	9,06*±0,43	117,5	9,20*±0,54	116,2	9,38*±0,41	118,9	9,21	117,5
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	8,50*±0,41	110,2	8,61±0,42	108,7	8,57±0,38	108,6	8,56	109,2

Примечание: * - Различия существенны при $p \leq 0,05$

№	Вариант	Масса клубней одного куста у растений картофеля сорта Жуковский ранний, фаза цветения							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		г	% к контр.	г	% к контр.	г	% к контр.	г	% к контр.
1	Контроль	361,9±17,2	100,0	521,1±22,0	100,0	412,2±19,3	100,0	431,7	100,0
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	370,8±19,6	102,5	513,6±21,5	98,6	398,9±22,4	96,8	427,8	99,1
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	401,2*±18,4	110,9	569,1*±22,4	109,2	452,4*±18,8	109,8	474,2	109,8
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	396,6*±17,3	109,6	608,8*±21,8	116,8	460,8*±20,9	111,8	488,7	113,2
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	423,6*±19,1	117,0	598,6*±20,1	114,9	481,5*±19,1	116,8	501,2	116,1
6	Биогумус 7,5 т/га	454,0*±21,3	125,4	637,6*±23,3	122,4	512,6*±21,4	124,4	534,7	123,9
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	458,4*±23,2	126,7	626,0*±24,5	120,1	508,7*±23,5	123,4	531,0	123,0
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	471,0*±21,1	130,1	659,7*±25,5	126,6	533,4*±20,4	129,4	554,7	128,5
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	491,1*±20,3	135,7	712,5*±25,4	136,7	568,0*±22,4	137,8	590,5	136,7
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	494,7*±21,6	136,7	685,5*±26,5	131,5	554,4*±23,6	134,5	578,2	133,9

Примечание: * - Различия существенны при $p \leq 0,05$

№	Вариант	Масса клубней одного куста у растений картофеля сорта Сантэ, фаза цветения							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		г	% к контр.	г	% к контр.	г	% к контр.	г	% к контр.
1	Контроль	344,5±15,3	100,0	585,4±24,5	100,0	441,5±19,3	100,0	457,1	100,0
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	347,8±16,4	101,0	595,7±24,8	101,8	447,3±20,4	101,3	463,6	101,4
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	350,5±15,1	101,7	627,6±25,4	107,2	468,8±18,8	106,2	482,3	105,5
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	370,5±15,0	107,5	658,3*±24,2	112,4	505,6*±20,3	114,5	511,5	111,9
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	375,7*±15,4	109,1	641,0*±23,1	109,5	478,3±19,8	108,3	498,3	109,0
6	Биогумус 7,5 т/га	408,2*±18,5	118,5	668,7*±26,3	114,2	531,2*±21,4	120,3	536,0	117,3
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	401,4*±17,8	116,5	670,2*±29,0	114,5	526,4*±21,6	119,2	532,7	116,5
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	418,9*±20,0	121,6	689,2*±26,4	117,7	548,3*±24,4	124,2	552,1	120,8
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	426,4*±17,9	123,8	714,6*±27,7	122,1	551,9*±21,8	125,0	564,3	123,5
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	442,3*±18,4	128,4	736,6*±28,8	125,8	580,2*±23,3	131,4	586,4	128,3

Примечание: * - Различия существенны при $p \leq 0,05$

№	Вариант	Урожайность картофеля сорта Жуковский ранний							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		т/га	% к контролю	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю
1	Контроль	21,0	100,0	27,5	100,0	22,1	100,0	23,5	100,0
2	Биойод 50 + 30 мкг/л	21,3	101,4	27,2	98,9	21,8	98,6	23,4	99,6
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	23,1	110,0	29,6	107,6	23,8	107,7	25,5	108,5
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	22,9	109,0	31,8	115,6	25,7	116,3	26,8	114,0
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	24,0	114,3	32,6	118,5	25,0	112,9	27,2	115,7
6	Биогумус 7,5 т/га	25,7	122,4	33,2	120,7	27,4	124,0	28,8	122,6
7	Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	26,1	124,3	33,7	122,5	27,2	123,1	29,0	123,4
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	27,0	128,6	34,3	124,7	28,0	126,7	29,8	126,8
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	27,5	131,0	36,7	133,5	30,5	138,0	31,6	134,5
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	27,8	132,4	35,6	129,5	29,8	134,8	31,1	132,3

№	Вариант	Урожайность картофеля сорта Сантэ							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		т/га	% к контролю	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю	т/га	% к контролю
1	Контроль	23,9	100,0	38,1	100,0	27,2	100,0	29,7	100,0
2	Биойод 50 + 30 мкг/л	24,4	102,1	38,5	101,0	27,8	102,2	30,2	101,7
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	24,2	101,3	41,9	110,0	29,3	107,7	31,8	107,1
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	25,7	107,5	42,9	112,6	30,1	110,7	32,9	110,8
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	25,7	107,5	42,2	110,8	32,0	117,6	33,3	112,2
6	Биогумус 7,5 т/га	30,6	128,0	47,4	124,4	34,4	126,5	37,5	126,3
7	Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	30,7	128,5	47,0	123,4	34,5	126,8	37,4	125,9
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	31,7	132,6	48,4	126,9	34,6	127,2	38,2	128,6
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	30,6	128,0	48,7	127,8	36,3	133,5	38,5	129,6
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	32,3	135,1	49,8	130,7	39,1	143,8	40,4	136,0

Приложение 18

№	Вариант	Содержание фракций клубней в % у картофеля сорта Жуковский ранний											
		2014 год			2015 год			2016 год			Среднее за три года		
		Круп- ная ≥80 г	Сред- няя 50-80 г	Мел- кая ≤ 50 г	Круп- ная ≥80 г	Сред- няя 50-80 г	Мел- кая ≤ 50 г	Круп- ная ≥80 г	Сред- няя 50-80 г	Мел- кая ≤ 50 г	Круп- ная ≥80 г	Сред- няя 50-80 г	Мел- кая ≤ 50 г
1	Контроль	50,4	33,9	15,7	63,7	23,5	12,8	53,3	31,9	14,8	55,8	29,8	14,4
2	Биодод 50 + 30 мкг/л	48,4	35,8	15,8	65,0	21,8	13,2	54,6	30,4	15,0	56,0	29,3	14,7
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	52,6	32,1	15,3	62,7	25,4	11,9	56,7	29,8	13,5	57,3	29,1	13,6
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	46,4	37,2	16,4	58,5	28,0	13,5	50,0	34,3	15,7	51,6	33,2	15,2
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	54,9	31,4	13,7	66,1	22,1	11,8	59,5	27,8	12,7	60,2	27,1	12,7
6	Биогумус 7,5 т/га	56,7	28,7	14,6	66,3	22,4	11,3	59,1	28,2	12,7	60,7	26,4	12,9
7	Биогумус 7,5 т/га + Биодод 50 + 30 мкг/л	57,7	28,1	14,2	67,9	21,1	11,0	57,3	29,6	13,1	61,0	26,3	12,7
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	54,4	31,6	14,0	64,4	24,6	11,0	58,4	28,1	13,5	59,1	28,1	12,8
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	50,9	34,4	14,7	62,6	25,3	12,1	52,2	34,8	13,0	55,2	31,5	13,3
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	58,6	27,9	13,5	68,5	21,1	10,4	61,1	27,0	11,9	62,7	25,3	12,0

Приложение 19

№	Вариант	Содержание фракций клубней в % у картофеля сорта Сантэ											
		2014 год			2015 год			2016 год			Среднее за три года		
		Круп- ная ≥80 г	Сред- няя 50-80 г	Мел- кая ≤ 50 г	Круп- ная ≥80 г	Сред- няя 50-80 г	Мел- кая ≤ 50 г	Круп- ная ≥80 г	Сред- няя 50-80 г	Мел- кая ≤ 50 г	Круп- ная ≥80 г	Сред- няя 50-80 г	Мел- кая ≤ 50 г
1	Контроль	54,7	32,5	12,8	63,5	24,9	11,6	56,0	31,0	13,0	58,1	29,5	12,4
2	Биодод 50 + 30 мкг/л	53,8	34,1	12,1	64,8	23,4	11,8	58,0	29,4	12,6	58,9	29,0	12,2
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	53,8	34,5	11,7	64,5	24,9	10,6	57,1	31,9	11,0	58,5	30,4	11,1
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	50,3	36,6	13,1	59,0	29,8	11,2	52,3	34,2	13,5	53,9	33,5	12,6
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	56,7	33,0	10,3	66,1	25,0	8,9	59,7	31,1	9,2	60,8	29,7	9,5
6	Биогумус 7,5 т/га	59,1	31,0	9,9	67,0	23,7	9,3	61,8	28,3	9,9	62,6	27,7	9,7
7	Биогумус 7,5 т/га + Биодод 50 + 30 мкг/л	58,4	31,6	10,0	66,7	23,6	9,7	61,5	29,0	9,5	62,2	28,1	9,7
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	57,3	32,5	10,2	65,1	24,9	10,0	59,1	30,4	10,5	60,5	29,3	10,2
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	53,3	35,0	11,7	62,5	26,7	10,8	56,2	31,8	12,0	57,3	31,2	11,5
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	59,7	30,8	9,5	69,0	22,4	8,6	64,8	26,1	9,1	64,5	26,4	9,1

№	Вариант	Товарность клубней картофеля, %							
		Жуковский ранний				Сантэ			
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее за три года	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее за три года
1	Контроль	84,3	87,2	85,2	85,6	87,2	88,4	87,0	87,6
2	Биойод 50 + 30 мкг/л	84,2	86,8	85,0	85,3	87,9	88,2	87,4	87,8
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	84,7	88,1	86,5	86,4	88,3	89,4	89,0	88,9
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	83,6	86,5	84,3	84,8	86,9	88,8	86,5	87,4
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	86,3	88,2	87,3	87,3	89,7	91,1	90,8	90,5
6	Биогумус 7,5 т/га	85,4	88,7	87,3	87,1	90,1	90,7	90,1	90,3
7	Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	85,8	89,0	86,9	87,3	90,0	90,3	90,5	90,3
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	86,0	89,0	86,5	87,2	89,8	90,0	89,5	89,8
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	85,3	87,9	87,0	86,7	88,3	89,2	88,0	88,5
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	86,5	89,6	88,1	88,0	90,5	91,4	90,9	90,9

№	Вариант	Содержание сухого вещества в клубнях картофеля сорта Жуковский ранний							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		%	± к контролю	%	± к контролю	%	± к контролю	%	± к контролю
1	Контроль	17,1	-	16,5	-	17,8	-	17,1	-
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	17,0	- 0,1	16,7	+ 0,2	17,8	-	17,2	+ 0,1
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	17,8	+ 0,7	16,5	-	18,4	+ 0,6	17,6	+ 0,5
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	17,7	+ 0,6	16,8	+ 0,3	18,2	+ 0,4	17,6	+ 0,5
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	17,7	+ 0,6	17,3	+ 0,8	18,8	+ 1,0	17,9	+ 0,8
6	Биогумус 7,5 т/га	18,2	+ 1,1	17,6	+ 1,1	18,6	+ 0,8	18,1	+ 1,0
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	17,9	+ 0,8	17,5	+ 1,0	18,4	+ 0,6	17,9	+ 0,8
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	19,7	+ 2,6	17,5	+ 1,0	19,8	+ 2,0	19,0	+ 1,9
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	18,9	+ 1,8	17,7	+ 1,2	19,2	+ 1,4	18,6	+ 1,5
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	18,4	+ 1,3	18,0	+ 1,5	18,9	+ 1,1	18,4	+ 1,3

№	Вариант	Содержание сухого вещества в клубнях картофеля сорта Сантэ							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		%	± к контролю	%	± к контролю	%	± к контролю	%	± к контролю
1	Контроль	23,5	-	19,6	-	22,7	-	21,9	-
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	23,1	- 0,4	19,4	- 0,2	22,7	-	21,7	- 0,2
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	23,5	-	20,0	+ 0,4	23,4	+ 0,7	22,3	+ 0,4
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	23,8	+ 0,3	19,5	- 0,1	22,5	- 0,2	21,9	-
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	23,4	- 0,1	20,2	+ 0,6	22,8	+ 0,1	22,1	+ 0,2
6	Биогумус 7,5 т/га	24,3	+ 0,8	20,7	+ 1,1	24,0	+ 1,3	23,0	+ 1,1
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	23,9	+ 0,4	20,5	+ 0,9	24,3	+ 1,6	22,9	+ 1,0
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	24,4	+ 0,9	21,0	+ 1,4	24,7	+ 2,0	23,4	+ 1,5
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	24,2	+ 0,7	20,6	+ 1,0	23,8	+ 1,1	22,9	+ 1,0
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	24,0	+ 0,5	20,6	+ 1,0	23,6	+ 0,9	22,7	+ 0,8

№	Вариант	Содержание крахмала в клубнях картофеля сорта Жуковский ранний							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		%	± к контролю	%	± к контролю	%	± к контролю	%	± к контролю
1	Контроль	11,5	-	9,1	-	12,4	-	11,0	-
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	11,4	- 0,1	9,3	+ 0,2	12,4	-	11,0	-
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	12,1	+ 0,6	9,2	+ 0,1	12,8	+ 0,4	11,4	+ 0,4
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	12,0	+ 0,5	9,4	+ 0,3	12,6	+ 0,2	11,3	+ 0,3
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	11,7	+ 0,2	9,5	+ 0,4	13,2	+ 0,8	11,5	+ 0,5
6	Биогумус 7,5 т/га	12,1	+ 0,6	9,9	+ 0,8	13,0	+ 0,6	11,7	+ 0,7
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	12,0	+ 0,5	9,8	+ 0,7	12,7	+ 0,3	11,5	+ 0,5
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	13,1	+ 1,6	10,1	+ 1,0	13,6	+ 1,2	12,3	+ 1,3
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	12,7	+ 1,2	10,0	+ 0,9	13,4	+ 1,0	12,0	+ 1,0
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	12,3	+ 0,8	10,3	+ 1,2	13,1	+ 0,7	11,9	+ 0,9

№	Вариант	Содержание крахмала в клубнях картофеля сорта Сантэ							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		%	± к контролю	%	± к контролю	%	± к контролю	%	± к контролю
1	Контроль	14,4	-	11,8	-	14,2	-	13,5	-
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	14,3	- 0,1	11,6	- 0,2	14,3	+ 0,1	13,4	- 0,1
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	14,4	-	12,0	+ 0,2	14,7	+ 0,5	13,7	+ 0,2
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	14,7	+ 0,3	11,8	-	13,9	- 0,3	13,5	-
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	14,3	- 0,1	12,3	+ 0,5	14,2	-	13,6	+ 0,1
6	Биогумус 7,5 т/га	15,0	+ 0,6	12,8	+ 1,0	15,1	+ 0,9	14,3	+ 0,8
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	14,9	+ 0,5	12,6	+ 0,8	15,2	+ 1,0	14,2	+ 0,7
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	15,2	+ 0,8	13,0	+ 1,2	15,7	+ 1,5	14,6	+ 1,1
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	15,0	+ 0,6	12,5	+ 0,7	14,9	+ 0,7	14,1	+ 0,6
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	14,9	+ 0,5	12,7	+ 0,9	15,0	+ 0,8	14,2	+ 0,7

№	Вариант	Содержание аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля сорта Жуковский ранний							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		мг/%	± к контролю	мг/%	± к контролю	мг/%	± к контролю	мг/%	± к контролю
1	Контроль	28	-	21	-	26	-	25	-
2	Биойод 50 + 30 мкг/л	27	- 1	23	+ 2	26	-	25	-
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	29	+ 1	25	+ 4	29	+ 3	28	+ 3
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	30	+ 2	24	+ 3	28	+ 2	27	+ 2
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	27	- 1	22	+ 1	27	+ 1	25	-
6	Биогумус 7,5 т/га	33	+ 5	26	+ 5	30	+ 4	30	+ 5
7	Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	32	+ 4	27	+ 6	30	+ 4	30	+ 5
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	31	+ 3	29	+ 8	32	+ 6	31	+ 6
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	34	+ 6	29	+ 8	31	+ 5	31	+ 6
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	32	+ 4	28	+ 7	28	+ 2	29	+ 4

№	Вариант	Содержание аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля сорта Сантэ							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		мг/%	± к контролю	мг/%	± к контролю	мг/%	± к контролю	мг/%	± к контролю
1	Контроль	22	-	17	-	19	-	19	-
2	Биойод 50 + 30 мкг/л	20	- 2	17	-	18	- 1	18	- 1
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	22	-	19	+ 2	20	+ 1	20	+ 1
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	25	+ 3	21	+ 4	21	+ 2	22	+ 3
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	21	- 1	18	+ 1	21	+ 2	20	+ 1
6	Биогумус 7,5 т/га	24	+ 2	22	+ 5	22	+ 3	23	+ 4
7	Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	24	+ 2	22	+ 5	23	+ 4	23	+ 4
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	24	+ 2	23	+ 6	24	+ 5	24	+ 5
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	28	+ 6	25	+ 8	25	+ 6	26	+ 7
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	27	+ 5	24	+ 7	25	+ 6	25	+ 6

№	Вариант	Содержание нитратов в клубнях картофеля сорта Жуковский ранний							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		мг/кг	± к контролю	мг/кг	± к контролю	мг/кг	± к контролю	мг/кг	± к контролю
1	Контроль	34	-	28	-	56	-	39	-
2	Биоюд 50 + 30 мкг/л	36	+ 2	26	- 2	61	+ 5	41	+ 2
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	36	+ 2	32	+ 4	67	+ 11	45	+ 6
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	29	- 5	24	- 4	47	- 9	33	- 6
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	38	+ 4	29	+ 1	62	+ 6	43	+ 4
6	Биогумус 7,5 т/га	42	+ 8	31	+ 3	67	+ 11	47	+ 8
7	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	40	+ 6	26	- 2	65	+ 9	44	+ 5
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	44	+ 10	33	+ 5	74	+ 18	50	+ 11
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	41	+ 7	30	+ 2	64	+ 8	45	+ 6
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	42	+ 8	27	- 1	69	+ 13	46	+ 7

№	Вариант	Содержание нитратов в клубнях картофеля сорта Сантэ							
		2014 год		2015 год		2016 год		Среднее за три года	
		мг/кг	± к контролю	мг/кг	± к контролю	мг/кг	± к контролю	мг/кг	± к контролю
1	Контроль	21	-	26	-	45	-	31	-
2	Биойод 50 + 30 мкг/л	17	- 4	22	- 4	49	+ 4	29	- 2
3	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	24	+ 3	28	+ 2	55	+ 10	36	+ 5
4	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	21	-	17	- 9	43	- 3	27	- 4
5	Экстрасол 100 + 50 мл/л	19	- 2	23	- 3	48	+ 3	30	- 1
6	Биогумус 7,5 т/га	29	+ 8	26	-	58	+ 13	38	+ 7
7	Биогумус 7,5 т/га + Биойод 50 + 30 мкг/л	26	+ 5	27	+ 1	55	+ 10	36	+ 5
8	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	33	+ 12	31	+ 5	56	+ 11	40	+ 9
9	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	27	+ 6	19	- 7	52	+ 7	33	+ 2
10	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	32	+ 11	39	+ 13	61	+ 16	44	+ 13

Сорт	Вариант	Урожайность картофеля, т/га														
		2014 год					2015 год					2016 год				
		Вариант				сред- няя	Вариант				сред- няя	Вариант				сред- няя
		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
Жуковский ранний	Контроль	21,2	20,2	21,6	21,1	21,0	28,3	27,2	27,6	26,9	27,5	22,0	22,9	22,4	21,1	22,1
	Биоюд 50 + 30 мкг/л	21,6	21,1	22,5	20,1	21,3	26,4	27,5	28,0	27,0	27,2	22,1	21,6	21,0	22,5	21,8
	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	22,8	24,1	22,4	23,0	23,1	30,2	28,9	29,1	30,0	29,6	23,0	24,0	23,6	24,7	23,8
	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	23,4	23,2	22,3	22,7	22,9	30,9	32,1	31,9	32,1	31,8	26,1	26,0	25,0	25,6	25,7
	Экстрасол 100 + 50 мл/л	23,7	24,0	24,6	23,7	24,0	31,3	33,2	33,0	32,9	32,6	25,8	24,3	24,7	25,2	25,0
	Биогумус 7,5 т/га	26,3	25,2	26,0	25,4	25,7	32,8	33,0	32,8	34,0	33,2	27,6	26,9	27,2	28,0	27,4
	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	27,0	25,3	26,3	25,6	26,1	34,1	33,2	33,6	34,0	33,7	27,6	27,1	26,4	27,5	27,2
	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	27,6	25,9	26,8	27,8	27,0	33,6	34,5	34,5	34,6	34,3	28,3	27,4	27,8	28,6	28,0
	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	28,0	28,2	27,1	26,8	27,5	36,4	37,4	36,0	37,1	36,7	31,1	30,0	31,0	29,9	30,5
	Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	28,4	27,8	28,0	26,9	27,8	35,1	36,5	35,2	35,7	35,6	30,6	29,4	29,0	30,2	29,8
Сантэ	Контроль	22,4	24,8	23,7	24,6	23,9	37,5	38,5	37,4	39,1	38,1	27,9	26,9	26,8	27,1	27,2
	Биоюд 50 + 30 мкг/л	23,1	25,6	24,3	24,7	24,4	36,9	37,4	40,2	39,3	38,5	28,4	27,8	26,4	28,5	27,8
	Фульвогумат 1 + 3 мл/л	24,7	24,1	22,2	25,8	24,2	41,5	43,1	40,3	42,6	41,9	28,2	29,4	29,2	30,3	29,3
	Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	26,9	25,8	25,2	24,8	25,7	43,0	44,6	41,8	42,2	42,9	30,2	29,7	31,5	29,1	30,1
	Экстрасол 100 + 50 мл/л	26,3	24,6	26,1	25,6	25,7	41,3	42,6	42,9	42,0	42,2	31,7	32,4	31,1	32,8	32,0
	Биогумус 7,5 т/га	31,0	31,7	29,3	30,3	30,6	47,6	47,0	48,6	46,4	47,4	35,5	34,1	34,6	33,4	34,4
	Биогумус 7,5 т/га + Биоюд 50 + 30 мкг/л	30,6	30,1	31,1	30,9	30,7	46,2	46,8	48,0	46,8	47,0	34,8	33,5	34,3	35,2	34,5
	Биогумус 7,5 т/га + Фульвогумат 1 + 3 мл/л	31,4	30,1	32,7	32,4	31,7	49,7	47,9	49,0	47,1	48,4	33,8	35,1	34,9	34,7	34,6
	Биогумус 7,5 т/га + Циркон 0,5 + 0,3 мл/л	30,8	29,4	31,1	31,2	30,6	48,9	50,0	48,2	47,6	48,7	36,8	36,1	37,0	35,3	36,3
Биогумус 7,5 т/га + Экстрасол 100 + 50 мл/л	33,0	31,2	32,9	32,1	32,3	50,7	49,0	50,4	49,0	49,8	38,2	40,1	39,4	38,7	39,1	

Дисперсионный анализ урожайности картофеля сортов

Жуковский ранний и Сантэ

2014 год

№	Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fф	F	Sd	НСР
1	Общая	923,33	79					
2	Повторения	1,54	3					
3	Фактор А	627,52	9	69,72	93,20	2,07	0,43	0,87
4	Фактор В	220,78	1	220,78	295,10	4,03	0,19	0,39
5	Взаимодействие АВ	30,84	9	3,43	4,58	2,07		
6	Остаток (ошибки)	42,64	57	0,75				
		Sx = 0,43 Sd = 0,61 НСР05 = 1,23						

2015 год

№	Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fф	F	Sd	НСР
1	Общая	4081,68	79					
2	Повторения	1,84	3					
3	Фактор А	988,55	9	109,84	135,00	2,07	0,45	0,91
4	Фактор В	2996,35	1	2996,35	3682,69	4,03	0,20	0,41
5	Взаимодействие АВ	48,56	9	5,40	6,63	2,07		
6	Остаток (ошибки)	46,38	57	0,81				
		Sx = 0,45 Sd = 0,64 НСР05 = 1,28						

2016 год

№	Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	Fф	F	Sd	НСР
1	Общая	1723,13	79					
2	Повторения	1,45	3					
3	Фактор А	837,94	9	93,10	177,49	2,07	0,36	0,73
4	Фактор В	819,84	1	819,84	1562,90	4,03	0,16	0,33
5	Взаимодействие АВ	34,00	9	3,78	7,20	2,07		
6	Остаток (ошибки)	29,90	57	0,52				
		Sx = 0,36 Sd = 0,51 НСР05 = 1,03						

Приложение 31