

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО - ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
КАРТОФЕЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА ИМ. А.Г. ЛОРХА»

На правах рукописи

ЖЕВОРА СЕРГЕЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ
ЭЛЕМЕНТОВ БИОЛОГИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ
В РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Специальность 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Научный консультант:
доктор сельскохозяйственных
наук, профессор, академик РАН,
Пивоваров В.Ф.

Красково – 2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1 ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РЕАЛИЗАЦИЮ ЕГО ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕГИОНА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ...	15
1.1 Тенденции развития аграрного сектора в современных агроклиматических условиях.....	15
1.2 Основные агротехнические факторы, влияющие на урожайность и показатели качества картофеля различного направления использования	20
1.3 Роль севооборота в формировании продуктивности картофеля и агроценоза	27
1.4. Эффективность применения биологических мелиорантов	33
1.5 Минеральные удобрения, дозы, сроки и формы.....	40
1.6 Роль органоминеральных, микробиологических удобрений и микроэлементов в повышении урожайности картофеля	53
1.7 Эффективность применения регуляторов роста растений	67
Заключение к главе 1	72
Глава 2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ.....	74
2.1 Объект и материал исследований.....	74
2.2 Место проведения, схемы опытов и агротехника.....	74
2.3 Почвенно-климатические условия проведения опытов.....	89
2.4 Методы исследований	101
Глава 3 ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ РЕАЛИЗАЦИЮ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЯ В СЕВЕРНОЙ ЗОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ	104
3.1 Приоритетные элементы технологии возделывания.....	104
3.2 Сидеральные предшественники как фактор оздоровления среды и повышения продуктивности	116

Заключение к главе 3	123
Глава 4 ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ	125
4.1 Стабилизированный карбамид (УТЕС 46) – экологически безопасная форма азотного удобрения в производстве высоко крахмалистого картофеля ...	125
4.2 Минеральные удобрения на основе цеолита – перспективная экологически безопасная форма удобрений для картофеля	133
4.3 Применение минеральных и микробиологических удобрений – фактор получения стабильных урожаев картофеля высокого качества	141
4.4 Некорневые подкормки органоминеральными удобрениями как элемент технологии возделывания картофеля	166
Заключение к главе 4	183
Глава 5 ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В БОГАРНЫХ И ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА	186
5.1 Потенциал продуктивности картофеля и пути его реализации в степной зоне Южного Урала	186
5.2 Влияние применения минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность картофеля в богарных и орошаемых условиях	192
Заключение к главе 5	204
Глава 6 ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И АДАПТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНОГО ЦЕЛЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: СТОЛОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПЕРЕРАБОТКИ НА КРАХМАЛ, ЧИПСЫ, ФРИ И СУХОЕ ПЮРЕ	206
6.1 Эколого-географическая оценка перспективных сортов картофеля	207
6.2 Адаптивная способность перспективных сортов картофеля	216
6.3 Математическое моделирование формирования урожайности картофеля	235

6.4 Экономическая и энергетическая эффективность перспективных сортов картофеля	241
Заключение к главе 6	245
Глава 7 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА В СИСТЕМЕ РЫНОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ	247
7.1. Экономическая эффективность внедрения элементов адаптивно-биологизированной технологии возделывания картофеля по регионам России .	248
7.2 Состояние производства и потребления картофеля в стране	258
7.3 Методические подходы к оценке уровня производства картофеля в хозяйствах населения с учетом предварительных данных Всероссийской сельскохозяйственной переписи.....	264
7.4 Организационно-экономический фактор роста производства картофеля в хозяйствах населения (результаты социологического опроса)	270
Заключение к главе 7	277
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	280
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ	284
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	286
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	315

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. В стратегии научно-технологического развития Российской Федерации одной из приоритетных задач является переход к высокопродуктивному и экологически сберегающему производству сельскохозяйственной продукции, основанный на разработке и внедрении в систему возделывания культур альтернативных источников органических удобрений, биологических препаратов и сбалансированного использования средств химизации. Разработка технологий применения биологически активных препаратов является частью адаптивно-интегрированной стратегии, позволяющей снизить техногенную нагрузку на почву и растение.

Адаптивно-биологизированные технологии основываются на эндогенных и экзогенных составляющих, где факторы внешней среды оказывают существенное влияние на реализацию генетического потенциала сорта. Управление почвенным плодородием и возделывание адаптивных сортов картофеля, нацеленное на повышение продуктивности культуры, должно носить системный характер, основанный на применении оптимальных доз и усовершенствованных форм вносимых удобрений, наличия мелиоративных систем, современной техники, технологий и качественного семенного материала.

Включение в технологию возделывания перспективных и новых сортов картофеля, в сочетании с управляемыми агротехническими приёмами: оптимальными дозами минеральных удобрений, в том числе новыми модернизированными формами, регуляторами роста растений и микробиологическими препаратами, как для предпосадочной подготовки семенного материала, так и некорневого опрыскивания растений, сидератов, орошения и других агроприемов позволяет формировать высококачественную продукцию в заданном направлении, при высокой окупаемости затрат.

Степень разработанности темы. Изучением роста, развития и разработкой приёмов возделывания сельскохозяйственных культур, в т. ч. картофеля, гармонизацией производства и окружающей среды в земледелии занимались выдающиеся

ученые: А.Т. Болотов (1738-1833 гг.), А.В. Советов (1826-1901 гг.), А.Н. Энгельгардт (1832-1893 гг.), Е.А. Грачёв (1826-1877 гг.), Н.Я. Никитинский (1855-1911 гг.), Н.М. Тулайков (1875-1937 гг.), А.Г. Лорх (1889-1980 гг.), П.А. Костычев (1845-1895 гг.), В.В. Докучаев (1846-1903 гг.), В.Р. Вильямс (1863-1939 гг.). В работах классиков отечественной агрономии были разработаны основы ведения земледелия с использованием средств биологизации: возделывание бобовых и многолетних трав, экологически пластичных сортов картофеля, введение севооборотов, использование на удобрение природных русских фосфоритов, освоение травопольной системы земледелия, что явилось базой для внедрения в современных условиях экологически безопасных ресурсосберегающих технологий в сельскохозяйственном производстве.

Эти идеи нашли развитие в работах: В.М. Володина, А.А. Жученко, В.И. Кирюшина, А.Н. Каштанова, А.А. Завалина, Ф.Б. Прижукова, И.М. Яшиной, Б.В. Анисимова, А.В. Коршунова, Е.Г. Лысенко, Ю.Н. Лысенко, В.И. Старовойтова, А.А. Васильева, З.И. Усановой, Э.В. Засориной и других отечественных и зарубежных ученых: R.J. Cook, R. Cooper, A.J. Haverkort, N.U. Haase, J.F. Ma, J.D. Mansvelt и др.

Вместе с тем, аналитический обзор результатов исследований показал, что технологии возделывания картофеля в современных условиях требуют дальнейшего совершенствования. Остается не изученной реакция современных отечественных сортов на применение ряда новых форм минеральных, органоминеральных, микробиологических удобрений, регуляторов роста растений, их сочетаний с другими элементами технологий, таких как прогревание семян, использование сидератов и орошения для регионов России.

Цель исследований – теоретическое обоснование и практическая разработка приемов адаптивной биологизации возделывания перспективных отечественных сортов картофеля, обеспечивающих получение высокой урожайности и качества для целевого использования в различных природно-климатических условиях России.

Задачи исследований: дать теоретическое обоснование основных элементов адаптивно-биологизированной технологии возделывания сортов картофеля для

различного направления использования в зависимости от особенностей почвенно-климатических условий региона выращивания;

– усовершенствовать систему питания картофеля: в северных и центральных районах – путем снижения доз минеральных удобрений на 30-50% от рекомендуемых уровней, за счет сочетания с микробиологическими препаратами, регуляторами роста и сидератами; в условиях степной зоны Южного Урала расчетных доз NPK в сочетании с регуляторами роста при орошении;

– разработать технологические приемы применения новых форм минеральных удобрений (карбамид UTEC46, NPK+ Si), дать оценку влияния предпосадочной обработки семенного материала и некорневых подкормок новыми формами органоминеральных препаратов на формирование урожайности и качества сортов картофеля в зависимости от группы спелости и целей использования;

– провести агроэкологическое изучение сортов картофеля различных групп спелости по уровню урожайности, биохимическим, потребительским и технологическим параметрам качества, дать оценку адаптивной способности по показателям продуктивности в различных природно-климатических условиях;

– выявить сорта, отличающиеся высоким уровнем урожайности, стабильности биохимических и потребительских качеств, лёжкости, экономических и энергетических показателей для различного целевого использования;

– провести математическое моделирование продуктивности сортов картофеля с основными агроклиматическими показателями условий выращивания;

– экономически обосновать предлагаемые технологические элементы адаптивно-биологизированной технологии возделывания картофеля в различных категориях хозяйств; провести анализ и дать предложения по развитию отрасли картофелеводства.

Объектом исследования являлись сорта картофеля разного срока созревания, их реакция на изучаемые факторы и условия выращивания: Арлекин, Бабушка, Браво, Брянский деликатес, Брянский надежный, Гала, Голубизна, Гусар, Диво,

Жуковский ранний, Захар, Ильинский, Колобок, Кортни, Крепыш, Лига, Ломоносовский, Лорх, Любава, Малиновка, Накра, Никулинский, Памяти Рогачева, Погарский, Русский сувенир, Удача, Фрителла, Чароит, Югана.

Научная новизна: В условиях северной зоны Европейской части России проведены комплексные исследования и установлено значение предпосадочного прогревания, применения регуляторов роста растений, сидератов и сбалансированных доз минеральных удобрений в получении высокой урожайности (38-42,9 т/га), улучшении её структуры и качества продукции, а также повышении фитосанитарного состояния пашни.

Запашка люпина в сочетании с половинной дозой удобрений $N_{45}P_{45}K_{90}$ и регуляторов роста растений (Вигор Форте, Атоник) позволила получить урожайность картофеля 41,0-41,5 т/га, что на уровне значений 41,7-42,9 т/га, полученных от совместного действия полной дозы $N_{90}P_{90}K_{135}$, регуляторов роста и прогревания клубней, при этом засоренность пашни снижалась до безопасного уровня. На основании многолетних исследований (16 лет) в Центральном регионе России установлено: применение $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$ на дерново-подзолистых почвах способствует повышению урожайности картофеля на 12-15% относительно средней дозы традиционных удобрений в дозе $N_{90}P_{90}K_{135}$.

При использовании современных высокоэффективных форм удобрений: карбамид УТЕС 46, удобрений на основе цеолита, наиболее полно реализуется потенциал продуктивности среднеспелых и среднепоздних сортов картофеля. Применение этих форм удобрений экологически безопасно, позволяет снизить расход удобрений, что приводит к получению стабильных урожаев с высоким качеством продукции.

Впервые исследована эффективность препаратов Басфолиар Авант Натур, Мастер Грин К, Агровин Са, Агровин Mg-Zn-B, Агровин Микро на основе L аминокислот для некорневых подкормок, обеспечивающих повышение урожайности картофеля, увеличение выхода семенной фракции клубней, сбора крахмала с единицы площади, улучшение потребительских качеств, снижение поражаемости

грибными болезнями. Установлена высокая эффективность предпосадочной обработки клубней и некорневых обработок растений микробиологическими препаратами: Азолен, Биокомпозит-коррект, Экстрасол, Байкал, Азотовит, Фосфатовит, Агринос «1» и Агринос «2» для активизации минерального питания растений, повышения в 2 раза коэффициентов усвоения питательных элементов, формирования урожая с заданными параметрами качества, защиты растений от болезней, повышения биологической активности почвы и лёжкости продукции во время хранения.

В условиях степной зоны Южного Урала при орошении экономическая эффективность применения удобрений и регуляторов роста возрастала в 7-25 раз.

На 15-ти сортах картофеля при их возделывании в различных почвенно-климатических зонах установлена изменчивость и адаптивная способность сортов. Высокая специфическая адаптивная способность характерна для раннего сорта Ломоносовский ($bi=1,12$) и среднеспелых: Колобок ($bi=1,34$) и Гусар ($bi=1,14$), в связи с этим эти сорта целесообразно включать в интенсивные технологии. Наибольшая устойчивость к различным условиям выращивания характерна для сортов Памяти Рогачева, Бабушка и Кортни. Установлено, что наибольшее влияние температурного и влажностного режимов на урожайность всех сортов приходится на период всходы - бутонизация. Для картофеля ранних сортов существенное действие климатических факторов проявляется в период посадки - всходов, для среднеспелых и среднепоздних сортов – в период бутонизации - начала отмирания ботвы.

Практическая значимость работы состоит в том, что разработаны приемы повышения продуктивности и качества перспективных и новых отечественных сортов картофеля. В условиях северной зоны Европейской части России предпосадочное применение регуляторов роста растений и прогревания клубней на фоне НРК увеличивало товарную урожайность на 8,2-9,7 т/га (26-29%), снижало себестоимость продукции на 17%, увеличивало доход в 1,9-2,0 раза, повышало окупаемость затрат на 40-52% и уровень рентабельности производства в 1,4-1,8 раза. Влияние биомассы люпина с применением половинной дозы $N_{45}P_{45}K_{90}$ и регуляторов роста растений эквивалентно комплексному действию полной дозы $N_{90}P_{90}K_{135}$, регуляторов роста и прогревания клубней.

Установлено антистрессовое и иммуностимулирующее действие биопрепаратов на основе L аминокислот при некорневых подкормках картофеля, обеспечивающих повышение сопротивляемости болезням, снижение отрицательного действия гербицидов и ускорение формирования клубней.

Исследован ряд сортов картофеля для целевого возделывания в сельскохозяйственном производстве, личных подсобных хозяйствах и на переработку. Разработаны приемы, обеспечивающие более полную реализацию их потенциальной продуктивности. Применение $N_{40}P_{60}K_{60}Si_1$ обеспечивало существенное снижение нормы расхода д. в. с 200 до 160 кг/га и повышение продуктивности картофеля на 2,8 т/га (10,1%), выхода семян на 17,6 тыс. шт./га, сбора крахмала с 1 гектара на 27,7% относительно комплексного минерального удобрения Бона Форте (N: P: K = 10: 20: 20) в дозе $N_{40}P_{80}K_{80}$.

Использование $N_{165}P_{125}K_{270}$ в сочетании с регуляторами роста в условиях степной зоны Южного Урала при орошении позволило получать стабильно высокую урожайность (40,2-52,9 т/га) и товарность (92,0-96,8%), увеличивать качество продукции и выход крахмала с единицы площади. Величина условного дохода повышалась на сорте Удача в 8,5-30,5 раз [в вариантах: Вигор Форте (клубни + растения) и Энергия-М по клубням]; на сорте Жуковский ранний – в 7,8-22,7 раза, соответственно аналогичных вариантов на богаре.

Для 15-ти сортов картофеля установлена адаптивная способность. В условиях северной зоны Европейской части России наибольшая продуктивность (36,3-38,3 т/га, товарность 78-82%) формируется у ранних и среднеранних сортов картофеля с наибольшим условно-чистым доходом (388,5-397,1 тыс. руб./га) и рентабельностью производства (234-236 %). Продукция всех сортов пригодна для использования в свежем виде; на промышленную переработку: сорта Арлекин, Браво, Кортни (среднеранние) – на крахмал; Ломоносовский (ранний), Кортни (среднеранний), Фрителла, Югана (среднеспелые) – на обжаренные продукты; Ломоносовский (ранний), Бабушка и Кортни (среднеранние) – на сухое картофельное пюре. В условиях Центрального региона для четырех сортов из группы среднеранних: Арлекин,

Браво, Кортни, Памяти Рогачева, и одного из группы среднеспелых – Колобок, выявлена пригодность к большинству видов переработки. В условиях степной зоны Южного Урала при относительно низкой урожайности (21,7-29,3 т/га) и товарности (78-82%), все исследованные сорта характеризовались высокими биохимическими, потребительскими показателями и лёжкостью (более 95%), при одновременной возможности их использования для переработки на все виды картофелепродуктов. Выделившиеся по хозяйственно-значимым признакам сорта: Чароит, Арлекин, Бабушка, Браво, Кортни, Памяти Рогачева, были энергетически не эффективны – $K_{\text{ЭЭ}} = 0,91-0,95$, поэтому в Оренбургской области необходимым условием возделывания картофеля является проведение орошения, доля участия которого в формировании продуктивности составляет более 65%

Положения, выносимые на защиту – в условиях северной зоны Европейской части России прогревание и обработка регуляторами роста клубней ускоряет рост и развитие растений, повышает массу ботвы, площадь листьев, урожайность и качество;

– использование люпина однолетнего на зеленое удобрение снижает засоренность пашни до безопасного уровня, повышает биологическую эффективность удобрений и регуляторов роста, обеспечивает рост урожайности, товарности и качества продукции, при 50 % экономии минеральных удобрений;

– карбамид (УТЕС 46) – экологически безопасная форма азотного удобрения в производстве крахмалистых сортов картофеля среднеспелой и среднепоздней группы созревания; минеральные удобрения на основе цеолита с включением Si позволяют экономить расход питательных элементов и получать высокие прибавки урожайности;

– некорневые подкормки органоминеральными удобрениями с высоким содержанием L аминокислот и микробиологические препараты как элементы адаптивно-биологизированной технологии возделывания картофеля выполняют анти-стрессовую, защитную и стимулирующую функцию;

– в степной зоне Южного Урала с неустойчивым влагообеспечением продуктивность картофеля и экономическая выгода от применения минеральных удобрений и регуляторов роста многократно увеличиваются в условиях орошения по сравнению с аналогичными вариантами на богаре;

– эколого-географическая, статистическая, экономическая, энергетическая оценка параметров возделывания и адаптивная способность перспективных сортов картофеля для различного целевого использования: столового назначения, переработки на крахмал, чипсы, «фри» и сухое пюре.

Степень достоверности. В процессе исследований использовались современные методы учётов и наблюдений в полном соответствии с ГОСТами и стандартными методами анализа и оценки экспериментального материала.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждается комплексным подходом к изучению агроприемов, использованием современных методов статистической обработки экспериментальных данных, а также сопоставлением результатов исследований с данными, полученными учёными в нашей стране и за рубежом. Достоверность различий между средними вычисляли методом одно-, двух- и трехфакторного дисперсионного анализа на 5% уровне значимости (Доспехов Б.А., 1985), программы AgCStat (надстройка к Excel – авторы Гончар-Зайкин П.П., Чертов В.Г., 2012).

Личное участие автора заключалось в постановке целей и задач исследования, планировании экспериментов, закладке полевых и производственных опытов, первичном сборе данных, анализе, обобщении и интерпретации полученных результатов, внедрении их в производство, подготовке диссертации, заключения и рекомендаций производству. Долевое участие автора составляет 85%.

Апробация результатов исследований. Основные результаты исследований и положения, выносимые на защиту, докладывались на: заседаниях комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию, 2016-2019 гг.; научно-практических конференциях «Состояние и перспективы инновационного развития индустрии картофеля в условиях импортозамеще-

ния», г. Чебоксары 2015-2019 гг. (Межрегиональная отраслевая выставка «Картофель»); научно-практических семинарах и конференциях, проводившихся на базе ВНИИКХ 2015-2019 гг.; научно-практической конференции «Селекция и семеноводство картофеля» ФИЦ ИЦИГ, г. Новосибирск 1 августа 2017 г.; агрономических совещаниях г. Москва 2017-2018 гг.; Днях науки в Республике Беларусь, г. Минск 27-28 июня 2017 г.

Внедрение результатов исследований. Усовершенствованные элементы технологии возделывания картофеля внедрены в производство четырех хозяйств Архангельской, Московской, Брянской и Оренбургской областей на общей площади 633 гектара, получен условный доход в размере 16,2 млн. рублей. Разработки автора вошли в рекомендации: «Современные технологии производства семенного картофеля». Практическое руководство. Чебоксары. 2018; «Сорта картофеля различного целевого использования селекционного центра ВНИИКХ», Чебоксары, 2017; «Сорта картофеля российской селекции», Москва, 2018; «Сортовые ресурсы картофеля для возделывания в регионах России», Москва, 2018; «Новые перспективные сорта картофеля российской селекции», Чебоксары, 2018; «Конкурентоспособные технологии семеноводства, производства и хранения картофеля», Москва, 2018; «Картофель для переработки: параметры качества, специальные сорта, особенности выращивания», Чебоксары, 2019.

Публикации в печати. Опубликовано всего 90 работ, в том числе 42 по теме диссертации, из них 18 – в журналах из списка ВАК и одна работа – в журналах списка Scopus. Общий объем публикаций составил 24,2 п. л., из них лично соискателю принадлежит 12,8 п. л.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав, заключения и предложений производству. Работа изложена на 314 страницах компьютерного текста, содержит 93 таблицы, 20 рисунков и 54 приложения. Список литературы включает 427 наименований, в том числе 108 иностранных авторов; 8 электронных источников.

Благодарности: автор выражает признательность и благодарность за помощь в постановке и проведении опытов всем сотрудникам отдела агротехнологической оценки сортов ФГБНУ ВНИИКХ, научному консультанту: д. с.-х. наук, профессору, академику РАН Пивоварову В.Ф.; д. т. наук, академику РАН Измайлову А.Ю., д. с.-х. наук, профессору Федотовой Л.С., д. э. наук Зельднеру А.Г., д. э. наук Осипову В.С., д. т. наук Старовойтову В.И., д. с.-х. наук Симакову Е.А., д. э. наук Тульчеву В.В., к. с.-х. наук Овэс Е.В., Гордиенко Н.Н., к. ф. наук Аршину К.В.; руководителям, сотрудникам агрономической службы и работникам хозяйств: «АПК Любовское», КФХ «Надеин С.Н.» Архангельской области, КФХ «Ягудин Н.В.» Московской области, ОАО «Погарская картофельная фабрика» Брянской области; ООО «Агрофирма Краснохолмская» и КФХ «Павленко С.Н.» Оренбургской области.

ГЛАВА 1 ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИЙ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ РЕАЛИЗАЦИЮ ЕГО ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕГИОНА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ

1.1 Тенденции развития аграрного сектора в современных агроклиматических условиях

По данным Министерства сельского хозяйства РФ, ежегодно в нашей стране выпускается около 17-18 млн. т минеральных удобрений в пересчете на действующее вещество (д. в.), из которых в отечественной аграрной отрасли применяется не более 2,4 млн. тонн. Весь остальной объем поставляется на экспорт. В результате такого масштабного производства удобрений возникает внушительное количество отходов химической промышленности, прежде всего фосфогипса, и других. При этом потенциальный ресурс внутреннего рынка в удобрениях составляет 8-10 млн. тонн д. в. NPK, что в четыре раза больше, чем применяется сейчас (Чекмарев П.А., 2009). В последние годы отмечается тенденция увеличения объема вносимых удобрений. К примеру, в 2014 году количество используемых на отечественных полях минеральных туков возросло на 6,6%, органических – на 13,7%. Однако уголья, подвергнутые воздействию агрохимикатов, составляют около 46% от общей посевной площади сельскохозяйственных культур (Сычев В.Г., Аристархов А.Н., Володарская И.В. и др., 2003). К тому же, как правило, сельхозпроизводители применяют самые дешевые и распространенные формы удобрений – нитроаммофоски (N:P:K) с незначительными различиями в содержании и соотношении этих трех элементов, часто с осени вносят калий хлористый.

В середине XX века пропагандировались и применялись интенсивные системы удобрений с высокими дозами NPK, пестицидов и техника с активными рабочими органами, анализ последствий таких систем и орудий показал, что окупае-

мость высоких доз НРК и техники быстро снижается, а почвенная система деградирует (Прокошев, Вьюгина, 1978; Жученко, 1985; 2010; Лебедева Л.А., 1985; Парахин Н.В., 2002; Николайкин Н.И., Николайкина Н.Е., Мелехова. О.П., 2003; Степанов А.Л., 2012; Семенов В.М., Глинушкин А.П., Соколов М.С., 2016; Савин И.Ю., Исаев В.А. и др. 2016; Knowles, 1982; Liu, SW, Zhao, C, Zhang, YJ, et al., 2015).

Спад химизации и запустение полей, наступившие в нулевые годы по всей стране, также имеют негативные последствия, т.к. потери доступных растениям элементов питания вследствие инфильтрации осадков, газообразных потерь, перехода в недоступные формы и разрушения при эрозионных процессах приводят к быстрому истощению пашни (Небольсин А.Н., Небольсина З.П., 2010; Ковалев Н.Г., 2004; 2015; Белоус Н.М., Ториков В.Е., Соколов Н.А., 2018).

За время развала СССР из сельскохозяйственного оборота было выведено 41 млн. га пашни, что сопоставимо с площадью 10-ти Голландий. Вовлечение этих земель в сельскохозяйственную эксплуатацию происходит медленными темпами и это представляет экологическую опасность в плане распространения вредоносных сорняков: борщевик Сосновского (*Heracleum sosnowskyi*), бодяк полевой (*Cirsium arvense*), осот полевой (*Sonchus arvensis*), пырей ползучий (*Elytrigia repens*) и т.д., вредителей, болезней, возникновения пожаров и других неконтролируемых последствий. В то же время стратегия вовлечения этих залежных земель имеется (Экологическая доктрина, 2003; Баутин В.М. и др., 2004; Шегорец О.В., 2008; Миндрин А.С., 2008; Никитина З.В., 2010; Семькин В.А., Засорина Э.В., Стародубцева М.В., 2012), но требуется государственное вмешательство для её осуществления (Афанасьев В., Пешков А., 2003).

В нашей стране ведение хозяйства по экстенсивному типу происходит не только в ряде СХО, но в основном, в секторе ЛПХ. В последние годы наблюдается тенденция, при которой нерадивые пользователи дачных участков уступают (продают) свою территорию людям с видением процессов развития окружающей среды и достижений аграрной науки. Элементы экологизации сельского хозяйства, отражающие производство продуктов питания в согласии с природой, были заложены в трудах основоположников земледелия России: А.Т. Болотов (1738-1833 гг.), А.В.

Советов (1826-1901 гг.), А.Н. Энгельгардт (1832-1893 гг.), Е.А. Грачёв (1826-1877 гг.), Н.Я. Никитинский (1855-1911 гг.), Н.М. Тулайков (1875-1937 гг.), А.Г. Лорх (1889-1980 гг.), П.А. Костычев (1845-1895 гг.), В.В. Докучаев (1846-1903 гг.), В.Р. Вильямс (1863-1939 гг.). В работах этих учёных были разработаны основы ведения земледелия с использованием средств биологизации: бобовых и многолетних трав, экологически пластичных сортов картофеля, введение севооборотов, использование на удобрение природных русских фосфоритов, освоение травопольной системы земледелия, что явилось базой для внедрения в современных условиях эколого-безопасных ресурсосберегающих технологий в сельскохозяйственном производстве.

Эти идеи нашли развитие в работах: В.М. Володина, А.А. Жученко, В.И. Кирюшина, А.Н. Каштанова, А.А. Завалина, Ф.Б. Прижукова, И.М. Яшиной, Б.В. Анисимова, А.В. Коршунова, Е.Г. Лысенко, Ю.Н. Лысенко, В.И. Старовойтова, А.А. Васильева, З.И. Усановой, Э.В. Засориной и других отечественных и зарубежных ученых: R.J. Cook, R. Cooper, A.J. Haverkort, N.U. Haase, J.F. Ma, J.D. Mansvelt и др.

В научной литературе сравниваются и обсуждаются разные по своему содержанию системы земледелия – органическая и интенсивная (Миркин Б.М., 1993; Кирюшин В.И., 1996; 2000; 2015; 2016; Глинушкин А.П., Соколов М.А., 2017; Our Common Future, 1987; Organic Field..., 1992; Norbert U.H., Haverkort A.J., 2006; Bulgarelli D. et al. 2013; Yupeng Wu et al., 2017).

В работах Жученко А.А. (1985; 1990; 1994; 2011), Завалина А.А. (2005), Кирюшина В.И. (1996; 2000; 2015; 2016), Николайкина Н.И. с соавт. (2003) и др. указывалось на то, что со снижением микроорганизмов почвы, вызванным применением удобрений, сельскохозяйственные культуры теряют свой иммунитет и таким образом стимулируют использование пестицидов, которые убивают экосистему почвы еще больше.

Для восстановления деградированных почв, площадь которых ежегодно растет в интенсивном земледелии, необходимы системные мероприятия по оздоровлению почв *in situ*. К числу таких мероприятий отнесится использование биоремедиации – естественное использование микроорганизмов-восстановителей почвенного

плодородия. Для восстановления почвенного плодородия можно использовать, например, почвенные водоросли и цианобактерии. Развитие такого направления достаточно реально, так как вышеназванные микроорганизмы неоднократно доказывали свою жизнеспособность и почвообразующую роль в самых различных экстремальных условиях (Семыкин В.А., Засорина Э.В., Стародубцева М.В., 2012; Соколов М.С., Глинушкин А.П., Спиридонов Ю.Я., 2016; Hawksworth D.L., 1991; Haramoto E.P., Gallandt E.R., 2005; Kim, H.S. et al., 2015).

Mansvelt Jan Diek (2017) приводит многочисленные данные о том, что органические удобрения могут не только улучшать плодородие почв, но и противодействовать болезням, вызванным болезнетворными микроорганизмами, такими как *Fusarium spp.*, *Pythium spp.*, *Rhizoctonia solani* и *Sclerotinia spp.* Органическое вещество улучшает структуру почвы и ее способность выдержать техногенные нагрузки (обрабатывающие машины и минеральные удобрения). Внесение соломы зерновых культур в почву может привести к подавлению развития грибных заболеваний, вызываемых *Pythium* и *Phytophthora*.

John Marler (2009), в своих работах показал, что промышленное сельское хозяйство, особенно в центральных Соединенных Штатах, главным образом культивирует пшеницу, сахарную свеклу и сою (цит. по Mansvelt Jan Diek, 2017). Эти культуры используются для производства переработанных продуктов питания, которые доминируют в американской диете и приводят к серьезным отрицательным последствиям (болезнь Альцгеймера, сахарный диабет, ожирение, различные аллергии и др.) и чрезвычайно дорогостоящим медицинским обследованиям и лечению. Все пищевые продукты содержат небольшие количества десятков различных агрохимикатов, которые используются на посевах сельскохозяйственных культур (в том числе, такие как глифосат кислота и имидоклоприд).

Заместитель генерального директора ФАО Мария Елена Семедо в 2015 г. заявила о том, что сельское хозяйство интенсивного типа является угрозой в борьбе с изменением климата (цит. по Mansvelt Jan Diek, 2017). Все это отвечает переходной политике ФАО (в том числе и нашей страны) от послевоенного (после 2-ой

мировой войны) централизованного химико-технического монокультурного аграрного сектора к ненасильственной экосистеме почвы.

Система будущего сельского хозяйства (furthers) – это агроэкосистемы, которые используя органические и зеленые удобрения, компосты, солому, комплекс эффективных микроорганизмов (ЭМ технологии) и препаратов на их основе, восстанавливают и преумножают плодородие почв и обеспечивают растения и людей здоровой пищей (Миркин Б.М., 1993; Прижуков Ф.Б., 1996; Bais H.P. et al., 2006; Никитина З.В., 2010; Brummer E.C. et al., 2011; Семькин В.А., Засорина Э.В., Стародубцева М.В., 2012; Baysal-Gurel F., 2013; Орлова О.В., 2011; Соколов М.С., Глинушкин А.П., Спиридонов Ю.Я., 2016; Савин И.Ю., Исаев В.А. и др. 2016).

Союз обеспокоенных ученых (www.eea.europa.eu/themes/soil/climate/soil-andclimate-change) заявляет, что: «Промышленное сельское хозяйство в настоящее время – доминирующая система производства продуктов питания в Соединенных Штатах (и во всем мире – от автора). Это характеризуется крупномасштабной монокультурой, интенсивным использованием химических удобрений и пестицидов и производства мяса в CAFOs (постоянное содержание животных в закрытых помещениях). Промышленный подход к сельскому хозяйству также определен его особым упором на нескольких зерновых культурах, которые в подавляющем большинстве заканчиваются как корм, биотопливо и переработанные компоненты нездоровой пищи. С середины 20-го века начало промышленного сельского хозяйства было представлено общественности как технологическое чудо. Предсказывали, что его эффективность позволит производству продуктов питания идти в ногу с быстро растущим мировым населением, в то время как его экономика, за счет роста производства гарантировала бы, что сельское хозяйство оставалось прибыльным бизнесом».

В противовес этому, десятки тысяч фермеров, использующие только органические удобрения во всем мире доказывают, что пестициды не требуются, чтобы вырастить здоровые зерновые и другие культуры (Balasundaram V. R., Sen A., 1971; IFOAM 2000; Bulgarelli D. et al. 2013; Mansvelt Jan Diek, 2017). Наоборот, пестициды создают катастрофическое загрязнение продуктов питания, почвы и воды на

долгие годы. В недалеком будущем знаменитый ценовой механизм вызовет крах цен на землю загрязненных сельскохозяйственных почв, а экологически чистую («здоровую») еду сделает доступной только немногим богатым. Вновь созданные пестициды не решат проблему, т.к. никто не может точно предсказать поведение пестицидов в пищевой цепи. По образному выражению Mansvelt Jan Diek (2017): «Заключительные экспериментальные кролики в этой модели – мы сами, и природа. Вывод прост: мы не должны производить и применять пестициды». Внутри Природы имеются все инструменты для поддержания плодородной почвы и здоровой среды обитания (Миркин Б.М., 1993; Николайкин Н.И. и др., 2003; Никитина З.В., 2010; Семькин В.А., Засорина Э.В., Стародубцева М.В., 2012; Hawksworth D.L., 1991; Chebotar V., Khotyanovich A., Cazacov A., 2000; Brummer E.C. et al., 2011; Bulgarelli D. et al., 2013).

1.2 Основные агротехнические факторы, влияющие на урожайность и показатели качества картофеля различного направления использования

Интенсивность процессов роста и развития растений, а также продуктивность зависит от многих факторов: почвенно-климатических условий, сортовых возможностей культуры, качества семенного материала, севооборотов, системы удобрений и защиты, а также различных приемов агротехники.

Несмотря на то, что почвенный покров занимает незначительную долю в биосфере Земли, именно он определяет жизнь всех живых существ, и, в первую очередь, человека. По данным Карманова И.И. (1991, 2012) с урожайностью культурных растений из агрохимических показателей плодородия почв наиболее тесно коррелирует кислотность, механический состав, плотность, мощность гумусового горизонта и содержание гумуса; из климатических параметров – наибольшая связь с суммой положительных температур (выше 10 °С), коэффициентом увлажнения и степенью континентальности климата (Brummer E.C. et al., 2015).

Для картофеля в почвах должно быть достаточное количество продуктивной влаги, органического вещества, углекислого газа, подвижного фосфора, серы, обменных кальция, магния, калия, микроэлементов, слабкокислая реакция почвенной среды; агрономически ценных макро- и микроагрегатов, оптимальная плотность и биологическая активность полезной микрофлоры, отсутствие сорной растительности, патогенов и ряд других параметров (Бацанов Н.С., 1970; Коршунов А.В., 2001; Федотова Л.С., 2003; Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. и др., 2004; Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Коршунов А.В. и др., 2005; Шильников И.А., Сычев В.Г. и др., 2008; Hamouz, K., Sepl, J., Vokal, B., Lachman, J., 1999; Haverkort A.J., Verhagen A., 2008; Jahanzad, E., Barker, A.V., Hashemi, M. et al., 2017).

Все эти физиолого-агрономические требования культуры во многих регионах России и формах ведения хозяйства, в первую очередь, в условиях мелкотоварного хозяйствования (ЛПХ), не могут быть выполнены в полном объеме по ряду объективных причин. Сокращение объемов агрохимических и мелиоративных мероприятий при экстенсивном ведении сельскохозяйственного производства, наблюдаемого на большой территории страны (54% пашни) в нулевые годы, привело к быстрому нарастанию деградации почв, резкому снижению их плодородия (Семенов В.М., Глинушкин А.П., Соколов М.С., 2016; Савин И.Ю., Исаев В.А. и др. 2016; Knowles, 1982; Liu, SW, Zhao, C, Zhang, YJ, et al., 2015).

Известно, что Россия обладает разнообразными зональными типами почв (подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные, черноземные, каштановые и др. типы) и самой большой площадью сельхозугодий – в разные годы от 119 до 122 млн. га пашни, что составляет 10% всех пахотных земель мира. При этом внутри каждого типа почвы наблюдаются градации по водно-физическим, гранулометрическим и агрохимическим параметрам. Так, почвы с кислой реакцией среды (рН менее 4,5 ед.) занимают 30% всех территорий (Шильников И.А., Аканова Н.И., Темников В.Н., 2008; Якушев В.П., Осипов А.И., Маннулин Р.М., Воскресенский С.В., 2013). Им свойственны недостаток азота, низкое содержание фосфора и калия, а также дефицит содержания гумуса, который наблюдается на 50% площадей (Чекмарев П.А., 2015), недостаток серы – на 76,7% площадей (Аристархов А.Н., 2000;

2001). В земледелии Российской Федерации, вследствие крайне низких масштабов известкования (в среднем 250-350 тыс. га/год или 5-7% от потребности), сложился резко отрицательный баланс кальция. По расчетам к 2020 г. площадь кислых пахотных почв увеличится в 1,5-1,6 раза и достигнет 58,4 млн. га (Сычев В.Г., Шильников И.А., Аканова Н.И., 2013). При этом ежегодный недобор урожая сельскохозяйственных культур на почвах с кислой реакцией среды составляет 24-27 млн. тонн в пересчете на зерно, с одновременным снижением качества продукции за счет накопления токсичных веществ и уменьшения полезных компонентов (Овчаренко М.М., Шильников И.А. и др., 1996; Шильников И.А., Аканова Н.И., Темников В.Н., 2008).

Вместе с высокими требованиями, необходимыми для получения стабильно рентабельных урожаев, картофель очень пластичная культура и произрастает повсеместно, этим объясняется его широкое распространение в личных хозяйствах населения (ЛПХ). В связи с ростом благосостояния населения растут требования к качеству картофеля. За последние годы выявлен ряд сортов российской селекции, обладающих наименьшими коэффициентами вариации урожайности, крахмалистости и повышенным содержанием витамина С: Удача, Любава, Ильинский, Брянский деликатес, Никулинский, Брянский надежный. Многие сорта характеризуются стабильно высоким содержанием крахмала: Антонина (17,3%), Брянский надежный (20,4%), Ильинский (17,4 %), Памяти Рогачева (17,0%), Брянский деликатес (17,2 %), Красавчик (16,3%), Бронницкий (15,8%), Голубизна (19,7%), Диво (17,5%), Накра (21,0%), Малиновка (17,7%), Никулинский (20,2%); относительно высоким содержанием белка: Брянский надежный – 2,3%, Никулинский – 2,1%, Накра – 2,0%, Антонина – 1,9% (Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Князева Е.В., 2013).

Появился ряд сортов картофеля, предназначенных на различные цели – потребление в свежем виде, переработку на чипсы, фри, замороженные продукты и сушеное картофельное пюре (Пшеченков К.А., Сидякина И.И., 2000; Пшеченков К.А., Давыденкова О.Н., Седова В.И., Мальцев С.В., Чулков Б.А., 2008; Симаков

Е.А., Анисимов Б.В., 2009). В научном мире пересмотрено само отношение к картофелю, как к культуре с высоким антиоксидантным потенциалом (Haase N.U., 2008; Haase N.U., Lindhauer M.G., Weber L., Trautwein F., Steinberger J., 2008; Апшев Х.Х., Князева Е.В., Тимошина Н.А., Федотова Л.С., 2017).

По хозяйственному назначению сорта картофеля разделяют на столовые, технические, столово-технические, кормовые, универсальные и используемые для приготовления полуфабрикатов и для переработки (Анисимов Б.В., 2000; 2005). К столовым сортам относится картофель с различной скоростью созревания. Основные требования, предъявляемые к столовому картофелю – хороший вкус, консистенция мякоти, запах, разваримость; не темнеющий, без ржавой пятнистости и внутренних пустот с неглубоким залеганием глазков. Клубни должны иметь форму и окраску, типичную для ботанического сорта, а размер по наибольшему поперечному диаметру клубней согласно ГОСТ Р 51808-2013 «Картофель продовольственный. Технические условия»: для округло-овальной формы – не менее 35-45 мм, для удлиненной формы – не менее 30 мм; без повреждений, признаков болезней и израстаний.

Столовый картофель подразделяется на четыре типа: А – салатный с не разваривающимися клубнями; В – со связанной мякотью для поджаривания и переработки; С – с довольно рассыпчатой мякотью для большинства блюд; Д – с очень рассыпчатой мякотью для приготовления пюре и запекания клубней (Анисимов Б.В., Шабанов А.Э., Киселёв А.И., Зебрин С.Н., 2012; Сорта картофеля селекционного центра ВНИИКХ, 2016).

Кулинарный тип сортов может изменяться в зависимости от формы, доз и соотношения элементов питания в удобрениях, места произрастания (почвенно-климатических условий) и разнообразных приёмов возделывания.

Сорта картофеля существенно различаются по урожайности, в основном этот показатель зависит от принадлежности к определенной группе созревания. При этом, у сортов одинаковой скороспелости, даже в одинаковых условиях, могут наблюдаться значительные различия по темпам роста, урожайности, динамике накопления питательных веществ и устойчивости к болезням (Максимович, М.М.,

1962; Лебедева В.А., Гаджиев Н.М., 2006; Struik H.C., Wiersema S.G., 1999). По данным З.И. Усановой, Н.В. Самогатовой, В.В. Филина и др. (2013), разница в урожае между сортами картофеля зависит от условий увлажнения. Так, в условиях Верхневолжья, в сухой год разница между сортами минимальна и находится в пределах ошибки опыта, в годы, близкие к норме, она составляет 43,5 %, а в избыточно влажные возрастает до 113,0 %.

Признак «урожайность» поддается контролю и его можно улучшать с помощью агротехники: сроков и густоты посадки, удобрений, приемов подготовки семенного материала и ухода, средств защиты, регуляторов роста и т.п. (Лорх А.Г., 1946; 1968; Коршунов А.В. 2001; 2003; Тимошина Н.А., 2004; Усанова З.И., 2013; Шабанов А.Э., Киселев А.И. и др., 2015; Селиванов А.В., Федотова Л.С., 2015; Балакина С.В., 2016; Балакина С.В., Осипов А.И., 2018). Другие важные хозяйственно-ценные признаки, к числу которых относится устойчивость к болезням и вредителям, а также адаптивность к факторам среды, в большей степени зависят от генетических особенностей (Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Коршунов А.В., Дуркин М.Л., 2005; Яшина И.М., Склярлова Н.П., Симаков Е.А., 2007; Simakov E.A., Yashina I.M., Sklyarova N.P., 2007). При низкой устойчивости требуется применение химических средств защиты, отрицательно влияющих на экологию, поэтому для сельскохозяйственного производства особое значение имеют сорта с высокой устойчивостью к наиболее распространенным болезням и вредителям. Не менее важным является использование сортов с высокой адаптивностью к неблагоприятным факторам внешней среды – погодным и почвенным условиям, устойчивых к жаре, засухе или переувлажнению (Анисимов Б.В., 2004; 2005; Бердникова О.С., 2016; Попова Л.А., Шаманин А.А., 2016; Zaag, D.E. et al., 1983; 1987; Kirk, W.W., 1992).

В современном земледелии сорт выступает как самостоятельный фактор повышения урожайности и вместе с агротехникой имеет большое, а иногда и определяющее значение для получения высоких устойчивых урожаев (Симаков Е.А., Анисимов Б.В., 2009). Разные авторы высоко оценивают роль сорта в технологии возделывания картофеля. Так, Хлевной Б.Ф., Заикин Д.В., Замотаев А.И. (1986) считают, что при интенсивной технологии на долю сорта приходится 20-30 % урожая.

Э.В. Засорина (2005) отводит роли сорта в формировании урожая 50%, а в будущем, она предполагает, что его значение останется таким же высоким, а в некоторых случаях – возрастет. А.А. Васильев (2008) отмечает, что дальнейшее повышение урожайности картофеля будет обеспечиваться на 75-80% за счет сорта и качества семенного материала, и только на 20-25% за счет совершенствования технологии возделывания.

Анисимов Б.В. (2000; 2004; 2005) считает, что для любого хозяйства первый и определяющий этап в производстве картофеля – правильный подбор сортов с учётом длительности периода созревания, цели производства, почвенных условий, климатических особенностей региона и экономических возможностей.

Наиболее пригодны для картофеля – легкие и средние суглинки, супеси, влагообеспеченные черноземы, серые лесные почвы и окультуренные торфяники; менее пригодны – легкие, быстро теряющие влагу песчаные почвы, тяжелые суглинки и переувлажненные торфяники (Хлевной Б.Ф., Заикин Д.В., Замотаев А.И. и др., 1986; Коршунов А.В., 2001; 2003; Шильников И.А., Сычев В.Г., 2008).

Для хорошего развития столонов и молодых клубней почва должна быть рыхлой, хорошо проницаемой для воды и воздуха. На суглинистых и глинистых по механическому составу почвах, которые отличаются очень высокой связностью, столоны сильно ветвятся, а клубни деформируются и иногда выходят наружу. При этом они приобретают зеленую окраску и становятся непригодными для использования на продовольственные и кормовые цели.

На дерново-подзолистых средних и тяжелых суглинках лучшие условия создаются при объемной массе почвы $1-1,2 \text{ г/см}^3$, на черноземных среднесуглинистых почвах - $0,9-1,1 \text{ г/см}^3$ (Надежкин С.М., 1999; Коршунов А.В., 2001; Лебедева Т.Б., 2007). На легких песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах уплотнение меньше сказывается на урожае, чем на суглинистых. На них картофель хорошо растет и при объемной массе $1,4 \text{ г/см}^3$.

Слишком рыхлые почвы также не всегда благоприятны для картофеля. Легкие почвы (песчаные и супесчаные) имеют много специфических не-благоприятных свойств: бесструктурность, обусловленная малым содержанием физической

глины (от 0 до 20%, и особенно илистых частиц); высокая водопроницаемость и незначительная водоудерживающая способность обуславливают стихийность водного режима, постоянную угрозу недостаточной обеспеченности растений влагой и вымыванию элементов питания; быстрая минерализация органического вещества и, как следствие этого, малое содержание гумуса в пахотном слое; низкая ёмкость поглощения и малая буферность (Возделывание картофеля..., 1986; 2005).

Однако наряду с отрицательными свойствами песчаные и супесчаные почвы имеют и некоторые преимущества перед суглинистыми и глинистыми почвами, а именно: быстрее подсыхают и прогреваются и, следовательно, раньше бывают готовы к обработке; почти исключена возможность образования корки; более свободно развивается подземная часть растений; исключена возможность скопления и застоя влаги даже при обильном выпадении осадков; обработка почвы требует меньше энергозатрат; механизированная уборка возможна практически в любую погоду.

Стабильная урожайность картофеля обеспечивается на почвах с содержанием гумуса не менее 2%. Оптимальные параметры дерново-подзолистых почв для получения урожая на уровне 200-250 ц/га составляют: гумус – 1,8-2,0%; P_2O_5 – 15-20 мг; K_2O – не менее 10-15 мг/100 г почвы; pH не менее 4,5. Для получения же планируемого урожая на уровне 300-350 ц/га показатели должны быть на более высоком уровне: гумус 2,5-3,0%; P_2O_5 не менее 25-35 мг; K_2O – не менее 25-30 мг/100 г почвы; pH 5,0-6,0 (Коршунов А.В., 2001; Картофель России, 2003, Картофель, 2004; Индустрия картофеля, 2013).

Работы, направленные на изучение агротехнических факторов формирования продуктивности сортов картофеля для переработки, начаты, но недостаточно проработаны (Пшеченков К.А., Мальцев С.В., 2010; Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Князева Е.В., 2013; Шабанов А.Э., Киселев А.И., Зебрин С.Н. и др., 2015). Требуется проведение комплексных исследований с новыми и перспективными отечественными сортами картофеля в разных почвенно-климатических зонах, для выявления приоритетных агротехнических приёмов возделывания и изучения их адаптивной способности к условиям произрастания.

1.3 Роль севооборота в формировании продуктивности картофеля и агроценоза

Существующий многосторонний подход к формированию севооборотов основан на следующих критериях: регулирование баланса органического вещества и элементов минерального питания; поддержание удовлетворительного структурного состояния почвы; регулирование водного баланса; противостояние процессам эрозии, дефляции, засоренности; регулирование фитосанитарного состояния почвы (Лебедева Т.Б., 2007; Кирюшин В.И., 2015).

При всей бесспорности этих положений и важности севооборота современный товаропроизводитель часто вынужден преодолевать противоречия между необходимостью соблюдения чередования культур и специализацией производства, при этом противоречия этих понятий могут обостряться. С углублением специализации связано технологическое совершенствование производства культуры, что в первую очередь определяется биологическими особенностями и спецификой природных условий.

В картофелеводческих хозяйствах картофель может занимать до 50% всей площади севооборота, а для выращивания семенного материала – не более 25-30% с возвращением на прежнее поле не ранее чем через 3-4 года в целях предупреждения распространения и накопления болезней и вредителей (Коршунов А.В., 2001, 2003; Шпаар Д., Быкин А., Дрегер Д. и др., 2004; Анисимов Б.В., Белов Г.Л., Варицев Ю.А. и др., 2009).

Рентабельная урожайность картофеля может быть получена в хозяйствах, планомерно проводящих комплексное окультуривание пахотных почв – путем внедрения 4-6-польных севооборотов с сидеральными парами, рационального применения органических и минеральных удобрений на фоне опережающего известкования; высокоточного использования агрохимикатов нового поколения в период вегетации, уборки и хранения (Молякко А.А., 1997; 2011; Коршунов А.В., 2001,

2003; Усков И.Б., Державин Л.М., 2008; Федотова Л.С., Кравченко А.В., 2013; Васильев А.А., 2015; Кирюшин В.И., 2015), табл. 1.

Таблица 1 – Сравнительная оценка агротехнологий различного уровня интенсификации (цит. по Кирюшину В.И., 2015)

Показатели	Агротехнологии			
	Экстенсивные	Нормальные	Интенсивные	Высокие
Сорта	Толерантные	Пластичные	Интенсивные	С заданными параметрами
Почвенно-ландшафтные условия	Различной сложности	Умеренно сложные	КУ>0,6, плоские ЭАА, пятнистости	КУ>0,8, плоские ЭАА, однородные
Удобрение	нет	поддерживающее	запрограммированное	прецизионное
Защита растений	Пассивная	Эпизодическая	Интегрированная по ЭПВ	Биологизированная
Обработка почвы	Система вспашки	Почвозащитная комбинированная	Дифференц. минимизированная	Оптимизированная
Качество продукции	Неопределенное	Неустойчиво удовлетворительное	Отвечающее требованиям рынка и переработки	Сбалансированное по всем компонентам
Землеоценочная основа	Почвенные карты 1 : 25000	Почвенные карты 1 : 10000	Почвенно-ландшафтные карты	ГИС
Экологический риск	Активная деградация почв	Деградация почв	Риск загрязнения	Минимальный риск

Преимущества специализации ведения хозяйствования находятся в противоречии с экологической составляющей окружающей среды. В севооборотах с картофелем интенсивная обработка почвы агрегатами с активными рабочими органами, без применения которой сложно получить стабильные урожай и качество продукции на большинстве почв, приводит к возникновению так называемого «структурного дефицита» и, как следствие, к неспособности расплывчатой почвы накопить и сохранить влагу в течение вегетационного периода (Сырцов Д., 2010); к увеличению засоренности специфическими сорняками и накоплению инфекционного фона (Возделывание картофеля..., 1986; Надежкин С.М., 1999; Картофель России, 2003, Картофель, 2004; Лысенко Ю.Н., 2006; Лебедева Т.Б., 2007).

Кроме вышеперечисленных негативных последствий в пахотном слое почвы при специализации на возделывании картофеля наблюдается разрушение гумуса. Так, по данным Новоселова С.И. (2017), снижение содержания гумуса в почве за год составило в севообороте с сидеральным паром 1,1 %, с занятым паром 1,2 % и

с чистым паром 1,5 %. В то время как поле клевера севопольного севооборота и внесение 60 т/га навоза обеспечили содержание гумуса в почве на исходном уровне. Традиционные и инновационные системы земледелия должны обязательно содержать приёмы, способствующие повышению содержания органического вещества почвы, увеличению её гумусового горизонта (Глинушкин А.П., Соколов М.А., 2017).

Как известно, гумус является важнейшим источником азота, подвижных форм фосфора, серы, калия и микроэлементов. Гумус значительно повышает емкость поглощения, улучшает структуру почвы, водно-воздушный режим и другие физико-химические параметры (Ковда В.А., 1985; Кауричев И.С., Панов Н.П., Розов Н.Н. и др., 1989; Курганова Е.В., 1999; Николайкин Н.И., 2003; Шпаар Д., Быкин Д., Дрегер Д. и др., 2004; Жученко А.А., 1990; 1994; 2010; 2011; Voronin A. Ya, Savin I. Yu, 2018).

В севооборотах с картофелем должны обязательно присутствовать культуры гумусообразователи – это многолетние травы, клевер, козлятник, люпин и бобово-злаковые травосмеси. Бобовые культуры обогащают почву азотом, а такие как люпин способствуют переходу фосфора из трудноусвояемых соединений в доступные (Молявко А.А., 1997; 2011; Надежкин С.М., 1999; Коршунов А.В., 2001, 2003; Федосов А.В., 2008).

А.А. Молявко (2011) рекомендует вводить биологизированные короткоротационные севообороты для выращивания картофеля с использованием клевера. При этом бездефицитный баланс гумуса и необходимый уровень плодородия почвы обеспечивает клеверосеяние, внесение не менее 10 т/га севооборотной площади торфонавозного компоста (ТНК) и 180 кг д. в. минеральных удобрений.

Эффективность плодосмена тем существеннее, чем выше различия в биологии и технологии выращивания культур (Матюк Н.С., Николаев В.А., Полин В.Д., Савоськина О.А., 2011; Мельникова О.В., Ториков В.Е. и др., 2018; Jahanzad, E., Barker, A.V., Hashemi, M. et al., 2017).

Большинство ученых считают, что дегумусирование почвы – это одна из причин, надвигающихся обще планетных природных катаклизмов, связанных, в частности, с активно и повсеместно обсуждаемыми негативными последствиями парникового эффекта (Надежкин С.М., 1999; Степанов А.Л., 2012; Семенов В.М., Когут Б.П., 2015; Глинушкин А.П., Соколов М.А., 2017; Соколов М.С., Глинушкин А.П., 2017; Шур Т., 2017; Pierrehumbert R.T., 2004; FAO. org/soils2015; Voronin A. Ya, Savin I. Yu, 2018).

Во всём мире интенсивное преобразование естественных лугопастбищных и лесных угодий в пахотные земли и пастбища привело к потере запасов почвенного углерода (Yanni, SF; Janzen, NH; Gregorich, EG; Ellert, BH; Larney, FJ; Olson, BM; Zvonuza, F., 2016). Так, только за последние 50 лет (1965-2015) объём выбросов парниковых газов, связанных с агропромышленной деятельностью, увеличился почти вдвое. Отмечено [www.fao.org/soils2015], что нерациональные методы использования почвы и её обработки непрерывно увеличивают эмиссию почвенного углерода в атмосферу. В российских чернозёмах, где в течение 100 лет травосеяние не применялось и органические удобрения не вносились, содержание гумуса сократилось на 30%. Несомненно, что именно систематическая утрата почвой гумуса, усугубляющая её непрерывную деградацию, уже сегодня нарушает устойчивое обеспечение пищей социума [www.agroflora.ru/organicheskoe-veschestvo].

Широкомасштабными многолетними исследованиями по изучению севооборотов в условиях интенсификации земледелия было установлено, что во всех зонах страны при самом высоком уровне применения удобрений, пестицидов, регуляторов роста и мелиорации – самые интенсивные и прогрессивные технологии становятся бессильными, если нарушается закон плодосмена. Почвозащитная и природоохранная функция севооборотов неразрывно связана с целенаправленным расширением посевов многолетних трав, зернобобовых, промежуточных и сидеральных культур (Кирюшин В.И, 2000; 2015; Коршунов А.В., 2001, 2003; Лебедева Т.Б., 2007; Никитина З.В., 2010; Федотова Л.С., Кравченко А.В., 2011; Jahanzad, E., Barker, A.V., Hashemi, M. et al., 2017).

Картофель очень чувствителен к засоренности посадок. Бессменное возделывание картофеля на одних и тех же полях, внесение завышенных доз удобрений, неправильная подготовка почвы, отсутствие сидеральных паров способствуют увеличению уровня засоренности посадок картофеля. В опытах Васильева А.А. (2015) сидерация пара с использованием ярового рапса приводила к снижению засоренности полей пыреем ползучим в 4 раза, а вика-овсяной смеси – в 2 раза по сравнению с черным паром. Выделяемые в почву в период вегетации рапса глюкозинолаты подавляют прорастание таких сорняков, как пырей ползучий (Кукреш Л.В., Бысов Н.С., 1990), щетинник зеленый, щирица, паслен, пастушья сумка и куриное просо (Haramoto, Gallandt, 2005).

Экономический порог вредоносности сорняков для картофеля – 5-12 малолетних и 2-4 экземпляра многолетних сорняков на 1 м². Потери урожая картофеля от сорняков при общей засоренности более 50 экземпляров на 1 м² составляют от 20 до 25% запланированного урожая (Баздырев и др., 2004; Ковалев Н.Г. и др., 2004)

Культурные и сорные растения конкурируют за условия внешней среды: элементы минерального питания, влагу, свет и т.д. Сильные по своей конкурентоспособности сорняки, такие как подмаренник цепкий, виды горца, марь белая, лебеда раскидистая, влияют не только на урожайность, но и на размер клубней и их товарность, усложняют механизированную уборку и повышают потери (Воловик А.С., Долягин А.Б., Глез В.М., Зейрук В.Н., 1999; Иванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К., 2005; Анисимов Б.В., Белов Г.Л., Варицев Ю.А. и др., 2009; Матюк Н.С., Николаев В.А., Полин В.Д., Савоськина О.А., 2011).

Многие виды сорных растений могут быть промежуточными растениями-хозяевами для вредителей и одновременно резерваторами возбудителей болезней: пастушья сумка, звездчатка средняя и фиалка полевая – вируса погрешковости табака (*Tobacco rattle virus*), вызывающего ржавость клубней картофеля; клевер, вьюнок полевой, люцерна – красновершинности (фитоплазмы); донник желтый, донник мелкоцветковый, вьюнок полевой, дурман обыкновенный, крестовник обыкновенный, марь белая, молочай-солнцегляд, осот полевой, пастушья сумка, яснотка

пурпурная – вируса Y; горец птичий, дурман обыкновенный, паслен сладко-горький, паслен черный – вируса скручивания листьев; вероника посевная, донник белый, дурман обыкновенный, одуванчик лекарственный, пикульник красивый, щирца запрокинутая – вируса X; паслен сладко-горький – бурой бактериальной гнили; паслен черный – рака картофеля (Анисимов Б.В., Белов Г.Л., Варицев Ю.А. и др., 2009).

Кроме того, засоренные сорняками посадки хуже проветриваются, в них создаются благоприятные условия для поражения картофеля фитофторозом и ризоктониозом (развивается базидиальная стадия гриба – белая ножка) (Воловик А.С., Долягин А.Б., Глез В.М., Зейрук В.Н., 1999; Иванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К., 2005; Анисимов Б.В., Белов Г.Л., Варицев Ю.А. и др., 2009; Васильев А.А., 2015).

Для контроля более широкого спектра сорных растений (видов горца, крестоцветных, видов ромашки и т.д.) в посадках картофеля эффективна смесь гербицидов [Боксер (3 л/га) + метрибузин (0,3 л/га)], которая успешно апробирована на посадках картофеля в КФХ «Н.В. Ягудин» Коломенского района Московской области (см. глава 4). Еще одно важное достоинство этой смеси – возможность снижения нормы расхода метрибузина в 2-2,5 раза благодаря синергетическому эффекту при использовании в сочетании с просульфокарбом, что способствует снижению фитотоксичности на восприимчивых к метрибузину сортах, а также помогает избежать проблем с последующей культурой в севообороте (www.syngenta.ru/crops/potato/20140325-boxer).

В противовес применению гербицидов во всем мире разрабатываются агротехнические приемы борьбы с сорной растительностью, к которым, например, относится использование мульчи из остатков зерновых культур. Влияние мульчи из рисовой соломы (6 т/га) на фоне азотных удобрений в опыте Adamchuk, V., Prysyzhnyi, V., Ivanovs, S., Bulgakov, V. (2016) проявилось в увеличении популяции бактерий (75×10^7 КОЕ г⁻¹ почвы), ризобактерий (63×10^5 КОЕ г⁻¹ почвы), способствующих росту растений, что привело к получению максимального урожая

(36,7 т/га). Мульча увеличивала минимальную температуру почвы на 2-3 °С и понижала максимальную температуру на 2-8 °С и дала возможность производить экологически безопасную пищу без применения гербицидов.

Таким образом, наиболее значимые агроприёмы по оздоровлению и преумножению плодородия почвы, повышающие одновременно величину урожая и качество продукции включают: плодосмен с прерыванием возделывания восприимчивых к вредным агентам культур и сменой растений-хозяев; фитосанитарные предшественники, элиминирующие инокулюм фитопатогенов и семена сорняков; системное подавление сорных растений; органические удобрения, сидераты, улучшающие питательный режим почвы, повышающие её супрессивность, гумусированность, снижающие численность фитофагов, фитопатогенов и сорняков; оптимальные и сбалансированные дозы минеральных удобрений, в соответствии с показателями почвенных картограмм; устойчивые к фитопатогенам сорта; ускоренное разложение послеуборочных растительных остатков, в т.ч. удобрение почвы соломой в сочетании с биопрепаратами.

1.4. Эффективность применения биологических мелиорантов

В современных условиях ведения сельского хозяйства на первый план биологизированных технологий выходят вопросы применения альтернативных источников органических удобрений, к которым относятся сидеральные культуры (Гатагулина Т.Г., Обьедков М.Г, Долгодворов В.Е., 1995; Коршунов А.В., 2001; Парахин Н.В., 2002; Тимошина Н.А., 2004; Федосов А.В, 2008; Ивенин В.В., 2008; Орлова О.В., 2011; Васильев А.А., 2015).

По мнению М.Н. Новикова, В. М. Тужилина, А.М. Тысленко (2004) сидерацию нужно рассматривать как многофакторный агротехнический прием, положительно влияющий на почву, продуктивность и качество возделываемых культур, и окружающую среду. Преимущество сидератов в том, что они: повышают на 20-25% коэффициент полезного использования солнечной энергии агроландшафтами;

предохраняют почву от водной и ветровой эрозии; обогащают почву органическим веществом и в определенных случаях азотом воздуха; высвобождают фосфор, калий, кальций, магний из труднодоступных форм в почве и вводят их в биологический круговорот; перераспределяют элементы питания из нижних горизонтов в пахотный слой почвы; ограничивают потери с промывными водами азота, калия, серы и других элементов питания; улучшают физические, биологические, биохимические свойства почвы; подавляют рост и развитие сорняков; ослабляют фитопатогенную и энтомологическую нагрузку на возделываемые растения; частично устраняют трудности, связанные с чередованием ограниченного количества культур в севообороте, содействуя тем самым узкой специализации растениеводства; повышают урожайность сельскохозяйственных культур и улучшают качество продукции; выполняют фитосанитарную роль и ослабляют антропогенную нагрузку на окружающую среду.

Наряду с повышением урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности пашни, сидераты позволяют восполнить недостаток навоза, улучшить условия комбайновой уборки картофеля, препятствуют распространению специфических болезней и вредителей, что очень важно при высокой насыщенности картофеля в севооборотах.

В качестве сидератов возделывают бобовые растения (люпин, сераделла, донник, клевер, соя, чина, эспарцет); культуры из семейства крестоцветных (горчица, рапс; редька); смеси бобовых со злаковыми (вика-овес, горох-овес; озимая рожь + вика мохнатая). Корни озимой ржи, проникая на 1,5 м и более, усваивают фосфор и аккумулируют его в пахотном слое, ее посевы уничтожают сорняки, а клубеньки на корнях убивают болезнетворные микробы (Белоус Н.М., Ториков В.Е., Соколов Н.А., 2018).

В опыте Jahanzad, E., Barker, A.V., Hashemi, M. et al. (2017), продуктивность картофеля, выращенного после ржи, кормовой редьки и озимого гороха, была на 13-25% выше по сравнению с чистым паром (NCC). Картофелю после NCC необходимо было дать 225 кг/га N, чтобы получить максимальный урожай 26,5 т/га,

тогда как после озимого гороха или кормовой редьки достаточно было внесение 75 или 150 кг/га N, соответственно, для получения на 10-25% более высоких урожаев.

Бобовые сидераты характеризуются более высоким содержанием азота (0,53%) при относительно меньшем – фосфора (0,12%) и калия (0,21%). Поэтому при запашке бобовых сидеральных культур дозы азотных удобрений под картофель во избежание недобора урожая, крахмалистости и ухудшения сохранности клубней следует уменьшать наполовину и более, одновременно повышая дозы фосфорно-калийных удобрений в 1,5...2 раза (Хлевной Б.Ф., Заикин Д.В., Замотаев А.И. и др., 1986; Коршунов А.В., Симаков Е.А., Лысенко Ю.Н. и др., 2018; Jahanzad, E., Barker, A.V., Hashemi, M. et al., 2017).

В зависимости от того, возделывают сидераты в чистом виде или совместно с другими культурами, различают самостоятельные и промежуточные посевы. Подсевной способ предпочтителен в районах с более коротким вегетационным периодом – северных регионах. Вследствие глобального потепления климата наблюдается значительное увеличение тепловых ресурсов в пожнивный (осенний) период (Naverkort A.J., Verhagen A., 2008). Пожнивный период со среднесуточной температурой выше 5 °С в условиях Нечерноземной зоны весьма ограничен во времени и достигает 60-65 дней, а в настоящее время он удлинился до 70-85 дней (Федотовой Л.С., Кравченко А.В., 2011), что позволяет шире использовать пожвные сидеральные культуры в севооборотах.

Рапс (или горчица) в звеньях севооборота в качестве промежуточной культуры должен высеваться сразу после уборки основной культуры (Лошаков В.Ф., 1980) Запашка зеленой массы крестоцветных в зависимости от метеорологических условий в осенний период проводится во второй или третьей декаде октября. Крестоцветные (рапс, горчица, редька масличная и др.) для формирования своей биомассы используют из почвы значительное количество серы, после их запашки пахотный слой обогащается биогенной серой, минерализация которой проходит до SO_4^{2-} , что приводит к очищению почвы от вредных патогенов и некоторых вредителей. Так, по данным Носова В.В., Яппарова И.А., Газизова Р.Р., Алиева Ш.А. и Ильясова М.М. (2017) в семенах рапса содержится 0,45-0,58% серы на а. с. в., а в

соломе 0,21-0,31% на а. с. в. Используя крестоцветные сидераты, можно значительно усилить профилактическое и санитарное действие севооборотов для оздоровления микробоценозов любых типов почв (Лебедева Т.Б., 2007).

Результаты исследований М.В. Киселева (2012), проведенные в Ленинградской области, показали, что запашка 35,0-41,3 т/га горчицы белой и 52,5-57,0 т/га редьки масличной повышала урожайность картофеля на 4,0-5,3 т/га (18,4-24,4 %) по горчице и на 9,1-9,7 т/га (46,0-49,0%) по редьке масличной в сравнении с контролем без сидератов. Значительно повышалась биологическая активность почвы. Капустные сидераты превосходили по урожайности картофеля люпиновый пар.

Зеленые удобрения обогащают почву органическим веществом, содержащим высокое количество питательных веществ (Беляк В.Б., 2008). С биомассой сидератов в почву поступает до 4397 кг углерода и от 156 до 256 кг экологически чистого азота. В среднем из одной тонны сухого органического вещества образуется 161-220 кг гумуса (Лебедева Т.Б., 2007).

Ю.Н. Лысенко (2006) установил, что послеуборочный посев горчицы сарепской оздоравливает черноземную почву и позволяет частникам выращивать повторные посадки картофеля со 100% насыщенностью. Двукратное выращивание бинарного сидерата (озимая рожь + вика) в паровом поле формирует до 60 т зелёной массы на 1 га или 12 т сухого вещества и $N_{150}P_{52}K_{405}$.

Положительное действие зеленого удобрения на урожай, агрофизические свойства и плодородие почвы усиливается при совместной запашке сидерата и измельченной соломы (Надежкин С.М., Лебедева Т.Б., Арефьева М.В., 2006; Лысенко Ю.Н., 2006): положительный баланс гумуса в черноземах выщелоченных (+0,11-0,18%>) достигался в полевых четырехпольных севооборотах при 25% насыщении картофеля с клеверосеянием и внесением в почву всей соломы зерновых культур. Установлено, что применение биологических мелиорантов (biochar – остатки сельскохозяйственных растений, подвергшихся пиролизу) способствует увеличению поглощательной способности почв и связыванию токсичных металлов (Pb^{2+} , Cr^{3+} и Cd^{2+}), что снижает их доступность для растений (Kim, H.S. et al., 2015; Ye, LY et al., 2015).

Химический состав соломы зависит от вида культуры, условий и способов её возделывания, сроков уборки (Новиков С.А., Шевченко В.А., Соловьев А.М., Фирсов И.П., 2014).

По данным Лозановской И.Н., Орлова Д.С., Попова П.Д. (1987), в 10 т соломы содержится в среднем 8,5 т органических веществ, 40-70 кг азота, 10-14 кг фосфора (P_2O_5), 120-180 кг калия (K_2O), 20-30 кг кальция (CaO), 8-12 кг магния (MgO), 10-12 кг серы, до 56 г бора, 30 г меди, 300 г марганца, 4 г молибдена, 40 г цинка, около 1 г кобальта. В опыте Серой Т.М., Мезенцевой Е.Г., Богатыревой Е.Н. и др. (2011), запашка соломы возделываемых культур (8,3-15,7 т/га) обеспечила поступление в почву 3,3-6,2 т/га углерода, 62-125 кг/га азота, 26-52 кг фосфора, 133-318 кг/га калия, 40-78 кг/га кальция и 19-34 кг/га магния, бездефицитный баланс гумуса, повышение подвижных форм фосфора на 8-16 мг/кг, калия на 20-29 мг/кг. Внесение навоза 20-60 т/га и запашка соломы 8,3-15,7 т/га возвращали в почву 21-47% азота, 28-72% фосфора, 57-100% калия, вынесенного с урожаем возделываемых в севообороте культур.

В качестве сидератов эффективно использование бобовых и капустных смесей следующих составов: однолетний донник + горчица белая; двухлетний донник + озимая сурепица; вика мохнатая + озимая сурепица; вика яровая + редька масличная. В смесях усиливается эффект растений разных семейств по мобилизации элементов питания из труднодоступных соединений почвы и воздуха, улучшается фитосанитарная обстановка и подавляются патогены. Добавление бобового компонента в смесь способствует улучшению качества органической массы сидератов.

Пожнивными сидератами могут быть следующие культуры из семейства крестоцветных: редька масличная (*Raphanus sativus*) способна за 40-50 дней сформировать урожай зеленой массы до 40-50 т/га. Редька масличная неприхотлива к плодородию почвы; растения нормально вегетируют при относительно низких температурах 7-8 °С, переносят небольшие заморозки до минус 2-3 °С. Ее густые посевы хорошо подавляют сорняки и выполняют эффективную фитосанитарную роль.

Рапс яровой (*Brassica napus*) за 60 дней способен сформировать до 35 т/га зеленой массы. Рапс яровой посеянный по жнивью с добавлением фосфорно-калийных удобрений формировал 9,2 т/га зеленой массы + 4,7 т/га пожнивно-корневых остатков, в сумме – 13,9 т/га – в таком количестве биомассы содержалось 22 кг азота, 7 кг фосфора и 6 кг калия.

Горчица белая (*Sinapis alba*) – наиболее высокие урожаи формируются при летних сроках сева (после 22 июня). Горчица белая привлекательна высокой адаптацией к любому типу почв и скороспелостью – при севе 10-20 августа (глубина заделки семян 2-4 см) зацветает в конце сентября-начале октября, успевая создать существенный урожай биомассы.

Люпин (*Lupinus angustifolius*, *L. albus*, *L. luteus*) является наиболее значимым сидератом в Нечерноземной зоне. Люпиновая сидерация не уступает внесению $N_{60}P_{40}K_{60}$ (Яговенко Л.Л., Яговенко Г.Л., 2001). В настоящее время выведено много сортов однолетнего безалкалоидного люпина (Лебедева Т.Б., 2007). Биологический потенциал люпина составляет 500-700 ц/га зеленой массы и до 30-40 ц/га семян. Люпиновый пар является хорошим предшественником для кукурузы, овса, картофеля, подсолнечника.

Вика яровая (*Vicia sativa*) или вика озимая (мохнатая) (*Vicia villosa*) (вика мохнатая может развиваться и как озимая, и как яровая культура, поэтому её называют «двуручкой») высевается, в основном, как бобовый компонент к смешанным посевам зерновых или крестоцветных культур (вика-овес; вика-рожь; вика-горчица); быстро растет до глубокой осени (прорастает при температуре 2-3 °С), легко переносит заморозки до -2-3 °С; подавляет развитие большинства сорняков (Беляк В.Б., 2008). При возделывании вики яровой в смеси с гречихой и редькой масличной в ранневесенних и пожнивных посевах как сидерат, в некоторые, наиболее благоприятные годы, эта смесь дает до 25 т/га зеленой массы, пополняя почву свежим органическим веществом, фосфором, кальцием, калием и азотом.

Улучшить качество сидеральной массы возможно за счет подбора компонентов в смеси в пределах одного семейства капустных, относительно холодостойких

и не требовательных к плодородию. Это положение основано на разной способности перехода компонентов смеси к генеративному развитию. Использование горчицы белой в смеси с редькой масличной при посеве в августе обеспечивало наибольший выход органического вещества и в то же время их сидеральная масса являлась более ценной по химическому составу (Алексеев В.А., Майстренко Н.Н., 2010). Относительные прибавки по сорту Удача составляли 14-19 %, а по сорту Скарб – 24-34 %. Средняя окупаемость сидератов из семейства капустных урожаем картофеля в 2 раза выше, чем по озимой ржи – соответственно 1,1-1,2 против 0,5-0,6 т/га клубней в расчете на 1 т воздушно-сухого вещества сидеральной массы.

Вика-овес – одна из лучших парозанимающих смесей. Формирует до 300 ц/га зеленой массы, в 1 кг сухого вещества которой содержится 10,8 ГДж обменной энергии и 143 г переваримого протеина.

Запашка сидеральных культур (рапса, горчицы, люпина однолетнего) способствовала снижению количества клубней, пораженных ризоктониозом в 2 раза, а паршой в 2,4 и более раз, уменьшались общие потери при хранении. Фитосанитарная роль зеленых удобрений объясняется повышением биологической активности почвы и бурным развитием сапрофитной почвенной микрофлоры, которая подавляет развитие возбудителей ризоктониоза и парши обыкновенной (Лебедева Т.Б., 2007; Беляк В.Б., 2008; Алексеев В.А., Майстренко Н.Н., 2010).

В опыте Коротченкова А.А. (2012) прием запахивания сидеральных одновидовых культур (горчица) и их смесей создавал разрыв в цепи повторных посадок картофеля, улучшал биологическую активность почвы (на 17-70 %), товарность (на 15-20 %) и урожайность картофеля на 2-18 т/га или на 10-77 %, увеличивал выход крахмала на 0,5-2,8 т/га; повышал содержание витамина С на 9-10 мг% и снижал NO_3 на 5-9 мг/кг. В опыте Lallawmkima, I., Singh, S.K., Sharma, M. (2017), сидерат (конопля) в дозах, эквивалентных 400 и 200 кг/га N, увеличивал накопление сухого вещества в надземных частях и клубнях картофеля. Товарная продуктивность картофеля была на 24 % выше при использовании зеленого удобрения, чем при использовании минеральных удобрений, что указывает на способность сидерата обеспечивать достаточное количество азота для роста и развития этой культуры.

В условиях выщелоченных черноземов лесостепи Среднего Поволжья промежуточная сидерация обусловила поступление в почву 4-х польного севооборота 8,1-16,1 т/га сухого органического вещества, при бессменной посадке картофеля – 4,2-6,6 т/га. В обоих вариантах отмечен бездефицитный баланс гумуса при его отрицательной величине в контроле. Включение промежуточных сидератов способствовало повышению урожайности картофеля на 2,2 т/га (при бессменной посадке) и 5,4 т/га (в севообороте) (Коршунов А.В., Лысенко Ю.Н., Лысенко Н.Ю., 2016).

Таким образом, введение в севообороты с картофелем сидеральных культур позволяет снижать потребность в минеральных удобрениях и одновременно увеличивать поступление органического вещества, биологического азота, калия, кальция, фосфора, серы и микроэлементов в верхние слои почвы. Анализ себестоимости продукции растениеводства, проведенный Никитиной З.В. (2010), позволил выявить следующие тенденции: применение экологически ориентированных технологий значительно сокращают расходы на использование дорогостоящих минеральных удобрений и средств защиты растений, но происходит их увеличение на горюче-смазочные материалы. Другие элементы затрат не имеют резких отличий.

1.5 Минеральные удобрения, дозы, сроки и формы

По утверждению академика Кирюшина В.И. (2016) удобрения следует рассматривать как средство регулирования круговорота веществ в агроландшафтах, и как системообразующий фактор при формировании систем земледелия.

Без применения оптимальных доз известковых, минеральных и органических удобрений невозможно решить проблему снабжения населения страны собственными продуктами питания. После 1988 года, не достигнув требуемого оптимума, объемы и темпы известкования почв последовательно начали падать и составили к 1999 году 0,3 млн. га в год (против 5,4 млн. га в 1986...1990 гг.). Никакие системы удобрений в земледелии при такой ситуации не спасут российскую пашню от деградации, а земледельцев от разорения. Если процесс подкисления пахотных уго-

дий не остановится, то через 50 лет возделывание важнейших сельскохозяйственных культур в Российской Федерации станет невозможным. В США 1 доллар, затраченный на известкование, дает 6 долларов чистой прибыли. Специалисты США придерживаются следующего принципа: «Первый доллар из затраченных на улучшение почвенного плодородия должен быть вложен в известкование» (Шильников И.А., Сычев В.Г. и др., 2008).

Известкование кислых почв является первоочередным мероприятием по окультуриванию, которое должно опережать внесение на них минеральных и органических удобрений, посев бобовых, сидеральных, злаковых и пропашных культур.

Повышенная кислотность – одна из главных причин низкого плодородия дерново-подзолистых, серых лесных, торфяных почв и чернозёмов, расположенных в лесостепной зоне (Шильников И.А., Аканова Н.И., Темников В.Н., 2008; Якушев В.П., Осипов А.И., Маннулин Р.М., Воскресенский С.В, 2013; Чекмарев П.А, 2015; Чекмарев П.А., Купреев Е.М., Ермаков А.А., 2017). При повышенной кислотности замедляется рост корней, прекращается их ветвление, уменьшается число корневых волосков, корни утолщаются, делаются более грубыми и частично ослизняются, затормаживается усвоение кальция, магния, фосфора, микроэлементов, снижается активность азотфиксаторов и нитрификаторов, угнетается развитие клубеньковых бактерий (Nyborg N., Hoyt P.B., 1978; Nicol G W, Leininger S, Schleper C, Prosser J I., 2008).

Растения, выращиваемые на кислых почвах, сильнее поражаются вредителями и болезнями, а собранная продукция хуже хранится. На кислых почвах клубни некоторых сортов картофеля поражаются ржавой пятнистостью, вследствие избытка в почвенном растворе марганца, железа, алюминия и недостаточного поступления фосфора (Замотаев А.И., Коршунов А.В., Воловик А.С. и др., 1985; Анисимов Б.В., 2005). Дефицит щёлочноземельных элементов (Ca, Mg) приводит к снижению урожаев, качества продукции (Wulkow A., Pawelzik E., Neckl B., 2008) и её сохранности.

Снижение повышенной кислотности почв, оптимизация этого показателя не только повышают урожай сельскохозяйственных культур и эффективность применяемых удобрений, но и существенно улучшают почву, как живую специфическую природную систему (Nyborg N., Hoyt P.V., 1978; Zebarth B.J., Forge T.A., Goyer C. and Brin L.D., 2015).

В севооборотах с высокой насыщенностью картофелем дозы мелиорантов не должны превышать половинных по гидролитической кислотности (0,5 по г. к.) (Федотова Л.С., 2003). Под картофель можно использовать известьсодержащие отходы промышленности, при этом будут высвобождаться земли, занятые отвалами. Установлено, что половинная доза металлургического шлака (0,5 г. к. или 5,4 т/га) в сочетании с сидерацией пашни, обеспечивала допустимый уровень поражённости картофеля паршой обыкновенной. Посадка картофеля по сидеральным производственным парам в сочетании с применением сбалансированных доз удобрений (N₉₀P₉₀K₉₀₋₁₂₀) экономически выгодна, обеспечивает стабильно высокую урожайность (40 т/га) с хорошим качеством и лёжкостью продукции (Федосов А.В., 2008).

Средневзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах России намного выше, чем во всех сопредельных странах и составляет 4,2 %. В составе пашни РФ черноземы составляют 52 %, из оставшихся почв преобладают серые лесные, каштановые и 15 % приходится на дерново-подзолистые почвы (Кирюшин В.И., 2000).

Экстенсивное использование пашни последних лет привело к существенному обеднению щелочноземельными элементами, особенно магнием, легких песчаных, супесчаных и суглинистых дерново-подзолистых, серых лесных почв и черноземов. О низком содержании обменного магния свидетельствуют результаты обследования полей КФХ «Ягудин Н.В.» Коломенского района и экспериментальной базы «Коренево» Люберецкого района Московской области (глава 2.3, табл. 10).

Особенно требовательны к магнию корнеплоды и клубни картофеля, с урожаем которых из почвы его отчуждается от 40 до 70 кг/га (примерно столько же, сколько и фосфора) (Федотова Л.С., 2003). Картофель сильно отзывается на магний, количество которого в почве должно быть не менее 33...49 мг на 100 г почвы (Магницкий К.П., 1967; Klein L.V., Chandra S., Mondy N.I., 1982; Koch M., Naumann

M. et al., 2019; Naumann M., Koch M. et al., 2019). При его внесении лучше развиваются клубни и корнеплоды, чем ботва. Поступление магния в растения определяется не только наличием доступной формы в питательной среде, но и зависит от соотношения его с другими катионами (McLean, E.O., 1983; Loide, V., 2002). Значительное преобладание кальция над магнием при внесении высоких доз известняковой муки (CaCO_3) - является основной причиной отрицательного действия известкования. Поэтому лучшими формами известковых удобрений под картофель являются магнийсодержащие.

Система удобрений любой возделываемой культуры строится на знании о биологических и хозяйственных выносах питательных веществ растениями при построении урожаев. В связи с этим при выращивании картофеля следует помнить о том, что в его золе обнаружено более 32 элементов таблицы Менделеева Д.И., в том числе помимо азота, фосфора и калия, ряд редкоземельных и тяжелых – Ti, Hg, Sr, Cs, Cr, Cu, Cd и др. (Ильин В.Б., 1985; Ягодин, Б.А., 1989; Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С., 2006). Поэтому при построении системы удобрения картофеля следует помимо NPK-удобрений вносить те элементы, которые находятся в дефиците в данной почвенной провинции. В минеральное питание картофеля должны включаться как макро- (NPK), мезоэлементы (S, Ca, Mg), так и микроэлементы (Mn, Cu, Fe, Zn, B и др.) в оптимальных дозах и доступных для растений формах. Необходимо учитывать антагонизм и особенности биохимических превращений соединений вышеуказанных элементов в почве и растениях.

Как правило, макро- (NPK) и мезоэлементы (S, Ca, Mg) вносятся в форме твердых минеральных удобрений при основном или предпосадочном (локальном) внесении, а микроэлементы применяют в виде некорневых подкормок жидкими препаратами. Наибольшая эффективность у многих исследователей отмечается при сочетании основного внесения минеральных удобрений с некорневыми подкормками микроэлементами во время вегетации растений (Мушинский А.А., Соловьева В.Н., 2004; Лысенко Ю.Н., 2006; Усков И.Б., Державин Л.М., 2008; Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Тучин С.С., Гаврилов А.Н., 2011; Васильев А.А., 2015; Кузьмин Н.А., Сандин В.Г., Кузьмина И.А., 2017).

По мнению многих начинающих аграриев, удобрения являются главным рычагом повышения урожайности культур. По этой причине нередко в крупных сельскохозяйственных организациях при выращивании картофеля вносится 190-250 кг д. в. туков, или 700-1000 кг/га в физической массе. Внесение высоких доз удобрений и длительное их применение не всегда дает ожидаемую прибавку урожая (Авдонин Н.С., Лебедева Л.А., 1970; Лебедева Л.А., 1985; Пасынков А.В., Светлакова Е.В., Пасынкова Е.Н., 2017). Двойственная природа действия минеральных удобрений заключается в том, что, снабжая растения питательными веществами, удобрения обеспечивают повышение урожая и, ухудшая свойства почвы, «скрыто» понижают его (Wallace A., 1994). Это явление, названное скрытым негативным действием удобрений, не удается объяснить изменением только агрохимических свойств дерново-подзолистых почв. Длительное применение минеральных удобрений приводит к существенным изменениям в структуре органического вещества (Ковалевская Н.П., Завьялова Н.Е., Шаравин Д.Ю., Васбиева М.Т., 2018; Zavyalova N.E., Shirokikh I.G., Kosolapova A.I., Shirokikh A.A., 2019) и комплекса почвенных микроорганизмов, активизации и росту численности токсинообразующих микробов (Мирчинк Т.Г., 1957; Мишустин Е.Н., 1984; Мишустин Е.Н., Емцев В.Т., 1987; Звягинцев Д.Г., 1989; Кирюшин В.И., 1996; 2000). В результате проведения 22-летнего опыта на дерново-подзолистой связно-песчаной почве Соликамской опытной станции наблюдалась депрессия урожаев сельскохозяйственных культур при длительном применении минеральных и органических удобрений на фоне без извести, что связано с изменением микробиологической деятельности почвы (Беляев А.Г., 1958). На вариантах с выраженной депрессией урожаев увеличивалось количество плесневых грибов и грибов рода *Penicillium*. Депрессивная сущность воздействия длительного применения минеральных удобрений с участием сульфата аммония в этом опыте обуславливалась токсичностью, связанной с развитием плесневых грибов. Даже систематическое внесение навоза по 40 т/га каждые три года не смогло приостановить развитие депрессии от применения НРК.

При этом далеко не все сельхозпроизводители помнят, что один из существенных недостатков большинства минеральных удобрений – содержание сопутствующих балластных элементов типа фтора, натрия, а также токсичных тяжелых металлов, в том числе цезия, кадмия, свинца и мышьяка, при узком наборе питательных компонентов в виде азота, фосфора и калия (Карпова Е.А., 2008; Hassan W., Vano R., Bashir S., Aslam Z., 2016) Как известно, фосфорные удобрения, независимо от исходного сырья, содержат существенные примеси стронция (Sr), а также кадмия (Cd), который близок по свойствам кальцию и трудно выделяется из фосфатных руд (Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н., 2002 Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф., Моисеенко Ф.В., Драганская М.Г., 2006). Вот почему так ценна технология активации природных фосфатов с помощью аморфного кремнезема или цеолита, позволяющая повысить в них долю доступного для растений фосфора и снизить подвижность тяжелых металлов. Получаемые в результате фосфорно-кремниевые удобрения могут быть использованы для выращивания экологически чистой продукции. Экологически безопасные удобрения могут быть созданы на основе природных (С.В. Жевора и др., 2018) и искусственных ионообменников с включением различных катионов и анионов (Яковлева Л.В., 2009)

Полевыми стационарными опытами доказано, что чем выше доза NPK, тем ниже ее окупаемость, причем для среднеспелых и среднепоздних сортов картофеля эта закономерность является особенно актуальной (Федотова Л.С., 2003; Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., 2017). Картофель, полученный с помощью высоких доз минеральных удобрений, характеризуется низкой крахмалистостью, не имеет яркого вкуса, запаха, рассыпчатой консистенции мякоти, часто «занитрачен», содержит ТМ, и плохо хранится (Овчаренко М.М., Шильников И.А., Полякова Д.К. и др., 1996; Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Новиков М.А., 2005).

Применение азотных удобрений в оптимальных дозах необходимое условие повышения урожаев картофеля на большинстве типов почв Российской Федерации. Поступление азота и зольных элементов у картофеля растянуто на весь вегетационный период (Бардышев, 1984; 1991; Вечер, Гончарик, 1973; Новиков Н.Н., 2014).

Наиболее интенсивное усвоение элементов питания растениями происходит в период усиленного роста ботвы – в фазу бутонизации. Ко времени цветения потребляется до 50 % азота, 40 % фосфора и 80 % калия от максимального содержания их в растениях. По этой причине удобрения необходимо вносить до посадки или при посадке картофеля, а подкормку проводить до наступления бутонизации картофеля.

Хорошая обеспеченность азотом на ранних этапах развития способствует быстрому формированию фотосинтетического аппарата, увеличивает выход семенной фракции и снижает выход мелкой фракции клубней (Martin, R. J., 1995; Westermann D.T., 2005; Шитикова А.В., 2015). Внесение оптимальных сбалансированных доз удобрений дает растению возможность продуктивнее использовать весенние запасы влаги в почве и формировать урожай клубней в более благоприятных погодных условиях (Nurmanov, Y.T., Chernenok, V.G., Kuzdanova, R.S., 2019). При внесении азотных удобрений под картофель необходимо учитывать тот факт, что под пропашными культурами в связи с проведением междурядных обработок усиливаются процессы нитрификации, и минеральный азот представлен, в основном, нитратной формой, которая обладает высокой подвижностью и при избыточном поступлении атмосферных осадков или поливной воды, может вымываться в нижележащие слои почвы. По данным А.Н. Небольсина, З.П. Небольсиной (2010 г.) в условиях дождливой погоды при внесении N_{60} , в фильтрационных водах концентрация нитратов находилась в пределах 2-7 мг/л, а при внесении удвоенной дозы азотных удобрений (N_{120}) достигала 8-17 мг/л, что превышает ПДК нитратов в воде (10 мг/л).

Для получения продукции высокого качества и сокращения непродуктивных потерь азота (газообразных и с инфильтрационными водами) следует ограничивать дозы азотных удобрений. В этом отношении интересна новая форма мочевины – карбамид УТЕС, на гранулы которого нанесен ингибитор уреазы – (н-бутил)тиофосфорный триамид (Маннхайм Т., Бергер Н., 2015; Khan I., Zaman M., Khan M.J., Iqbal M., Vabar M.N., 2014). Инновационные продукты для стабилизации азотных удобрений выводят эффективность подкормок азотными удобрениями на новый

уровень (<https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rastenievodstvo/udobrjajte-bez-poter.html>). По оценкам различных научных и исследовательских центров, примерно из 100 млрд руб., которые ежегодно тратятся в России на минеральные удобрения, около 30 млрд уходят впустую. Причем это не просто потеря денег – это еще и большая экологическая проблема (ярким примером является загрязнение Волги). Проблема непродуктивных потерь азота из удобрений существует во всем мире. Растения усваивают азот в полевых условиях примерно на 40%, в отдельных случаях – на 50-70 %. Около 20-30 % внесенных азотных удобрений иммобилизуется в почве. Определенная доля азота включается в состав гумусовых веществ, устойчивых к гидролизу.

Потери азота за счет улетучивания различных газообразных соединений составляют в среднем 15-25 % от внесенного (Маннхайм Т., Бергер Н., 2015). Газообразные потери происходят как вследствие биологической денитрификации, т.е. восстановления нитратов до молекулярного азота, так и в результате химических реакций. Эти процессы находятся в тесной связи с почвенными условиями, ее кислотностью, влажностью, температурой, степенью аэрации и скоростью потребления азота растениями и микроорганизмами (Ягодин Б.А., Смирнов П.М., Петербургский А.В., 1989; Nyborg N., Hoyt P.V., 1978; Hart, S. C., Stark, J. M., Davidson, E. A. and Firestone, M. K. 1994; Nicol G W, Leininger S, Schleper C, Prosser J I., 2008). Имеются данные, что из-за денитрификации суточные потери азота достигают 0,5 мг/кг почвы. Карбамид УТЕС в нашей стране прошел регистрационные испытания на различных культурах, но в научной литературе результатов исследований очень мало, практически, отсутствуют.

При разработке системы удобрения картофеля необходимо учитывать скороспелость сортов. Ранние сорта более отзывчивы на минеральные удобрения, они используют питательные вещества интенсивнее и в короткий период. Поэтому удобрения под ранний и среднеранний картофель необходимы в достаточном количестве и в легкоусвояемой форме (Котова З.П., Парфенова Н.В., Камова А.И., 2015; Балакина С.В., 2016; Балакина С.В., Осипов А.И., 2018). У среднеспелых и среднепоздних сортов минеральное питание осуществляется как за счет внесенных

минеральных удобрений, так и за счет питательных веществ самой почвы, что объясняется строением корневой системы – у среднеспелых и среднепоздних сортов корни более мощные, чем у раннеспелых (Хлевной Б.Ф., Заикин Д.В., Замотаев А.И. и др., 1986).

Среднеспелые и среднепоздние сорта лучше усваивают питательные вещества навоза и почвы. Доза азотных удобрений под ранние, среднеранние составляет 90-100 кг, а под среднеспелые и поздние сорта – 60-90 кг/га д. в. (Коршунов А.В., 2003; Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., 2017).

Нельзя допускать одностороннего азотного или азотно-калийного питания, такая система удобрений отрицательно сказывается на лёжкости продукции. Для обеспечения хорошего качества (например, для промышленной переработки) и лёжкости клубней соотношение N: P: K в минеральном удобрении на дерново-подзолистых и серых лесных почвах должно быть следующее 1:1,2...1,5: 1,2...1,6; на черноземных почвах - 1: 1,3: 1; на торфяниках - 1: 3...5: 6...10.

В опытах ряда учёных увеличение доли фосфора и калия в составе удобрений в 1,5 раза по отношению к азоту способствовало увеличению выхода здоровых клубней и снижению потерь после хранения (Коршунов А.В., Филиппова Г.И., 1982; Н.А. Тимошина, 2004). Если содержание фосфора высокое (> 30 мг/100 г почвы), можно допускать одинарное соотношение элементов N: P: K = 1:1:1.

Особого внимания заслуживает вопрос обеспеченности почв подвижной серой. Дефицит этого элемента отмечается на 76,5% пашни РФ (Аристархов А.Н., 2000; 2001). Сера играет исключительно важную роль в обмене веществ растений и человека. Достаточная обеспеченность сельскохозяйственных растений серой является залогом получения полноценных продуктов питания и кормов (Панасин В.И., Рымаренко Д.А., 2007; Naumann M., Koch M., Thiel H., et al., 2019).

Картофель при урожайности 30-40 т выносит 8-10 кг серы с 1 гектара. Наибольшим выносом серы характеризуется озимый и яровой рапс. В зависимости от урожая вынос серы рапсом достигает 50-60 кг/га. Многократное увеличение по-

севных площадей под рапсом привело к существенному возрастанию выноса сульфатной серы с урожаем: в 1980-е гг. с урожаем выносилось в среднем 6 кг сульфатной серы, в 2000-е гг. вынос составил около 8 кг/га (Аристархов А.Н., 2001).

Уже сейчас недостаток серы становится фактором, лимитирующим урожайность основных сельскохозяйственных культур. В этой связи применение серных удобрений становится особенно актуальным. Наибольшей эффективностью отличаются нейтральные формы серных удобрений: гипс и простой суперфосфат. Результаты стационарного опыта с фосфогипсом показали высокую эффективность этого агрохимиката на дерново-подзолистой супесчаной почве. Прибавка урожайности культур севооборота от действия различных доз фосфогипса (от 500 до 3000 кг/га) составляла: картофеля + 14,8-34 % (в 2011 г.), зерна ячменя + 9,6-39,6 % (в 2012 г.), картофеля + 10,7-19,7 % (в 2013 г.) к уровню минерального фона (Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., Трошина А.А., 2015).

Наиболее перспективным путем решения проблемы дефицита серы в земледелии области является применение комплексных удобрений, содержащих серу. Проведенные исследования с калимагнезией (Докшин Я.В., 2016) на трех сортах картофеля (Удача, Любава и Голубизна) подтвердили положительную роль этого вида удобрения в формировании высокой продуктивности, выхода семенной и продовольственной фракции, повышения лежкости продукции в осенне-зимний период хранения. Применение серосодержащих удобрений можно рекомендовать на почвах с низким содержанием сульфатной серы под крестоцветные и бобовые культуры в дозе 40-50 кг д.в./га, под зерновые – в дозе 20-30 кг д. в./га, под картофель – из расчета 90-180 кг калия и серы 35-70 кг по д.в., соответственно

Удобрения в технологиях возделывания картофеля являются наиболее управляемым фактором, обеспечивающим получение запланированного урожая и качества продукции (Koch M., Naumann M., Pawerzik E., et al., 2019; Naumann M., Koch M., Thiel H., et al., 2019). По данным Федотовой Л.С., Тимошиной Н.А., Князевой Е.В. (2016), за период исследований с 2011 по 2015 гг. было установлено, что основное внесение средней дозы минерального удобрения ($N_{90}P_{90}K_{135}$) перед посадкой картофеля обеспечивало прибавку урожайности от 25,9-30,1 % (среднеспелые

сорта) – до 33,5-44,2 % (ранние сорта) по сравнению с контролем без удобрений. Наблюдалось снижение эффективности основного внесения NPK-удобрений от группы ранних к среднеспелым сортам картофеля. Среднеспелые сорта картофеля за более длительный период вегетации успевали наиболее полно использовать потенциальное плодородие почвы, при этом эффективность минеральных удобрений не превышала 30 %, в то время как у сортов ранней группы спелости достигала 44 %.

Кремний является вторым по распространенности (после кислорода) элементом земной коры, но тем не менее он один из наименее изученных макроэлементов в растениях и системе почва-растение. Содержание кремния в разных растениях колеблется в пределах 0,3-10 % от сухой массы, а круговорот данного элемента организмами в биосфере по объему массопереноса уступает только углероду, кислороду и водороду (Матыченков В.В., 2008).

Благодаря тесному химическому сродству кремния и кислорода, в биосфере кремний встречается только в виде кислородных соединений (Виноградов, 1935, А.Х. Шеуджен, В.Т. Куркаев, Н.С. Котляров, 2006). Кроме твердых соединений кремния, представленных различными минералами, во всех природных водах присутствуют растворимые формы кремния (Ковда, 1985; Lindsay, 1979). В природных водах постоянно находятся такие соединения, как моно- и поликремниевые кислоты, кремнийорганические соединения, которые обладают высокой химической и биологической активностью (Варшалл и др., 1980).

Монокремниевая кислота является слабой кислотой, проявляющей буферные свойства при $pH \approx 7$, она реагирует с металлами и неметаллами (Iler, 1979; Lindsay, 1979), при высоких концентрациях способна образовывать комплексы с органическими и неорганическими соединениями (Iler, 1979). Поликремниевые кислоты представляют собой цепочки силоксановой связи $-Si-O-Si-$ с различным количеством гидроксигрупп. Молекулы поликремниевых кислот могут быть линейными, разветвленными или шарообразными (Iler, 1979). Они образуются путем конденсации монокремниевой кислоты. Механизм этого процесса изучен недостаточно (Dietzel, 2002). Высокомолекулярные поликремниевые кислоты в основном влияют

на физико-химические свойства почв (Ma and Takahashi, 2002). Свежеобразованная высокомолекулярная поликремниевая кислота (кремниевый гель) обладает уникальной способностью сохранять информацию о любом другом соединении или молекуле, находящимся в растворе, благодаря чему может образовываться специфическая силикатная матрица, которая обладает каталитическими свойствами и способствует направленному низкотемпературному синтезу того вещества, которое присутствовало при формировании геля поликремниевой кислоты (Banerjee, 2001).

О важной биогеохимической роли кремния в биосфере неоднократно писал академик В.И. Вернадский (1938), утверждавший, что без кремния невозможно существование живых организмов на нашей планете. Однако в середине прошлого века развитие химии и химических средств защиты растений привели к снижению интереса к кремнию как биофильному элементу. Основные исследования в области изучения роли кремния в растениях свелись к определению его валового содержания, изучению новообразований кремния в растениях – фитоцитов (Добровольский и др., 1988; Гольева, 2001, 2004). По выносу кремния все растения условно делятся на две группы: растения с невысоким выносом – некремниевилы, $Si < 1\%$ (как правило, двудольные: картофель, гречиха, клевер и т.д.) и растения с повышенным выносом – кремниевилы, общее содержание $Si > 1\%$ (в основном однодольные семейства, например, злаковые) (Epstein, 1999; Ma, Takahashi, 2002). Ежегодно сельскохозяйственными растениями из почвы безвозвратно выносятся от 20 до 700 кг/га кремния (Si) (Базилевич и др., 1975; Vocharnikova, Matichenkov, 2012), картофель выносит от 50 до 70, зерновые – от 100 до 300 кг/га (Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С. 2006). Эти величины сопоставимы с выносом таких макроэлементов как азот, фосфор и калий.

Во многом возросший интерес к кремнию в последнее время связан с возможностью его использования в качестве экологически чистой альтернативы пестицидам, а также для повышения природной устойчивости растений к абиогенным стрессам. Так, в недавнее время у растений была установлена возможность синтеза

специального белка, обеспечивающего активный транспорт растворимых кремниевых соединений (Ma, 2007); резко выросло количество работ, посвященных изучению механизмов повышения стрессоустойчивости растений активными формами кремния (Matichenkov V.V., Vocharnikova E.A., 2001; Belanger, 2005).

Получены данные, свидетельствующие о возможности управления поведением тяжелых металлов в почве и системе почва-растение посредством изменения концентрации монокремниевой кислоты (Vocharnikova E.A., Matichenkov V.V., Pinsky D.L., 1995).

Растения поглощают кремний из почвенного раствора в виде ионов (SiO_3^{2-}) и (SiO_4^{4-}), а также в виде собственно монокремниевых кислот (H_2SiO_3 и H_4SiO_4), которые впоследствии в клеточном соке превращаются в кремнегель $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$. Затем происходит его биохимическое связывание с полимерами клетки (белки и углеводы) и аккумуляция на поверхности клеточных стенок, в покровных тканях (поверхностные слои эпидермиса листьев и корней, кора), либо в различных видах фитолитов (органоминеральные образования – глобулки, слагающие механическую ткань растений). Формирование покровных и проводящих тканей растения, по сути, сопровождается образованием двойного кутикулярного слоя в межклетниках и внутри клеток, представляющего собой кремнецеллюлозную мембрану (цит. по Козлов А.В., Уромова И.П., Фролов Е.А., Мозолева К.Ю., 2019).

Поглощение и перераспределение кремния у растений происходит активно и быстро (Ma (2007)), что было экспериментально показано при исследовании специальных белков, ответственных за транспорт кремния в растительных тканях риса (*Oriza sativa*). Исследования на злаковых, цитрусовых, овощных культурах и кормовых травах показали, что основной функцией кремния в растении может быть увеличение устойчивости организма к неблагоприятным условиям, выражающееся в утолщении эпидермальных тканей (механическая защита), ускорении роста и развития корневой системы (физиологическая защита), связывании токсичных соединений (химическая защита) и увеличении биохимической устойчивости к стрессам (биохимическая защита). Разнообразие растений, демонстрирующих положительный отклик на внесение соединений кремния, доказывает, что все эти механизмы

характерны как для кремниефилов, так и для некремниефилов (Matichenkov V.V., Calvert D., Snyder G.H., Vocharnikova E.A., 2001; Матыченков, 2008), в том числе и для картофеля.

1.6 Роль органоминеральных, микробиологических удобрений и микроэлементов в повышении урожайности картофеля

«Качеством природной среды «автоматически» может управлять только биота, т.е. совокупность всех живых организмов Земли» (Николайкин Н.И., 2003). Анализ моделей и натурные исследования показали, что биологическое разнообразие является главным критерием и признаком устойчивости экосистемы (Николайкин Н.И., 2003; Завалин А.А., 2005; Семькин В.А., Засорина Э.В., Стародубцева М.В., 2012; Глинушкин А.П., Соколов М.А., 2017).

Интерес к практическому использованию микроорганизмов для увеличения урожайности растений и накопления азота в почве возник с самого начала развития микробиологии как науки. Первые работы по бактеризации семян небобовых растений бактериями родов *Bacillus* и *Azotobacter* были начаты в конце XIX, в начале XX века в России (Мишустин Е.Н., 1984). Начиная с 1930 года, ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии рекомендовал для широкого применения микробиологические препараты на основе *Bacillus megaterium* и *Azotobacter chroococcum* (Мишустин Е.Н., Емцев В.Т., 1987).

В середине 60-х годов прошлого столетия масштабы применения микробиологических препаратов в СССР достигли 35 млн. га, в среднем прибавка урожая зерновых культур составляла 10 %, а урожай овощных культур увеличивался на 15-50 % (Cooper R., 1959). В 60-70-х годах прошлого столетия аналогичные работы по широкомасштабному применению микробиологических удобрений на основе местных штаммов из родов *Pseudomonas* и *Beijerinckia* были начаты в Индии (Balasundaram V. R., Sen A, 1971, Kavimandan S. K., Gaur A. C., 1971, Lehri L. K.,

Mehrorra C. L., 1972). Полученные данные, в целом подтвердили ростостимулирующий эффект микробиологических препаратов на различных сельскохозяйственных культурах.

Использование бактериальных удобрений способствует более полному использованию растениями азота атмосферы и труднодоступного фосфора почвы, при этом повышается эффективность агрохимикатов и пестицидов, т.е. можно снижать их дозы, что оздоравливает окружающую среду (Осипов А.И., Балакина С.В., 2018; Srinivasarao, C., Kundu, S., Grover, M. et al., 2018).

Chennappa, G., Naik, M.K., Amaresh, Y.S., Nagaraja, H., Sreenivasa, M.Y. (2017) установили, что, будучи основной группой почвенных ризосферных бактерий, *Azotobacter* выполняет разные полезные функции, производя различные типы витаминов, аминокислот, гормонов роста растений, противогрибковых веществ, цианистого водорода и сидерофоров. Стимулирующие рост вещества, такие как индолуксусная и гибберелловая кислоты, аргинин и др., продуцируемые видами *Azotobacter*, оказывают непосредственное влияние на длину побегов и корней, всхожесть семян сельскохозяйственных культур. Некоторые из видов *Azotobacter*, а именно, *A. vinelandii*, *A. chroococcum*, *A. salinestrus*, *A. tropicalis* и *A. nigricans*, способны продуцировать антимикробные соединения, которые ингибируют рост патогенов растений, а именно *Fusarium*, виды *Aspergillus*, *Alternaria*, *Curvularia* и *Rhizoctonia*, являющихся причиной серьезных заболеваний. Виды *Pseudomonas*, *Bacillus* и *Azotobacter* могут расти и выживать в экстремальных условиях окружающей среды, а именно, в средах с высокой концентрацией солей и рН, и при более высокой температуре. Обнаружено, что азотобактер толерантен к концентрации NaCl 6-8 %, температуре 45 °С, а также к щелочной среде – рН 8-9.

Почва является ключевым звеном, связывающим растительные и животные сообщества, что обеспечивает успешное развитие устойчивого сельского хозяйства (Pimental D., Stachow U., Takacs D. A. et al., 1992; Семёнов В.М., Когут Б.М., 2015; Семенов В.М., Глинушкин А.П., Соколов М.С., 2016; Глинушкин А.П., Соколов М.А., 2017). Она представляет сложное сообщество почвенных организмов, взаимодействующих друг с другом многообразными отношениями. В настоящее время

только 13 % или около 110 тысяч видов всех природных популяций были выделены и идентифицированы, тогда как все остальные представители микробиоты до сих пор неизвестны, так же, как и их функции (Hawksworth D.L., 1991).

Во многих странах мира, в том числе и в России, расширены представления о роли микроорганизмов в жизни растений, сформулированы приоритетные практические задачи по дополнительному вовлечению азота и фосфора для растений (Хеймен, 1979; Jung, J., 1985; Mahaffee W.F., Klopper J.F., 1996; Naas, W., 2002; Петров, Чеботарь, Казаков, 2002; Парахин, 2002; Лазарев, Стифеев, 2004). Технологии преимущественно основаны на использовании микробиологических препаратов, представляющих живые клетки, отселектированных по полезным свойствам микроорганизмов, которые находятся или в культуральной жидкости, или адсорбированы на нейтральном носителе (Chebotar V., Khotyanovich A., Cazacov A., 2000; Khripach, V., 2000).

Применение микробиологических препаратов позволяет создать высокую концентрацию полезных форм микроорганизмов в нужном месте и в нужное время, за счет этого внесенные формы могут успешно конкурировать с аборигенной микрофлорой и занимать экологические ниши, представляемые им растениями (Lemanceau, Corberand, Gardan, 1995). Например, 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 В.К., Макарова Н.М., Шапошников А.И., Кравченко Л.В., 2009; Goenadi, D 1995).

В опыте В.Б. Петрова, В.С. Данюкова (2003) в среднем за два года исследований на фоне $N_{60}P_{60}K_{60}$ от предпосадочной обработки клубней Экстрасолом были получены следующие прибавки урожая: на раннем сорте Пушкинец – 28 %, на среднеранних Сантэ, Елизавета, Невский, Свитанок киевский 16-30 %, среднеспелом Луговской – 34 % и среднепозднем Зарево – 67 %.

В Белорусской ГСХА, изучали эффективность биопрепаратов на различных сортах картофеля (Чиханова В.М., 1988). Одним из таких биопрепаратов является ризобактерин, обладающий комплексным эффектом: способностью фиксировать

азот атмосферы, синтезировать ИУК, биоконтрольной активностью (Персикова Т.Ф., 2003). Т.Ф. Персикова, А.Р. Цыганов (1999) наблюдали максимальный рост растений картофеля сорта Импала в фазу цветения от действия биопрепарата Экстрасол, в среднем высота увеличилась на 8,7-9,3 %, прирост биомассы составил 7,0 %, по сравнению с контролем.

А.А. Завалин, Н.С. Алметов и М.И. Мартьянов М.И. (2000) установили, что применение биопрепарата Экстрасол в посадках картофеля, на общем минеральном фоне – $N_{60}P_{45}K_{60}$, способствовало повышению продуктивности клубней на 2,3 т/га (или 14,6 %) и снижению пораженности клубней картофеля паршой обыкновенной на 11,8 %, фитофторозом – на 50,0 %, по отношению к контролю.

Биоплант-К – создан на кафедре микробиологии МСХА на основе штамма бактерий рода *Klebsiella* (*K. planticola*, штамм ТСХА-91). Бактерии обладают высокой азотфиксирующей активностью, способны к синтезу ростовых веществ и проявляют фунгистатическое действие по отношению к фитопатогенным грибам: *Penicillium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Mucor* и др. Предпосадочная обработка семенного материала препаратами на основе бактерий рода *Klebsiella planticola* позволила увеличить урожайность картофеля – на 21-29 % (Михалин С.Е., 2006; Шитикова А.В., 2007).

Мизорин – создан на основе штамма, относящегося к роду *Arthrobacter* (*A. mysorens*, штамм 7). В 1 г торфяного препарата содержится 8-10 млрд. клеток бактерий. Высокая эффективность препарата проявлялась в посевах пшеницы, ячменя, риса, сорго, кормовых трав и овощных культур. При посевной обработке семян препаратом повышала урожайность кормового сорго на 2,5-3,0 т/га, кормовых трав на 1,0-1,5 т/га. Обработка препаратом увеличивала всхожесть семян, стимулировала рост и устойчивость растений к корневым гнилям и грибным болезням. В последние годы выявлена эффективность препарата при выращивании картофеля (Котова З.П., Дроздова С.Н., 2006), прибавка урожая клубней составляла 2,0-3,0 т/га.

Флавобактерин создан на основе штамма, относящегося к роду *Flavobacterium spp.* штамм 130. Отличительной особенностью препарата является

его широкий спектр действия: помогает усваивать молекулярный азот, стимулировать рост, продуцировать фитогормоны, улучшать минеральное питание, водный обмен и активизировать другие физиологические процессы растений. Положительные результаты получены в посевах пшеницы, ячменя, ржи, риса, сорго, кормовых трав, картофеля, капусты, свеклы, огурца, томатов и других. При получении безвирусного посадочного материала картофеля и выращивании его в рулонной культуре использование флавобактерина стимулировало приживаемость, увеличивало количество формирующихся микроклубней и снижало поражаемость растений фитотфторой. В опытах Котовой З.П., Дроздова С.Н. (2006), проведенных в Карелии, наибольшая прибыль на картофеле была получена при применении флавобактерина и мизорина в дозах 0,02-0,10 г на клубень.

Разработана новая группа биопрепаратов комплексного действия – Экстрасол, являющаяся частью устойчивого биоорганического земледелия. В состав биопрепаратов Экстрасол входят следующие представители почвенных и ризосферных бактерий: *Arthrobacter mysorens* K, *Flavobacterium* sp., L20, *Agrobacterium radiobacter* 204, *Azomonas agilis* 12, *Bacillus subtilis* 4-13, *Pseudomonas fluorescens* 2137, *Azospirillum lipoferum* 137. Для изготовления препаратов указанной серии используют индивидуальные штаммы или несколько видов (ассоциаций) применительно для данного вида и сорта растения (Чеботарь В. К., Завалин А. А, Кипрушкина Е. Н., 2007). Микробиологические удобрения на основе консорциума инокулятов (*Azotobacter* sp., *Azospirillum* sp., *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp. и *Acinetobacter* sp.) изучены в опыте Simarmata, T., Setiawati, M.R., Herdiantoro, D., Fitriatin, B.N. (2018) в котором получены следующие результаты: от применения биопрепарата уменьшены дозы вносимых минеральных удобрений на 25-50 %, улучшилось состояние почвы и значительно повысилась урожайность риса – на 50-200 %. Уменьшение дозы NPK на 50% при применении микробиологических препаратов также было установлено в опыте Srinivasarao, C., Kundu, S., Grover, M. et al., 2018.

Численность микроорганизмов, а также их биологическое разнообразие в значительной степени определяется технологией обработки почвы и внесения органических и зеленых удобрений (Zavyalova N.E., Shirokikh I.G., Kosolapova A.I.,

Shirokikh A.A., 2019). По данным Стольниковой Е.В. (2010) в пахотных почвах содержание микробной биомассы существенно меньше (в среднем в 1,6-3,0 раза) по сравнению с естественными экосистемами.

Почвенные микроорганизмы создают большой и динамичный источник элементов питания во всех экосистемах и играют главную роль в разложении растительных остатков и кругообороте питательных веществ, поддержании структуры почвы, биологической азотфиксации, микоризных ассоциаций, уменьшения числа фитопатогенов (Cook R.J., Baker K.F., 1983) и других изменениях почвенных свойств, влияющих на рост растений.

Растительный организм можно рассматривать как сложную экосистему, в которой различные ниши заселены микроорганизмами (Хеймен Д.С., 1979; Николайкин Н.И., 2003). В зависимости от занимаемой экониши микрофлору, вступающую во взаимодействие с растениями, подразделяют на ризосферную, эпифитную и эндифитную (Di Fiore, Del Gallo, 1995).

Ризосферные микроорганизмы – это группа почвенных микроорганизмов, обитающих в прикорневой зоне растений – ризосфере и ассоциированных с поверхностью корня – ризопланой.

В ризосфере представлены все главные группы микроорганизмов: бактерии, актиномицеты, грибы, простейшие, водоросли, вирусы и некоторые макроорганизмы – нематоды, термиты и др. (Аристовская Т.В., 1975). Это связано с тем, что ризосфера представляет собой уникальную экологическую нишу, обеспечивающую питательными веществами почвенных обитателей. В формировании специфических условий ризосферы участвуют многие факторы, такие как вид растения, его физиологическое состояние, тип почвы, влажность, кислотность, аэрация и др. Однако главную роль играет растение.

По мере роста растения бактерии распространяются с его корней на надземные органы – стебли, листья, цветы, а с цветов на семена. Kluepfel D. A., Tonkyn D.W. (1990) показали, что колонизация поверхности растения может осуществляться в результате воздушной трансмиссии (передачи) насекомыми. Пространст-

во, окружающее надземную часть растения, принято называть филлосферой, а поверхность растения – филлопланой. Микроорганизмы, ассоциированные с филлосферой и филлопланой в современной литературе обозначают как эпифиты (от греч. *epi* – вокруг, *phytos* – растение).

Распределение микроорганизмов на поверхности растения носит зональный характер. Эпифиты обнаруживаются преимущественно вокруг устьиц (Мишустин Е.Н., 1984). Растительные выделения из устьиц являются основным питательным субстратом для эпифитных микроорганизмов и обуславливают микроразнообразие их распределения.

Эндифиты – это организмы, которые способны проникать и колонизировать внутренние ткани растения, не вызывая у них каких-либо симптомов заболевания. Бактериальными эндифитами называют бактерии, живущие в растительных тканях без нанесения вреда или получения выгоды большей, чем от места их обитания. Эндифитные бактерии были выделены из цветов, листьев, стеблей, семян и корней многочисленных растений (Kobayashi D. Y., Palumbo J. D., 2000).

Микроорганизмы, образующие ассоциации с растениями, являются представителями разных систематических групп. Наиболее часто из образцов почвы выделяются представители родов *Pseudomonas*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Achromobacter*. Причем бациллы являются наиболее часто выделяемой из почв группой микроорганизмов, занимающей до 36 % всей микробной популяции. Качественный и количественный состав микробной популяции ризосферы растений значительно изменяется в зависимости от факторов окружающей среды, типа растительности, дозы применяемых удобрений и других факторов (Mahaffee W.F., Klopper J.F., 1996).

Воздействие на почвенную микрофлору, обеспечивающее преобладание в ней полезных микроорганизмов, способствует улучшению и сохранению химических и физических свойств почвы, применяется целый ряд биопрепаратов, активизирующих почвенно-микробиологические процессы (Роговская, Щедрин, 2003;

Решновецкий, Климова, Балычева, 2003; Савина, Шевченко, 2008; Шаповал, Вакуленко, Прусакова, Можарова, 2009; Киреева Н.А., Григориади А.С., Багаутдинова Г.Г., Гареева А.Р., 2010; Орлова О.В., 2011).

Бамил – биоудобрение, основным исходным компонентом, которого является высушенная микробная биомасса, полученная при переработке животноводческих отходов. В опытах Орловой О.В. (2011), биоудобрения бамил и омут, внесенные в почву из расчета 60-100 кг N/га (1-6 т/га), обеспечивали у различных культур (кабачки, картофель, кольраби, морковь, свекла, ячмень) прибавку урожая на 12-284 % относительно контроля, при росте дозы биоудобрений урожай увеличивался. Наилучшие результаты для всех исследованных культур были получены с бамилом (прибавка урожая 70-284 %). Эффективность омута зависела от культуры: для картофеля, кабачков, кольраби и злаковых трав прибавка составляла 30-155 %, для ячменя, свеклы – 3,7-17,5 %, морковь занимала промежуточное положение – прибавка 15,0-68,6 %. При этом улучшалось качество продукции. В опытах Лысенко Ю.Н. (2006) в условиях лесостепи Среднего Поволжья на выщелоченном черноземе, лучшее развитие сортов картофеля (Даренка, Русский сувенир, Луговской) на период цветения по накоплению площади ассимиляционной поверхности массы ботвы и клубней отмечалось в варианте навоз + минеральные + бактериальные удобрения (мизорин) и минеральные + бактериальные удобрения (мизорин).

В опыте Коротченкова А.А. (2012) некорневая подкормка органоминеральными удобрениями «Биогумус-С» и «Урожай-С» в повторных посадках сортов картофеля разных групп спелости на фоне запаханных сидеральных культур и их смесей способствовала дополнительному росту урожайности (прибавка от 1 до 9 т/га или 4-46 %), коэффициентов размножения и улучшению качества клубней нового урожая. «Биогумус-С» и «Урожай-С» способствовали снижению всех видов грибных (фитофтороз с 22 % на контроле до 6-13 %; макроспориоз с 12 до 2-8 %) и вирусных (мозаика крапчатая с 10 % до 3 %; скручивание листьев с 7% до 0%) болезней сортов картофеля в фазу «бутонизация-цветение». От применения гуминовой кислоты (ГК) и препарата (PGPR) на основе ризобактерий (*Bacillus megatorium* и др.) в опыте Ekin Zehra (2019) на картофеле увеличился размер и масса клубня,

содержание сухого вещества, крахмала, белка, микроэлементов. Инокуляция смешанной культурой PGPR и 400 кг/га ГК увеличила урожай клубней примерно на 140%, тогда как обычное применение одного NPK-удобрения привело к увеличению урожайности на 111 % по сравнению с контролем.

Восстановить качество пахотных земель с помощью одних минеральных удобрений не представляется возможным, поэтому использование бактериальных удобрений может стать незаменимым инструментом повышения урожая картофеля в нестабильных агроклиматических условиях среды (Мишустин Е.Н., Емцев В.Т., 1987; Кожемяков А.П., Чеботарь В.К., 2005; Решновецкий С.Б., Климова Н.В., Балычева О.В., 2003; Федотова Л.С., Кравченко А.В., Гаврилов А.Н., 2009, Семькин В.А., Картамышев Н.И., Мальцев В.Ф и др., 2012; Bai, Y., 2003; Bais H.P. et al., 2006; Baysal-Gurel F., 2013; Besson Y., 2017).

Роль микроэлементов в растениях в основном заключается в том, что они входят в состав многих ферментов, играющих роль катализаторов биохимических процессов и повышают их активность. Микроэлементы стимулируют рост растений и ускоряют их развитие; оказывают положительное действие на устойчивость растений против неблагоприятных условий среды; играют важную роль в борьбе с некоторыми заболеваниями растений.

Общеизвестно, что при применении микроэлементов снижается вредоносность ряда заболеваний картофеля: меди, марганца – черной ножки и ризоктониоза; меди – фитофтороза; кобальта – вертициллезеза (Кожанова О.Н., Дмитриева А.Г., 1989; Воловик А.С., Долягин А.Б., Глез В.М., Зейрук В.Н., 1999). Во всех случаях наибольшая эффективность микроэлементов проявляется при внесении их на фоне NPK-удобрений.

Марганец непосредственно входит в состав ферментов – аргиназы, фосфотрансферазы и гидроксиламинредуктазы (Школьник М.Я., Макарова Н.А., 1997). Он является регулятором активности железа и способствует переходу закисного железа в окисное и обратно ($Fe^{2+} \leftrightarrow Fe^{3+}$) (Кожанова О.Н., Дмитриева А.Г., 1989; Шеуджен А.Х., Алешин Н.Е., Досеева О.А. и др., 1997).

Марганец участвует в биосинтезе хлорофилла и повышает интенсивность фотосинтеза (Чернавская Н.М., Васильева Л.Ю., 1989), играет большую роль в накоплении крахмала, витамина С и других витаминов в клубнях картофеля. Существует мнение, что обеспеченность марганцем определяет рост и морфогенез органов картофеля (Анспек П.И., 1990). Железо входит в состав феофетина, цитохромов – переносчиков электронов, участвующих в процессе дыхания, а также окислительных ферментов цитохромоксидазы, пероксидазы и каталазы. В таких ферментах железо функционирует благодаря своей способности обратимо окисляться и восстанавливаться ($\text{Fe}^{3+} \leftrightarrow \text{Fe}^{2+}$) (Шеуджен А.Х., 2003). Недостаток железа тормозит два важнейших процесса энергообмена растения – фотосинтез и дыхание, и вызывает глубокий хлороз развивающихся листьев. Как показали исследования И.А. Чернавиной (1970), у растений, испытывающих недостаток железа, снижается содержание хлорофилла в 20-30 раз и уменьшается количество ламелл в хлоропластах, что приводит к морфологическим изменениям пластид.

Цинк входит в состав ферментов и витаминов (B_1 и B_6), регулирует углеводный и белковый обмен в растениях и положительно влияет на образование ростовых веществ (ауксинов) и хлорофилла (Каталымов М.В., 1965; Чернавина И.А., 1970; Школьник М.Я., Макарова Н.А., 1997 Шеуджен А.Х., 2003). Принимая непосредственное участие в синтезе хлорофилла, цинк повышает интенсивность фотосинтеза и углеводного обмена растений. При недостатке цинка снижается интенсивность накопления органического вещества, растения плохо растут и развиваются. При внесении цинка в почву усиливается поступление в растения картофеля азота, калия, марганца и молибдена. Цинк ускоряет развитие картофеля, сокращает его вегетационный период, повышает устойчивость к фитофторе (Ильин В.Ф., 1974, Бардышев М.А., 1984; 1991; Власенко Н.Е., 1987, Анспек П.И., 1990).

Медь ($\text{Cu}^{2+} \leftrightarrow \text{Cu}^+$) активизирует окислительно-восстановительные процессы, увеличивает активность окислительных ферментов (каталазы, нитратредуктазы, пероксидазы, карбоангидразы, гексокиназы, альдолазы, фосфорилазы, супероксиддисмутазы и фосфоглюкомутаза) (Жизневская Г.Я., 1968; Озолия Г.Р., Клавиня

Д.Р., Лапиня Л.П., 1978); способствует повышению содержания хлорофилла в листьях. Медь входит в состав фермента полифенолоксидазы, который регулирует содержание и активность ауксинов и ингибиторов роста фенольной природы. Этот факт лежит в основе способности меди повышать устойчивость растений к полеганию и неблагоприятным условиям среды (Шеуджен А.Х., Алешин Н.Е., Морозов Ю.А. и др., 1997; Шеуджен А.Х., 2003). К медьсодержащим ферментам относится тирозиназа, фермент осуществляющий синтез пигмента меланина за счет окисления аминокислоты тирозина. Появление темной окраски у яблок и клубней картофеля при механических повреждениях обусловлено действием тиразиназы.

Внесенная под картофель медь ускоряет клубнеобразование, повышает устойчивость растений к фитофторозу, уменьшает поражаемость картофеля черной ножкой, паршой и железистой пятнистостью (Альсмик П.И., Амбросов А.Л., Вечер А.С. и др., 1979; Бардышев М.А., 1984; 1991; Анспок П.И., 1990; Bergmann, W., 1992). При недостатке меди у картофеля задерживается рост стеблей, листьев и корней, что связано с ослаблением синтеза индолилуксусной кислоты и торможением ее передвижения, т.к. образуются стабильные комплексы индолилуксусной кислоты с белками и дезоксирибонуклеопотеидами. Медь положительно влияет на поступление азота, фосфора и калия в растения (Шеуджен А.Х., Алешин Н.Е., Морозов Ю.А. и др., 1997).

Опадание цветков и завязей, низкий урожай семян и плодов при нормальном развитии вегетативной массы – частые признаки борной недостаточности. Особенностью бора является большая неравномерность его распределения по растению. Больше всего его накапливается в листьях и цветках, меньше – в корнях и совсем мало в стеблях растений (Кабата-Пендиас А., Пендиас Х, 1989; Шеуджен А.Х., 2003).

При отсутствии или значительном дефиците бора нарушается нормальный отток углеводов, в связи с чем, в листьях картофеля накапливаются крахмал и сахара. Роль бора в передвижении сахаров, по мнению Д.А. Алиева (1963), состоит не только в присоединении к ним остатков борной кислоты, но и в участии его в

процессах, связанных с передвижением сахаров и формировании проводящих тканей. Бор необходим растению в течение всего периода вегетации. Высокое потребление бора характерно для сахарной свеклы, подсолнечника, рапса масличного, кукурузы, люцерны, винограда, капусты, картофеля, сельдерея, и ряда других овощных и плодовых культур (Школьник М.Я., Макарова Н.А., 1997).

Молибден поступает в растения в виде молибдат-аниона или хелатных соединений. Его поглощение и транспорт являются активными энергозависимыми процессами, осуществляемыми против градиента концентрации (Львов Н.П., 1989). В растениях выделено три молибден содержащих фермента: нитратредуктаза, ксантиндегидрогеназа и формиатдегидрогеназа. Кроме того, он входит в состав нитрогеназы, повышает активность малатдегидрогеназы, сукцинатдегидрогеназы (Ягодин Б.А., 1985). Биохимические функции молибдена связаны с восстановлением нитратов до аммиака и биосинтезом аминокислот, фиксацией молекулярного азота свободноживущими микроорганизмами и клубеньковыми бактериями в симбиозе с бобовыми культурами, с биосинтезом нуклеиновых кислот и белков. В реакциях азотного обмена молибден действует совместно с фосфором, калием, марганцем, железом и кобальтом (Пейве Я.В., 1980). Молибден влияет на образование и содержание аскорбиновой кислоты (Буркин И.А., 1968). Молибден, образуя комплексы с АТФ, способствует нуклеиновому синтезу; выполняет защитную реакцию в отношении токсичного влияния на растения подвижного алюминия (Ратнер Е.И., 1965). Молибден усиливает поступление азота, ускоряет синтез амидов, аминокислот и белков, увеличивает содержание хлорофилла; положительно влияет на морозостойкость и засухоустойчивость растений (Пейве Я.В., 1980; Володько И.К., 1983; Ягодин Б.А., 1985).

Кобальт способствует повышению высоты растений, накоплению зеленой массы и сухого вещества; увеличивает энергию прорастания и всхожесть семян. Согласно гипотезе Г.А. Липской (1980), в основе механизма влияния кобальта на рост и развитие растений лежит его связь с гормональным балансом клетки в звене ауксин \leftrightarrow этилен. F.V. Abeles (1973) с помощью метода меченных атомов доказал, что кобальт угнетает биосинтез этилена в звене превращения метионина в этилен,

который является антагонистом действия оптимальных концентраций ауксина. Блокируя биосинтез этилена, кобальт может усиливать действие ауксина, стимулирующего растяжение и деление клеток (Мецлер Д., 1980).

Обеспеченность почв магнием, серой и микроэлементами в подвижном и хорошо доступном состоянии в значительной мере зависит от степени их окультуренности и, в первую очередь, от содержания гумуса и кислотности (Кулаковская Т.Н., 1990; Koch M., Naumann M. et al., 2019; Naumann M., Koch M. et al., 2019). В гумусе сосредоточено до 20-25 % общего содержания Zn, Cu, Co, Mo. Значительно скромнее возможности гумуса по накоплению Mn и B (около 5 % от валового содержания).

Дефициты не всегда бывают связаны с низким содержанием элементов питания в почвах. Иногда растения не могут получить тот или иной элемент потому, что погодные или почвенные условия делают его недоступным, несмотря на достаточное содержание. Например, во время засухи растения плохо поглощают фосфор, бор и молибден. На кислых почвах в избыточном количестве содержатся и поступают в растения – марганец, железо и алюминий, и, наоборот, фосфор и молибден химически связываются, и становятся труднодоступными. Переизвесткование почвы вызывает у растений дефицит калия, фосфора и ряда микроэлементов: цинка, меди, бора и других (Коршунов А.В., Абазов А.Х., Надежкин С.М. и др., 1995; Коршунов А.В., 2003).

Серией опытов в различных почвенно-климатических зонах Российской Федерации установлена высокая эффективность опрыскивания посадок картофеля хелатами биометаллов на величину урожаев и качество продукции (Коршунов А.В., Абазов А.Х., Надежкин С.М. и др., 1995).

Применение некорневых подкормок Микровитом, сдерживало развитие альтернариоза на листьях картофеля в интервале от 18,2 до 45,3 %, против 32,0 до 56,5 % на фоновом варианте. Поскольку в состав Микровита входят элементы, используемые для борьбы с грибными и бактериальными болезнями (Cu, Mn, Fe, Zn и др.), они оказывали фунгистатическое влияние на распространенность болезней, как на листьях, так и на клубнях (Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А.,

Тучин С.С., Гаврилов А.Н., 2011). Опрыскивание вегетирующего картофеля различными марками Микровита снижало распространение парши обыкновенной до 23,5-53,0 %, ризоктониоза до 2,1 % против 60,2 % и 2,9 %, соответственно, на контроле.

Введение микроудобрений в систему питания картофеля позволило увеличить урожайность ранних и среднеранних сортов дополнительно на 13-15 %, среднеспелых и поздних сортов – на 15-16 %, и, в том числе, улучшить потребительские качества. Эффективность некорневого опрыскивания микроэлементами возрастала от ранних сортов к поздним (Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., 2016).

В качестве хелатирующего агента микроэлементов кроме органических кислот (ДТПА, ЭДТА, ОЭДФ и др.) в настоящее время используют некоторые аминокислоты, выделенные из растительного сырья (Intedhar Abbas Marhoon, Majeed Kadhim Abbas, 2015). К препаратам, в состав которых входят аминокислоты, в последнее время повысился интерес практиков, что косвенно свидетельствует об их эффективности.

Причин несколько: сами аминокислоты являются строительным материалом для белков растений; размеры аминокислот самые малые среди прочих хелатирующих агентов, что обеспечивает максимальную скорость поглощения питательных веществ; растение не тратит, а наоборот, получает дополнительную энергию, что позволяет легко усваивать питательные вещества и противостоять стрессовым факторам; полностью отсутствует фитотоксичность для растений; выполняют роль регуляторов основных физиологических процессов (Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Можарова И.П., Любимова Е.Ю., 2010; Intedhar Abbas Marhoon, Majeed Kadhim Abbas, 2015).

Как известно, все аминокислоты, входящие в состав растительных и животных белков, относятся к L-изомерам, а синтетические аминокислоты являются смесью L- и D-изомеров. При этом, L-изомеры хорошо усваиваются растениями и легко включаются в разные процессы обмена веществ, тогда как D-формы растениями не усваиваются, а иногда даже угнетают процессы обмена. Это объясняется

тем, что ферментативные системы организмов специфично приспособлены к L-аминокислотам (Малиновский В.И., 2004).

К тому же, D-формы аминокислот не усваиваются организмом человека и животных, и часто входят в состав патогенных белков (например, алкалоиды головни, бациллы сибирской язвы, картофельная палочка и др.), антибиотиков (D-аланин найден у *Penicillium reticulosum*, D-валин и D-лейцин - в антибиотике грамицидине), встраиваются в стенки бактерий для защиты их от воздействия ферментов (<https://www.ngpedia.ru/id598811p2.html>; Габриелян О.С., Попкова Т.П., Карцева А.А., 2006).

Исследования последних лет показали, что некорневые подкормки микроудобрениями в умеренных дозах и аминокислотами не только увеличивают урожайность, но и улучшают вкусовые качества картофеля (Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., 2016; Кузьмин Н.А., Сандин В.Г., Кузьмина И.А., 2017; Пономарева А.С., Вознесенская Т.Ю., Рыжова Д.А., 2018).

Таким образом, применение органоминеральных и микробиологических препаратов является одним из наиболее перспективных направлений в повышении экологизации агроценозов, поддержании оптимальных параметров плодородия почв, продуктивности культур, в том числе урожайности, качества и лёжкости картофеля. Использование хелатированных микроудобрений и удобрений на основе L-аминокислот (менее изучены) также является одним из элементов современных технологий выращивания сельскохозяйственных культур и широко применяются в мировой практике.

1.7 Эффективность применения регуляторов роста растений

Регуляторы роста растений как природного, так и синтетического происхождения – это соединения, которые в малых концентрациях 10^{-13} - 10^{-15} моль/г осуществляют регуляцию или координацию тех или иных физиологических процессов (Малиновский В.И., 2004).

Регуляторы роста растений оказывают существенное влияние на ростовые, физиологические и формообразовательные процессы, происходящие в растениях, их устойчивость к стрессам (заморозки, засухи, болезни и др.). Исследования по регуляторам роста растений на картофеле, показывают их высокую экономическую и экологическую эффективность, т.к. включение регуляторов роста в технологию возделывания позволяет повышать рост, развитие и адаптивные механизмы растений (Вакуленко В.В., 2004; 2015; Можарова И.П., 2007; Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д., Можарова И.П., 2009; Семькин В.А., Засорина Э.В., Стародубцева М.В., 2012; Шитикова А.В., 2015; Левин, В.И. и др., 2016; Rogach, V.V., Rogach, T.I., 2015; Rogach, V.V., Poprotska, I.V., Kuryata, V.G., 2016).

Встречающиеся в природе ростовые вещества подразделяются на шесть классов: ауксины, гиббереллины, цитокинины, абсцизовая кислота, этилен и брассиностероиды. Установлено, что стимуляцию роста осуществляют, по крайней мере, четыре больших класса гормонов, а именно ауксины, гиббереллины, цитокинины и брассиностероиды. За ингибирование роста отвечают абсцизовая кислота и этилен.

В экспериментах Бердниковой О.С. (2016) получены данные по влиянию кинетина и эпибрассинолида на скорость процессов свободнорадикального окисления в растениях картофеля с разной степенью устойчивости (сорта Луговской, Лукьяновский), что совпадает с результатами ранее проведенных работ (Ершова А.Н., Хрипач В.А., 1996), в которых было отмечено – фитогормоны подавляли процессы пероксидации липидов, которые активизировались у растений в условиях стресса.

При этом интенсивность воздействия на растения зависит от вида препарата, его концентрации, способа применения (отдельно и в смеси) и кратности обработок (клубней или семян и растений). При выращивании ранних и среднеранних сортов картофеля использование циркона для предпосадочной обработки клубней и лариксина для двукратного опрыскивания вегетирующих растений обеспечивало повышение урожайности на 6,2-23,8 % и снижение поражения фитофторозом и альтернариозом, а совместное их применение с фунгицидами (1/2 нормы расхода) поз-

воляло практически полностью защитить растения от заболеваний и снизить себестоимость продукции и загрязнение объектов окружающей среды (Можарова И.П., 2007).

Циркон – регулятор роста, на основе гидроксикоричных кислот (0,1 г/л), полученных из эхинацеи пурпурной. Гидроксикоричными кислотами (ГКК) называется группа полифенольных соединений, к основным представителям которых относятся кофейная, хлорогеновая, цикориевая кислота и др. Через участие в поддержании необходимого окислительно-восстановительного баланса клетки гидроксикоричные кислоты способствуют нормализации развития растений. Результатом этого становится активизация фитогормонов, прежде всего ауксина, повышение синтеза хлорофилла, усиление энергии прорастания семян, повышение резистентности растения к фитопатогенам (Вакуленко В.В., 2004; 2015; Малеванная Н.Н., 2007).

Применение ГКК снижает пораженность растений различными фитопатогенами, в частности, 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 и др. (Аксёнова Е.С., 2007; Байданова Е.А., 2001; Вакуленко В.В., 2004; Васецкая М.Н., 1995).

ГКК также может выступать в роли ингибитора роста растений. К природным ингибиторам роста относятся абсцизовая кислота и некоторые фенольные вещества – коричная, салициловая кислоты. Они в больших количествах накапливаются осенью в период приостановки процессов роста, так осенние клубни картофеля содержат большое количество тормозящих веществ, среди которых присутствуют фенольные, 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 Н.Н., 2003).

ГКК, благодаря своему комплексному характеру действия, является одновременно регулятором ростовых, генеративных и корнеобразовательных процессов, индуктором болезнеустойчивости 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 (Байрамбеков Ш.Б., 2010; Булдаков С.А., 2014; Левин В.И., Петрухин А.С., 2016).

Регуляторы индуцируют в растениях неспецифическую, системную продолжительную устойчивость к абиотическим и биотическим факторам среды (Jung, J., 1985; Khripach, V., 2000; Naas, W., 2002; Narasimowicz-Hermann G., Czyz K., 2008; Wrochna M. et al., 2008). Так, например, регуляторы на основе арахидоновой кислоты индуцируют синтез фитоалексинов, способствующих повышению локальной устойчивости растений к повреждениям и фитопатогенам (Кульнев А.И., Соколова Е.А., 1997; Шакирова Ф.М., 2001; Рожнов Н.А., Геращенко Г.А., Бабоша А.В., 2002).

В полевом опыте на картофеле с жидкой формой регулятора Биодукс (0,3 г/л арахидоновой кислоты) получена прибавка урожайности 2,4-2,8 т/га (10,2-11,9 %), повышение: выхода семенной фракции клубней на 6,9 %, содержание витамина С на 1,7-1,9 мг% и снижение пораженности грибными болезнями до безопасного уровня (Жевора С.В. и др., 2018).

У растений повышается устойчивость к экстремальным изменениям температуры и недостатку влаги (Малиновский В.И., 2004; Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д., Можарова И.П., 2009; Khalid, A., Aftab, F., 2016). Наиболее ярким проявлением физиологического действия ауксина является аттрагирующий эффект (клетки меристемы привлекают к себе питательные вещества – сахарозу, аминокислоты, нуклеотиды, неорганические ионы, воду). Аттрагирующее действие проявляется в зоне деления клеток. Совместно с цитокининами ауксины вызывают деление клеток в определенной зоне апекса побега. Цитокинины (ЦТК) обнаружены в самых различных растительных тканях. Особенно много их в верхушках корней, пасоке, созревающих плодах (томатов, бананов, яблонь, слив), прорас-

тающих семенах, клубнях картофеля (Полевой В.В., 1989; Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д., Можарова И.П., 2009). Главной функцией цитокининов является стимуляция клеточного деления, усиление синтеза белка и нуклеиновых кислот. Цитокинины нарушают апикальное доминирование, вызывая заложение и рост пазушных почек, задержку старения листьев. Благодаря аттрагирующей способности цитокинины способны притягивать ассимиляты (аминокислоты, углеводы) и другие фитогормоны. На картофеле при применении препарата на основе цитокининов (Цитодеф) наблюдалось ускорение формирования клубней, увеличение их размера и повышение урожая на 30%.

Гиббереллин вызывает растяжение междоузлий стебля, индуцирует стрелкование розеточных растений, изменяет форму листьев. Гиббереллины влияют на образование столонов картофеля, увеличение массы и размера клубней (Akbaril N., Barani M., Daneshian J. and Mahmoudil R., 2013). Подобно ауксином, гиббереллины участвуют в разрастании завязи и образовании партенокарпических плодов. Гиббереллин стимулирует цветение ряда растений. Физиологические функции гиббереллинов проявляются в увеличении числа мужских цветков у огурца, конопли и других двудомных растений.

Этилен – это газ, отличающийся от других гормонов большой летучестью, в основном действует там, где образуется, поэтому его действие ограничивается небольшими расстояниями. Этот фитогормон образуется в плодах, цветках, листьях, облиственных растениях, корнях, семенах всех высших растений, причем в наибольших количествах – в стареющих или созревающих тканях (Minato T. and Okazawa Y., 1978; Suttle J.C., 2003; Малиновский В.И., 2004). Абсцизовая кислота (АБК) содержится в корнях, плодах, почках, стеблях, листьях, во флоэмном и ксилемном соке, но особенно много – в покоящихся почках, семенах, клубнях (Foukaraki, SG, Cools, K, Terry, LA, 2016).

В настоящее время на основе гиббереллинов созданы и применяются несколько препаратов: Гиббор-М, Гибберосс, Гибберсиб, которые являются препаратами, содержащими смесь гиббереллинов ГА3, ГА4 и ГА7, а также препараты Завязь, Бутон, Цветень, которые содержат кроме указанных гиббереллинов комплекс

макро- и микроэлементов. Практическое применение синтетических аналогов этого класса направлено на стимуляцию плодообразования, увеличение массы и повышение качества плодов, корнеплодов, клубней и луковиц (Rogach, V.V., Poprotska, I.V., Kuryata, V.G., 2016). Так, при обработке растений картофеля гиббереллинами наблюдали увеличение: урожайности - на 7,0-7,5 т/га, количества товарных клубней на 7,5-9,5 %, содержания крахмала на 2,3-3,5 %, витамина С на 5 мг% и снижение содержания нитратов (Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д., Можарова И.П., 2009). В опыте Федотовой Л.С., Тимошиной Н.А., Князевой Е.В., (2016) от регуляторов роста (РРР) получены прибавки урожайности картофеля при однократном применении (клубни) – 9,8-10,7 %; при двукратном применении (клубни + ботва) – 12,7-14,3 % дополнительно к фону минеральных удобрений.

Клубни картофеля, обработанные крезацином, обладали большей способностью к образованию фитоалексина ришитина в ответ на внедрение фитопатогенных грибов (Карсункина Н.П., Кукушкина Л.Н., 2008). Отмечено, что обработка растений картофеля крезацином повышала содержание абсцизовой кислоты в тканях и интенсивность выделения этилена клубнями, снижала содержание гиббереллинов, цитокининов и ауксинов в течение всего периода хранения (Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Прусакова Л.Д., Можарова И.П., 2009).

Применение для обработки вегетирующих растений стимуляторов роста Эпин-Экстра и Энергия-М повышало устойчивость растений картофеля ко многим неблагоприятным факторам среды: засухе, низким и высоким температурам, обеспечивало прибавку урожая 3,8 т/га и снижало себестоимость производства 1 т картофеля на 9,7 и 13,6 %, повышало прибыль на 6,9 и 13,8 % и рентабельность производства на 27,7 и 40,9 %, соответственно (Шитикова А.В., 2015).

Заключение к главе 1

Проведенный обзор литературы показал, что на урожайность картофеля и его качество (отсутствие заболеваний, высокая лёжка и крахмалистость) влияет выбранная стратегия управления продуктивностью культуры и агроценоза в целом. На сегодняшний день наиболее актуальным направлением является биологизация,

и адаптация элементов технологии возделывания к природно-климатическим условиям регионов.

Успешное внедрение севооборотов с высокой насыщенностью картофелем предполагает подбор сортов с высокой адаптационной способностью, усиление сидерации пашни, соблюдение технологической дисциплины, что обеспечивает бережное отношение к окружающей среде и раскрытие потенциала картофеля. Для улучшения экологии и воспроизводства плодородия почвы необходимо использовать сидераты, в т.ч. бинарные в сочетании с запашкой измельченной соломы зерновых культур.

Сидерация пашни позволяет снижать дозы минеральных удобрений, при этом следует использовать не только традиционные удобрения, на основе трех элементов (NPK), но применять новые усовершенствованные формы агрохимикатов, содержащие S, Si, Mg, Cu, B, Mo и другие.

Предпосадочная подготовка клубней с помощью температурного режима, стимуляторов роста и микроэлементов сдвигает процесс накопления урожая в первую половину вегетации, что позволяет растениям продуктивнее использовать весенние запасы влаги во многих регионах. Предпосадочная обработка клубней и некорневое опрыскивание растений биопрепаратами, микроэлементами и регуляторами роста – увеличивают адаптивную способность к неблагоприятным факторам среды, повышают засухо- и жароустойчивость. Орошение необходимое условие стабильной урожайности, качества и лёжкости продукции картофеля в южных регионах, а в последние годы, и в центральных областях России.

Таким образом, в научной литературе освещены практически все механизмы регулирования продуктивности картофеля. Вместе с тем, остается не изученной реакция широкого набора перспективных отечественных сортов картофеля на применение ряда новых форм минеральных, микробиологических и органоминеральных удобрений на основе L-аминокислот, регуляторов роста растений с комплексным действием, хелатированных микроудобрений.

ГЛАВА 2 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ, УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТОВ

2.1 Объект и материал исследований

Объект – картофель или Паслён клубненосный (лат. *Solanum tuberosum*), сортовая реакция на изучаемые факторы и условия выращивания

Материалом исследований являлись сорта картофеля разного срока созревания. Ранние сорта: Крепыш, Лига, Ломоносовский, Любава, Погарский, Удача, Жуковский ранний, Чароит; среднеранние: Арлекин, Бабушка, Браво, Брянский деликатес, Захар, Ильинский, Кортни, Памяти Рогачева, Русский сувенир, Гала; средне-спелые: Голубизна, Гусар, Диво, Колобок, Накра, Фрителла, Югана; среднепоздние сорта: Брянский надёжный, Лорх, Малиновка, Никулинский. Краткая характеристика изучавшихся сортов представлена в приложении А.

2.2 Место проведения, схемы опытов и агротехника

Экспериментальная работа выполнена на экспериментальной опытной базе «Коренёво» Люберецкого района Московской области при ФГБНУ «Всероссийского научно-исследовательского института картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха», а также в производственных условиях четырех хозяйств, расположенных в различных агроклиматических регионах РФ (Северная зона европейской части – Архангельская область, Центральный регион – Брянская и Московская области, Степная зона Южного Урала – Оренбургская область).

Полевой опыт I. В 2015-2017 годы проводили исследования в полевом двухфакторном опыте, заложенном на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве КФХ «Надеин Сергей Николаевич» Приморского района Архангельской области. В опыте изучали отзывчивость ранних сортов Лига и Ломоносовский (суперэлита) на отдельное и совместное применение различных способов подготовки семенных клубней.

Способы подготовки семенных клубней: 1 – без подготовки (контроль); 2 – прогревание; 3 – обработка перед посадкой регуляторами роста растений (РРР); 4 – совокупное действие прогревания и обработки клубней РРР.

Прогревание клубней проводили при естественном освещении и температуре 16-18 °С в помещении в течение 5-6 дней, затем температуру снижали до 10-12 °С и выдерживали вплоть до высадки, вся яровизация занимала около 30 суток до посадки. Обработку клубней регуляторами роста (РРР) проводили также за 30 дней до посадки. Применяли следующие регуляторы роста (нормы расхода указаны в табл. 2):

Таблица 2 – Схема опыта I, с. Лига, Ломоносовский, 2015-2017 гг.

№ п/п	Варианты опыта	
1	Без прогревания	Без удобрений
2		Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + клубни 10 л H ₂ O/т
3		Фон + Крезацин клубни (4 г/ 10 л H ₂ O/т)
4		Фон + Вигор Форте клубни (15 г/10 л H ₂ O/т)
5		Фон + Атоник клубни (30 г/ 10 л H ₂ O/т)
6	Прогревание	Без удобрений
7		Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + клубни 10 л H ₂ O/т
8		Фон + Крезацин клубни (4 г/ 10 л H ₂ O/т)
9		Фон + Вигор Форте клубни (15 г/10 л H ₂ O/т)
10		Фон + Атоник клубни (30 г/ 10 л H ₂ O/т)

- Вигор Форте (д. в. – 100 г/кг ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль + макро- (N, P, K, Mg) и микроэлементы (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo);

- Крезацин, КРП (д. в. – 950 г/кг ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль);

- Атоник Плюс, ВРК [д. в. – 9 г/л натрия пара - нитрофенолята (p-NP) + 6 г/л натрия орто - нитрофенолята (o-NP) + 3 г/л натрия 5-нитрогваяколята (5- NG)].

Схема опыта на каждом сорте включала 10 вариантов (табл. 2). Повторность в опыте 3-х кратная, площадь делянки – 65 м².

Минеральные удобрения в дозе N₉₀P₉₀K₁₃₅ (азофоска – 16: 16: 16, с добавлением калимагнезии) вносили в начале мая локально двумя лентами при нарезке гребней культиватором КРН-4,2 с туковысевающими аппаратами.

Посадку картофеля проводили сажалкой HASSIA, клубнями массой 50-80 г на глубину 8-10 см в середине мая при температуре почвы не ниже +5 °С. Густота посадки – 44 тыс. клубней/га по схеме 75×30.

Скашивание ботвы до высоты 20-25 см с одновременной десикацией Реглоном (норма расхода 2 л/га) проводили на сорте Лига 7-10 августа, на сорте Ломоносовский – 12-15 августа в зависимости от погодных условий года.

В 2017-2018 гг. опыт I был расширен. В исследования были включены два предшественника (яровой ячмень и люпин однолетний на сидерат), различные дозы NPK и регуляторы роста Вигор Форте и Атоник, (табл. 3).

Таблица 3 – Схема опыта I, с. Ломоносовский, 2017-2018 гг.

№ п/п	Предшественники	Удобрения	PPP по клубням
1	Ячмень яровой	Без удобрений	нет
2		N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	нет
3		N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	Вигор Форте
4		N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	Атоник
5		N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀	нет
6		N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀	Вигор Форте
7		N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀	Атоник
8	Люпин однолетний на удобрение	Без удобрений	нет
9		N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	нет
10		N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	Вигор Форте
11		N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	Атоник
12		N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀	нет
13		N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀	Вигор Форте
14		N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀	Атоник

Фактор А – предшественники: яровой ячмень и люпин желтый однолетний (сидерат);

Фактор В – удобрения: 1 без удобрений; 2. $N_{90}P_{90}K_{135}$; 3 $N_{45}P_{45}K_{70}$; 4. $N_{90}P_{90}K_{135}$ + Вигор Форте (клубни); 5. $N_{90}P_{90}K_{135}$ +Атоник (клубни); 6. $N_{45}P_{45}K_{70}$ +Вигор Форте (клубни); 7. $N_{45}P_{45}K_{70}$ +Атоник (клубни).

Площадь делянки: общая 48 м², учётная 36 м², повторность трехкратная. Сорт картофеля Ломоносовский.

Полевой опыт II (2014-2016 гг.) был расположен на полях ОАО «Погарская картофельная фабрика» Погарского района Брянской области.

Испытывалась новая форма стабилизированного карбамида, на гранулы которого был нанесен препарат УТЕС – ингибитор уреазы. Изучалась реакция 16-ти сортов картофеля разных групп спелости (таблица 4).

Формы удобрений, применявшихся на опыте: Аммофос – N 10 – P₂O₅ 52 %; Калимагнезия – 32 % K₂O, 12,5 MgO, 20,5 % S; Карбамид (мочевина) – 46 % N, минеральное азотное удобрение; Карбамид (мочевина), стабилизированный УТЕС 46, минеральное азотное удобрение.

Дозу минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$ получали смешиванием 173 кг/га аммофоса + 159 кг карбамида + 422 кг/га калимагнезии.

Дозу минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$ со стабилизированным карбамидом получали смешиванием 173 кг/га аммофоса + 159 кг карбамида УТЕС 46 + 422 кг/га калимагнезии.

Перед посадкой 16-ти сортов картофеля на одну половину площади опыта вносили традиционные удобрения, на другую – со стабилизированной мочевиной (метод расщепленных делянок). Учетная площадь делянки 120 м² расщеплялась на две по 60 м² с разными формами удобрений. Повторность трехкратная. Расположение делянок систематическое. Всего опытный участок с сортами на двух полях занимал 12 га. На одном поле (№ 1) предшественником картофеля был яровой рапс, на другом поле (№ 2) – вика-овес.

Агротехника возделывания картофеля соответствовала зональным рекомендациям (Возделывание картофеля в сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах населения, 2005; Индустрия картофеля, 2013).

Таблица 4 – Схема опыта II, 2014-2016 гг.

Группа спелости сорта	Наименование сорта	Дозы и формы удобрений	
Ранние	Удача	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ Mg ₅₃ S ₈₇ – контроль (азот в форме традиционного карбамида)	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ Mg ₅₃ S ₈₇ (азот в форме карбамида UTEC 46)
	Крепыш		
	Любава		
	Погарский		
Среднеранние	Ильинский		
	Памяти Рогачева		
	Брянский деликатес		
	Русский сувенир		
Среднеспелые	Голубизна		
	Диво		
	Колобок		
	Накра		
Среднепоздние	Лорх		
	Малиновка		
	Никулинский		
	Брянский надежный		

Посадка клубней проводилась в первой декаде мая в предварительно нарезанные гребни картофелесажалкой HASSIA ЗАО «Колнаг» (02-10.05.2014-2016 гг.), глубина посадки 6-7 см; масса семенного материала 50-80 г. Далее – две довсходовых культивации (МТЗ-80/82, КОН-2,8 ПМ), две после всходов (МТЗ-80/82, КОН-2,8 ПМ) и одно окучивание перед смыканием ботвы (МТЗ-80/82, КОН-2,8 ПМ). Во время вегетации растений картофеля проводились обработки инсектицидами и фунгицидами (МТЗ-80/82, ОПМ-2001). Против личинок колорадского жука (препарат Регент в дозе 20 г/га) и фитофтороза (Ридомил Голд МЦ, 2,5 кг/га; Сектин Феномен 1,0 кг/га). Посадки картофеля на опыте также обрабатывались гербицидами: до всходов картофеля – гербицидом «Лазурит» (1,5 л/га); по всходам – гербицидом избирательного действия «Титус» (50 г/га) + прилипатель Тренд-90 (200 г/га).

Уборку картофеля начинали с сортов ранней группы – середина августа, далее с интервалом в десять дней убирали остальные сорта по группам спелости. Период вегетации сортов ранней группы спелости составлял 85 дней, среднеранних – 95 дней, среднеспелых – 105 дней и среднепоздних – 115 дней.

Полевой опыт III (2016-2018 гг.) был заложен на территории КФХ «Ягудин Н.В.» Коломенского района Московской области. Схема опыта III:

1. Контроль. Фон $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$
2. Фон + Басфолиар Авант Натур СЛ. Некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе появления всходов, 2-я - в фазе бутонизации, расход агрохимиката – 0,5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.
3. Фон + Басфолиар Авант Натур СЛ. Некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе появления всходов, 2-я - в фазе бутонизации, расход агрохимиката – 1,5 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.
4. Фон + Басфолиар Авант Натур СЛ. Некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе появления всходов, 2-я - в фазе бутонизации, расход агрохимиката – 3,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.
5. Фон + Мастер Грин К. Некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе бутонизации, 2-я – после цветения, расход агрохимиката – 0,3 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.
6. Фон + Мастер Грин К. Некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе бутонизации, 2-я – после цветения, расход агрохимиката – 0,6 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.
7. Фон + Мастер Грин К. Некорневая подкормка растений: 1-я – в фазе бутонизации, 2-я – после цветения, расход агрохимиката – 1,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

Формы удобрений: Аммофос – $N\ 10 - P_2O_5\ 52\ \%$; Калимагнезия – $32\ \%\ K_2O$, $12,5\ MgO$, $20,5\ \%\ S$; Карбамид (мочевина) – $46\ \%\ N$;

Басфолиар Авант Натур СЛ: $8,1\ \%\ азот\ (N)$, в том числе: $4,2\ \%\ органический\ азот$, $1,0\ \%\ амидный\ азот\ (N-NH_2)$, $1,8\ \%\ аммонийный\ азот\ (N-NH_4)$, $1,1\ \%\ нитратный\ азот\ (N-NO_3)$; $4,0\ \%\ фосфор\ (P_2O_5, растворимый\ в\ воде)$, $6,0\ \%\ калий\ (K_2O)$,

0,02 % бор (В), 0,02 % марганец (Mn), EDTA, 0,002 % молибден (Mo), 0,02 % цинк (Zn), EDTA, 30,0 % органическое вещество.

Мастер Грин К – органоминеральное удобрение на основе экстракта морских водорослей, г/л: аминокислоты – 100 ± 5 ; K_2O – 100 ± 5 ; азот общий – 50 ± 5 ; органические вещества – 70 ± 5 ; вода до 1 л. Происхождение аминокислот в обоих препаратах – 100% растительное. Метод гидролиза – ферментативный. Дозы и регламенты применения агрохимикатов Басфолиар Авант Натур и Мастер Грин К – согласно рекомендациям разработчиков.

Исследования проводились на раннем сорте картофеля – Гала (I репродукция). Площадь делянки – 50 м^2 , повторность 3-х кратная. Сроки посадки картофеля первая декада мая (04-07.05.2016-2018 гг.); сроки уборки – вторая декада августа. Уход за посадками картофеля общепринятый для зоны возделывания (Возделывание картофеля в сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах населения, 2005; Индустрия картофеля, 2013).

Полевой опыт IV (2016 - 2017 гг.) также проводили на территории КФХ «Ягудин Н.В.» Коломенского района Московской области.

Формы удобрений, применявшиеся на опыте: Нитроаммофоска (16 N -16 P -16 K %) – комплексное минеральное удобрение;

Агровин Са: 22,0 % свободные аминокислоты, Са 8,0 %, В (бор) 0,6 %;

Агровин Mg-Zn-B: 21,0 % свободные аминокислоты, Mg 5,5 %, Zn 2,2 %, В (бор) 0,6 %;

Агровин Микро: 10 % свободные аминокислоты, Fe 1,4 %, Cu 0,2 %, Zn 1,2 %, Mn 0,5 %, Mg 6 %, В (бор) 0,4 %, N 6,5 %.

Рабочий раствор Агровин Микро (0,5 л/т, расход рабочей жидкости 10 л/т) наносили путем опрыскивания клубней за 2-3 дня до посадки. В фазу полной бутонизации картофеля проводили некорневое опрыскивание препаратами (ЛО) Агровин Са, Агровин Mg-Zn-B, Агровин Микро в концентрации с расходом рабочей жидкости 300 л/га, согласно схемы опыта IV, включающего следующие варианты:

1. Фон $N_{90}P_{90}K_{90}$ – без обработок
- 2-4. Фон + Агровин Са (0,2; 0,4; 0,6 кг/га) ЛО

- 5-7. Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,2; 0,4; 0,6 кг/га) ЛО
- 8-10. Фон + Агровин Микро (0,25; 0,5; 0,75 л/га) ЛО
11. Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т)
12. Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО
13. Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО
14. Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО

В опыте исследовали реакцию раннего сорта картофеля Удача (I репродукция). Площадь делянки – 60 м², площадь учетной делянки – 40 м², повторность 3-х кратная. Посадку картофеля осуществляли сажалкой в предварительно нарезанные гребни, схема посадки 75 x 30 см, густота посадки – 44 000 растений/га. Сроки посадки картофеля середина мая (15.05.16 и 20.05.17 г.); сроки уборки – первая-вторая декада августа (10.08.16 и 21.08.2017).

Полевой опыт V (2016 - 2018 гг.) проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве на территории ЭБ «Коренево» ФГБНУ ВНИИКХ Люберецкого района Московской области. В схеме полевого опыта были использованы необожжённый цеолитсодержащий трепел Хотынецкого месторождения Орловской области и на его основе разработанное комплексное гранулированное удобрение.

Формы удобрений: 1 – гранулированное минеральное удобрение диаммофоска – N: P: K = 10:20:20; без цеолита; 2 – гранулированное минеральное удобрение «Бона Форте» – N: P: K = 10:20:20 + микроэлементы; без цеолита; 3 – удобрение минеральное марка 2: N:P:K = 6,5: 9,5: 9,5; 50 % NPK + 50 % цеолита; 4 – Цеолит 100 % (содержание активного кремния 2731 мг/кг).

В схеме опыта дозы удобрений выровнены по азоту и с кратным шагом по этому элементу (табл. 5). Соотношения N:P:K в удобрениях 1:2:2 и 1:1,5:1,5. Согласно модельным исследованиям В.В. Матыченкова (1990) кремнезем наиболее сильно повышает растворимость двузамещенного фосфата кальция (основы фосфорных удобрений), на первой стадии взаимодействия идет адсорбция кремниевой кислоты на фосфаты, а на второй – вытеснение фосфат-ионов в раствор. На основании этих исследований соотношения N:P:K в марке 2 снижены с 1:2:2 до 1:1,5:1,5. Общая площадь делянки – 45 м², учетной делянки – 30 м², повторность 4-х кратная,

расположение делянок рендомизированное внутри повторений. Сорт картофеля Колобок – среднеспелый.

Таблица 5 – Схема опыта V с цеолитсодержащими минеральными удобрениями

Схема 2016 года	Схема 2017-2018 гг.	Формы удобрений
Доза NPKSi, кг/га д. в	Доза NPKSi, кг/га д. в	
-	Без удобрений	нет
N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	-	Диаммофоска NPK10:20:20
N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	Бона Форте NPK10:20:20
N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	Марка 2: NPK 6,5:9,5:9,5
N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	Марка 2: NPK 6,5:9,5:9,5
Si ₆	-	Цеолит, 2000 кг
Si ₁₅	Si ₁₅	Цеолит, 5000 кг

Полевые опыты VI (2015-2016 гг., сорт Удача) и **VII** (2017-2019 гг., сорт Гала) с микробиологическими препаратами проводили на дерново-подзолистой супесчаной почве на территории экспериментальной базы ФГБНУ ВНИИКХ «Коренево» Люберецкого района Московской области.

Характеристика микробиологических препаратов:

Азолен – жидкое микробиологическое удобрение с фунгицидными ростостимулирующими свойствами и азотфиксирующей способностью: *Azotobacter vinelandii* ИБ 4-8*10⁹ КОЕ/мл.

Биокомпозит-коррект – жидкое микробиологическое удобрение на основе консорциума бактерий с антагонистической, целлюлозолитической, фосфатмобилизирующей и азотфиксирующей активностью: *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-841Д, *Bacillus amyloliquefaciens* БИМ В-842Д, *Pseudomonas brassicacearum* БИМ В-446 Д, *Rahnella aquatilis* БИМ В-751 Д, *Serratia plumuthica* БИМ В-706 Д. Титр – не менее 1·10⁹ КОЕ/мл.

Агринос 1 – консорциум естественных почвенных микроорганизмов, изготовленных по технологии комменсального брожения, жидкое микробиологическое удобрение, содержащее активные полезные микроорганизмы: 10 различных семейств и более 80 штаммов. Причем в его составе имеются как аэробные, так и

анаэробные и микроаэрофильные бактерии. Титр КОЕ/мл аэробных=1,5x10⁷; анаэробных=1,5x10⁷.

Агринос 2 – органоминеральное удобрение, комплекс биодоступных элементов питания (азот, калий, углерод, магний, медь, железо, протеин, легкоусвояемые L-аминокислоты, хитин и хитозан): L-аминокислоты – 4 %; глюкозамин – 4 %, хитозан – 4 %. Содержание влаги – 92 %.

Механизм действия: содержащиеся в Агринос 1 бактерии, например, азотфиксирующие, усваивают атмосферный азот, другие участвуют в мобилизации фосфора, калия, кальция, серы и цинка, причем работают даже при высокой засоленности грунтов, что особенно важно для южных регионов. В почве микроорганизмы из Агринос 1 вступают во взаимодействие с корнями растений, а те, в свою очередь, выделяют различные полисахариды, которые, являясь питанием для бактерий, способствуют развитию полезной микрофлоры. Последняя же вырабатывает различные гормоны и стимуляторы, улучшающие развитие корневой системы. Агринос 2 помогает растению выйти из состояния покоя при экстремальных условиях внешней среды за счет усиления активности метаболических процессов, что повышает устойчивость растений к стрессам различной природы и патогенам. Улучшается общее физиологическое состояние, в том числе активность фотосинтеза, увеличивается накопление сложных и простых сахаридов, усиливаются ростовые процессы.

Азотовит представляет собой культуральную жидкость свободноживущих бактерий азотофиксаторов *Azotobacter chroococcum*, 1x10⁷ КОЕ/мл. Механизм действия: обеспечивает растения азотом, связывая его из атмосферы.

Фосфатовит представляет собой культуральную жидкость бактерий *Bacillus mucilaginosus*, 1x10⁷ КОЕ/мл. Механизм действия: обеспечивает растения доступным фосфором, переводя труднодоступный фосфор в усвояемую форму.

Экстрасол – жидкая форма штамма ризосферных бактерий *Bacillus subtilis* Ч-13, с титром порядка 1x10⁸ КОЕ/мл, является микробиологическим удобрением и стимулятором роста.

«Байкал» ЭМ-1 – содержит около 60 штаммов микроорганизмов ($1 \times 10^{5-6}$ КОЕ/мл). Вместе они составляют устойчивый симбиоз, поддерживают друг друга, поэтому длительно живут в почве. Наиболее крупные группы входящих в ЭМ-препарат микроорганизмов: фотосинтезирующие и молочнокислые бактерии, дрожжи, актиномицеты, ферментирующие грибы типа *Aspergillus*, *Penecillium*. Каждая разновидность эффективных микроорганизмов имеет собственную важную функцию. Но при этом поддерживает действие других микроорганизмов и использует вещества, произведенные этими микроорганизмами.

Опыт VI (2015-2016 гг.) – изучалось влияния микробиологических удобрений: Азолен, Биокомпозит-коррект, Агринос 1 и 2, при внесении в почву перед посадкой и некорневых подкормок растений различными дозами биопрепаратов на биологическую активность почвы, продуктивность, структуру урожая и качество клубней картофеля.

Схема опыта:

1. Без удобрений без обработки;
2. $N_{90}P_{90}K_{120}$ без обработки;
3. $N_{45}P_{45}K_{60}$ без обработки;
4. $N_{45}P_{45}K_{60}$ + Азолен. Обработка почвы непосредственно перед посадкой.

Расход препарата 10 л/га, расход рабочего раствора 300 л/га. Некорневое опрыскивание в фазу смыкания рядков и два последующих с интервалом 10 дней. Расход препарата 3 л/га, расход рабочего раствора 300 л/га.

5. $N_{45}P_{45}K_{60}$ + Агринос 1. Обработка почвы непосредственно перед посадкой, расход препарата 5 л/га; Агринос 2 – некорневое опрыскивание в фазу смыкания рядков и два последующих с интервалом 10 дней. Расход агрохимиката 2,5 л/га, расход рабочей жидкости 300 л/га.

6. $N_{45}P_{45}K_{60}$ + Биокомпозит-коррект. Внесение в почву перед посадкой, расход агрохимиката 2,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га. Некорневая подкормка растений в фазу смыкания рядков и два последующих с интервалом 10 дней, расход агрохимиката – 3,0 л/га, расход рабочего раствора – 300 л/га.

Площадь делянки 56 м², повторность 4-х кратная, расположение вариантов рендомизированное внутри повторений. Сроки посадки картофеля (2015, 2016 гг.) первая декада мая (05 и 10 мая); сроки уборки 18 и 23 августа. Картофель размещали после сидератов: люпин однолетний – 2015 год; люпин однолетний + горчица – 2016 год.

Опыт VII (2017-2019 гг.): изучалось влияние различных форм, доз и способов применения микробиологических удобрений на урожайность, фракционный и биохимический состав клубней. В схему опыта входили варианты с новым микробиологическим препаратом Агринос и его аналогами, ранее хорошо зарекомендовавшими себя в практике возделывания картофеля: смесь Азотовит и Фосфатовит, Экстрасол и Байкал (табл. 6):

Таблица 6 – Схема опыта VII

Фон удобрений	№ в-та	Формы, дозы и способы применения биопрепаратов
Без удобрений	1	контроль
	2	Агринос «1» 2,5 л/га клубни
	3	Агринос «1» 2,5 л/га клубни + Агринос «2» 1,25 л/га растения
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	4	контроль
	5	Агринос «1» 2,5 л/га клубни
	6	Агринос «1» 5 л/га клубни
	7	Агринос «1» 2,5 л/га клубни + Агринос «2» 1,25 л/га растения
	8	Агринос «1» 5 л/га клубни + Агринос «2» 2,5 л/га растения
	9	(Азотовит + Фосфатовит) : обработка клубней перед посадкой (1+1) л/т, расход рабочего раствора – 30 л/т
	10	Экстрасол : обработка клубней перед посадкой 2,0 л/т, расход рабочего раствора – 30 л/т
	11	Байкал : обработка клубней перед посадкой 2,0 л/т, расход рабочего раствора – 30 л/т
	12	Азотовит + Фосфатовит + Агринос «2» 2,5 л/га (растения)
	13	Экстрасол клубни+ Агринос «2» 2,5 л/га (растения)
	14	Байкал клубни+ Агринос «2» 2,5 л/га (растения)
	15	Экстрасол (2 л/т клубни) + Экстрасол 2 л/га (растения)
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	16	Агринос «1» 5 л/га клубни+ Агринос «2» 2,5 л/га (растения)

Рабочие растворы микробиологических препаратов вносили на отдельных вариантах опыта во время посадки путем распыления: 1/3 дозы на клубни и 2/3 дозы на поверхность почвы клубневого ложа. Некорневое опрыскивание растений препаратами в период 70-90 % смыкания рядков (фаза бутонизации). Расход препаратов – согласно схеме опыта (табл 6).

Полевые **опыты VIII** и **IX** по изучению эффективности расчетной дозы минеральных удобрений в сочетании с применением различных регуляторов роста на богаре (без орошения) и орошении закладывали в 2014-2016 годах на территории ООО «Агрофирма Краснохолмская» Илекского района Оренбургской области, в соответствии со схемой в таблице 7.

Таблица 7 – Схемы опытов VIII и IX, 2014-2016 гг.

Без орошения, опыт VIII	Орошение, опыт IX
1. Без удобрений – Фон	1. Фон N ₁₆₅ P ₁₂₅ K ₂₇₀
2. Фон + Энергия клубни	2. Фон + Энергия клубни
3. Фон + Энергия клубни + растения	3. Фон + Энергия клубни + растения
4. Фон + Вигор Форте клубни	4. Фон + Вигор Форте клубни
5. Фон + Вигор Форте клубни + растения	5. Фон + Вигор Форте клубни + растения
6. Фон + Атоник клубни	6. Фон + Атоник клубни
7. Фон + Атоник клубни + растения	7. Фон + Атоник клубни + растения

Полевой **опыт VIII** по выращиванию двух сортов картофеля (Удача и Жуковский ранний) проводили с применением следующих регуляторов роста: Энергия-М, КРП, д. в. – 855 г/кг ортокрезоксиуксусной кислоты три-этаноламмониевая соль + 95 г/кг 1-хлорметилсилатран: предпосадочная обработка клубней – 4 г/ т/10 л воды; некорневая обработка – 20 г/га/300 л воды; Вигор Форте, КРП, д. в. – 100 г/кг ортокрезоксиуксусной кислоты триэтаноламмониевая соль + макро- (N, P, K, Mg) и микроэлементы (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Mo): предпосадочная обработка клубней – 15 г/т/10 л воды; некорневая обработка – 50 г/га/300 л воды; Атоник Плюс, ВРК, д. в. – 9 г/л натрия пара - нитрофенолята (p-NP) + 6 г/л натрия орто- нитрофенолята (o-NP) + 3 г/л натрия 5-нитрогваяколята (5- NG): концентрация для обработки клубней и некорневых обработок – 30 мл/т/10 л воды и 900 мл/га/300 л воды.

Предшественником на опытном участке служил кострец безостый. После уборки предшествующей культуры проводилась вспашка на глубину 27-30 см плугом ПЛН-5-35. Весной нарезку гребней проводили гребнеобразователем GRIMME. Посадку картофеля осуществляли в полугребни картофелесажалкой GRIMME. Глубина заделки семенного материала составила 3-5 см от вершины гребня до верхней точки клубня.

За время вегетации проводили 3-х кратную обработку гербицидами (Линтаплант, Фюзилад, Зонтран, Росток) и 2-х кратную обработку фунгицидами (Абига пик, Акварип, Гикос).

В опыте IX (2014-2016 гг.) выращивали также два сорта картофеля (Удача и Жуковский ранний) на участке с орошением. Обработка клубней и растений сортов картофеля Удача и Жуковский ранний проводили теми же регуляторами роста и в тех же дозах, что и в опыте VIII.

Для поддержания предполивной влажности активного слоя почвы на орошаемом участке не ниже 75...80 % НВ за годы исследований проведено от 6 до 9 поливов дождевальными машинами ДМ - 100 «Фрегат» с оросительной нормой 2700-3600 м³/га. По годам количество поливов было различным: в 2014 году 3 полива – в июне, 3 – в июле, 3 – в августе; в 2015 году 2 полива в июне, 3 – в июле, 1 – в август; в 2016 году 2 полива в июне, 3 – в июле, 1 – в августе (поливная норма – 400-460 м³/га).

Фоном питания служила полная доза минеральных удобрений N₁₆₅P₁₂₅K₂₇₀ кг д. в., рассчитанная под планируемую урожайность 50 т с 1 га (по методике В.И. Филина, 1984). Сроки посадки в опытах VIII и IX – I-II декада мая; уборка – III-я декада августа, поделяночно, вручную. Схема посадки – 75 x 30 см, густота стояния растений 50 000 шт. /га. Общая площадь делянки 60 м², учётная – 40,5 м². Повторность трехкратная. Расположение делянок рендомизированное внутри повторений. Предпосадочную обработку клубней регуляторами роста проводили за 2 дня до посадки ручным опрыскивателем Kwazar из расчета 10 л рабочего раствора на 1 т семенных клубней в обоих опытах. Некорневое опрыскивание растений регуляторами роста проводили опрыскивателем Kwazar в утреннее или вечернее

время суток в период бутонизации картофеля. Поливной и не поливной блок опытов VIII и IX располагались рядом на поле общей площадью 100 га.

Полевой опыт X (2015-2017 годы) – изучение роста, развития и продуктивности 15-ти сортов картофеля: Удача, Крепыш, Любава, Ломоносовский, Чароит – ранние; Арлекин, Кортни, Бабушка, Памяти Рогачева, Браво – среднеранние; Колобок, Накра, Гусар, Фрителла, Югана – среднеспелые, в зависимости от природно-климатических условий произрастания.

Наблюдения осуществляли в 3-х географических точках: Московская область ООО «Ягудин Н.В.», Архангельская область КФХ «Надеин Сергей Николаевич», Оренбургская область ООО «Агрофирма Краснохолмская». Агротехника – согласно зональным рекомендациям. Почва опытного участка в Архангельской области – дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризовалась типичным содержанием гумуса (1,7-1,9 %), высоким – подвижного фосфора (213-236 мг/кг почвы) и ниже среднего – подвижного калия (126-132 мг/кг почвы) (ГОСТ Р 54650-2011).

Почва опытного участка в Московской области – дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеризовалась типичным содержанием гумуса (1,90-1,93 %), средним – подвижного фосфора (128-140 мг/кг почвы) и ниже среднего – подвижного калия (115-139 мг/кг почвы) (ГОСТ Р 54650-2011).

Почва опытного участка в Оренбургской области – чернозем южный, остаточно-луговатый, слабогумусированный, среднеспелый, среднесуглинистый с содержанием гумуса в пахотном слое 3,2 %, характеризовался низкой обеспеченностью подвижными формами фосфора (8,63-9,96 мг/100 г почвы) – и средней (21-22 мг/100 г почвы) – обменным калием (ГОСТ 26204-91).

Дозы удобрений во всех 3-х географических точках одинаковые – по д. в. – $N_{90}P_{90}K_{135}$ или по физ. массе: 563 кг/га нитроаммофоска и 140 кг/га калимагнезия. Доза удобрений во всех 3-х точках была одинаковой по нескольким причинам: 1. соблюдение принципа единственного различия; 2. одинаковый мехсостав почв; 3. примерно одинаковая обеспеченность питательными веществами, если учитывать

их доступность в связи с влажностью и кислотностью почв. Общая площадь делянки 75 м²; учетная 54 м². Повторность трехкратная, расположение делянок систематическое.

2.3 Почвенно-климатические условия проведения опытов

Северная зона европейской части России. Полевой опыт I (2015-2017 гг.). Сельскохозяйственное предприятие КФХ «Надеин Сергей Николаевич» Приморского района Архангельской области расположено в Центральной таежно-лесной области в зоне таежных почв Онего-Тиманской провинции.

В почвенном покрове хозяйства преобладают пойменные почвы. Пойма на большей части территории переувлажнена, что определяет преобладание пойменных дерновых глееватых, пойменных дерново-глеевых и пойменных болотных почв. На террасах и коренном берегу реки почвенный покров представлен подзолистыми, дерново-подзолистыми, болотно-подзолистыми и болотными почвами. Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая, характеристика которой представлена выше.

Климатические условия Архангельской области. Отсутствие горных хребтов делает эту территорию легкодоступной для циклонов с Атлантики и потоков холодного арктического воздуха с северо-востока. Первые приносят осадки, пасмурную погоду, зимой – потепление, вторые вызывают сильное снижение температур и морозы.

Годовая сумма осадков в Приморском районе колеблется от 400 до 540 мм при количестве дней с осадками до 200, из них 150-200 мм выпадает в теплый период. Осадки выпадают в виде продолжительных снегопадов зимой и длительных морозящих дождей осенью. Значительная относительная влажность воздуха зимой и осенью (85-95%) обусловлена массами теплого воздуха, а летом и весной (70-90%) зависит от испарения тающего снега, водоемов, лесов и болот в условиях продолжительной пасмурной погоды и невысоких температур.

Зимой на территории области образуется мощный снеговой покров толщиной до 60-70 см. Снег выпадает 25 октября-10 ноября и лежит до 25 апреля-10 мая. Запасы воды в снеговом покрове 100-120 мм. Последний заморозок: в воздухе – 7 июня; на почве – 25 июня.

Среднегодовые температуры территории лишь немного выше (а иногда и ниже) нуля. Продолжительность периода со средними суточными отрицательными температурами около 200 дней. Период с температурой выше 10 °С составляет 92 дня, а сумма активных температур достигает всего лишь 1000-1100 °С.

По данным Архангельской метеорологической станции М-2 весенне-летний периоды 2015 и 2016 годов характеризовались как достаточно теплые и влажные. Среднесуточная температура воздуха в период вегетации картофеля в 2015-2016 гг. была выше среднемноголетних показателей (табл. 8).

Таблица 8 – Метеорологические условия Архангельской области (станция М-2)

Месяц, декада	Температура воздуха, °С			Осадки, мм		ГТК*
	Средняя за месяц	Средне-много-летнее	Сумма $t > 10$ °С	Сумма за месяц	Средне-много-летнее	
2015 год						
Май	11,6	6,5	300	34	40	1,13
Июнь	13,7	12,6	363	86	54	2,37
Июль	12,7	15,8	332	46	62	1,39
Август	12,1	13,1	333	109	67	3,27
За вегетацию	12,5	12,0	1328	275	223	2,07
2016 год						
Май	11,5	6,5	209	21	40	1,00
Июнь	13,7	12,6	354	49	54	1,38
Июль	19,2	15,8	597	120	62	2,01
Август	16,1	13,1	473	85	67	1,80
За вегетацию	15,1	12,0	1633	275	223	1,68
2017 год						
Май	3,0	6,5	0	16	40	-
Июнь	9,8	12,6	99	89	54	6,44
Июль	17,7	15,8	549	134	62	2,44
Август	15,5	13,1	475	168	67	3,54
За вегетацию	11,5	12,0	1123	407	223	3,62

По сумме осадков в период вегетации картофеля 2015 и 2016 года были равными, но их распределение по месяцам было более благоприятным в 2016 году, гидротермический коэффициент (ГТК₂₀₁₆) составил 1,68, тогда как в 2015 году

ГТК₂₀₁₅ был выше – 2,07, что свидетельствует о недоборе тепла и преобладании осадков. Еще более неоднозначным по распределению тепла и осадков оказался вегетационный сезон 2017 года, в котором два первых месяца (май и июнь) были холодными (t меньше нормы на 3,5 и 2,8 °С). К тому же май был еще и очень сухим, а июнь дождливым. В июле и августе температура воздуха была достаточно высокой (t выше нормы на 1,9 и 2,4 °С), а осадков выпало в 2,2 и 2,5 раза выше средне-многолетней нормы, соответственно.

Центральный регион России. Полевой опыт II (2014-2016 гг.) был расположен на полях ОАО «Погарская картофельная фабрика» Погарского района Брянской области.

Брянская область – крупнейший регион выращивания картофеля. Здесь посевные площади под картофелем в 2015 году достигли 25,5 тыс. га, что на 1,5 тыс. га или на 6,2 % больше, чем в 2014 году. Доля Брянской области в общих размерах посевных площадей картофеля в РФ по итогам 2015 года – 7,2 %, в то время как Московской области – 4 % (по данным экспертно-аналитического центра агробизнеса: www.ab-centre.ru).

Брянская область расположена в западной части Восточно-Европейской равнины, занимая среднюю часть бассейна реки Десны и лесистый водораздел между ней и Окой. Умеренно-континентальный климат обеспечивает теплое лето с мягкой и снежной зимой, что требует строгого соблюдения агротехники возделывания при размещении посадок картофеля.

Повышение температуры в зимнее время способствует увеличению биологического разнообразия патогенов картофеля: новые штаммы вирусов, бактерий, бактериозы, более ранние даты появления фитофтороза, увеличения вредоносности тлей, проволочников и других вредителей, продвижение подгрызающих совков, колорадского жука на север; увеличение циклов размножения нематод. В связи с изменением климата в сторону потепления увеличивается зависимость продуктивности картофеля от плодородия и влагообеспеченности почв, соблюдения технологической дисциплины, специализированных севооборотов и других агроприемов.

Средняя годовая температура в Брянской области колеблется от +4,5 °С в северных районах (Рогнедино) до +5,9 °С в южных (Севск). Самым теплым месяцем является июль (18-19 °С), а самым холодным – январь (*минус 7,2 – минус 9,0* °С).

Осадков в среднем за год выпадает от 550 до 600 мм, наибольшее количество их на севере – в Дятьковском и Брянском районах, а наименьшее – в пределах узкой полосы Почеп – Климов – Новозыбков. Самое большое количество осадков выпадает в июле (от 80 до 100 мм), наименьшее – в декабре, январе, феврале (по 25-35 мм в месяц).

В климате Брянской области отчетливо выражены четыре времени года: весна, лето, осень и зима. Весна начинается с того времени, когда среднесуточная температура воздуха становится выше +5 °С. Такая температура наступает обычно около 8-15 апреля. Наблюдаются заморозки в конце мая и начале июня.

Лето продолжается 105-110 суток. Среднесуточная температура летних месяцев +16°... +18 °С. В эту пору самые продолжительные дни в году. Летом на Брянщине в среднем выпадает 220-230 мм осадков. К сожалению, в отдельные годы осадки выпадают крайне неравномерно. Но бывают летом и затяжные дожди, что снижает качество зерновых хлебов, овощей и картофеля. Осень, наступающая в первых числах сентября, продолжается около 70 суток. Первый снег в Брянской области появляется обычно в начале ноября, но сохраняется недолго.

На территории севера и запада Брянщины, в условиях более влажного климата и более глубокого промывания, преобладают дерново-подзолистые почвы. На юге и востоке, где осадков меньше, – серые лесные. Дерново-подзолистые почвы занимают примерно 65 % площади области, а серые лесные – около 25 %.

ОАО «Погарская картофельная фабрика» Погарского района расположена в географическом центре Брянской области, в юго-западном направлении от областного центра города Брянска на расстоянии 75 км.

Пахотные почвы ОАО «Погарской картофельной фабрики»: дерново-подзолистые среднесуглинистые и супесчаные. Агрохимическая характеристика пахотного слоя полей, предназначенных под посадки элитного семенного картофеля представлена в таблице 9.

Агрохимические анализы, проведенные в лаборатории агрохимии и биохимии ФГБНУ ВНИИКХ, показали следующее. Поле № 1 – 30 га (предшественник – рапс яровой). Реакция среды кислая (рН 4,86) с высокой гидролитической кислотностью (3,88 мг-экв/100г). Почва высоко обеспечена подвижным фосфором (292 мг/кг), чуть выше среднего обеспечена калием со средней доступностью растениям.

Таблица 9 – Агрохимическая характеристика почвы полей ОАО «Погарская картофельная фабрика», 2015 г.

№ поля, площадь га	рН _{KCl}	Нг	S	Сумма N-NO ₃ N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	V	Гумус
		мг-экв /100 г почвы		мг/кг почвы	мг/кг почвы (по Кирсанову)	%		
№ 1, 30 га	4,86	3,88	10,7	23,9	292	135	73,4	1,93
№2, 47 га	5,30	3,30	11,6	25,6	272	238	77,8	2,33
№ 9, 39 га	6,50	1,61	14,2	43,6	299	180	89,8	2,55
№10, 27 га	5,93	2,27	12,3	33,1	228	143	84,4	2,17

Поле № 2 – 47 га (предшественник – вика-овес). Реакция среды оптимальная для картофеля (рН – 5,3; Нг – 3,3 мг-экв/100 г). Почва высоко обеспечена подвижным фосфором (272 мг/кг) и обменным калием (238 мг/кг почвы). Имеет высокое содержание гумуса. Это поле наиболее подходит для картофеля.

Поле № 9 – 39 га (предшественник – люцерна 2 г. п.). Реакция среды нейтральная (рН – 6,5; Нг – 1,6 мг-экв/100 г). Почва высоко обеспечена подвижным фосфором (299 мг/кг) и высоко обеспечена обменным калием (180 мг/кг). Характеризуется высоким содержанием гумуса.

Поле №10 – 27 га (предшественник – яровые зерновые). Реакция среды близкая к нейтральной. Содержание калия среднее (143 мг/кг), подвижного фосфора высокое (228 мг/кг).

Полевой опыт III (2016-2018 гг.) и **опыт IV** (2016-2017 гг.) были расположены на территории КФХ «Ягудин Н.В.» Коломенского района Московской области. **Опыты V, VI и VII** располагались на территории ЭБ «Коренево» Люберецкого района Московской области.

Для климата Московской области свойственна умеренная континентальность, достаточная увлажненность, сравнительно тёплое лето и умеренно холодная зима с устойчивым снежным покровом. Сумма положительных температур воздуха составляет 2100 - 2200 градусов.

Гидротермический коэффициент (отношение суммы осадков к испаряемости) – 1,2 - 1,3. Среднегодовая температура +3,7...+3,8 °С. Период с положительными температурами воздуха составляет 212-214 дней, со среднесуточными температурами выше 5 °С 175-177 дней.

Среднегодовое количество осадков составляет 540-600 мм: 2/3 осадков выпадает в виде дождя, 1/3 – в виде снега. За вегетационный период их выпадает 250-270 мм. Несмотря на то, что территория Московской области относится к зоне достаточного увлажнения, для нее характерны годы с проявлением дефицита влаги. Установлено (Войтович, 1997), что из каждых 100 лет в Подмосковье 29 являются засушливыми.

Осень в области сравнительно длинная, влажная и тёплая. Устойчивый снежный покров устанавливается только в конце ноября. Высота снежного покрова к концу зимы достигает на защищенных участках 30-45 см. За счет зимних осадков в почве в среднем скапливается до 80-100 мм воды. Полное таяние снега происходит в среднем 2 - 8 апреля. Эта дата почти совпадает с периодом перехода среднесуточных температур воздуха через 0 °С. Оттаивание почв начинается через 1-2 дня после схода снега.

Метеоусловия. Вегетационный период 2014 года характеризовался неравномерным распределением осадков: избыток осадков в конце мая сменился дефицитом в начале июня, затем в третьей декаде июня опять установился избыток осадков и недостаток тепла, июль месяц – весь жаркий и сухой, $ГТК_{2014} = 0,93$ (рис. 1, приложение Б).

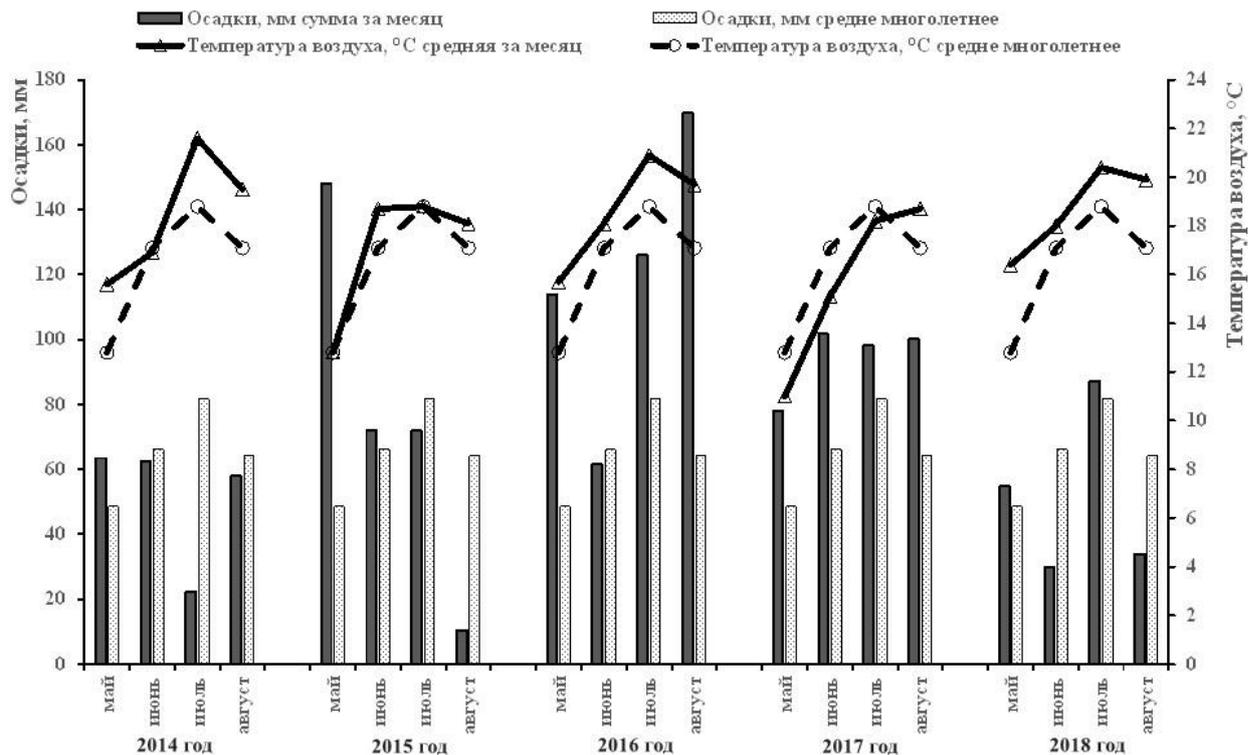


Рисунок 1 – Метеоданные за вегетационные периоды наблюдений (по данным метеостанции при ФГБНУ ВНИИКХ).

Средняя температура воздуха за май – август 2015 года составила 17,1 °C, что на 0,6 °C выше климатической нормы (16,5 °C); осадков выпало 302,45 мм в 1,16 раза выше нормы, гидротермический коэффициент (ГТК₂₀₁₅) составил 1,67. Сумма эффективных температур выше 10 °C (СЭТ) составила 2072,34 °C, что в 2,6 раза больше многолетней (791 °C). Среднесуточная относительная влажность воздуха составила 68,3 %, что на 11,7 % ниже среднемноголетней (80 %).

Температура воздуха за вегетационный период 2016 г. составила 18,6 °C, что на 2,1 °C выше нормы, осадков выпало 471,0 мм или 180,8 % от нормы (260,5) мм. Гидротермический коэффициент (ГТК₂₀₁₆) составил 2,1 – влажный год.

Средняя температура воздуха за вегетацию 2017 г. составила 16,2 °C, осадков за вегетационный период выпало 378,4 мм или 145,3 % от нормы. Сумма эффективных температур выше 10 °C (СЭТ) составила 1833,4 °C, что ниже климатической нормы. ГТК за вегетационный сезон 2017 г. составил 2,31 (очень влажный год), при климатической норме –1,3-1,4.

Средняя температура воздуха за вегетационный период 2018 г. составила 18,7 °С. Всего осадков за вегетационный период выпало 205,9 мм или 79,04 % от нормы (260,5 мм). Сумма эффективных температур (выше 10 °С) составила 2318,03 °С. ГТК₂₀₁₈ = 0,89 – засушливый год.

На территории Коломенского и Люберецких районов основные почвообразовательные процессы, в результате которых формируются типы почв – это подзолистый и дерновый процесс, процесс торфонакопления, а также поемный и аллювиальный процессы. В связи с промывным водным режимом и сравнительно неглубоким залеганием грунтовых вод, во многих районах происходит процесс оглеения, влияющий на формирование профиля почв.

Дерново-подзолистые почвы формируются на моренных, водно-ледниковых, аллювиальных наносах и покровных суглинках различного механического состава. Они обладают мощным гумусовым горизонтом, до 15-20 см. Мощность подзолистого горизонта также значительна и составляет 10-15 см. Средняя величина содержания гумуса на пашне равна 1,7-2,1 %.

Физические и водно-физические свойства почв Московской области разные, что связано с различными типами почвообразования, различием почвообразующих пород, а также со степенью окультуренности.

Зоной активного в сельскохозяйственном отношении влагооборота является верхний 50-сантиметровый слой почвы. Наибольшая активность влагооборота наблюдается в пахотном горизонте, где сосредоточена основная масса корней растений (70-90 %). К началу вегетации в 50-сантиметровом слое аккумулируется не более 80-100 мм продуктивной влаги. Поэтому влагообеспеченность сельскохозяйственных культур полностью зависит от количества атмосферных осадков, так как остальные 200-300 мм влаги, необходимые для получения нормального урожая должны пополняться дождями. Однако в отдельные периоды вегетации может быть катастрофическое снижение урожая из-за засухи.

Весной на территории КФХ «Ягудин Н.В.» проводили отбор проб почвы с полей, занятых элитным семенным картофелем. В таблице 10 представлена агрохимическая характеристика дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в слое 0-20 см, по элементарным участкам (14-15 гектар).

Таблица 10 – Агрохимическая характеристика дерново-подзолистой среднесуглинистой почвы в слое 0-20 см (КФХ «Ягудин Н.В.», 2015-2017)

№ п/п	рН _{KCl}	Нг	S (сумма оснований)	Сумма N-NO ₃ N-NH ₄	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S (сера)	V	Гумус
		мг-экв /100 г почвы		мг/кг почвы					%	
1	4,9	3,4	12,2	53,2	128	115	116	10,2	78,2	1,93
2	4,70	3,3	12,5	42,1	103	129	131	10,4	79,1	1,66
3	4,50	3,4	10,7	51,6	115	185	143	10,5	75,9	1,78
4	4,52	3,6	10,9	44,5	123	164	120	9,3	75,2	1,86
5	4,55	3,6	10,1	41,0	130	139	118	9,3	73,7	1,90
6	4,28	3,7	9,8	36,5	80	185	81	7,8	72,6	1,78
7	4,15	3,8	9,3	32,8	76	143	75	6,9	71,0	1,68
<i>среднее</i>	<i>4,51</i>	<i>3,5</i>	<i>10,8</i>	<i>43,1</i>	<i>108</i>	<i>151</i>	<i>112</i>	<i>10,4</i>	<i>75,1</i>	<i>1,80</i>

Из представленных данных в таблице 10 следует, что почва участка, на котором располагались семенные посадки картофеля, обладала высокой обменной и гидролитической кислотностью (рН_{KCl} = 4,51; Нг = 3,5 мг-экв/100г почвы); средней суммой поглощенных оснований и степенью насыщенности ими (S = 10,8 мг-экв/100г почвы; V = 75,1 %); ниже среднего содержанием подвижного фосфора (108 мг/кг почвы) и повышенным обменного калия (151 мг/кг почвы); средним содержанием гумуса 1,8 %. Содержание обменного магния (112 мг/кг) низкое, а подвижной серы (10,4 мг/кг) – среднее.

Наиболее плодородными оказались участки №1-5: со средней кислотностью (рН_{KCl} = 4,5-4,9; Нг = 3,3-3,6 мг-экв/100г почвы); средней суммой поглощенных оснований (S = 10,7-12,5 мг-экв/100г почвы) и содержанием обменного магния (116-143 мг/кг почвы), относительно высокой гумусированностью (1,66-1,90 %).

Два участка № 6 и № 7 характеризовались более низкими характеристиками почвенного плодородия: сильной кислотностью ($pH_{KCl} = 4,15-4,28$; $H_r = 3,7-3,8$ мг-экв/100г почвы); низкой суммой поглощенных оснований ($S = 9,3-9,8$ мг-экв/100г почвы), низким содержанием обменного магния (75-81 мг/кг почвы) и низким содержанием минерального азота (32,8-36,5 мг/кг почвы).

Почва в опытах V, VI и VII, ЭБ «Коренёво» Люберецкого района Московской области – дерново-подзолистая супесчаная, нормального увлажнения, со следующими агрохимическими показателями пахотного горизонта: $pH_{KCl} = 4,5-4,9$; $H_r = 3,3-4,2$ мг-экв/100 г почвы; ниже среднего значениями суммы поглощенных оснований и степени насыщенности ими ($S = 2,2-3,9$ мг-экв/100г почвы; $V = 34,9-52,7$ %); высоким содержанием подвижного фосфора (265-378 мг/кг почвы), средним (127-154 мг/кг почвы) и ниже среднего содержанием обменного калия (105 мг/кг) и магния (85-109 мг/кг); типичной гумусированностью для дерново-подзолистых почв Центрального региона РФ (1,8-2,4 %). Метеоданные представлены на рис. 1.

Степная зона Южного урала РФ. Полевые опыты VIII и IX в 2014-2017 гг. закладывали на территории ООО «Агрофирма Краснохолмская» Илекского района Оренбургской области. Характеристика почвы опытного участка см. на стр. 91. Черноземы южные в Оренбургской области занимают 4253,4 тыс. га или 35,2 % от площадей основных почв, т.е. являются самым распространенным типом. Для сравнения: дерново-подзолистые почвы занимают 31,6 тыс. га (0,26 %), темно-серые лесные 45,5 тыс. га (0,37 %), черноземы типичные и выщелоченные 1634,0 тыс. га (13,55 %), черноземы обыкновенные 3013,2 тыс. га (25,11 %), черноземы южные солонцеватые 683,1 тыс. га (5,66 %), темно-каштановые 1372,8 тыс. га (11,39 %), а остальные менее 8,46 % (Ефремов И.В., 2011).

Водно-физические свойства почвы в слое 0-1,0 м представлены следующими показателями: наименьшая влагоемкость – 23,8 %, максимальная гигроскопичность – 8,3 %, влажность устойчивого завядания – 12,7 % от массы сухой почвы. Плотность метрового слоя – 1,31 т/м³.

Рельеф опытного участка равнинный с небольшим уклоном, до 0,001, в северо-западном направлении. Грунтовые воды залегают на глубине 9-10 м. Водосточником орошаемого участка служила река Урал.

Основные показатели, определяющие погодные условия за время проведения экспериментальных работ, включая производственный опыт, приведены в табл. 11. Таблица 11 – Среднесуточная температура °С воздуха (числитель) и осадки в мм (знаменатель)

Годы	Май	Июнь	Июль	Август	За вегетационный период
2014	19,2/14	20,9/50	20,1/2	24/7	21,0/73
2015	16,2/26	24,3/52	21,4/30	19,2/38	20,2/146
2016	17,4/11	22,0/14	22,5/17	20,7/123	21,4/165
2017	15,3/18	23,8/17	24,2/13	25,2/5	22,1/53

В мае 2014 года температура воздуха в отдельные дни достигала 30 °С, средняя температура воздуха за месяц составила 20,4 °С, что выше многолетней на 4,5 °С. В июне и июле средняя температура воздуха соответствовала среднемуголетней – 20,5 и 21,4 °С, в августе на 4,6 °С была выше нормы. За вегетационный период выпало 73 мм осадков, что ниже нормы в 1,5 раза. Средняя относительная влажность воздуха было на 40 % выше среднемуголетней; за время вегетации было отмечено 29 дней с минимальной относительной влажностью воздуха 30 % и менее. Вегетационный период 2014 года характеризовался теплым и засушливым.

Первая половина месяца мая 2015 года была прохладная, а в III декаде установилась аномально жаркая погода (в среднем температура составила 22-27 °С), в дневные часы воздух прогревался до 29-35 °С, т.е. выше многолетней на 1,2 °С. В I и II декаде мая наблюдались дожди местами с грозами, практически ежедневно (22 мм). Средняя относительная влажность была выше обычных значений и составила 54-73 % (норма 50-56 %).

Обильные дожди в 2 раза больше нормы прошли в I декаде июня (52 мм), в июле и августе осадки были распределены равномерно по всем декадам.

Средняя температура воздуха летом (июнь – август) отмечена на уровне среднемуголетних показателей – 24,7 и 21,8 °С. Количество сухих дней с влажностью меньше 30 % с мая по август составило 34 дня. ГТК равен 0,57. Вегетационный

период в 2015 году характеризовался достаточным количеством тепла и осадков (146 мм) и суммой эффективных температур 2260 °С.

Анализ погодных условий 2016 года позволил выявить следующие особенности. Температура воздуха в отдельные дни мая достигала 32 °С при средней влажности воздуха 46,6 %, однако, средняя температура воздуха за месяц составила 17,4 °С, т.е. выше многолетней на 2,1°С. В июне температура воздуха превысила среднемноголетнюю на 1,6 °С, в июле на 2,4 °С, а в августе на 0,8°С. За время вегетации было отмечено 19 дней с минимальной относительной влажностью 30 % и менее. ГТК равен 0,64. В целом вегетационный период характеризовался достаточным количеством осадков и тепла (соответственно 165 мм при сумме эффективных температур 2220 °С).

В 2017 г. вторая декада мая была прохладная, среднесуточная температура была ниже среднемноголетней на 2 °С, в дневные часы воздух прогревался до 27 °С. В третьей декаде мая среднесуточная температура воздуха составила 14,8 °С, что ниже среднемноголетней на 2,4 °С.

В июне температура воздуха была также ниже среднемноголетней на 0,9 °С, в июле средняя температура воздуха соответствовала среднемноголетней – 24,2 °С. Аномально высокая температура была отмечена в августе - на 3,4 °С выше нормы. В отдельные дни температура в тени достигала 35 °С. За период вегетации картофеля выпало 53 мм осадков, из них: 34 %-в мае, 32 %-в июне, 25 %-в июле и 9 %-в августе.

Атмосферная засуха в межфазный период развития картофеля бутонизация – цветение, приходящаяся на вторую половину июля – начало августа, оказала неблагоприятное влияние на динамику клубнеобразования и динамику клубне накопления. Вегетационный период 2017 года можно характеризовать как теплый и засушливый, относительно благоприятный для роста и развития картофеля при орошении. Таким образом, в период исследований в Оренбургской области наиболее благоприятные метеорологические условия сложились в 2015 и 2016 году.

2.4 Методы исследований

1. В весенний период до внесения удобрений производился отбор почвенных проб на глубину пахотного слоя для определения агрохимических показателей почвы: P_2O_5 и K_2O – по Кирсанову (ГОСТ Р 54650-2011); pH_{KCl} потенциметрически (ГОСТ 26483–85); гидролитическая кислотность (H_r) по Каппену в модификации ЦИНАО (ГОСТ26212–91); сумма поглощенных оснований (S) по Каппену-Гильковицу (ГОСТ27821–88); степень насыщенности почвы основаниями – расчетным способом [$V, \% = S \times 100: (S+H_r)$]; определение обменных Ca и Mg методом ЦИНАО ГОСТ26487-85; гумус – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213–91); подвижной серы по ГОСТ 26490-85.

2. Ежегодно проводились фенологические наблюдения за растениями картофеля. Отмечалось появление всходов начало (10 % растений от общего числа высаженных клубней) и полное (75 %), наступление фазы бутонизации (начала и полное), цветение (начало и полное), отмирание ботвы (начало-отмирание нижних листьев, полное).

3. Определялась динамика роста и развития ботвы, начиная с вступления растений в фазу полной бутонизации, и затем через каждые 10-15 дней путем отбора растительных проб на двух несмежных повторениях по каждому сорту.

В растительных пробах определялось: количество стеблей, масса ботвы; количество клубней и их масса; количество образовавшихся клубней и их масса, с разделением по фракциям мелкие (до 30 мм), средние (30-60 мм), крупные (свыше 60 мм) (ГОСТ 53136-2008);

– площадь листьев определяли методом высевок по формуле:

$$S = \frac{P \cdot S_1}{P_1 \cdot n}$$
 где: S – площадь листьев 1-го растения, cm^2 ; P – вес листьев всех растений в пробе, г; S_1 – площадь 100 дисков, cm^2 ; P_1 – вес 100 дисков, г; n – количество отобранных растений, составляющих одну пробу, шт.

4. В клубнях уборочной пробы определяли содержание:

– азота, фосфора, калия методом «мокрого» озоления по Кьельдалю в модификации К.П. Фоменко, А.И. Нестеров, Е.В. Хлопова (1973);

- крахмала весовым методом, ГОСТ 7194-81;
- сухого вещества весовым методом при 105 °С, ГОСТ 31640-2012;
- витамина С по И.К. Мурри (Руководство по методам..., 2004);
- нитратов ионоселективным методом ГОСТ 29270-95;
- кулинарные качества по 9-ти бальной шкале (Пшеченков К.А., Давыденкова О.Н., Седова В.И. и др., 2008): вкус вареного картофеля: 9 – отличный, 7 – хороший, 5 – удовлетворительный, 3 – пресный, 1 – плохой (неприятный, горьковатый); потемнение мякоти (сырой и после варки): 9 – цвет не изменился, 7 – слабое изменение цвета, 5 – среднее окрашивание, 3 – сильное окрашивание, 1 – очень сильное темное окрашивание; разваримость: 9 – очень сильно разваривается; 7 – сильно разваривается; 5 – средне разваривается; 3 – слабо разваривается; 1 – не разваривается.

5. Лежкость картофеля во время хранения, с определением естественной убыли массы, технического отхода и абсолютной гнили, проводили по методике Михальчук В.Т., Колядко И.И., 1985 г.; Пшеченков К.А., Мальцев С.В., 2010.

6. Учет урожая проводился методом взвешивания клубней на каждой делянке, далее в лабораторных условиях определялась структура урожая по пробам клубней, взятых с делянок, которые сортировали на фракции по наибольшему поперечному диаметру клубня в соответствии с его формой (ГОСТ 7001-91, ГОСТ 33996-2016).

7. Биологическую активность почвы определяли аппликационным методом по разложению льняных полотен за 60 дней от начала полных всходов картофеля, повторность 6-кратная на двух не смежных повторениях (Минеев В.Г., 2001).

8. Учет накопления надземной биомассы /корней люпина и ячменя проводили с помощью рамки (1 м x 1 м) = 1 м² в 6-ти кратной повторности; определение сухого вещества в надземной массе и корнях весовым методом путем высушивания растительных образцов при температуре 105 °С до постоянного веса;

9. Учет пораженности клубней грибными заболеваниями проводили осенью через месяц после уборки по методическим рекомендациям (Воловик А.С., Долягин А.Б., Глез В.М., Зейрук В.Н. М., 1999).

10. Учет засоренности посадок согласно «Исследованиям по защите картофеля от болезней, вредителей и сорной растительности», (Воловик А.С., Долягин А.Б., Глез В.М., Зейрук В.Н. М., 1999).

11. Оценку общей и специфической адаптивной способности сортов картофеля проводили по Кильчевскому А.В., Хотылевой Л.В., 1997.

12. Статистический анализ экспериментальных данных проводили с помощью Пакета анализа Excel 2013 – Analysis Tool Pak, программы AgCStat (авторы Гончар-Зайкин П.П., Чертов В.Г., 2012) и по Доспехову Б.А., 1985.

13. По урожайным данным, полученным в экспериментах, определялась экономическая эффективность результатов исследований согласно методическим рекомендациям по определению годового экономического эффекта от использования НИР и ОКР в АПК. – М.: АНО «НИЦПО», под редакцией Полунина Г.А. и др. (2007).

ГЛАВА 3 ОБОСНОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ РЕАЛИЗАЦИЮ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КАРТОФЕЛЯ В СЕВЕРНОЙ ЗОНЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

3.1 Приоритетные элементы технологии возделывания

Продуктивность растений картофеля, семенные и товарные качества урожая клубней в значительной степени зависят от фитосанитарного состояния посадок культуры. Во многих странах с хорошо развитым семеноводством картофеля (Голландия, Германия, Франция, Великобритания, Финляндия, Канада и др.) эта проблема наиболее успешно решается путем создания специальных семеноводческих территорий (зон) с благоприятными природно-климатическими и фитосанитарными условиями для выращивания здорового (свободного от фитопатогенов) семенного картофеля. Создание таких зон, по сути, является неотъемлемой частью современных систем безвирусного семеноводства картофеля.

Поэтому так важно уделять первоочередное внимание почвенно-климатическому мониторингу для правильного размещения оригинального и элитного семеноводства картофеля с целью увеличения количественного выхода стандартной семенной фракции и повышения его качества.

Работами Овэс Е.В. с коллегами было установлено, что наиболее высокой продуктивностью из коллекции БЗСК в условиях северного региона (на землях ООО «Любовское» Архангельская область) характеризовались сорта Удача, Лига, Ломоносовский, Юбиляр, Ред Скарлетт, Розалинд, Рикеа и Солист. По результатам проведения многолетнего непрерывного улучшающего отбора данные сорта ежегодно образовывали выровненный урожай клубней (Овэс Е.В., Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Бойко В.В., Гаитова Н.А., Фенина Н.А., 2014).

Результаты наблюдений в условиях северной зоны отражают четкую взаимосвязь между продуктивностью и скороспелостью сортов картофеля (рис. 2). Раннеспелые и среднеранние сорта формируют от 8 до 10 клубней при их средней массе 40-46 г, или 40 мм в поперечном диаметре. Сорта более поздних групп спелости не

формируют более 6 клубней при их средней массе 33 г, или 30-35 мм в поперечном диаметре.

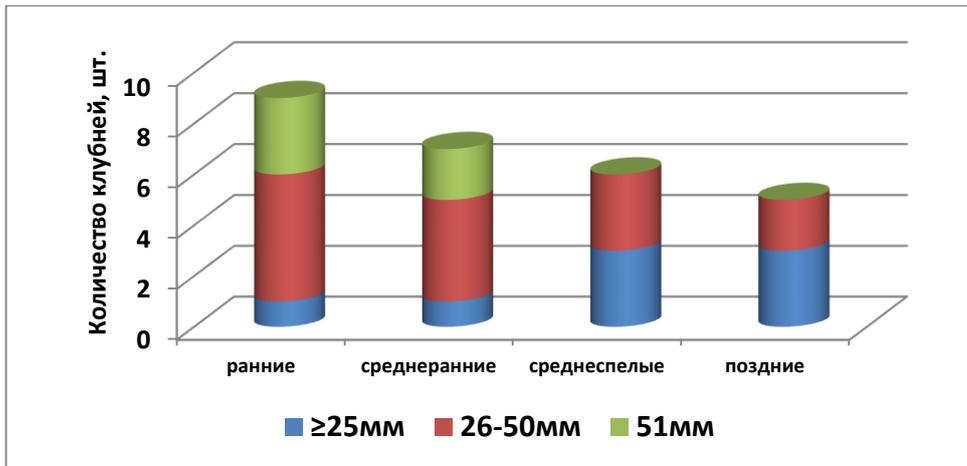


Рисунок 2 – Продуктивность сортов картофеля в условиях северной зоны (Овэс Е.В., Симаков Е.А., Анисимов Б.В. и др., 2014).

Отечественные селекционные достижения, в том числе новые перспективные сорта, созданные за последние годы, составляют основу сортовых ресурсов в картофелеводстве и определяют сортовую политику в отрасли. Поэтому помимо распространенных сортов в хозяйствах Архангельской области, таких как: Жуковский ранний, Невский, Ред Скарлетт, Удача, Аврора, Рика, Тимо Ханккян и др. – необходимо ввести во внутривоспользование наиболее перспективные отечественные сорта из коллекции банка здоровых сортов картофеля (БЗСК), адаптированные к климатическим условиям Северных регионов.

Сорта картофеля различаются не только по вкусу, цвету, форме клубней и по скорости созревания, но и по устойчивости к болезням и вредителям. Разные сорта имеют оптимум роста при разных температурах и обеспеченности влагой. Поэтому выбор оптимального сорта очень важная задача.

Полевой опыт I (2015-2017 гг.), КФХ «Надеин Сергей Николаевич» Приморского района Архангельской области. В опыте изучали реакцию районированных отечественных ранних сортов картофеля Лига и Ломоносовский из коллекции БЗСК на агротехнические приемы – предшественники, дозы минеральных удобрений, прогревание клубней и обработку регуляторами роста, как отдельных элементов технологии, так и в комплексе.

Как известно, эффективным приемом, позволяющим ускорить появление всходов, развитие растений и формирование урожая, является предпосадочная подготовка семенных клубней (Чекмарев П.А., 2006; 2008; Шабанов А.Э., Киселев А.И., Зебрин С.Н., Коровин А.С., 2015). Весь комплекс мер подготовки картофеля к посадке объединяет термин яровизация. Следуя рекомендациям по яровизации, можно значительно увеличить урожайность картофеля практически на любой почве (Хлевной Б.Ф., Заикин Д.В., Замотаев А.И. и др., 1986). Влияние способов подготовки семенных клубней на урожайность и показатели качества в условиях Центральных районов РФ хорошо известно. В опытах Лысенко Ю.Н. (2006) в условиях лесостепи Среднего Поволжья на черноземе выщелоченном, предпосадочное проращивание семенного материала в сочетании с системами защиты от болезней положительно влияло на формирование урожая и качество картофеля. Оно ускорило появление всходов картофеля на 7 дней, наступление фазы бутонизации 4-7 дней, цветения 3-5 дней. При проращивании клубней себестоимость сорта Даренка снижалась на 6,7-12,4 %, Русский сувенир - 6,5-12,8 % и Луговской - 6,8-9,4 %.

В опыте на серой лесной почве в условиях лесостепи Поволжья (Чекмарев П.А., 2006) прогревание, провяливание и особенно проращивание клубней на свету способствовало повышению всхожести клубней, увеличивало величину листовой поверхности и продуктивность фотосинтеза. Проращивание на фоне удобрений, рассчитанном на 25 т/га, повышало листовую поверхность на 15,8 %, фотосинтетический потенциал - на 35,8 %, сбор сухой биомассы – на 31,7 % и коэффициент использования ФАР - на 0,47 %, а на фоне 35 т/га – на 18,3 %; 35,0 %; 44,8 % и 0,78 % соответственно.

Однако сведений об эффективности яровизации в Северных районах (Попова Л.А., Шаманин А.А., 2016), в зависимости от биологических особенностей сортов картофеля, особенно новых, недостаточно.

Крезацин относится к синтетическим веществам на основе ароксилкилкарбоновых кислот. Не является антибиотиком и гормоном. Обладает действием сходным с гиббереллином и индолилуксусной кислотой, но превосходит их по широте

сферы применения и эффективности. Крезацин, Вигор Форте и Атоник – стимуляторы роста комплексного действия, применяются для активного корнеобразования и усиления иммунитета растений. Механизм воздействия основан на оптимизации биосинтеза белков, нуклеиновых кислот, ферментов и антибиотиков, в первую очередь – фитоалексина – ришитина. Препараты действуют на клеточном уровне и активизируют общие для всех живых организмов адаптивные реакции.

Результаты исследований. Прогревание клубней один из самых простых приемов подготовки картофеля к высадке. В этом случае перебранный посадочный материал за четыре-пять недель до посадки заносят в теплое помещение. В условиях Архангельской области прогревание клубней картофеля способствовало ускорению роста и развития растений на 2-5 дней (с. Лига) и на 2-7 дней (с. Ломоносовский), повышало габитус растений по сравнению с контролями (табл. 12).

Таблица 12 – Биометрические показатели развития растений картофеля с. Лига (цветение) в зависимости от подготовки клубней (2015-2017 гг.)

№ п/п	Варианты опыта	Даты полных всходов	Стебли, шт./куст,	Количество клубней, шт./куст,	Высота, см	Масса ботвы, т/га	Площадь листьев, тыс. м ² /га	
1	Без прогрева	Без удобрений	10-18.06	1,6	4,0	37	7,6	16,3
2		Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	08-17.06	3,0	9,7	56	11,1	22,4
3		Фон + Крезацин	06-15.06	3,5	10,1	58	11,7	25,1
4		Фон + Вигор Форте	05-14.06	3,8	10,9	65	12,0	25,5
5		Фон + Атоник клубни	05-14.06	4,1	12,3	66	12,3	26,4
6	Прогревание	Без удобрений	08-16.06	2,3	7,6	41	8,9	19,4
7		Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	06-15.06	3,7	11,8	63	12,9	28,2
8		Фон + Крезацин	01-09.06	4,3	12,5	66	13,7	32,1
9		Фон + Вигор Форте	01-09.06	4,6	13,1	68	14,1	33,4
10		Фон + Атоник клубни	01-08.06	4,9	14,2	67	14,5	33,9
НСР ₀₅				1,0	2,3	4,5	0,3	0,7

Высота растений картофеля сорта Лига в опыте различалась в зависимости от варианта и превышала соответствующие контроли: с регуляторами роста – на 2-10 см; с прогреванием клубней – на 4-7 см и совместного действия регуляторов и прогревания – на 10-12 см.

Масса ботвы и площадь листовой поверхности сорта Лига увеличивались в вариантах: с регуляторами роста – на 0,6-1,2 т/га и 2,7-4,0 тыс. м²/га; с прогреванием клубней – на 1,3-1,8 т/га и 3,1-5,8 тыс. м²/га и вариантах совместного действия регуляторов и прогревания – на 2,6-3,4 т/га и 9,7-11,5 тыс. м²/га, по сравнению с контролями.

Количество основных стеблей и число клубней в расчете на один куст картофеля сорта Лига повышалось в вариантах: с регуляторами роста – на 0,5-1,1 шт. и 0,4-2,6 шт., с прогреванием клубней – на 0,7 шт. и 2,1-3,6 шт./куст, комплексного взаимодействия факторов – на 1,3-1,9 шт. и 2,8-4,5 шт./куст, соответственно. Эти же закономерности проявились и на сорте Ломоносовский (табл. 13).

Таблица 13 – Биометрические показатели развития растений картофеля с. Ломоносовский (цветение) в зависимости от подготовки клубней (2015-2017 гг.)

№ п/п	Варианты опыта	Даты полных всходов	Стебли, шт./куст	Количество клубней, шт./куст	Высота, см	Масса ботвы, т/га	Площадь листьев, тыс. м ² /га	
1	Без прогревания	Без удобрений	12-19.06	1,7	4,3	42	7,2	18,0
2		Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	10-17.06	2,9	9,5	61	11,9	23,8
3		Фон + Крезацин	07-15.06	3,6	10,0	63	12,4	26,4
4		Фон + Вигор Форте	05-14.06	4,0	11,7	70	13,2	28,2
5		Фон + Атоник клубни	07-14.06	4,0	11,9	72	13,5	29,5
6	Прогревание	Без удобрений	10-17.06	2,1	6,9	46	8,1	19,8
7		Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	07-15.06	3,5	10,7	68	15,0	30,4
8		Фон + Крезацин	01-08.06	3,9	12,0	70	15,6	33,4
9		Фон + Вигор Форте	01-09.06	4,3	12,6	73	16,2	34,3
10		Фон + Атоник клубни	01-08.06	4,5	13,5	71	16,2	34,8
НСР ₀₅			1,0	2,5	4,7	0,4	0,9	

Высота растений картофеля сорта Ломоносовский в опыте также различалась в зависимости от варианта и превышала соответствующие контроли: с регуляторами роста – на 2-11 см; с прогреванием клубней – на 4-7 см и совместного действия регуляторов и прогревания – на 9-12 см.

Масса ботвы и площадь листовой поверхности сорта Ломоносовский увеличивалась в вариантах: с регуляторами роста – на 0,5-1,6 т/га и 2,6-5,7 тыс. м²/га; с прогреванием клубней – на 0,9-3,1 т/га и 1,8-6,6 тыс. м²/га и вариантах совместного действия регуляторов и прогревания – на 3,7-4,3 т/га и 9,6-11,0 тыс. м²/га. Количество основных стеблей и число клубней в расчете на один куст картофеля с. Ломоносовский повышалось в вариантах: с регуляторами роста – на 0,7-1,1 шт. и 0,5-2,4 шт., с прогреванием клубней – на 0,4-0,6 шт. и 1,2-2,6 шт./куст и комплексного взаимодействия – на 1,0-1,6 шт. и 2,5-4,0 шт./куст, соответственно.

Различия в биометрии, росте и развитии растений картофеля в зависимости от варианта опыта повлияли на формирование урожайности (табл. 14, 15).

Таблица 14 – Урожайность картофеля и выход семенной фракции клубней (30-60 мм) в зависимости от подготовки клубней, сорт Лига

Варианты		Урожайность, т/га				Выход семенной фракции (30-60 мм)		Средняя масса сем. клубня, г
		2015	2016	2017	среднее	по массе, %	по количеству, тыс. шт./га	
Без прогревания	Без удобрений	24,4	25,6	20,3	23,4	70	197,3	83
	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	32,3	34,2	26,8	31,1	63	230,6	85
	Фон + Крезацин	34,4	36,1	28,5	33,0	64	254,2	83
	Фон + Вигор Форте	37,9	38,8	31,0	35,9	64	287,5	80
	Фон + Атоник клубни	35,7	38,3	29,6	34,5	65	290,9	77
Прогревание	Без удобрений	26,2	27,0	21,7	26,5	71	221,2	85
	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	35,5	37,3	29,5	34,1	69	261,1	90
	Фон + Крезацин	38,2	40,8	31,7	36,9	73	316,5	85
	Фон + Вигор Форте	41,6	42,5	33,7	39,3	75	347,1	85
	Фон + Атоник клубни	39,8	41,8	33,9	38,5	77	366,3	80
НСР ₀₅		1,4	1,7	1,3			15,5	3,5

Увеличение урожайности сорта Лига в среднем за годы наблюдений в зависимости от варианта опыта составило: с регуляторами роста – на 1,9-4,8 т/га (6,1-15,4 %); с прогреванием клубней – на 3,0-3,1 т/га (9,6-13,2 %) и совместного действия регуляторов и прогревания – на 5,8-8,2 т/га (или 18,6-26,4 %) к соответствующим контролям. От прогревания клубней в варианте с одними минеральными удобрениями (фон) в среднем за 3 года прибавка урожайности достигала 3,0 т/га, или 9,6 %, а в вариантах с прогреванием в сочетании с $N_{90}P_{90}K_{135}$ и обработкой клубней Крезацином/ или Атоником – 3,9-4,0 т/га или 11,6-11,8 %. Это связано с ускорением роста, развития растений и увеличения периода вегетации на 5 дней, по сравнению с контролем, что указывает на необходимость более широкого применения прогревания в производстве и частном секторе для получения стабильного и гарантированного урожая.

От сочетания прогревания и обработки клубней регуляторами роста урожайность сорта Лига повышалась наиболее существенно – на 5,8 т/га (18,6 %) – 8,2 т/га (26,4 %) к минеральному фону без подготовки клубней. Максимальные прибавки урожая получены в варианте с сочетанием прогревание + обработка клубней Вигор Форте – в среднем составили 8,2 т/га или 26,4 % к минеральному фону.

В вариантах с применением прогревания и регуляторов роста увеличивалась масса семенного клубня на 2-5 г по сравнению с соответствующими вариантами без прогревания, за счет усиления первоначальных (стартовых) процессов роста и развития растений. А также происходило увеличение выхода семенной фракции клубней (30-60 мм в диаметре): за счет применения регуляторов (PPP) на 23,6-60,3 тыс. шт./га, за счет прогревания в зависимости от варианта – на 23,9 (без удобрений) – 75,4 тыс. шт./га (Атоник), и за счёт совокупного действия прогревания + PPP – на 85,9 (прогревание + Крезацин) – 135,7 тыс. шт./га (прогревание + Атоник).

Таким образом, по действию на урожайность и выход семенной фракции клубней сорта Лига прогревание и изучаемые PPP имели практически равное значение, их влияние возрастало при совокупном действии (эффект синергизма).

На сорте Ломоносовский все выявленные закономерности проявились более ярко (табл. 15), что также можно объяснить более продолжительным периодом вегетации на 4-5 дней по сравнению с сортом Лига. В среднем по опыту урожайность сорта Ломоносовский (24,5-42,9 т/га) была выше сорта Лига (23,4-39,3 т/га) на 1,1-3,6 т/га в зависимости от варианта.

Таблица 15 – Урожайность картофеля и выход семенной фракции клубней (30-60 мм) в зависимости от подготовки клубней, сорт Ломоносовский

Варианты		Урожайность, т/га				Выход семенной фракции (30-60 мм)		Средняя масса сем. клубня, г
		2015	2016	2017	среднее	по массе, %	по количеству, тыс. шт./га	
Без прогрева	Без удобрений	25,7	26,3	21,5	24,5	69	228,2	78
	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	34,2	36,9	28,5	33,2	72	287,9	83
	Фон + Крезацин	29,8	38,7	29,8	35,0	70	295,2	83
	Фон + Вигор Форте	39,6	42,6	33,0	38,4	75	338,8	85
	Фон + Атоник	38,3	42,2	32,5	37,7	73	343,7	80
Прогревание	Без удобрений	27,8	28,6	24,5	27,0	70	236,3	80
	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	37,8	40,2	32,3	36,8	73	309,2	87
	Фон + Крезацин	40,7	43,1	33,5	39,1	73	327,6	87
	Фон + Вигор Форте	45,9	47,3	35,6	42,9	75	357,8	90
	Фон + Атоник	42,4	46,6	36,1	41,7	77	377,6	85
НСР ₀₅		1,6	1,9	1,5			17,6	3,0

Увеличение урожайности сорта Ломоносовский в среднем за годы наблюдений в зависимости от варианта опыта составило: с регуляторами роста – на 1,8-5,2 т/га (5,4-15,7 %); с прогреванием клубней – на 2,5-3,6 т/га (10,2-10,8 %) и совместного действия регуляторов и прогрева – на 5,9-9,7 т/га (или 17,8-29,2 %) к соответствующим контролям.

В вариантах комплексного действия (N₉₀P₉₀K₁₃₅ + яровизация) прибавки урожайности по сравнению с соответствующими контролями были существенными 4,0-4,5 т/га или 10,6-11,7 %, а максимальная – 4,5 т/га или 11,7 % получена в варианте сочетания NPK + прогревание + обработка клубней Вигор Форте. Это связано

с ускорением роста, развития растений и увеличения периода вегетации на 7 дней, по сравнению с контролем.

Прибавки урожая с. Ломоносовский от обработки клубней РРР без прогревания составляли от 1,8 т/га (5,4 %) до 5,2 т/га (15,7 %), а на фоне прогревания на тех же вариантах опыта в абсолютном и относительном выражении были существенно выше – от 2,3 т/га (6,3 %) до 6,1 т/га (16,6 %). Максимальные прибавки урожая от прогревания во все годы исследований отмечались в варианте сочетания прогревание + обработка клубней Вигор Форте на фоне $N_{90}P_{90}K_{135}$ – в среднем составили 6,1 т/га или 16,6 % к минеральному фону.

От сочетания прогревания и обработки клубней регуляторами на минеральном фоне урожайность с. Ломоносовский повышалась наиболее существенно – на 5,9 т/га (17,8 %) – 9,7 т/га (29,2 %) к фону без проведения яровизации клубней.

В вариантах с применением прогревания и регуляторов роста увеличивалась масса семенного клубня на 4-5 г по сравнению с соответствующими вариантами без прогревания. А также происходило увеличение выхода семенной фракции клубней (30-60 мм в диаметре), как по массе, так и по количеству клубней на 1 гектар: за счет применения РРР на 7,3-55,8 тыс. шт./га, за счет прогревания в зависимости от варианта – на 8,1 (без удобрений) – 33,9 тыс. шт./га (Атоник), и за счёт совокупного действия прогревания + РРР – на 39,7 (прогревание + Крезацин) – 89,7 тыс. шт./га (прогревание + Атоник).

Наибольшие прибавки урожайности от прогревания наблюдались в самом холодном 2017 году на обоих сортах картофеля. Так, если в 2015-2016 гг. прибавки от прогревания в вариантах без удобрений и на минеральном фоне по сорту Лига составили 1,4-3,2 т/га (5,5-9,9 %), то в 2017 г. – 1,4-2,7 т/га (6,9-10,1 %); по сорту Ломоносовский в 2015-2016 гг. прибавки от прогревания в тех же вариантах составили 1,1-3,6 т/га (4,1-10,5 %), тогда как в 2017 г. – 1,2-3,8 т/га (5,2-13,3 %).

Экономическая эффективность способов подготовки семенного материала сортов картофеля рассчитывалась по средней валовой урожайности (за 2015-2017 гг.), полученной в полевом опыте.

Затраты, связанные с применением удобрений и регуляторов роста, учитывали по всем статьям: фактическая стоимость агрохимикатов; расходы на транспортировку, смешивание и внесение в почву, обработку клубней на транспортере; затраты с прогреванием включали: стоимость электроэнергии, эксплуатационные расходы содержания подсобного помещения, ручной труд по закладке на прогревание и затаривание в мешки на посадку, транспортировка к месту прогревания.

Стоимость удобрений по цене приобретения составляла: нитроаммофоска (N-P-K= 16-16-16 %) – 18 руб./кг; калимагнезия (32 % K_2O -12,5 % MgO -20,5 % S) – 48,7 руб./кг. Доза удобрений по д. в. $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{18}S_{20}$ или по физ. массе: 563 кг/га нитроаммофоска + 140 кг/га калимагнезия.

Стоимость препаратов: Крезацина – 24 руб./1 мл. Расход препарата для предпосадочной обработки клубней 3 мл /1 т семян. Расход рабочей жидкости 10-15 л/т. Вигор Форте – 1800 руб./кг. Расход препарата для предпосадочной обработки клубней 15 г/1 т семян. Расход рабочей жидкости 10-15 л/т. Атоник Плюс – 3200 руб./л. Расход препарата для предпосадочной обработки клубней 30 мл/1 т семян. Расход рабочей жидкости 10-15 л/т.

Затраты на прогревание семенного материала составили 583 руб. на 1 т картофеля или 1750 руб. на 1 гектар.

Затраты на уборку и доработку дополнительной продукции включали – затраты по подготовке к уборке (скашивание ботвы), уборка технологическими средствами, перевозка с поля до хранилища, загрузка в хранилище, сортирование (согласно типовой технологической карты), или 1300 руб. на 1 т. Средняя цена реализации картофеля по ценам 2015, 2016 и 2017 годов на оптовых складах составила 18 руб./кг. Дополнительные затраты на применение удобрений и регуляторов роста без использования прогревания семенного материала по с. Лига составили от 27,0 до 33,2 тыс. руб./га; по с. Ломоносовский – от 28,3 до 35,1 тыс. руб./га (таблица 16, приложения В, Г, Д, Е). Совместное применение регуляторов роста на фоне NPK и прогревания семенных клубней увеличивало дополнительные затраты по с. Лига на 5-9 %, а по с. Ломоносовский – на 8-12 %, но и в то же время увеличивало условно чистый доход на 20-32 % и окупаемость затрат – на 12-20 %.

Расчеты экономической эффективности изучаемых способов подготовки семенного материала (в ценах 2015-2017 гг.) показали, что все затраты, связанные с их использованием, окупаются полностью.

Таблица 16 – Экономическая эффективность способов подготовки семенного материала картофеля в условиях Северной зоны европейской части РФ

Варианты опыта		Дополнительные затраты, тыс. руб./га	Условно чистый доход от доп. продукции, тыс. руб./га	Окупаемость затрат доп. продукцией, руб./руб.	Себестоимость, руб./кг	Уровень рентабельности, %
Сорт Лига						
Без прогрева	Без удобрений	-	-	-	5,72	120
	Фон NPK	27,0	70,1	2,60	5,17	119
	Фон + Крезацин	29,6	79,2	2,67	4,95	133
	Фон + Вигор Форте	33,2	110,7	3,33	4,65	148
	Фон + Атоник	31,7	96,2	3,04	4,80	144
Прогревание	Без удобрений	-	-	-	5,12	150
	Фон NPK	28,6	68,5	2,40	4,76	161
	Фон + Крезацин	32,4	96,7	2,98	4,51	192
	Фон + Вигор Форте	35,4	132,8	3,75	4,31	214
	Фон + Атоник	34,6	127,4	3,68	4,37	217
Сорт Ломоносовский						
Без прогрева	Без удобрений	-	-	-	5,46	127
	Фон NPK	28,3	79,8	2,82	4,88	165
	Фон + Крезацин	30,8	105,3	3,42	4,70	168
	Фон + Вигор Форте	35,1	140,0	3,99	4,40	207
	Фон + Атоник	34,4	143,8	4,18	4,46	195
Прогревание	Без удобрений	-	-	-	5,02	151
	Фон NPK	31,4	92,0	2,93	4,49	193
	Фон + Крезацин	34,6	124,3	3,59	4,31	205
	Фон + Вигор Форте	39,5	169,5	4,30	4,04	234
	Фон + Атоник	38,1	160,4	4,21	4,12	236

Так, без прогревания семенного материала, по сорту Лига условно чистый доход колебался от 70,1 до 110,7 тыс. руб./га в зависимости от варианта, а окупаемость – от 2,60 до 3,33 руб. на 1 руб. дополнительных затрат, что показывает эффективность применения регуляторов роста на фоне NPK. Прогревание семенных клубней дает еще более высокий уровень условно чистого дохода (от 68,5 до 132,8 тыс. руб./га) и окупаемости затрат (от 2,4 до 3,75 руб./руб.).

По сорту Ломоносовский показатели условно чистого дохода и окупаемости затрат были еще более высокие, чем по сорту Лига.

Наиболее эффективно использование в качестве регуляторов роста препаратов Вигор Форте и Атоник, как с прогреванием семенных клубней, так и без него. В этих вариантах более низкая себестоимость, по сравнению с вариантом, где использовался Крезацин и более высокая окупаемость затрат и рентабельность.

По уровню рентабельности и окупаемости затрат, варианты с использованием препаратов Вигор Форте и Атоник мало отличались друг от друга. Так, по сорту Лига, окупаемость дополнительных затрат была наивысшей в вариантах с прогреванием и использованием препаратов Вигор Форте – 3,75 руб./руб. и Атоник – 3,68 руб./руб., а уровень рентабельности составил 214 и 217 %, соответственно. По сорту Ломоносовский окупаемость затрат в вариантах с прогреванием и использованием препаратов Вигор Форте составила 4,30 руб./руб., Атоник – 4,21 руб./руб., а рентабельность – 234 и 236 %.

В целом, прием прогревания семенных клубней является важным элементом технологии возделывания картофеля в условиях Северной зоны европейской части РФ и существенно повышает экономическую эффективность, по сравнению с вариантами без прогревания, а совместное применение регуляторов роста растений и прогревания клубней на фоне сбалансированных доз NPK снижает себестоимость продукции на 17 %, увеличивает доход от реализации в 1,9-2,0 раза, повышает окупаемость затрат на 40-52 % и уровень рентабельности производства в 1,4 раза (по сорту Ломоносовский) – 1,8 раз (по сорту Лига) по сравнению с минеральным фоном.

3.2 Сидеральные предшественники как фактор оздоровления среды и повышения продуктивности

Основная проблема в специализированных картофелеводческих хозяйствах, это поддержание положительного баланса гумуса. За последние десятилетия потери гумуса в почвах основных земледельческих зон страны достигли значительных размеров. Потери гумуса в дерново-подзолистых почвах Нечерноземной зоны достигли 40 % от исходного, а в Черноземной зоне – 27 %. Как известно, снижение гумусированности отрицательно сказывается на агрофизических характеристиках почвы – происходит повышенное уплотнение за счет разрушения агрономически ценной структуры (снижается количество агрегатов от 0,25 до 10 мм). И как следствие снижается воздушный, тепловой, водный и пищевой обмен (Семыкин В.А., Картамышев Н.И., Мальцев В.Ф. и др., 2012). Появляется удушье картофеля во время дождливых периодов, снижается качество комбайновой уборки, происходит чрезмерный перерасход удобрений для достижения желаемого результата и др. В универсальных севооборотах ежегодные потери гумуса составляют 500-1000 кг/га, а в пропашных они достигают 800-1500 кг/га. От внесения же 1 тонны хорошо подготовленного навоза в почве остается очень мало гумуса – 40-50 кг/га. Из этого следует, что для восполнения запасов гумуса в пропашных севооборотах требуется внесение 16-30 т навоза на 1 га пашни ежегодно (Б.Ф. Хлевной, Д.В. Заикин, А.И. Замотаев и др., 1986).

Растущая нехватка удобрений и экологические проблемы земледелия заставляют искать альтернативные пути обогащения почвы органическим веществом (Яговенко Л.Л., Яговенко Г.Л., 2001; Rasyid B., 2018). В настоящее время необходимо внедрять биологизированные технологии возделывания картофеля. Основным условием биологизированных технологий является максимальное использование внутренних энергетических биоресурсов сельскохозяйственных предприятий, к которым относятся – солома, органические удобрения и сидераты. Наряду с повышением урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности пашни,

сидераты позволяют восполнить недостаток навоза, улучшить условия механизированной уборки картофеля (Возделывание картофеля..., 1986; 2005).

В качестве сидератов возделывают как бобовые растения (люпин, донник, клевер), так и крестоцветные культуры (горчица, рапс) или смеси бобовых со злаковыми (вика-овес, горох-овес). Люпин наиболее адаптирован к произрастанию в условиях кислых и неплодородных почв Нечерноземья.

В 2017-2018 гг. на землях КФХ «Надеин Сергей Николаевич» Приморского района Архангельской области полевой опыт I по изучению прогревания клубней и регуляторов роста был продолжен. В схему опыта были взяты выделившиеся (по данным 2016 г.) оптимальные варианты с предпосадочной обработкой регуляторами роста (Вигор Форте и Атоник), включены два предшественника (яровой ячмень и люпин однолетний на сидерат), а также добавлена пониженная доза НРК.

Для создания фона предшественников в 2016 и 2017 гг. был проведен посев ярового ячменя (норма высева 4,0 млн. зерен на гектар) сорт Суздалец и люпина однолетнего (норма высева 145 кг/га) сорт Кристалл. Учет урожая ячменя (методом пробных снопов) проводили в фазе молочно-восковой спелости (3.08.16 г.; 11.08.17 г.), затем отдельно убирали зерно и солому, которую закатывали в тюки и убирали, а стерню запахивали (10.08.16 г.; 15.08.17г.) на глубину 15-20 см. После учета урожая зеленой массы люпина в фазе сизых бобиков (14.07.16 г.; 21.07.17 г.), её сначала скашивали, а затем после подвяливания биомассы в течение суток, задисковывали и далее запахивали на глубину 15-20 см.

В результате учета биомассы предшественников, установлено, что люпин формировал мощную надземную биомассу (52,1 т/га) с соответствующим количеством корней (7,6 т/га), в то время как по ячменю урожайность зерна составила 15,3 т/га, соломы 5,7 т/га, а биомасса пожнивно-корневых остатков (ПКО) составила 2,5 т/га, что в 3 раза меньше биомассы корней люпина (табл. 17).

Таблица 17 – Продуктивность ячменя ярового и люпина однолетнего

Годы	Урожай зерна/соломы, т/га	ПКО, т/га	Биомасса люпина, т/га	Биомасса корней люпина, т/га	Кол-во однолетних/многолетних сорняков, шт./м ²	
					ячмень	люпин
2017	16,0/5,6	2,7	59,5	8,3	209/8	13/3
2018	14,7/5,9	2,3	44,7	6,9	186/9	31/2
Среднее	15,3/5,7	2,5	52,1	7,6	197/9	22/2

Результаты наблюдений за развитием сорной растительности на опытном участке в период вегетации картофеля представлены в таблицах 18 и 19. Запашка биомассы люпина эффективно подавляла все виды сорной растительности в последствии.

Таблица 18 – Учет сорняков картофеля на вариантах без удобрений в фазу начало бутонизации картофеля (2017-2018 г).

Варианты опыта	Масса сорняков, г/м ²	Количество сорняков по видам, шт./м ²			
		однолет-ние	многолет-ние	корневищ-ные	корнеотпрыско-вые
После ячменя	763	197	9	37	34
После запашки люпина	133	22	2	3	5

Основные сорняки: просо куриное (*Echinochloa crusgalli* (L.), P. Beauv.), щирица (*Amaranthus retroflexus* L.), лебеда (*Atriplex cana* C.A. Mey), марь белая (*Chenopodium album* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), бодяк полевой (*Cirsium arvense* (L.) Scop.), пырей ползучий (*Agropyron repens* (L.), P. Beauv.). Общая засоренность посадок картофеля (вариант без удобрений) после ячменя была высокой и составляла в среднем 277 экз./м², из них: однолетних – 197 экз./м², многолетних – 9, корневищных – 37 и корнеотпрысковых сорняков – 34 экз./м².

На варианте запашки люпина без применения удобрений к фазе бутонизации картофеля количество однолетних сорняков снизилось на 89 %, многолетних – на 78 %, корневищных – на 92 %, корнеотпрысковых – на 85 %; общая биомасса сорняков снизилась на 83% по сравнению с аналогичным вариантом после ячменя.

Таблица 19 – Влияние предшественников на распространенность (шт./м²) и видовой состав сорной растительности в период вегетации картофеля

Виды	Наименование сорняков	после ячменя		после запашки люпина	
		2017 г.	2018 г.	2017 г.	2018 г.
однолетние	Амарант		13		
	Галензога	5		1	
	Горец птичий	2	2	1	2
	Горошек волосатый	2			
	Гречишка вьюнковая			1	
	Лебеда		12		
	Марь белая		29		
	Мокрица	2		1	
	Пастушья сумка		1		
	Просо куриное	191	109	9	28
	Пикульник		1		
	Сурепка	5	4		
	Щирица	2	15		1
многолетние	Дрема белая	2	1	1	
	Крапива		1		
	Лопух			1	
	Лютик ползучий	3			
	Одуванчик	1	1		
	Подорожник	1	1		
	Польнь	1	3	1	1
	Тысячелистник	3			
	Щавель конский		1		
Корневищные – пырей ползучий		8	67		6
корнеотпрыско- вые	Вьюнок	1	3		
	Жируха	2			1
	Осот полевой	34	23	5	3
	Бодяк полевой	5		1	

Мощная биомасса люпина и его запашка снижали засоренность пашни, что в свою очередь положительно влияло на урожайность картофеля. Ранее в опыте Федосова А.В. (2008), проведенном на дерново-подзолистой супесчаной почве, было установлено, что с надземной биомассой люпина возвращалось значительное количество элементов питания в почву (кг/га): 195-250 азота, 38-40 фосфора, 117-192 калия, 112-169 кг кальция и 55-81 кг магния, а суммарный возврат элементов питания (с учетом корней) возрастал на 30 % по азоту и калию (кг/га): 240-322 азота, 47-49 фосфора, 154-218 калия, 128-180 кг кальция и 63-89 кг магния.

Как показали исследования В.И. Кирюшина, Н.Ф. Ганжары и др. (1993), В.И. Кирюшина (1996), наибольшее значение в питании растений имеет лабильная часть органического вещества (ЛОВ) – неразложившиеся или полуразложившиеся остатки растений и животных. Коэффициенты использования питательных элементов растениями из органических удобрений и растительных остатков выше, чем из минеральных удобрений (В.И. Кирюшин, Н.Ф. Ганжара и др., 1993).

В нашем опыте из всех факторов запашка биомассы люпина оказывала наибольшее существенное влияние на урожайность картофеля – прибавка урожайности составила 8,7 т/га или 43,9 %, что по своему уровню превосходило действие полной дозы удобрений на фоне ячменя, прибавка от которой достигла 7,0 т/га или 35,3 % (табл. 20).

Таблица 20 – Урожайность и товарность картофеля (с. Ломоносовский) в зависимости от изучаемых факторов, 2017-2018 гг.

№ п/п	Варианты	Урожайность, т/га			прибавки (т / %) от			Товарность, %
		2017	2018	среднее	предш.	НРК	РРР	
1	Без удобрений	20,9	18,7	19,8	-	-		74,1
2	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	28,4	25,2	26,8		7,0/35,3	-	81,6
3	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + Вигор Форте	31,9	28,1	30,0			3,2/11,9	82,3
4	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + АТОНИК	31,7	28,5	30,1			3,3/12,4	83,7
5	N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀	24,2	21,6	22,9		3,1/15,7	-	78,1
6	N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Вигор Форте	27,3	24,2	25,7			2,8/12,2	80,1
7	N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + АТОНИК	27,7	24,3	26,0			3,2/13,6	79,9

8	ЛЮПИНА	Без удобрений	30,3	26,8	28,5	8,7/43,9	-	-	77,9
9		N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	40,6	36,7	38,7		10,2/35,8	-	85,5
10		N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + Вигор Форте	45,8	41,2	43,5			4,8/12,4	85,5
11		N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + Атотник	46,1	41,5	43,8			5,1/13,2	86,1
12		N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀	38,5	34,3	36,4		7,9/27,7	-	82,7
13		N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Вигор Форте	43,1	39,0	41,0			4,6/12,6	83,3
14		N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Ато- ник	43,5	39,4	41,5			5,1/14,0	83,9
НСР ₀₅ предш.			2,2	1,9	2,1				
НСР ₀₅ удоб.			1,8	1,6	1,7				
НСР ₀₅ РРР			1,4	1,1	1,3				

Действие полной дозы удобрений N₉₀P₉₀K₁₃₅ на фоне заправки люпина в абсолютном выражении было еще выше – 10,2 т/га, а в относительном осталось на том же уровне 35,8 %. Половинная доза N₄₅P₄₅K₇₀ на фоне ячменя обеспечила прибавку 3,1 т/га или 15,7 %, а на фоне люпина – 7,9 т/га или 27,7 %, что, практически, сравнимо с действием полной дозы минеральных удобрений.

Действие регуляторов роста на фоне полной и половинной доз минеральных удобрений по ячменю обеспечило прибавку урожайности одного уровня – 3,2-3,3 т/га или 11,9-12,4 % и 2,8-3,2 т/га или 12,2-13,6 %, соответственно.

Влияние регуляторов роста на фоне заправки люпина было выше: 4,8-5,1 т/га или 12,4-13,2 % по отношению к полной дозе минеральных удобрений, и 4,6-5,1 т/га или 12,6-14,0 %, по сравнению с половинной дозой NPK.

Товарность урожая увеличивалась от действия сидерата (на 3,8%) и внесения минеральных удобрений (на 4,0-7,6 %). Регуляторы роста оказывали положительную тенденцию на рост товарности урожая.

В конце вегетации на клубнях картофеля всегда присутствуют разные формы болезней, которые приводят иногда к полному разрушению тканей во время хранения (Иванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К., 2005). Ранее было установлено, что профилактическое применение регуляторов роста (Крезацин, Мивал и др.) вызывает иммунизирующий эффект на растения картофеля. В дальнейшем это

приводит к более слабому поражению растений такими болезнями как альтернариоз, фитофтороз, парша обыкновенная (Можарова И.П., 2007; Карсункина Н.П., Кукушкина Л.Н., 2008).

При проведении фитопатологического анализа клубней через месяц после уборки (табл. 21) было обнаружено, что изучаемые факторы снижали пораженность клубней грибными болезнями, что особенно было заметно на вариантах комплексного их взаимодействия на фоне запашки люпина.

Таблица 21 – Распространенность (Р, %) болезней на клубнях картофеля, среднее за 2017-2018 гг.

Варианты опыта		Парша обыкно- венная	Ризок- тониоз	Фитоф- тороз	Суммарная поражен- ность, %	Биол. эф- фект (БЭ) %
ЯЧМЕНЬ	Без удобрений	6,3	9,4	3,7	19,4	-
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	3,9	6,0	3,4	13,3	31,5
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + Вигор Форте	2,8	2,9	2,6	8,3	57,2
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + Атоник	2,3	3,3	2,8	8,4	56,7
	N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀	2,7	5,3	3,0	11,0	43,3
	N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Вигор Форте	2,2	3,1	2,2	7,5	61,3
	N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Атоник	2,3	3,3	2,1	7,7	60,3
ЛЮПИН	Без удобрений	2,9	2,6	3,0	8,5	56,2
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	2,1	2,1	2,7	6,9	64,4
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + Вигор Форте	1,5	1,9	2,5	5,9	69,6
	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ + Атоник	1,3	2,0	2,3	5,6	71,1
	N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀	2,3	3,0	2,5	7,8	59,7
	N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Вигор Форте	1,1	1,3	2,1	4,5	76,8
	N ₄₅ P ₄₅ K ₇₀ + Атоник	1,1	1,5	2,2	4,8	75,3
НСР ₀₅		2,1	1,9	0,2	2,7	

По данным Н.В. Парахина (2002) запашка сидератов наряду с улучшением агрохимических и агрофизических свойств приводит к повышению общей числен-

ности почвенных микроорганизмов в 1,3-1,4 раза, что ведет к повышению биоразнообразия и угнетению различных специфических патогенов, развивающихся в почве посевов культурных растений.

Общая распространенность заболеваний клубней в вариантах на фоне ячменя была наибольшей и колебалась в интервале от 19,4 % (без удобрений) до 7,5 % ($N_{45}P_{45}K_{70}+$ Вигор Форте), в вариантах на фоне запашки люпина была в 1,7-2,3 раза ниже – от 8,5 % до 4,5 %, по сравнению с аналогичными вариантами.

Минеральные удобрения снижали распространенность болезней на фоне ячменя до 11,0-13,3 %, на фоне люпина – 6,9-7,8 %, против 19,4 % и 8,5 % на контролях без удобрений.

Совместное применение удобрений и регуляторов роста для предпосадочной обработки клубней наиболее существенно снижали заболеваемость до 4,5-8,4 % (в сумме) и повышали биологическую эффективность агроприема до 57,2-76,8 %.

Наиболее сильное противодействие распространённости грибным болезням на клубнях картофеля и биологическая эффективность приёма отмечены в вариантах совместного применения удобрений и регуляторов роста на фоне запашки люпина, соответственно: Р - 4,5-5,9 % и БЭ - 69,6-76,8 %, против 7,5-8,4 % и 56,7-61,3 % на аналогичных вариантах после ячменя.

Заключение к главе 3

Приоритетным направлением ведения картофелеводства в Северных регионах, как и всей России, в настоящее время является адаптивно-биологизированное развитие отрасли на основе использования передовых отечественных селекционных достижений, применения сбалансированных доз минеральных удобрений, широкого внедрения сидератов и регуляторов роста растений, предпосадочной подготовки семенного материала.

Совместное предпосадочное применение регуляторов роста растений и прогревания клубней на фоне сбалансированных доз минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{135}$) ускоряло появление всходов на 5-7 дней, увеличивало товарную урожайность до 38,5-39,3 т/га (сорт Лига) и 41,7-42,9 т/га (сорт Ломоносовский) или на

8,2-9,7 т/га (26-29 %), снижало себестоимость продукции на 17 %, увеличивало доход в 1,9-2,0 раза, повышало окупаемость затрат на 40-52 % и уровень рентабельности производства в 1,4 раза (по сорту Ломоносовский) – 1,8 раз (по сорту Лига) по сравнению с минеральным фоном без обработок.

Использование люпина однолетнего на зеленое удобрение снижало засоренность посадок картофеля и повышало биологическую эффективность минеральных удобрений и регуляторов роста. После запашки люпина в фазу бутонизации картофеля количество однолетних сорняков снизилось на 89 %, многолетних – на 78 %, корневищных – на 92 %, корнеотпрысковых – на 85 %; общая биомасса сорняков снизилась на 83 % по сравнению с аналогичным вариантом после ячменя.

Запашка люпина в комплексе с применением половинной дозы $N_{45}P_{45}K_{70}$ и регуляторов роста растений позволила получить урожайность картофеля на уровне 41,0-41,5 т/га, что по эффективности соответствует действию полной дозы удобрений, регуляторов роста и прогревания клубней – 41,7-42,9 т/га.

Совместное применение половинной дозы минеральных удобрений ($N_{45}P_{45}K_{70}$) и регуляторов роста на фоне запашки люпина оказывало наиболее сильное противодействие распространённости грибным болезням на клубнях картофеля: суммарная пораженность составила $P = 4,5-4,8 \%$ и биологическая эффективность приёма БЭ = 75,3-76,8 %, против 7,5-7,7 % и 60,3-61,3 %, соответственно, на аналогичных вариантах после ячменя.

ГЛАВА 4 ОПТИМИЗАЦИЯ ПРИЕМОВ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В ЦЕНТРАЛЬНОМ РЕГИОНЕ РОССИИ

Многочисленные научные исследования последних 15-20 лет свидетельствуют о том, что биологические ресурсы являются одним из главенствующих факторов в обеспечении продовольственной безопасности планеты.

Придерживаясь данной концепции, в наших исследованиях упор делался на конкретизации и совершенствовании системно-воспроизводственного подхода к рациональному использованию природных ресурсов агроландшафта при выращивании картофеля. Исследования проводились в двух современных передовых хозяйствах: ОАО «Погарская картофельная фабрика» Брянской области и КФХ «Ягудин Н.В.» Московской области, было обследовано более 200 гектаров пахотных земель, предназначенных под размещение картофеля, а производственная проверка основных результатов проведена на 322 га пашни (приложения М1 и В2).

4.1 Стабилизированный карбамид (УТЕС 46) – экологически безопасная форма азотного удобрения в производстве высоко крахмалистого картофеля

Средняя прибавка урожайности от применения стабилизированного карбамида (УТЕС 46) по всему миру среди всех протестированных культур оказалась выше на 4-6 %, чем при удобрении почвы обычным карбамидом (Т. Маннхайм, Н. Бергер, 2015). По данным пакистанских исследователей (Khan I., Zaman M., Khan M.J., Iqbal M., Babar M.N., 2014) при использовании в качестве удобрения мочевины, обработанной ингибитором уреазы [N-(n-бутил) thiophosphoric triamide (nВТРТ – товарный знак Agrotain®)], отмечена максимальная всхожесть клубней (91%), высота растений (48-61 см) и число стеблей (3,9 шт./куст) по сравнению с применением традиционной мочевины.

Стабилизированный карбамид (УТЕС 46) обладает более высоким коэффициентом усвояемости, чем обычный карбамид, следствием чего являются богатый урожай и улучшенный N-баланс почв. В основе ингибитора уреазы УТЕС® активный ингредиент НБТФТ – (н-бутил) тиофосфорный триамид. Он наносится на поверхность гранул карбамида (мочевины). Механизм действия ингибитора уреазы прост: после внесения удобрения в почву НБТФТ защищает карбамид от атак уреазы. Этот эффект длится до 15-20 дней, сокращая улетучивание аммиака, происходящее вследствие разложения мочевины. Снижение потерь азота в виде аммиака благодаря использованию ингибиторов уреазы может достигать 60% по сравнению с потерями из обычной мочевины. Пары аммиака, содержащие азот, улетучиваясь в атмосферу и возвращаясь на землю в виде осадков, приводят к диффузному загрязнению природных территорий. Внесение азотных удобрений без должного контроля наносит серьезный вред окружающей среде. Стабилизация карбамида УТЕС сокращает газообразные потери азота, что делает применение стабилизированного УТЕС карбамида эффективным средством уменьшения числа экологических проблем.

Результаты исследований. В таблицах 22 и 23 представлены продуктивность растений картофеля в г/куст и ее элементы (число и средняя масса клубня), а также урожайность (т/га), содержание (%) и сбор крахмала (ц/га) в зависимости от плодородия поля, предшественника и формы удобрений, полученные в полевом опыте II (приложения Ж, И, К, Л).

Как видно из представленных данных, продуктивность сортов картофеля ранней группы созревания (Удача, Крепыш, Любава, Погарский) после рапса ярового (поле № 1) на фоне традиционных минеральных удобрений находилась в интервале от 807 до 870 г/куст, в среднем сформировалось 13 клубней с массой 65 г.

Таблица 22 – Продуктивность и урожайность сортов картофеля после рапса ярового, поле №1, среднее за 2014-2016 гг.

Форма удобрений	Наименование сорта	Масса клубней, г/куст	Число клубней, шт.	Масса клубня, г	Урожайн. т/га	Крахмал %	Форма удобрений	Наименование сорта	Масса клубней, г/куст	Число клубней, шт.	Масса клубня, г	Урожайн. т/га	Крахмал %
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме традиционного карбамида)	Удача	870	14	62	38,3	13,3	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме карбамида UTEC 46)	Удача	905	14	65	39,8	13,2
	Крепыш	859	14	61	37,8	12,4		Крепыш	879	14	63	38,7	12,5
	Любава	807	12	67	35,5	13,7		Любава	818	13	63	36,0	13,7
	Погарский	839	12	70	36,9	14,3		Погарский	848	13	65	37,3	14,0
	среднее	844	13	65	37,1	13,4		среднее	863	13	64	37,9	13,3
	Ильинский	818	14	58	36,0	16,4		Ильинский	825	14	59	36,3	16,2
	Памяти Рогачева	868	15	58	38,2	16,7		Памяти Рогачева	850	15	57	37,4	16,3
	Брянский деликатес	905	16	57	39,8	17,7		Брянский деликатес	898	16	56	39,5	17,0
	Русский сувенир	948	16	59	41,7	17,0		Русский сувенир	973	16	61	42,8	17,0
	среднее	885	15	58	38,9	16,9		среднее	887	15	58	39,0	16,6
	Голубизна	909	14	65	40,0	19,0		Голубизна	998	15	67	43,9	18,7
	Диво	1018	15	68	44,8	16,9		Диво	1105	17	65	48,6	16,7
	Колобок	993	15	66	43,7	15,7		Колобок	1073	17	63	47,2	16,0
	Накра	952	14	68	41,9	17,3		Накра	1075	17	63	47,3	17,1
	среднее	968	15	67	42,6	17,2		среднее	1063	17	65	46,7	17,1
	Лорх	786	12	65	34,6	17,2		Лорх	902	13	69	39,7	16,7
	Малиновка	805	14	57	35,4	17,6		Малиновка	920	14	66	40,5	17,3
	Никулинский	1129	16	70	49,7	21,1		Никулинский	1218	17	72	53,6	19,9
	Брянский надежный	884	15	59	38,9	22,3		Брянский надежный	970	16	61	42,7	21,7
	среднее	901	14	63	39,7	19,5		среднее	1003	15	67	44,1	18,9

НCP₀₅част – 2,6; НCP₀₅предш.2,0; НCP₀₅удобр1,7 (т/га)

Таблица 23 – Продуктивность и урожайность сортов картофеля после вика-овсяного предшественника, поле №2, среднее за 2014-2016 гг.

Форма удобрений	Наименование сорта	Масса клубней, г/куст	Число клубней, шт.	Масса клубня, г	Урожайн. т/га	Крахмал %	Форма удобрений	Наименование сорта	Масса клубней, г/куст	Число клубней, шт.	Масса клубня, г	Урожайн. т/га	Крахмал %
Доза N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме традиционного карбамида)	Удача	916	15	61	40,3	12,9	Доза N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме карбамида УТЕС 46)	Удача	927	15	62	40,8	12,8
	Крепыш	902	14	64	39,7	13,0		Крепыш	929	15	62	40,9	13,0
	Любава	875	13	67	38,5	13,5		Любава	900	13	69	39,6	13,2
	Погарский	884	14	63	38,9	14,0		Погарский	893	14	64	39,3	13,9
	среднее	894	14	64	39,3	13,3		среднее	912	14	64	40,1	13,2
	Ильинский	861	15	57	37,9	16,1		Ильинский	877	15	58	38,6	16,0
	Памяти Рогачева	982	17	58	43,2	16,3		Памяти Рогачева	990	17	58	43,6	16,3
	Брянский деликатес	950	16	59	41,8	17,3		Брянский деликатес	955	16	60	42,0	17,0
	Русский сувенир	932	16	58	41,0	16,7		Русский сувенир	977	17	57	43,0	16,7
	среднее	931	16	58	41,0	16,6		среднее	950	16	58	41,8	16,5
	Голубизна	948	15	63	41,7	18,5		Голубизна	1016	16	63	44,7	18,0
	Диво	1034	16	65	45,5	16,4		Диво	1098	16	69	48,3	16,5
	Колобок	1120	17	66	49,3	15,5		Колобок	1166	17	69	51,3	15,3
	Накра	1023	15	68	45,0	17,0		Накра	1073	16	67	47,2	17,0
	среднее	1031	16	65	45,4	16,9		среднее	1088	16	67	47,9	16,7
	Лорх	855	13	66	37,6	17,5		Лорх	916	14	65	40,3	17,0
	Малиновка	895	15	60	39,4	17,9		Малиновка	980	16	61	43,1	17,5
	Никулинский	1141	17	67	50,2	19,8		Никулинский	1202	18	67	52,9	19,1
	Брянский надежный	995	16	62	43,8	19,5		Брянский надежный	1036	17	61	45,6	19,0
	среднее	972	15	64	42,7	18,7		среднее	1033	16	63	45,5	18,2

НСР_{05част} – 2,6; НСР_{05предш.} 2,0; НСР_{05удобр} 1,7 (т/га)

Примерно такие же показатели продуктивности у этих сортов сформировались на фоне минеральных удобрений со стабилизированным карбамидом: 818-905 г/куст, 13 клубней с массой 64 г.

На поле № 2 после вика-овсяного предшественника продуктивность тех же сортов картофеля ранней группы созревания на фоне традиционных удобрений была выше (по сравнению с данными поля №1) и составила 875-916 г/куст, сформировалось 14 клубней с массой 64 г, и на фоне со стабилизированным карбамидом получены аналогичные результаты – 893-929 г/куст, 14 клубней с массой 64г.

Соответственно, средняя урожайность раннеспелых сортов картофеля на поле №1 (после рапса ярового) на фоне обычных и стабилизированных форм минеральных удобрений была на одном уровне, соответственно 37,1 и 37,9 т/га; на поле № 2 (после вика-овсяного предшественника) была выше, но на одном уровне по фонам удобрений – 39,3 и 40,1 т/га. Влияние зернобобового предшественника обеспечило в среднем прибавку урожайности раннеспелых сортов картофеля на уровне 2,2 т/га или 5,3-5,8 % (НСР_{05предш.2,0}).

Продуктивность сортов среднеранней группы созревания (Ильинский, Памяти Рогачева, Брянский деликатес, Русский сувенир) на обоих полях севооборота была выше таковых раннеспелых сортов, но при этом они также, как и сорта ранней группы, практически, не реагировали на формы азотных удобрений. Прибавка урожайности по группе среднеранних сортов картофеля на фоне вика-овсяного предшественника составила 2,1-2,8 т/га или 5,4-7,2 % относительно их урожайности после рапса.

Среднеспелые сорта картофеля положительно реагировали как на предшественник, так и на форму азотных удобрений. Так, продуктивность сортов среднеспелой группы созревания (Голубизна, Диво, Колобок и Накра) на поле № 1 с традиционными удобрениями составляла 909-1018 г/куст, сформировалось 15 клубней с массой 67 г, в то время как на фоне стабилизированного карбамида эти показатели были выше и составляли: 998-1105 г/куст (плюс 8,0-12,9 %), 17 клубней с массой 65 г.

Ту же закономерность наблюдали на поле №2, продуктивность сортов среднеспелой группы на фоне традиционных удобрений составляла 948-1120 г/куст, а на фоне удобрений со стабилизированным карбамидом выше на 4,1-7,2 %: 1016-1166 г/куст, при одинаковом количестве и большей массе клубней (67 г).

Урожайность сортов среднеспелой группы созревания на поле №1 (после рапса ярового) на фоне традиционных форм минеральных удобрений составляла 42,6 т/га и на фоне удобрений со стабилизированным карбамидом – 46,7 т/га, что на 4,1 т/га или 9,6 % выше; на поле № 2 (после вика-овсяного предшественника) соответственно – 45,4 и 47,9 т/га, что на 2,5 т/га или 5,5 % выше.

По сортам среднепоздней группы (Лорх, Малиновка, Никулинский и Брянский надежный) отмечена та же закономерность – на фоне удобрений со стабилизированным карбамидом масса клубней (г/куст) увеличивалась на 7,9-14,7 % (поле №1) и на 4,1-9,5 % (поле №2), по сравнению с соответствующими показателями на фоне традиционных удобрений. Урожайность сортов по группе среднепозднего срока созревания на поле №1 (после рапса ярового) на фоне обычных форм минеральных удобрений составляла 39,7 т/га, а на фоне удобрений со стабилизированным карбамидом – 44,1 т/га, что на 4,4 т/га или 11,1 % выше; на поле № 2 (после вика-овсяного предшественника) урожайность изменялась соответственно: 42,7 т/га – традиционная форма, и 45,5 т/га – стабилизированный карбамид, что на 2,8 т/га или 6,5 % выше.

Влияние зернобобового предшественника обеспечило в среднем прибавку урожайности среднеспелых и среднепоздних сортов картофеля на уровне 1,2-3,0 т/га или 2,6-7,6% относительно рапса.

Причем эффективность стабилизированного карбамида на поле №2 с более высоким потенциальным плодородием снижалась с 9,6 % (поле №1) до 5,5 % по среднеспелым сортам и с 11,1 % (поле №1) до 6,5 % по среднепоздним сортам, что согласуется с ранее проведенными исследованиями (Альсмик П.И., Амбросов А.Л., Вечер А.С. и др., 1979; Власенко Н.Е., 1987; Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., 2017), т.к. в формировании продуктивности среднеспелых/среднепозд-

них сортов картофеля доля участия минеральных удобрений снижается и увеличивается доля участия естественных средовых факторов (длительность периода вегетации, инсоляция, температурный режим, плодородие почвы и др.), по сравнению с процессом формирования продукции ранних сортов.

Выход крахмала зависел от группы спелости сорта, плодородия поля и формы удобрений (рис. 3, 4, приложения К, Л).

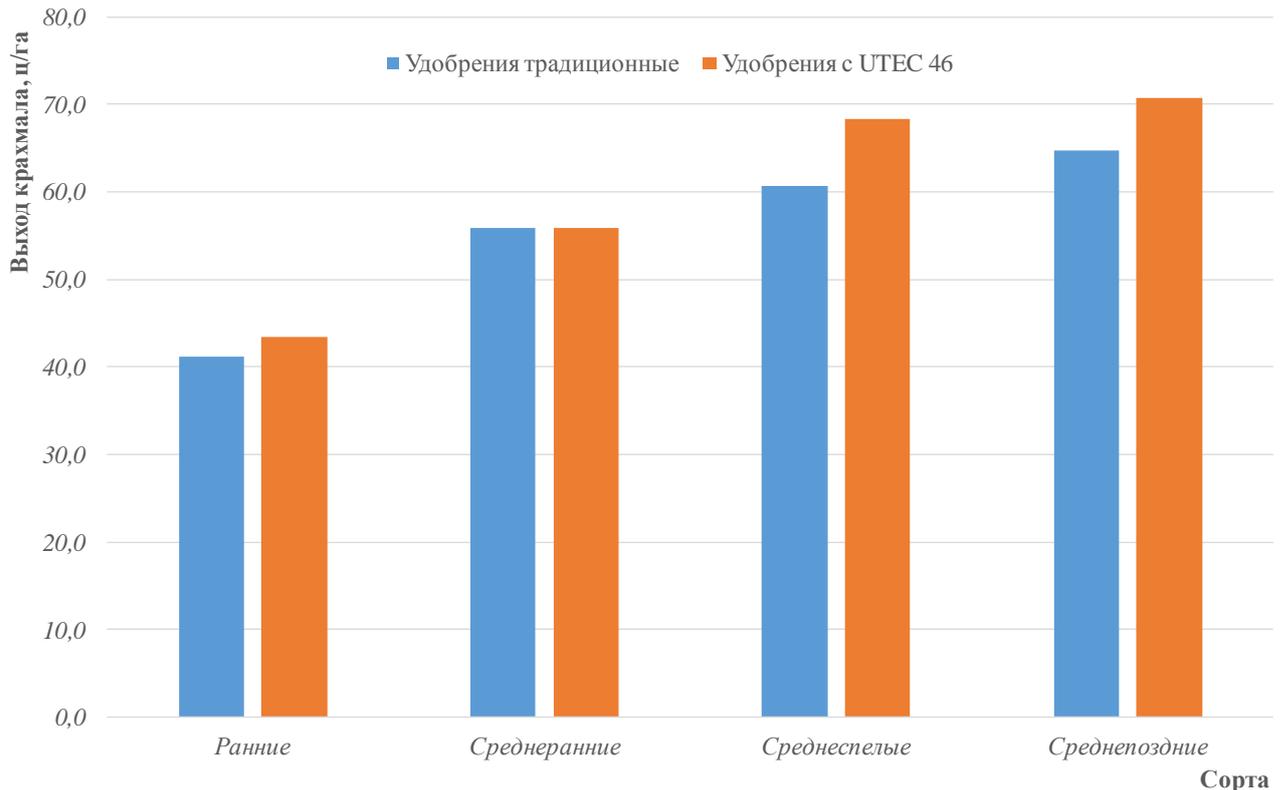


Рисунок 3 – Сбор крахмала по группам спелости сортов картофеля на поле №1 (НСР₀₅ 2,5 ц/га)

Этот показатель возрастал от ранних сортов к среднепоздним. По группе ранних сортов на поле № 1 и №2 с традиционными формами удобрений выход крахмала в среднем составлял 41,1 и 44,3 ц/га, со стабилизированным карбамидом вырос до 43,5 и 46,5 ц/га (+5,3 и 4,9 %), соответственно; по группе среднеранних сортов на поле № 1 и №2 с традиционными формами удобрений составил 55,8 и 58,4 ц/га, со стабилизированным карбамидом – 55,9 и 60,5 ц/га (плюс 3,4 %), по группе среднеспелых увеличился с 60,7-65,3 до 68,3-70,3 ц/га (плюс 11,1 и 7,1 %), по группе среднепоздних с 64,8-68,3 до 70,8-72,6 ц/га (плюс 8,5 и 6,0 %).

Максимальный выход крахмала отмечен на фоне удобрений со стабилизированным карбамидом в группе среднеспелых и среднепоздних сортов картофеля на поле №1 – 68,3-70,8 ц/га и поле №2 – 70,3-72,6 ц/га, что на 8,5-11,1 % и 6,0-7,1 % выше соответствующих показателей на фоне традиционных удобрений.

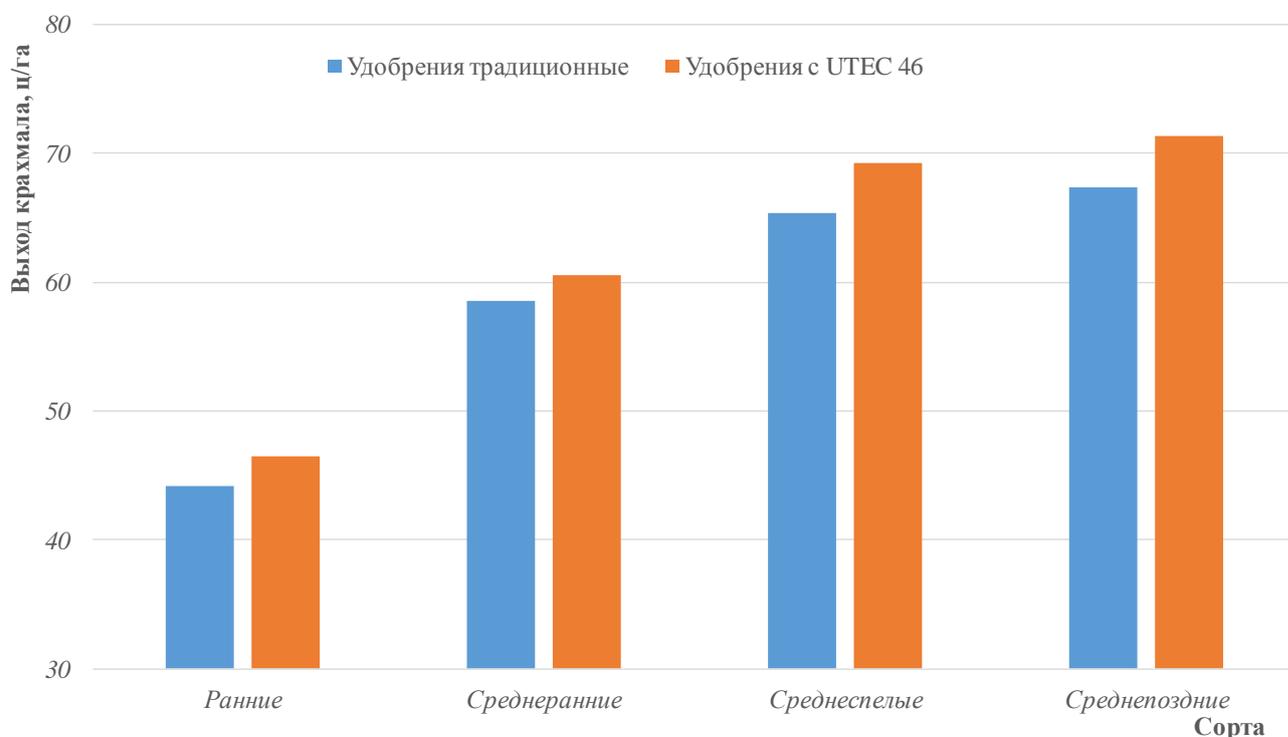


Рисунок 4 – Сбор крахмала по группам спелости сортов картофеля на поле №2, (НСР₀₅ 3,1 ц/га)

Таким образом, сорта картофеля ранней и среднеранней групп созревания с длиной вегетационного периода 85-95 дней, слабо реагировали на изменение формы азотных удобрений. В то время как сорта среднеспелой и среднепоздней групп созревания с периодом активной вегетации 105-115 дней повышали свою урожайность на поле с более низким плодородием (№1) на 8,5-11,1 % на фоне удобрений со стабилизированным карбамидом, а на поле с более высоким плодородием (№2) – на 6,0-7,1 % по сравнению с соответствующими показателями на фоне традиционных минеральных удобрений.

Если сравнивать выход крахмала с единицы площади между группами сортов с разной скоростью созревания, то его сбор по группам среднеспелых и среднепоз-

них сортов (68,3-72,6 ц/га) при использовании стабилизированного карбамида увеличивался примерно на 30-60 % по сравнению с таковым у ранних и среднеранних сортов с традиционными формами удобрений (41,1-58,4 ц/га).

То есть, использование в технологии возделывания среднеспелых и среднепоздних сортов картофеля стабилизированного карбамида УТЕС 46, является перспективным экологически безопасным агроприёмом, позволяющим увеличивать их продуктивность на 12-17 % и выход крахмала с единицы площади на 30-60 % по сравнению с сортами картофеля ранней и среднеранней групп спелости, которые в силу своих биологических особенностей являются менее крахмалистыми и не отзывчивы на формы вносимых азотных удобрений.

4.2 Минеральные удобрения на основе цеолита – перспективная экологически безопасная форма удобрений для картофеля

Возникающий в результате интенсивного использования пашни дефицит биодоступного кремния, как питательного элемента, резко снижает природные защитные свойства сельскохозяйственных растений.

Установлено, что минимальная, достаточная для большинства растений концентрация монокремниевых кислот в почвенном растворе (не менее 20 мг/кг агрономически спелой почвы) повышает всхожесть семян зерновых и цитрусовых культур, ускоряет рост и формирование плодов томата, созревание початков кукурузы, а также увеличивает накопление крахмала в клубнях картофеля (Матыченков В.В., 1990; 2008; Гольева А.А., 2004).

Использование кремниевых удобрений и кремнийсодержащих мелиорантов важно с точки зрения восстановления природного баланса питательных элементов в системе почва ↔ растения, снижения скорости деградиционных процессов и получения стабильных урожаев высокого качества.

Сочетание кремниевых удобрений совместно с традиционными минеральными позволяет повысить эффективность NPK-удобрений и получать большие

урожаи лучшего качества (Матыченков В.В., 1990; Матыченков В.В., 2008; Борисов В.А., Гренадеров Н.В., 2014). Технология активации природных фосфатов с помощью аморфного кремнезема или цеолита позволяет повысить в них долю доступного для растений фосфора и снизить подвижность тяжелых металлов. Получаемые в результате фосфорно-кремниевые удобрения могут быть использованы для выращивания экологически чистой продукции. Экологически безопасные удобрения могут быть созданы на основе природных (пиролизатов органических остатков, цеолитов и др.) и искусственных ионообменников с включением различных катионов и анионов (Яковлева Л.В., 2009; Ye, LY., Zhang, JM., Zhao, J. et al., YW., 2015; Rasyid, B., 2018).

Цеолитсодержащие трепела – это ценнейший вид горнохимического сырья с широким спектром использования, который пользуется огромным спросом на мировом рынке (http://newsorel.ru/fn_15080.html). Данная осадочная порода чрезвычайно разнообразно применяется в сельском хозяйстве, в том числе как основа минеральных удобрений при их производстве.

В полевом опыте V (2016 - 2018 гг.) изучали биологическую эффективность цеолита, новых форм и доз агрохимиката: «Удобрение минеральное марка 2: NPK 6,5: 9,5: 9,5», в сравнении с действием традиционного минерального удобрения «Бона Форте» NPK 10:20:20» (эталон) на продуктивность, структуру урожая и качество клубней картофеля.

Результаты исследований в 2016 году показали, что применение цеолита, Бона Форте (N: P: K = 10-20-20) и тукосмеси на основе цеолита (марка 2 NPK 6,5: 9,5: 9,5 +Si) существенно влияли на повышение урожайности картофеля, качество продукции, структуру урожая и выход питательно ценных компонентов с единицы площади относительно диаммофоски (табл. 24).

В варианте с внесением Бона Форте (N: P: K = 10-20-20) прибавка урожайности составила 5,0 т/га или 19,0 %, в вариантах с разными дозами марки 2 (NPK 6,5: 9,5: 9,5+Si) – 5,3-10,2 т/га или 20,1-38,8 %, а в варианте с цеолитом в дозе 5000 кг/га – 2,6 т/га или 9,9 % к контролю (диаммофоска, N: P: K = 10-20-20). Доза цеолита 2000 кг/га оказалась малоэффективной.

Таблица 24 – Урожайность картофеля (с. Колобок) в зависимости от различных форм и доз удобрений, 2016 г.

№ вар.	Формы, дозы удобрений кг/га	Урожайность, т/га	Прибавка урожая относительно				Товарность, %	Выход крахмала, ц/га	Выход витамина С, кг/га
			варианта 1		варианта 2				
			т/га	%	т/га	%			
1	N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀ (диаммофоска)	26,3	-	-			76,4	20,5	3,0
2	БФ NPK10:20:20 N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	31,3	5,0	19,0	-	-	77,7	25,5	4,2
3	NPK6,5:9,5:9,5 N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	31,6	5,3	20,1	0,3	-	82,7	27,9	4,5
4	NPK6,5:9,5:9,5 N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	36,5	10,2	38,8	5,2	16,6	82,1	31,5	4,9
5	Si ₆ (Цеолит, 2000 кг)	27,8	1,5	5,7			74,3	22,1	3,2
6	Si ₁₅ (Цеолит, 5000 кг)	28,9	2,6	9,9			79,5	24,4	3,7
	НСР ₀₅	1,9	1,9	-	1,9	-	1,5	2,1	0,4

В неблагоприятных условиях 2017 г. продолжительность периода вегетации среднеспелого сорта картофеля Колобок – от всходов (11.06.17) до полного отмирания ботвы / или уборки (02.09.2017) по вариантам опыта колебалась от 116 до 124 дней (рис.5).

Аномально долгим был период от посадки до всходов, в среднем по опыту 38 дней (норма 20-25 дней), что объясняется неустойчивой дождливой и холодной погодой в мае месяце ($ГТК_{\text{май}} = 3,35$), наблюдавшейся в 2017 году.

В условиях избыточно влажного вегетационного сезона 2017 г. удобрения на основе цеолита увеличивали период активной вегетации картофеля от всходов до уборки: с 72 дней (минимум) в варианте без удобрений до 94 дней (максимум) в варианте N₈₀P₁₂₀K₁₂₀Si₂ (марка NPK 6,5: 9,5: 9,5+Si), снижая довсходовый период с 43-44 до 30-39 дней.

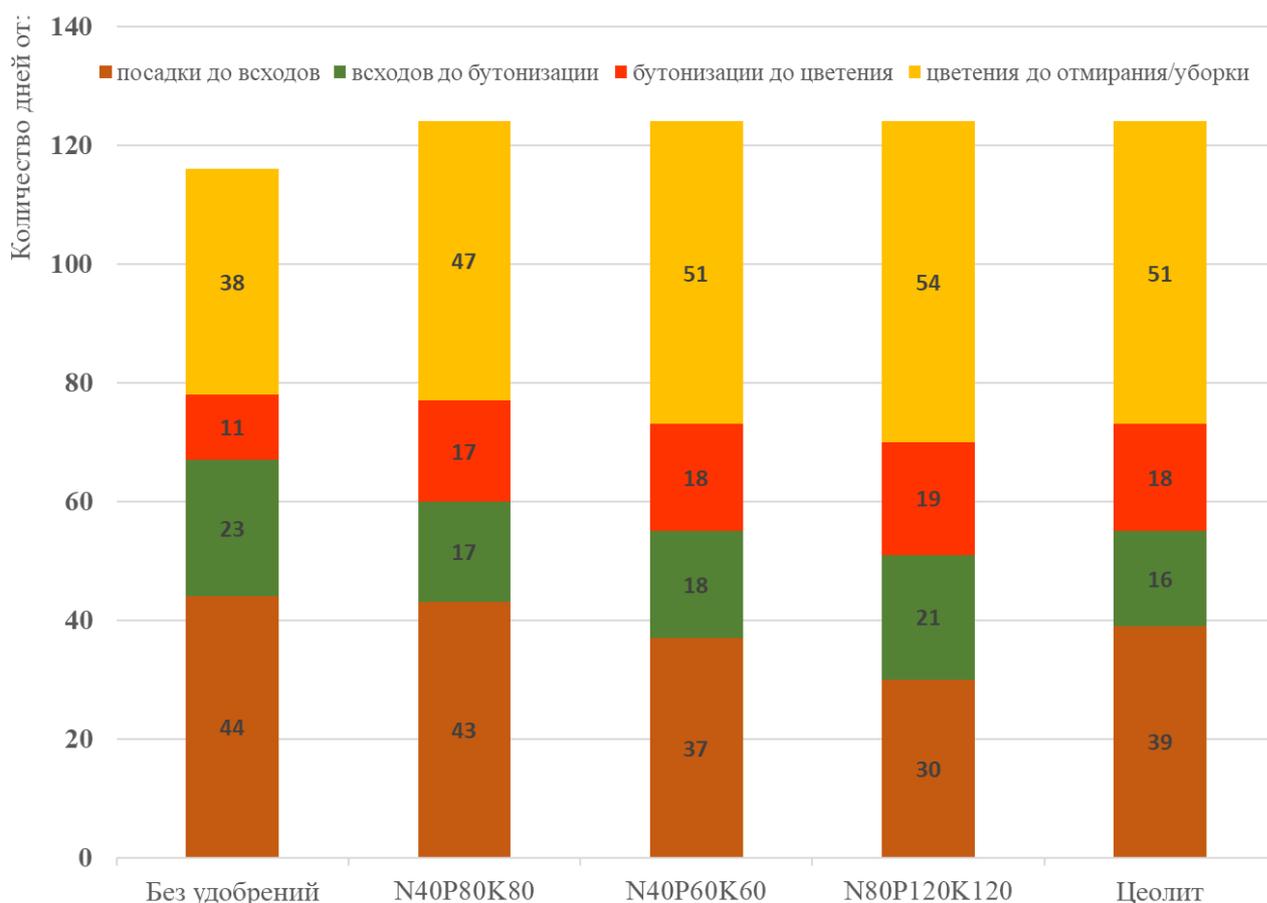


Рисунок 5 – Интервалы межфазных периодов онтогенеза картофеля сорта Колобок (сутки), 2017 г.

Наиболее активное развитие растений и прохождение основных фенофаз отмечено в варианте с максимальной дозой $N_{80}P_{120}K_{120}Si_2$ (марка NPK 6,5: 9,5: 9,5+Si), так, если полное наступление всходов (100%) в этом варианте уже наблюдалось 04 июня (период от посадки до всходов 30 дней), то на остальных вариантах в это время процент взошедших растений колебался от 0 (без удобрений) до 60 % во 2-ом варианте с Бона Форте.

Различная интенсивность развития растений картофеля повлияла на морфологию растений: высоту, количество стеблей и клубней на 1 куст (табл. 25, приложение М).

Таблица 25 – Биометрические показатели развития растений картофеля (с. Колобок) в зависимости от применения удобрений, 2017-2018 гг.

№ п/п	Доза NPKSi кг/га д. в	Формы удобрений	Стебли, шт./куст	Количество клубней, шт./куст	Высота, см,	Средняя масса клубня, г	
						> 60 мм	30-60 мм
1	0	Без удобрений	2,5	9,9	43	157	40
2	N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	Бона Форте NPK10:20:20	3,3	15,3	59	190	49
3	N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	NPK 6,5:9,5:9,5	3,2	15,3	60	190	52
4	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	NPK 6,5:9,5:9,5	3,8	16,5	63	202	55
5	Si ₁₅	Цеолит	3,0	14,7	52	181	47
HCP ₀₅			1,4	2,3	6	17	9

Комплексом наилучших биометрических показателей характеризовались растения в варианте с максимальной дозой N₈₀P₁₂₀K₁₂₀Si₂ (марка NPK 6,5: 9,5: 9,5+Si): 3,8 шт. стеблей, 16,5 шт. клубней и 63 см высота растений, что достоверно выше аналогичных значений контроля и эталона.

Данные по росту и развитию растений наглядно показывают значимость минеральных удобрений с цеолитом не только как источников питательных элементов, но и как стимуляторов физиологических процессов, что отмечали в своих исследованиях и другие авторы (Матыченков В.В., 1990; Матыченков В.В., Бочарникова Е.А., Кособрюхов А.А., Биль К.Я., 2008; Петрухин А.С., Левин В.И., 2017).

Существенное увеличение количества клубней в расчете на 1 куст наблюдалось во всех вариантах с удобрениями. Во 2-ом N₄₀P₈₀K₈₀ (Бона Форте) и 3-ем N₄₀P₆₀K₆₀Si₁ (NPK 6,5: 9,5: 9,5+Si) вариантах количество клубней увеличилось до 15,3 шт./куст, масса продовольственного и семенного клубней – до 190 и 49-52 г. В 4-ом варианте N₈₀P₁₂₀K₁₂₀Si₂ (NPK 6,5: 9,5: 9,5+Si) сформировалось 16,5 клубней/куст, с максимальной массой продовольственных и семенных клубней – 202 и 55 г соответственно.

В среднем за два года исследований (2017-2018 гг.) прирост урожайности в третьем варианте N₄₀P₆₀K₆₀Si₁ за счет изменения соотношения N: P: K с 1: 2: 2 на 1:

1,5: 1,5 и включения цеолита в состав гранул составил 2,8 т/га или 10,1% относительно эталона Бона Форте (табл. 26).

Таблица 26 – Урожайность картофеля (с. Колобок) в зависимости от различных форм и доз удобрений, 2017-2018 гг.

№ п/п	Формы, дозы удобрений кг/га	Урожайность, т/га			Прибавка урожая относительно				Товарность, %
		2017	2018	средняя	варианта 1		варианта 2		
					т/га	%	т/га	%	
1	Без удобрений	12,8	18,5	15,7	-	-			89,9
2	БФ NPK10:20:20 N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	30,2	25,3	27,7	12,0	76,4	-	-	92,1
3	NPK6,5:9,5:9,5 N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	35,5	25,5	30,5	14,8	94,3	2,8	10,1	94,5
4	NPK6,5:9,5:9,5 N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	41,8	30,1	35,9	20,2	128,7	8,2	29,6	95,8
5	Si ₁₅ (Цеолит, 5000 кг)	28,8	22,3	25,5	9,8	62,4	-	-	91,3
	НСП ₀₅	1,7			1,7	-	1,7	-	2,1

Максимальная эффективность марки NPK 6,5:9,5:9,5+Si наблюдалась в условиях неблагоприятного влажного 2017 года, когда прибавка в этом варианте составила 5,3 т/га или 17,5 % к варианту с эталоном (Бона Форте, N: P: K = 10-20-20).

При суммарном снижении дозы NPK с 200 кг/га д.в. (второй вариант) до 160 кг/га д. в. (третий вариант), рост урожайности на 10,1 % можно объяснить наличием цеолита или активного кремния в составе гранул удобрения.

В четвертом варианте N₈₀P₁₂₀K₁₂₀Si₂ при удвоении дозы удобрения марка (NPK 6,5: 9,5: 9,5+Si) отмечен максимальный рост урожайности - на 8,2 т/га или на 29,6 % относительно эталона (Бона Форте).

Основное внесение цеолита в дозе 5000 кг/га перед посадкой способствовало формированию урожайности выше контроля без удобрений на 9,8 т/га или на 62,4 %. Высокий агрономический эффект цеолита в дозе 5000 кг/га в 2016, 2017 и 2018 гг. на легкой дерново-подзолистой почве можно объяснить увеличением адсорбирующей способности и повышением содержания биодоступного кремния. В

варианте с высокой дозой цеолита (5000 кг/га) увеличивалась доля семенной фракции и повышалась общая товарность урожая до 91,3 % по сравнению с контролем без удобрений (89,9 %).

Влияние различных форм и доз удобрений на формирование структуры урожая клубней показало, что наиболее оптимальная структура урожая на продовольственные цели сложилась во втором $N_{40}P_{80}K_{80}$ (Бона Форте) и четвертом $N_{80}P_{120}K_{120}Si_2$ (NPK 6,5: 9,5: 9,5+Si) вариантах, а если выращивать картофель на семенные цели – в третьем $N_{40}P_{60}K_{60}Si_1$ (NPK 6,5: 9,5: 9,5+Si) и пятом (Цеолит, 5000 кг) вариантах, в которых доля семенной фракции клубней (30-60 мм по поперечному диаметру) была наибольшей (табл. 27, приложение Н).

Таблица 27 – Влияние различных форм и доз удобрений на основе цеолита на структуру урожая, количество и массу клубней картофеля, 2017-2018 г.

№	Варианты опыта	Фракционный состав клубней, по массе, %			Количество клубней, шт./куст		Выход семян, тыс. шт./га
		> 60 мм	30-60 мм	<30 мм	всего	семенных	
1	Без удобрений	7,3	82,6	10,1	9,9	7,5	330,0
2	БФ NPK10:20:20 $N_{40}P_{80}K_{80}$	19,3	72,8	7,9	15,3	9,2	404,8
3	NPK6,5:9,5:9,5 $N_{40}P_{60}K_{60}Si_1$	14,5	80,0	5,5	15,3	10,6	466,4
4	NPK6,5:9,5:9,5 $N_{80}P_{120}K_{120}Si_2$	19,3	76,5	4,2	16,5	11,3	497,2
5	Si ₁₅ (Цеолит, 5000 кг)	9,3	82,0	8,7	14,7	10,3	453,2
	НСР ₀₅	1,9	3,1	1,4	1,2	2,3	28,7

Различные формы и дозы удобрений способствовали увеличению валовой урожайности, изменяли соотношение фракций и массу клубней (товарность урожая), что влияло на показатели качества продукции, выход витамина С и крахмала с 1 гектара посадок (табл. 28, приложение П).

Считается, что самый вкусный и насыщенный фитонутриентами картофель получают на неудобренных почвах (Бацанов Н.С., 1969; Коршунов А.В., 2003; Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Тагиров М.Ш., 2011). Минеральные

удобрения снижают качество картофеля по нескольким причинам: удлиняется период вегетации и затягивается физиологическое созревание клубней; увеличивается доля крупных клубней в урожае, которые характеризуются более низким содержанием крахмала по сравнению с клубнями средней величины; повышается расход углеводов на связывание поступающего азота.

Таблица 28 – Биохимические показатели качества клубней картофеля с. Колобок, 2017-2018 гг.

№ п/п	Варианты опыта	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг на 1 кг клубней	Выход с 1 гектара	
						крахмала, ц	витамина С, кг
1	Без удобрений	19,7	13,9	17,9	90	19,3	2,6
2	БФНПК10:20:20 N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	19,3	13,5	19,2	153	37,5	4,9
3	НПК6,5:9,5:9,5 N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	19,0	13,3	17,3	176	38,7	4,7
4	НПК6,5:9,5:9,5 N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	19,7	13,9	17,1	149	47,9	5,6
5	Si ₁₅ (Цеолит, 5000 кг)	20,1	14,3	17,2	89	34,1	3,9
	НСП ₀₅	1,1	0,9	1,3	34	1,1	1,7

В то же время, при внесении умеренных доз минеральных удобрений, и в первую очередь азота, не отмечается отрицательного влияния на крахмалистость и содержание витаминов в клубнях картофеля, например, как в вариантах опыта с испытываемыми удобрениями.

С учётом высокой урожайности и товарности, наибольший выход крахмала и витамина С с одного гектара получен в четвертом варианте N₈₀P₁₂₀K₁₂₀Si₂ – соответственно 47,9 ц и 5,6 кг, что в 2,1-2,5 раза выше аналогичных показателей контроля без удобрений, и выше варианта с Бона Форте – по крахмалу на 27,7 % и по витамину С на 14,3 %.

Таким образом, изучение влияния различных доз и форм агрохимикатов с биоактивным кремнием на рост, развитие, урожайность и качество картофеля представляет научный и практический интерес. Добавка цеолита (50 %) в состав удобрения марки 2 (НПК 6,5: 9,5: 9,5+Si) обеспечивала эффективное действие НПК с

существенным снижением нормы расхода с 200 до 160 кг/га д. в. и повышением: продуктивности картофеля на 2,8 т/га (10,1 %), выхода семян на 17,6 тыс. шт./га, сбора крахмала с 1 гектара на 27,7 % относительно комплексного минерального удобрения Бона Форте (N: P: K = 10: 20: 20).

Наиболее оптимальная структура урожая, при выращивании картофеля на продовольственные цели, сложилась в варианте с Бона Форте в дозе $N_{40}P_{80}K_{80}$ и удобрения с кремнием в дозе $N_{80}P_{120}K_{120}Si_2$.

При условии выращивания картофеля на семенные цели – в вариантах с пониженной дозой $N_{40}P_{60}K_{60}Si_1$ и применением цеолита в дозе 5 т/га, преимущественно формировался семенная фракция клубней (30-60 мм по поперечному диаметру), выход которой существенно превосходил (на 48,4-61,6 тыс. шт./га) вариант с традиционной формой удобрений (Бона Форте) в той же дозе (по азоту) $N_{40}P_{80}K_{80}$.

Целесообразность применения агрохимикатов нового поколения, к которым относится изучавшаяся форма удобрений на основе цеолита и сам цеолит, диктуется интенсивностью технологического процесса возделывания картофеля, в результате чего пашня, особенно легкого гранулометрического состава, быстро истощается запасами обменно-поглощенных оснований (кальция, магния) и биодоступного кремния, и одновременно «зафосфачивается», что снижает потенциальное плодородие почвы и ведет к загрязнению окружающей среды, снижению урожайности возделываемых культур.

4.3 Применение минеральных и микробиологических удобрений – фактор получения стабильных урожаев картофеля высокого качества

В наблюдающихся условиях изменения климата увеличивается зависимость технологий возделывания картофеля от плодородия почвы, снижения антропогенной нагрузки и подбора альтернативных форм удобрений (Нечаева, Быкова, 2014; Haverkort, Verhagen, 2008; Wszelaczynska, Wichrowska, Rogozinska, 2010; Yanni, SF, Janzen, NH, Gregorich, EG, et al., 2016; Cruz, EOA, Oramas, GG, Gonzalez RL, et al.,

2017; Rasyid, B., 2018). При этом удобрения в технологиях возделывания картофеля, по-прежнему, остаются наиболее управляемым фактором, обеспечивающим получение запланированного уровня урожая и качество продукции. Однако минеральные удобрения служат не только источниками питания, но и поступления тяжелых металлов (ТМ) в агроэкосистемы. Они являются мощным средством интенсификации циклов ТМ как за счет прямого взаимодействия удобрений и почвы, так и косвенного – через стимуляцию роста и развития растений (Карпова, 2008; Hassan, W., Bano, R., Bashir, S., Aslam, Z., 2016).

Одной из важнейших задач современного растениеводства является повышение урожайности полевых культур и качества сельскохозяйственной продукции без снижения плодородия почвы, и без существенного увеличения доз промышленных минеральных удобрений (Kim, HS, Kim, KR, Kim, HJ. et al., 2015; Rasyid, B., 2018). Реальной возможностью решения этой сложной задачи ученые считают широкое внедрение биологизированных технологий в современной земледелии, в том числе использование биопрепаратов для оптимизации питания растений и их защиты.

В полевом опыте VI (2015-2016), ЭБ «Коренево» Люберецкого района Московской области, изучали влияние различных форм микробиологических удобрений: Азолен, Биокомпозит-коррект, Агринос «1», Агринос «2», на урожайность, биохимический состав клубней картофеля, усвояемость питательных вещества, а также пораженность болезнями и биологическую активность почвы.

В годы с достаточным ($ГТК_{2015}=1,67$) и избыточным увлажнением ($ГТК_{2016}=2,1$) наблюдалась высокая эффективность совместных обработок микробиологическими препаратами на фоне пониженной дозы минеральных удобрений, по сравнению с вариантом полной дозы NPK, как в плане повышения продуктивности и качества (табл. 29), так и в плане повышения биологической активности почвы и сопротивляемости болезням (рис. 6).

Таблица 29 – Влияние удобрений на продуктивность и качество картофеля (с. Удача), 2015-2016 гг.

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавка урожайности относительно				Товарность, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Белок, %
		варианта 1		варианта 3					
		т/га	%	т/га	%				
1. Без удобрений	19,7	-	-			67,3	14,1	16,5	0,8
2. N ₉₀ P ₉₀ K ₁₂₀	27,9	8,2	41,6			91,5	12,1	13,9	1,1
3. N ₄₅ P ₄₅ K ₆₀ – Фон	24,1	4,4	22,3	-	-	86,0	12,8	15,1	0,9
4. Фон + Азолен	27,6			3,5	14,5	88,0	12,6	15,6	1,2
5. Фон + Агринос «1» + «2»	28,1			4,0	16,6	88,2	13,4	16,4	1,1
6. Фон+ Биокомпозит-коррект	28,5			4,4	18,3	87,0	13,7	15,8	1,0
НСР ₀₅		1,7					0,6	1,9	0,15

В условиях 2015-2016 гг. на неудобренном контроле за счет благоприятных почвенно-климатических условий была получена относительно неплохая урожайность 19,7 т/га, одновременно с этим – высокая крахмалистость и содержание витамина С в продукции.

В вариантах с полной и половинной дозой NPK урожайность картофеля составила 27,9 и 24,1 т/га, что на 41,6 и 22,3 % выше контроля, при этом повысилась товарность (фракция клубней больше 30 мм в диаметре), снизилось содержание крахмала, витамина С и повысилось содержание белка относительно контроля без удобрений.

В вариантах с комплексным действием половинной дозы минеральных удобрений и различных форм бактериальных препаратов урожайность составляла 27,6-28,5 т/га или на 14,5-18,3 % выше уровня половинной дозы NPK. В двух вариантах – [N₄₅P₄₅K₆₀ + Агринос 1+2 и N₄₅P₄₅K₆₀ + Биокомпозит-коррект] урожайность была немного выше уровня, полученного в варианте с полной дозой NPK, при этом показатели качества клубней приближались к качеству продукции, выращенной без удобрений, что очень важно в связи с ориентацией населения на здоровый образ жизни и правильное питание.

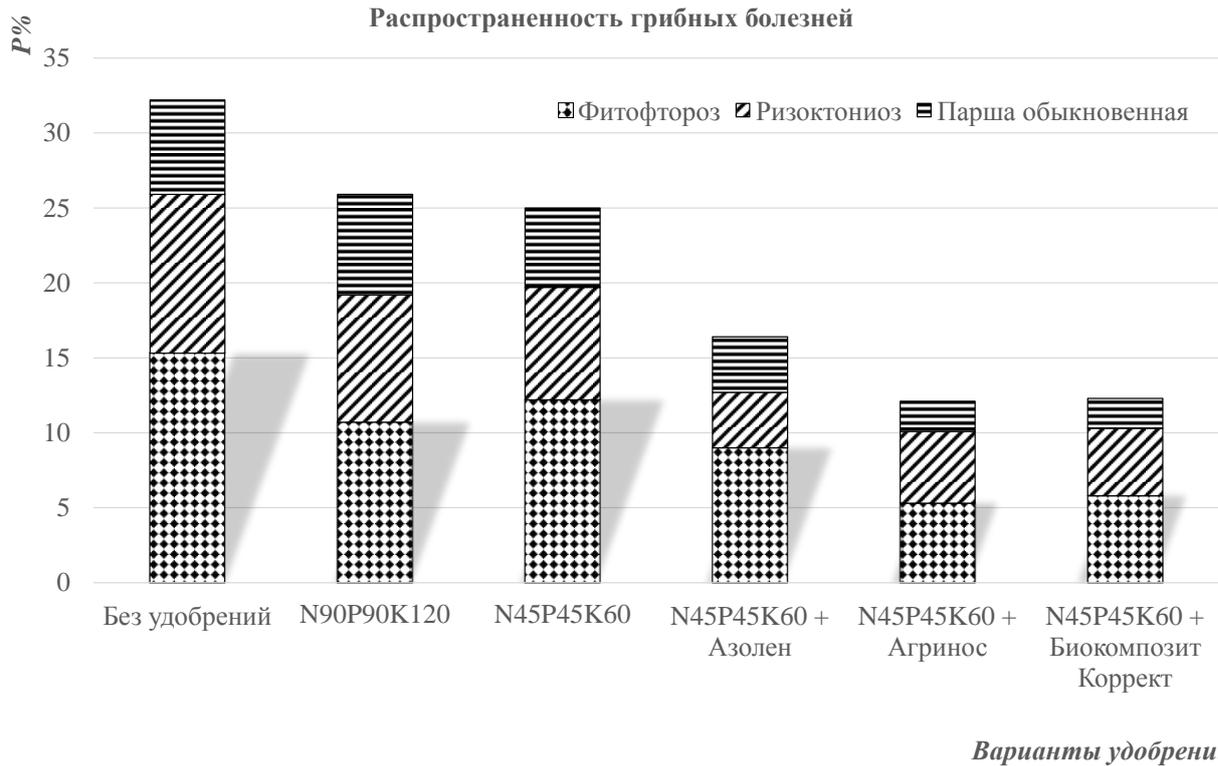


Рисунок 6 – Распространенность (P%) грибных болезней на клубнях картофеля, 2015-2016 гг.

Применение различных форм бактериальных удобрений повысило биологическую активность почвы (БАП) в 2015 г. на 21,2-24,3 %, по сравнению с минеральным контролем, где БАП составляла 67 %. Биологическая активность почвы в 2016 году была наибольшей в вариантах (N₄₅P₄₅K₉₀ + Агринос 1+2) и (N₄₅P₄₅K₉₀ + Биокомпозит-коррект), в которых она составила 87,3 и 89,5 %, что выше контроля с полной дозой NPK на 23,8-26,0 %.

На вариантах с применением бактериальных удобрений за счет повышенной БАП наблюдалось снижение распространенности (P%) и развития (R%) грибных болезней на клубнях картофеля, практически, втрое относительно варианта без удобрений и вдвое по сравнению со значениями минеральных контролей.

Интерпретация экспериментальных данных за 2015-2016 гг. позволили оценить бактериальные препараты (Азолен, Биокомпозит-коррект и Агринос 1+2) как экологически значимые формы удобрений, способствующие активизации биологического потенциала и оздоравливающие почву, формирующие высокую продуктивность и качество картофеля на фоне пониженных доз минеральных удобрений.

В полевом опыте VII (2017-2019 гг.), ЭБ «Коренево» Люберецкого района Московской области, было продолжено изучение эффективности различных форм, доз и способов применения комплексных микробиологических удобрений нового поколения на урожайность картофеля, фракционный состав клубней, биохимические показатели продукции и биологическую активность почвы.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием растений картофеля показали, что визуальных различий в наступлении фаз онтогенеза по вариантам опыта не наблюдалось (табл. 30). Полного отмирания ботвы в вариантах опыта не наступило вплоть до скашивания ботвы 18.08.17 г., 13.08.18 г., 13.08.2019 г. В 2017 году из-за низких температур и обильных осадков наблюдался длительный интервал от посадки до всходов, который составил 35 дней, что вдвое длиннее этого периода в 2018 г.

Таблица 30 – Интервал межфазных периодов онтогенеза картофеля, 2017-2019 гг.

Варианты опыта	Длительность фаз онтогенеза развития картофеля (сутки) от:				Вегетация от всходов до удаления ботвы
	посадки до всходов	всходов до бутонизации	бутонизации до цветения	цветения до отмирания/уборки	
1-3 (без мин. удобрений)	18-35	25-30	8-9	42-52	84-90
4-16 (на фоне мин. удобрений)	18-35	25-30	8-10	42-55	84-90

При измерении биометрических показателей (26.06.2017-27.06.2019 гг.) наблюдалось положительное влияние применения минеральных и микробиологических препаратов на рост и развитие растений картофеля по сравнению с показателями минерального фона и контроля без удобрений (таблица 31).

Наиболее мощное развитие растений отмечено в относительно влажном 2017 году, в котором высота растений картофеля колебалась от 35,3 см (без удобрений) до 56,8 см в 15-ом варианте, а количество стеблей на 1 куст – от 4,5 до 5,8 шт., в то время как в 2018 г. высота растений составляла 26,3-50,2 см, а количество стеблей – 4,2-5,5 шт./куст, в 2019 г. – 25,2-43,1 см и 4,1-5,5 шт./куст, соответственно.

Таблица 31 – Высота растений и количество стеблей, среднее из 60 измерений по каждому варианту

№ п/п	Высота растений, см				Количество стеблей, шт./растение			
	2017	2018	2019	Средн.	2017	2018	2019	Средн.
1	35,3	26,3	25,2	28,9	4,5	4,2	4,1	4,3
2	37,8	28,7	27,6	31,4	4,7	4,4	4,2	4,5
3	39,5	30,5	29,2	33,1	4,7	4,4	4,5	4,5
4	47,4	38,3	34,1	39,9	5,0	5,0	4,9	5,0
5	48,0	38,8	35,9	40,9	5,1	4,7	4,9	4,9
6	50,0	40,0	35,6	41,9	5,5	5,2	5,1	5,3
7	52,7	40,4	37,2	43,4	5,5	5,2	5,1	5,3
8	55,0	43,1	39,5	45,9	5,8	5,5	5,3	5,7
9	52,5	41,2	40,0	44,6	5,5	5,2	5,2	5,3
10	53,0	45,1	38,3	45,5	5,3	5,2	5,2	5,3
11	49,7	40,8	40,1	43,5	5,0	5,0	5,1	5,0
12	54,5	47,3	41,0	47,6	5,5	5,3	5,4	5,4
13	55,6	50,0	40,1	48,6	5,7	5,4	5,5	5,5
14	51,9	45,7	41,3	46,3	5,3	5,2	5,4	5,3
15	56,8	50,2	43,1	50,0	5,7	5,4	5,5	5,5
16	50,0	44,3	39,7	44,7	5,2	5,1	5,2	5,1
НСР ₀₅	5,9	5,6	3,9		0,9	0,8	0,6	

Применение удобрений, как минеральных, так и микробиологических, способствовало увеличению высоты растений и количеству стеблей. Так, в среднем за три года менее развитые растения отмечены в варианте без удобрений, а в вариантах с применением Агринос «1» в двух дозах на неудобренном фоне наблюдалась тенденция увеличения высоты растений и количества стеблей. В варианте с полной дозой NPK увеличение высоты растений составило 11,0 см, а количество стеблей – 0,7 шт. на куст. В 8-ом варианте – с комплексным применением (Агринос «1+2») на фоне минеральных удобрений – прирост растений в высоту составил 6,0 см, а по количеству образовавшихся главных стеблей – на 0,7 шт. по сравнению с показателями минерального фона. По высоте растений 12-ый [Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос «2» (2,5 л/га)], 13-ый [Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос «2»

(2,5 л/га)] и 15-ый варианты [Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га] превосходили минеральный фон еще существенней – на 6,4-10,1 см, но по количеству стеблей только на 0,4-0,5 шт./куст.

В среднем за три года исследований предпосадочная обработка клубневого ложа препаратом Агринос «1» в дозах 2,5 и 5,0 л/га (2-ой и 3-ий варианты) на неудобренном фоне повысила урожайность до 20,8-22,2 т/га, что превышало на 1,2-2,6 т/га или 6,1-13,3% уровень урожайности картофеля на контроле без удобрений (19,6 т/га) (табл. 32).

Таблица 32 – Урожайность картофеля в зависимости от применения микробиологических препаратов

Варианты опыта	Урожайность, т/га				Прибавка к вариантам: 1 и 4	
	2017	2018	2019	среднее	т/га	%
1. Без удобрений	24,2	16,4	18,3	19,6	-	100
2. Б/уд + Агринос «1» 2,5 л/га	25,9	16,9	19,5	20,8	1,2	6,1
3. Б/уд + Агринос «1» 5 л/га	29,3	17,2	20,0	22,2	2,6	13,3
4. Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	33,6	21,4	24,2	26,4	-	100
5. Фон + Agrinos «1» (2,5 л/га)	36,9	22,0	25,7	28,2	1,8	6,8
6. Фон + Agrinos «1» (5 л/га)	42,8	22,9	26,3	30,7	4,3	16,3
7. Фон + Agrinos «1» (2,5 л/га) + Agrinos «2» (1,25 л/га)	39,3	23,4	27,0	29,9	3,5	13,3
8. Фон + Agrinos «1» (5 л/га) + Agrinos «2» (2,5 л/га)	43,1	24,0	28,5	31,9	5,5	20,8
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	41,2	22,9	26,8	30,3	3,9	14,8
10. Фон + Экстрасол 2 л/т семян	45,6	22,4	27,0	31,7	5,3	20,1
11. Фон + Байкал 2 л/т семян	40,1	21,9	26,5	29,5	3,1	11,7
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Agrinos «2» (2,5 л/га)	41,0	23,8	28,0	30,9	4,5	17,0
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Agrinos «2» (2,5 л/га);	47,6	23,5	28,2	33,1	6,7	25,4
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Agrinos «2» (2,5 л/га);	42,8	23,6	27,3	31,2	4,8	18,2
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	47,2	24,2	27,7	33,0	6,6	25,0
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Agrinos «1» (5 л/га) + Agrinos «2» (2,5 л/га)	42,7	21,5	24,9	29,7	3,3	11,3
НСР ₀₅	1,7	1,4	1,9			

Применение минеральных удобрений (4-ый вариант) за 2017-2019 гг. повысило урожайность на 6,8 т/га или 34,7% по сравнению с неудобренным контролем.

Обработка клубневого ложа препаратом Агринос «1» (5 и 6-ой варианты) в дозах 2,5 и 5,0 л/га на фоне $N_{90}P_{90}K_{90}$ увеличила урожайность до 28,2 и 30,7 т/га, соответственно, что выше на 1,8-4,3 т/га или на 6,8-16,3 % урожайности, полученной в фоновом варианте – 26,4 т/га.

В вариантах, сочетавших клубневую обработку Агринос «1» (2,5 и 5,0 л/га) с некорневым опрыскиванием Агринос «2» в двух дозах на минеральном фоне (7 и 8-ой варианты) урожайность составила 29,9-31,9 т/га, что на 3,5-5,5 т/га или на 13,3-20,8 % выше варианта с НРК.

По результатам трех лет (2017 - 2019 гг.) в 8-ом варианте от сочетания Агринос «1» и «2» в максимальных дозах на минеральном фоне – [$N_{90}P_{90}K_{90}$ + Агринос «1+2» (5 л + 2,5 л)] получена прибавка 5,5 т/га или 20,8% к минеральному фону.

От действия препаратов аналогов Агриноса (9-15 варианты) урожайность картофеля колебалась от 29,5 до 33,1 т/га, прибавка составила 3,1-6,7 т/га или 11,7-25,4 % к минеральному фону.

Так, от действия предпосадочной клубневой обработки препаратом Байкал, смесью Азотовит+Фосфатовит и Экстрасол урожайность картофеля увеличилась соответственно на 3,1, 3,9 и 5,3 т/га или на 11,7, 14,8 и 20,1% относительно минерального фона.

Сочетание предпосадочной клубневой обработки препаратами Байкал и Экстрасол с некорневым опрыскиванием Агринос «2» (2,5 л/га) привело к увеличению урожайности на 4,8 и 6,7 т/га или на 18,2 и 25,4 % относительно фона, соответственно. При этом, прибавка урожая от действия Агринос 2 в этих вариантах составляла 1,7 т/га и 1,4 т/га или 5,8 и 4,4 %.

Влияния некорневого опрыскивания препаратом Агринос 2 в варианте: Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос «2» (2,5 л/га) не установлено.

Наиболее значимый эффект получен от действия Экстрасол, как примененного отдельно для предпосадочной обработки клубней, так и в сочетании с некорневыми опрыскиваниями Агринос «2» и Экстрасол – величина прибавок колебалась от 20,1 до 25,4 % к фону.

В варианте со сниженной на 30% дозой NPK и сочетанием Агринос «1 + 2» в максимальных дозах – [2/3 Фона + Агринос (5 л + 2,5 л)] – урожайность превышала минеральный фон на 3,3 т/га или 11,3 %.

Под действием минеральных и бактериальных удобрений увеличивалось количество клубней в расчете на 1 куст, в т. ч. товарных (> 60 мм в диаметре) и увеличилась их масса (таблица 33, приложения Р, С, Т).

В вариантах без применения минеральных удобрений (1-3 варианты) количество клубней колебалось от 11,0 до 12,0 шт./куст, средняя масса семенного клубня – 55 г. Минеральные удобрения в полной дозе (N₉₀P₉₀K₉₀) стимулировали развитие стеблестоя и количества клубней до 14,0 шт./куст, увеличивали массу товарных клубней до 109 г, а семенных немного снижали, при этом одновременно выросло их количество до 9,1 шт.

В вариантах с пятого по восьмой, в которых использовали предпосадочную и некорневую обработку препаратом Агринос «1» и «2» в различных дозах, количество товарных клубней снизилось, а средняя масса товарного клубня (фракции > 60 мм в диаметре) колебалась от 73 до 116 г, одновременно увеличилось количество семенных клубней до 10,1-10,9 шт./куст с массой – от 54 до 59 г.

От действия предпосадочной клубневой обработки препаратами Экстрасол и Байкал количество семенных клубней увеличивалось до 10,4-10,9 шт./куст, наложение некорневых обработок препаратами Агринос «2» (13-ый вариант) и Экстрасол (15-ый вариант) привело к формированию 11,1-11,7 шт./куст, с массой 57-60 г.

Меньше всего сформировалось семенных клубней от обработки смесью препаратов (Азотовит + Фосфатовит) – 10,4 шт./куст, наложение некорневой обработки Агринос «2» не повысило количество средней фракции, но привело к увеличению массы продовольственных и семенных клубней.

Таблица 33 – Количество клубней в расчёте на 1 куст и их масса, среднее за 2017-2019 гг.

Варианты опыта	Количество клубней, шт./1 куст				Средняя масса клубня, г	
	всего	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм	> 60 мм	30-60 мм
1. Без удобрений	11,0	0,1	7,0	3,9	83	55
2. Б/уд + Агринос «1» 2,5 л/га	11,6	0,1	6,9	4,6	91	55
3. Б/уд + Агринос «1» 5 л/га	12,0	0,2	7,6	4,2	89	55
4. Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	14,0	0,5	9,1	4,4	109	53
5. Фон + Агринос «1» (2,5 л/га)	14,5	0,2	10,1	4,2	109	54
6. Фон + Агринос «1» (5 л/га)	15,5	0,2	10,9	4,4	100	56
7. Фон + Агринос «1» (2,5 л/га) + Агринос «2» (1,25 л/га)	15,2	0,2	10,8	4,2	73	56
8. Фон + Агринос «1» (5 л/га) + Агринос «2» (2,5 л/га)	15,2	0,3	10,7	4,2	116	59
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	15,7	0,2	10,4	5,1	105	56
10. Фон + Экстрасол 2 л/т семян	15,5	0,3	10,9	4,3	130	57
11. Фон + Байкал 2 л/т семян	14,7	0,3	10,8	3,6	124	55
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос «2» (2,5 л/га)	14,7	0,3	10,2	4,2	117	60
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос «2» (2,5 л/га);	15,9	0,3	11,3	4,3	139	58
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Агринос «2» (2,5 л/га);	15,8	0,3	11,1	4,4	117	57
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	16,3	0,3	11,7	4,3	136	57
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос «1» (5 л/га) + Агринос «2» (2,5 л/га)	15,3	0,3	10,6	4,4	134	56
НСР ₀₅	3,1	0,3	2,5	1,1	13	5

В варианте с уменьшенной на 30% дозой NPK и совместным применением Агринос «1» и «2» (16-ый вариант) по сравнению с минеральным фоном снизилось количество продовольственных клубней и увеличилась их масса, одновременно существенно повысилось количество средней фракции с 9,1 шт./куст до 10,5 шт./куст.

Микробиологические препараты во все годы исследований изменяли структуру урожая (таблица 34, приложения У, Ф, Х).

Таблица 34 – Влияние микробиологических препаратов на структуру урожая картофеля, среднее за 2017 - 2019 гг.

Варианты опыта	Масса клубней (кг) с 20 кустов				Фракционный состав по массе, %			Товар- ность, %
	всего	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм	
1. Без удобрений	8,92	0,18	7,63	1,11	2,0	85,5	12,5	87,5
2. Б/уд + Агринос «1» 2,5 л/га	9,45	0,28	7,77	1,40	3,0	82,2	14,8	85,2
3. Б/уд + Агринос «1» 5 л/га	10,11	0,29	8,39	1,43	2,9	83,0	14,1	85,9
4. Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	12,01	0,45	10,30	1,26	3,7	85,9	10,5	89,5
5. Фон + Агринос «1» (2,5 л/га)	12,83	0,47	11,01	1,35	3,7	85,8	10,5	89,5
6. Фон + Агринос «1» (5 л/га)	13,95	0,47	12,15	1,33	3,4	87,1	9,5	90,5
7. Фон + Агринос «1» (2,5 л/га) + Агринос «2» (1,25 л/га)	13,45	0,40	11,76	1,29	3,0	87,4	9,6	90,4
8. Фон + Агринос «1» (5 л/га) + Агринос «2» (2,5 л/га)	14,49	0,86	12,63	1,00	5,9	87,2	6,9	93,1
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	13,76	0,53	11,69	1,54	3,9	84,9	11,2	88,8
10. Фон + Экстрасол 2 л/т семян	14,42	0,66	12,53	1,23	4,6	86,9	8,5	91,5
11. Фон + Байкал 2 л/т семян	13,44	0,65	11,68	1,11	4,8	86,9	8,3	91,7
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос «2» (2,5 л/га)	14,05	0,62	12,26	1,17	4,4	87,3	8,3	91,7
13. Фон + Экстрасол 2 л/т семян + Агринос «2» (2,5 л/га);	15,06	1,03	13,09	0,94	6,8	86,9	6,3	93,7
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Агринос «2» (2,5 л/га);	14,21	0,71	12,58	0,92	5,0	88,5	6,5	93,5
15. Фон + Экстрасол (2 л/т се- мян) + Экстрасол 2,0 л/га	15,03	0,91	13,17	0,95	6,0	87,6	6,4	93,6
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос «1» (5 л/га) + Агринос «2» (2,5 л/га)	13,50	0,65	11,54	1,31	4,8	85,5	9,7	90,3

Применение предпосадочной обработки клубней Агринос «1» как отдельно, так и в сочетании с некорневым опрыскиванием Агринос «2» на неудобренном фоне способствовало незначительному снижению доли семенной фракции и повышению крупной.

Минеральные удобрения в полной дозе, как отдельно, так и в сочетании с биопрепаратами увеличивали общую товарность урожая до 89,5-93,6 %, против неудобренных вариантов 85,2-87,5 %.

Во всех вариантах с применением Агринос в различных сочетаниях и дозах на минеральном фоне (5-8 варианты) выросла общая товарность урожая [сумма

двух фракций (> 60 мм) + (30-60 мм)], которая составляла 90,5-93,1 %, против 89,5 % на фоне NPK и 87,5 % на неудобренном контроле.

Наиболее оптимальная структура урожая сложилась в восьмом варианте: [Фон + Агринос «1+2» (5,0 л + 2,5 л)], в котором увеличилась доля крупной фракции до 5,9 % и средней – до 87,2 %, а также существенно уменьшилась мелкая фракция – до 6,9%, по сравнению с фоном NPK и 2-3-им вариантами.

Применение сочетания микробиологических препаратов способствовало не только увеличению урожая и изменению его структуры, но и повышению фитонутриентов в продукции (рис. 7, табл. 35, приложения Ц, Ш).

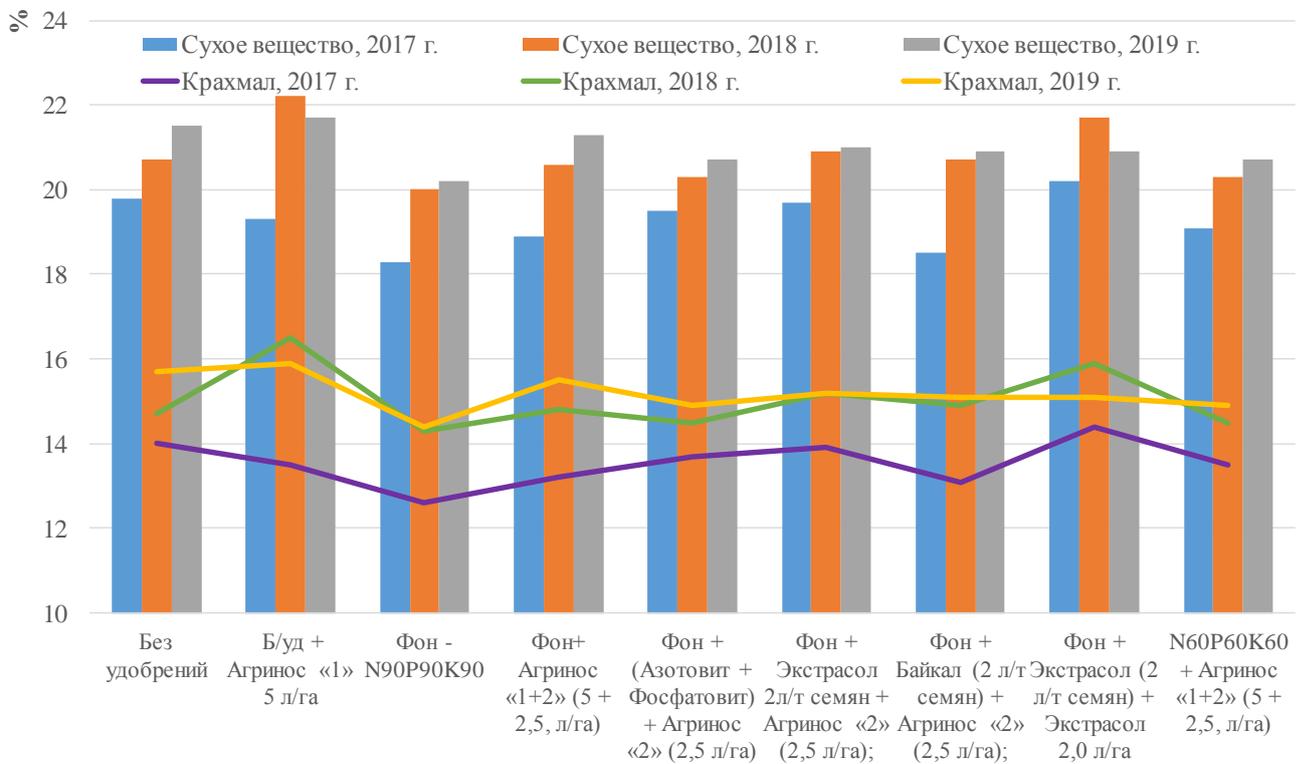


Рисунок 7 – Влияние микробиологических препаратов на содержание сухого вещества (%) и крахмала (%) в клубнях картофеля на вариантах опыта

В вариантах без применения минеральных удобрений содержание сухого вещества и крахмала (*в знаменателе*) в клубнях картофеля в среднем за три года исследований составляло 20,7-21,1/14,8-15,3 %, в то время как в варианте с полной дозой NPK было существенно ниже – 19,5/13,8 %.

Таблица 35 – Влияние микробиологических препаратов на содержание фитонутриентов в клубнях картофеля, среднее за 2017-2019 гг.

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	NO ₃ , мг/кг сырых клубней
1.Без удобрений	20,7	14,8	27,1	105
2. Б/уд + Агринос «1» 2,5 л/га	20,7	15,0	26,1	114
3. Б/уд + Агринос «1» 5 л/га	21,1	15,3	26,2	105
4.Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	19,5	13,8	24,4	221
5. Фон +Агринос «1» (2,5 л/га)	20,0	14,3	25,9	217
6.Фон+Агринос «1» (5 л/га)	19,9	14,2	26,1	218
7. Фон + Агринос «1» (2,5 л/га) + Агринос «2» (1,25 л/га)	20,1	14,4	27,1	207
8. Фон+ Агринос «1» (5 л/га) + Агринос «2» (2,5 л/га)	20,3	14,5	27,4	185
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	19,6	14,1	26,8	224
10.Фон + Экстрасол 2 л/т семян	19,4	13,7	26,2	185
11.Фон+ Байкал 2 л/т семян	19,8	14,0	25,6	197
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос «2» (2,5 л/га)	20,2	14,4	27,8	185
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос 2 (2,5 л/га)	20,5	14,8	28,3	176
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Агринос «2» (2,5 л/га)	20,0	14,4	27,2	157
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	20,9	15,1	27,9	140
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос «1» (5 л/га) + Агринос «2» (2,5 л/га)	20,9	14,3	26,4	157
НСР ₀₅	1,0	0,8	1,5	23

Применение Агринос «1» в двух дозах (2,5 и 5,0 л/га) перед посадкой на неудобренном фоне достоверно увеличивало урожайность и приводило к повышению крахмалистости клубней.

Действие полной дозы НРК на показатели качества картофеля было аналогично во все годы исследований, в среднем же за 2017-2019 гг. в варианте с полной

дозой NPK наблюдалось снижение: сухого вещества/ крахмала на 1,2/1,0 %, витамина С на 2,7 мг% и повышение концентрации нитратов практически вдвое по сравнению с показателями неудобренного контроля

От применения Агринос «1» (2,5 и 5,0 л/га) как отдельно, так и в сочетании с некорневым опрыскиванием Агринос «2» (по ботве) на минеральном фоне (N₉₀P₉₀K₉₀) наблюдалась тенденция увеличения крахмалистости клубней.

Применение препаратов: Азотовит + Фосфатовит, Экстрасол и Байкал, для предпосадочной обработки семенного материала на минеральном фоне было недостаточно для повышения крахмалистости клубней до уровня неудобренного контроля. И только в двух вариантах (13 и 15-ый) совместного действия предпосадочной обработки и некорневого опрыскивания биопрепаратами содержание сухого вещества/крахмала достигло уровня контроля без удобрений – 20,5-20,9/14,8-15,1 %: Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос «2» (2,5 л/га) и Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га.

В варианте с уменьшенной на 30% дозой NPK и совместным применением Агринос «1» и «2» повышалось содержание сухого вещества, крахмала и витамина С в продукции до 20,9/14,3 % и 26,4 мг% по сравнению с минеральным фоном 19,5/13,8 % и 24,4 мг%, соответственно.

От применения Агринос «1» в двух дозах (2,5 и 5,0 л/га) на неудобренном фоне (2 и 3-ий вариант) содержание витамина С не повышалось, а полная доза минеральных удобрений снижала его содержание наиболее существенно (на 2,7 мг%), применение же предпосадочной обработки Агринос «1» в максимальной дозе, а также сочетание Агринос «1» и «2» в максимальных дозах на минеральном фоне повышало этот показатель до уровня контроля без удобрений.

Что касается блока опыта с аналогами Агриноса, то наилучшие результаты по накоплению витамина С в продукции отмечены в 3-х вариантах: Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос «2» (2,5 л/га); Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос «2» (2,5 л/га) и Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га – 27,8-28,3 мг%, что выше контроля без удобрений (27,1 мг%).

В 2017 году в восьми вариантах концентрация нитратов превысила ПДК: в варианте с полной дозой ($N_{90}P_{90}K_{90}$) – 305 мг/кг, в вариантах с наложением предпосадочной обработки семенного материала Агринос «1» (5-ый и 6-ой) на минеральный фон – 310-326 мг/кг, и в 7-ом варианте: Фон + Агринос «1+2» (2,5 + 1,25 л/га) – 277 мг/кг.

В 2018 г. концентрация нитратов колебалась от 136 до 260 мг/кг, причем минимальное значение интервала соответствует варианту предпосадочной обработки клубней Агринос «1» 5 л/га на неудобренном фоне, а максимальное – в варианте сочетания Агринос «1+2» (5,0 + 2,5 л/га) на минеральном фоне. В 2019 г. концентрация нитратов была низкой и колебалась от 56 мг/кг (неудобренный контроль) до 113 мг/кг [Фон + (Азотовит + Фосфатовит)].

В среднем за 2017-2019 гг. максимальное содержание нитратов в клубнях картофеля отмечено в варианте с NPK (221 мг/кг) и с применением смеси (Азотовит + Фосфатовит) на минеральном фоне (224 мг/кг). Существенное снижение нитратов в продукции по сравнению с минеральным фоном отмечено в вариантах с максимальными дозами Агринос «1» и «2» на минеральном фоне (восьмой вариант), с применением Экстрасола (10-ый) и Байкала (11-ый) как отдельно, так и с наложением препаратов Агринос «2» и Экстрасол для некорневых опрыскиваний (12-15-ый варианты). Уменьшение дозы NPK на 30% в сочетании с применением Агринос «1» и «2» в максимальных дозах способствовало снижению нитратов ниже фонового варианта на 64 мг/кг или на 29 %.

Для картофеля важным показателем является вкус клубней, разваримость, устойчивость к потемнению мякоти (сырой и вареной). В сумме эти показатели качества определяют комплексную кулинарную оценку, зависящую от сорта картофеля, метеоусловий вегетационного периода, доз и форм применяемых удобрений (Арнаутов В.В., Ильин В.Ф. и др., 1945; Пшеченков К.А., Сидякина И.И., 2000; Пшеченков К.А., Мальцев С.В., 2010). Исследования последних лет подтвердили, что обработка клубней картофеля микробиологическими препаратами (такими как

Азотовит, Фосфатовит и др.) улучшают потребительские качества картофеля (Федотова Л.С., Кравченко А.В., Гаврилов А.Н., 2009; Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Гаврилов А.Н., 2012)

В нашем опыте неплохие кулинарные показатели продукции были отмечены в вариантах без применения минеральных удобрений № 1, 2, 3: хороший, или близкий к отличному вкус (6,8-8,0 балла), средняя разваримость (3,7-4,3 балла), отсутствие потемнения варёной (9 баллов) и слабое потемнение сырой мякоти (7,0-7,3 балла), в сумме получена относительно высокая кулинарная оценка 26,8-28,3 балла, по сравнению с полной дозой минеральных удобрений – 23,1 балла (таблица 36, приложения Щ, Э, Ю). В варианте с полной дозой NPK в среднем за три года отмечено снижение разваримости до 2,3 баллов (слабо разваривается) и вкуса до 6,2 баллов, усиление потемнения сырой и варёной мякоти, в результате на этом варианте получен низкий суммарный балл – 23,1.

Таблица 36 – Влияние микробиологических препаратов на потребительские показатели качества картофеля, 2017-2019 гг.

Наименование варианта	Потемнение мякоти через 24 часа		Разваримость	Вкус	Сумма баллов
	сырой	варёной			
1.Без удобрений	7,0	9,0	4,3	8,0	28,3
2. Б/уд + Агринос А 2,5 л/га	7,0	9,0	4,3	7,0	27,3
3. Б/уд + Агринос А 5 л/га	7,3	9,0	3,7	6,8	26,8
4.Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	6,3	8,3	2,3	6,2	23,1
5. Фон +Agrinos 1 (2,5 л/га)	6,3	9,0	4,3	7,0	26,6
6.Фон+Agrinos 1 (5 л/га)	6,3	9,0	5,0	6,8	27,1
7. Фон + Agrinos 1 (2,5 л/га) + Agrinos 2 (1,25 л/га)	7,7	9,0	5,0	7,0	28,7
8. Фон+ Agrinos 1 (5 л/га) + Agrinos 2 (2,5 л/га)	7,0	9,0	5,3	7,3	28,6
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	7,3	9,0	4,7	6,3	27,3
10.Фон + Экстрасол 2 л/т семян	8,0	9,0	3,7	6,7	27,4
11.Фон+ Байкал 2 л/т семян	8,3	9,0	3,0	7,7	28,0
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Agrinos 2 (2,5 л/га)	7,0	8,7	3,0	6,5	25,2
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Agrinos 2 (2,5 л/га);	8,3	9,0	5,7	7,5	30,5

14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Agrinos 2 (2,5 л/га);	7,0	9,0	3,7	7,3	27,0
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	6,7	9,0	3,7	8,3	27,7
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Agrinos 1 (5 л/га) + Agrinos 2 (2,5 л/га)	7,7	9,0	3,7	7,3	27,7

Немного выше этого (25,2 балла) получен суммарный балл при оценке продукции варианта с предпосадочной обработкой клубней (Азотовит + Фосфатовит, клубни) и некорневым опрыскиванием растений Агринос «2» (2,5 л/га) на фоне полной дозы NPK (12-ый вариант), что можно объяснить избыточным азотным питанием за счет обработки биопрепаратами.

В целом по опыту можно отметить, что применение биопрепаратов на фоне NPK повышало вкус, снимало ферментативное потемнение сырой мякоти и усиливало разваримость клубней. Продукция вариантов с применением Агринос «1» для клубневой обработки в сочетании некорневыми подкормками Агринос «2» в возрастающих дозах (7-8-ой варианты) характеризовалась высокими оценками кулинарных показателей: хороший вкус (7,0-7,3 балла), средняя разваримость (5,0-5,3 балла), отсутствие потемнения варёной (9 баллов) и слабое потемнение сырой мякоти (7,0-7,7 баллов), в сумме получена относительно высокая кулинарная оценка 28,6-28,7 балла, что выше контроля без удобрений.

Из аналогов Агриноса по действию на потребительские качества выделились варианты с Байкалом (клубни) перед посадкой и вариант сочетания Экстрасол (клубни) с некорневой подкормкой Агринос «2» и Экстрасол, в сумме на этих вариантах (11-ый, 13-ый и 15-ый) продукция получила 27,7-30,5 баллов, что существенно выше минерального фона.

В 16-ом варианте [N₆₀P₆₀K₆₀ + Агринос («1» 5 л + «2» 2,5 л)], в котором доза минеральных удобрений снижена на 30%, продукция по содержанию крахмала, сухого вещества и витамина С была практически на уровне неудобренного контроля и существенно лучше минерального фона как по этим показателям, так и по концентрации нитратов и потребительским качествам.

Эти данные по биохимическим характеристикам продукции на вариантах с применением микробиологических препаратов косвенно свидетельствуют об улучшении питательного режима почвы (в первую очередь – азотного), что позволяет снижать дозы минеральных удобрений, тем самым улучшая качество продукции и экологию окружающей среды.

Применение минеральных удобрений на сельскохозяйственных угодьях перестраивает и активизирует протекание микробиологических процессов в почвах. Это до определенных пределов может рассматриваться как положительное явление, если ставится задача повышения продуктивности растений в молодом агроценозе, который способен на первых порах обеспечивать высокую урожайность (Звягинцев Д.Г., 1989). Однако чрезмерная активизация почвенной микробиоты в результате применения необоснованно высоких доз удобрений, в первую очередь, азотных, может привести к быстрой минерализации гумуса, росту газообразных потерь азота вследствие усиления денитрификации, накоплению нитратов в почве, растениях, грунтовых водах и другие негативные последствия (Прокошев, Вьюгина, 1978; Жученко, 1985; 2010; Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С., 2006; Стольникова Е.В., 2010; Семенов В.М., Глинушкин А.П., Соколов М.С., 2016; Knowles, 1982; Liu, SW, Zhao, C, Zhang, YJ, et al., 2015).

Поэтому, так важно сочетать внесение традиционных минеральных удобрений с биоактивными препаратами, такими как Агринос, Байкал, Экстрасол и др., которые берут на себя функцию оздоровления почвенной среды. В нашем опыте высокая эффективность микробиологических удобрений на картофеле объяснялась данными, полученными при изучении биологической активности почвы (методом льняных полотен) на разных вариантах (рисунок 8, приложение Я).

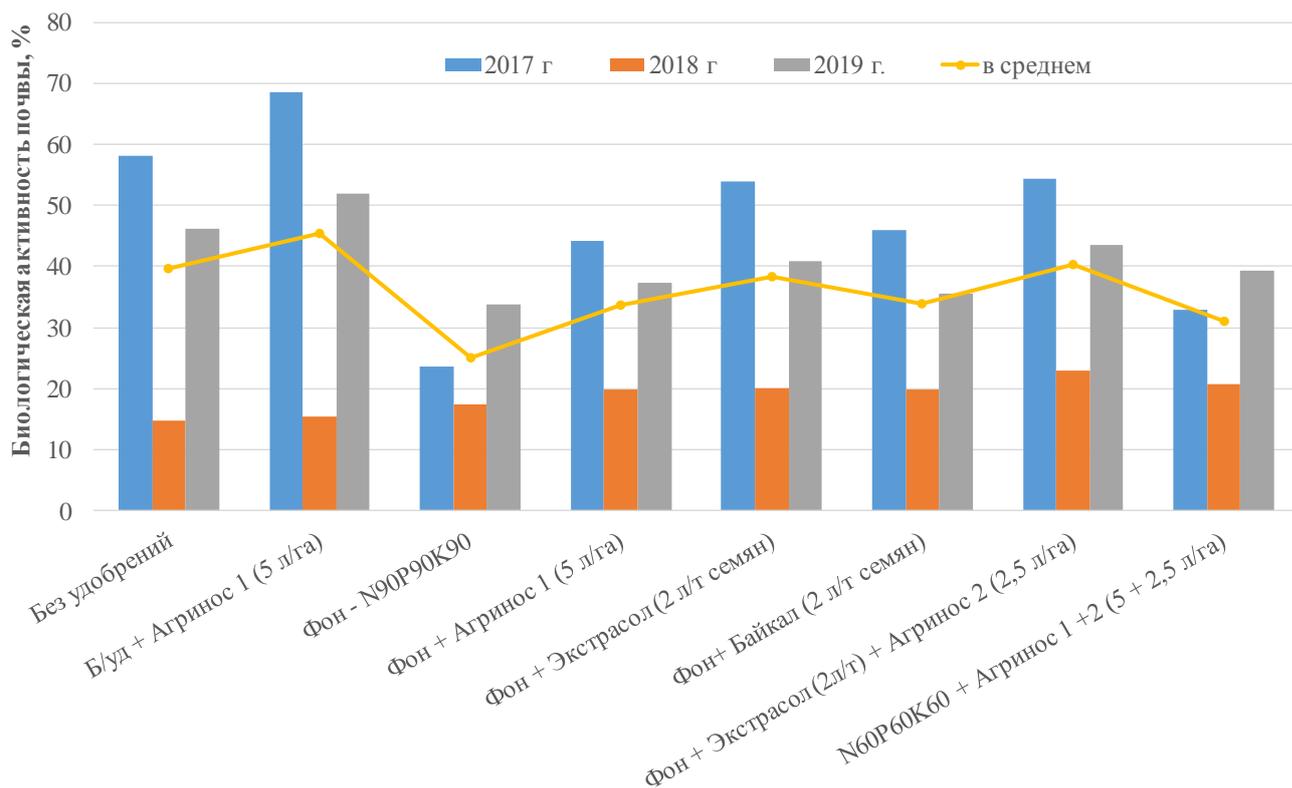


Рисунок 8 – Биологическая активность почвы (%) в зависимости от форм и доз удобрений по годам исследований

В среднем за 2017-2019 гг. в вариантах с применением бактериальных удобрений на фоне NPK биологическая активность почвы была выше на 8,8-15,4 %, а в вариантах без удобрений на 14,7-20,4 % – по сравнению с минеральным фоном, где БАП составляла 24,9 %. Наиболее низкой активностью почвы характеризовался засушливый 2018 год, однако, применение биопрепаратов для предпосадочной обработки клубней и клубневого ложа на фоне NPK улучшало этот показатель на 2,3-5,5 % по сравнению с минеральным фоном (17,5 %).

В современных условиях происходит переориентация отрасли картофелеводства на промышленную переработку свежего картофеля (Индустрия картофеля, 2013). Для промышленной переработки важны такие показатели, как выход биологически ценных веществ с единицы площади. В результате повышения урожайности, товарности и показателей качества картофеля на вариантах с применением биопрепаратов повышался выход питательно ценных компонентов (рисунок 9, приложение А1).

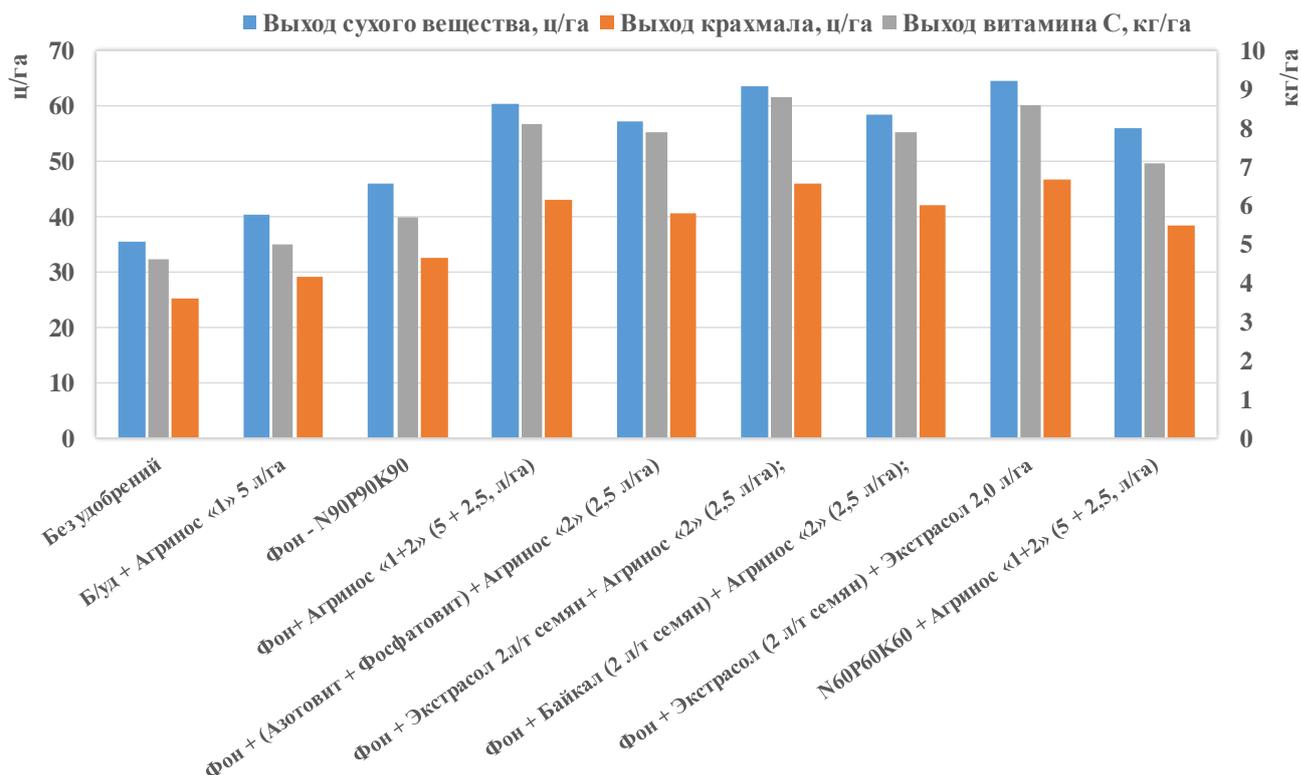


Рисунок 9 – Выход питательно ценных компонентов картофеля с единицы площади, среднее за 2017-2019 гг.

В среднем за 2017-2019 гг. в 3-ем варианте с применением Агринос (5 л/га) на неудобренном фоне существенно возрос выход сухого вещества на 4,9 ц/га (или на 13,8 %) и крахмала на 3,9 ц/га (или на 15,4 %). Существенный рост сбора питательно-ценных компонентов по сравнению с минеральным фоном отмечен во всех вариантах (с 5-ого по 8-ой) с применением Агринос «1» и «2»: выход сухого вещества на 4,4-14,3 ц/га (или на 9,6-31,3 %); крахмала на 3,4-10,5 ц/га (или на 10,4-32,1 %); витамина С на 0,8-2,4 кг/га (или на 14-42 %).

Аналоги Агриноса для предпосадочной обработки семенного материала (Азотовит + Фосфатовит, Экстрасол и Байкал) на минеральном фоне также способствовали увеличению выхода питательно-ценных компонентов. Наиболее значимые результаты получены в 10-ом варианте – Фон + Экстрасол 2 л/т семян, и с 12-го по 15-ый варианты. Максимальный выход сухого вещества (64,6 ц/га), крахмала (46,7 ц/га) и витамина С (8,6 кг/га) получен в 15-ом варианте: [N₉₀P₉₀K₉₀ + Экстрасол (клубни) + Экстрасол (некорневое опрыскивание)].

Применение биопрепаратов для предпосадочной обработки клубней и некорневых подкормок увеличивали окупаемость 1 кг д. в. NPK прибавкой урожая с 25,5 кг (фон) до 58,9-63,9 кг клубней (табл. 37).

Таблица 37 – Коэффициенты использования питательных веществ картофелем из удобрений (K_y^* %) и окупаемость NPK прибавкой урожая, среднее за 2016-2018 гг.

Варианты опыта	Товарная урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Окупаемость** 1 кг д.в. удобрений прибавками урожая	K_y^* %			
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O	NPK
Без удобрений	177	-	-	-	-	-	-
N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – фон	246	69	25,5	9,5	2,5	10,0	22,0
Фон+ Агринос «1» (5 л/га) + Агринос «2» (2,5 л/га)	313	136	50,4	18,1	5,0	18,6	41,8
Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос «2» (2,5 л/га)	336	159	58,9	20,6	5,9	21,2	47,7
Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	336	159	58,9	20,6	5,9	21,2	47,7
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос «1» (5 л/га) + Агринос «2» (2,5 л/га)	292	115	63,9	21,1	5,7	22,4	49,2

Определение минерального состава клубней на вариантах опыта с наибольшей эффективностью препаратов позволило установить, что в вариантах с применением удобрений вынос азота урожаем картофеля увеличивался примерно на 30% и составлял в 2017 г. 0,44-0,48 кг/ц, в 2018 г. – 0,22-0,26 кг/ц, против соответствующих контролей – 0,33 и 0,19 кг/ц. Вынос фосфора и калия в клубнях с удобренных вариантов увеличивался не столь значительно как вынос азота, но также существенно (приложение Б1).

Проведенный расчет коэффициентов использования питательных веществ из минеральных удобрений (K_y), показал, что в вариантах с совместным применением минеральных и микробиологических удобрений K_y азота, фосфора и калия увеличивались в 1,9-2,2 раза по сравнению с полной дозой NPK. Обработки препаратом Агринос дважды за вегетационный сезон (клубни + ботва) на фоне пониженной на 30% дозы минеральных удобрений наиболее существенно повышали K_y – до 49,2 %.

Лежкость картофеля является важной характеристикой при его длительном хранении в свежем виде. Во время хранения происходят потери части или всего

клубня вследствие дыхания, из-за механических повреждений, проявления скрытых грибных и бактериальных инфекций. Полностью сгнившие клубни (на 100%) – это абсолютная гниль; сгнившие частично – это техническая гниль, которую в некоторых хозяйствах перерабатывают на корм скотине (Пшеченков К.А., Давыденкова О.Н., Седова В.И. и др., 2008;).

Размеры потерь массы картофеля связаны с условиями хранения и качеством клубней, заложенных на хранение (Пшеченков К.А., Мальцев С.В., 2010). На качество клубней во время хранения, т.е. лёжкость, влияют условия минерального питания и метеоусловия вегетационных периодов. В работе Филипповой Г.И. (1980) наибольшие потери во время хранения были при усиленном азотном и азотно-калийном питании.

В нашем опыте в среднем за два года исследований на фоне с полной дозой минеральных удобрений получены наибольшие отходы при хранении 13,6 %, в варианте без удобрений 12,7 %, а в вариантах с комплексным использованием минеральных удобрений и бактериальных препаратов общие отходы составили 8,4-12,1 %, т.е. использование препаратов снижало естественную убыль массы, техническую и абсолютную гниль (табл. 38, приложения В1, Г1).

Наилучшие показатели лежкости клубней получены в следующих вариантах: 13-ый – Фон + Экстрасол 2 л/т семян + Агринос «2» (2,5 л/га) – 92,3 % здоровых клубней, общие отходы 8,4 %, в том числе естественная убыль массы 6,5 %, 0,5 % и 0,7 % гнили и 0,7 % ростки; 15-ый – Фон + Экстрасол 2 л/т семян + Экстрасол 2 л/га – 92,0 % здоровых клубней, общие отходы 8,6 %, в том числе естественная убыль массы 6,9 %, 0,5 и 0,6 % гнили и 0,6 % ростки; 16-ый – $N_{60}P_{60}K_{60}$ + Агринос «1» (5 л/га) + Агринос «2» (2,5 л/га) – 92,0 % здоровых клубней, общие отходы 8,1 %, в том числе естественная убыль массы 7,6 %, 0,3 и 0,1 % гнили и 0,1 % ростки.

Таблица 38 – Лёжкость клубней картофеля в зависимости от применения биопрепаратов, среднее за 2 года (09.17/04.18 г.- 09.18/04.19 г.)

Варианты опыта	Здоровые клубни, %	Общие отходы, %	в том числе:			
			естеств. убыль массы	технич. гниль	абсолют. гниль	ростки
1. Без удобрений	85,7	12,7	9,9	1,4	1,3	0,1
2. Б/уд + Агринос «1» 2,5 л/га	89,6	10,8	8,9	0,9	0,6	0,4
3. Б/уд + Агринос «1» 5 л/га	89,3	11,3	8,5	2,0	0,3	0,5
4. Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	87,0	13,6	10,9	1,3	0,8	0,6
5. Фон + Агринос «1» (2,5 л/га)	89,2	11,2	9,6	0,6	0,6	0,4
6. Фон + Агринос «1» (5 л/га)	90,2	10,4	8,6	1,1	0,2	0,5
7. Фон + Агринос «1+2» (2,5 +1,25 л/га)	88,6	12,1	9,5	0,9	1,0	0,7
8. Фон+ Агринос «1+2» (5 +2,5 л/га)	90,8	10,0	8,0	0,5	1,0	0,5
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	91,7	9,8	7,3	0,5	0,5	1,5
10. Фон + Экстрасол 2 л/т семян	91,0	9,6	7,5	0,7	0,8	0,6
11. Фон+ Байкал 2 л/т семян	90,2	10,4	8,0	0,9	0,5	1,0
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос «2» (2,5 л/га)	91,9	8,7	7,0	0,4	0,6	0,7
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос «2» (2,5 л/га);	92,3	8,4	6,5	0,5	0,7	0,7
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Агринос «2» (2,5 л/га);	90,4	10,3	8,4	0,7	0,4	0,5
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	92,0	8,6	6,9	0,6	0,5	0,6
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос «1+2» (5 +2,5 л/га)	92,0	8,19,9	7,6	0,3	0,1	0,1
НСР ₀₅	3,3	1,7				

В этих вариантах выход здоровых клубней увеличивался на 5-5,3 %, снижались общие отходы на 5-5,5 %, в том числе естественная убыль массы на 3,3-4,4 % и гнили, примерно, в 2,0 раза по сравнению с аналогичными показателями минерального фона.

Экономическая эффективность рассчитывалась согласно методическим рекомендациям по определению годового экономического эффекта от использования НИР и ОКР в АПК. – М.: АНО «НИЦПО», под редакцией Полунина Г.А. и др. (2007).

В расчётах использовались данные по урожайности картофеля с учётом фракционного состава, полученные на опыте в 2017-2019 годах. В основные технологические затраты входили затраты, связанные с обработкой почвы, посадкой картофеля, междурядными обработками, применением пестицидов, все операции учитывали по технологической карте (транспортировка, внесение в почву или некорневые опрыскивания). Основные технологические затраты были одинаковы для всех вариантов опыта (Приложение Д1, Е1). Была учтена стоимость нитроаммофоски (N – 16 %, P – 16 %, K – 16 %) по цене приобретения – 23 000 руб./тонну, а также стоимость препаратов: Агринос «1» – 690 руб./л; Агринос «2» – 518 руб./л; Экстра-сол – 300 руб./л; Байкал – 300 руб./л; Азотовит – 700 руб./л, Фосфатовит – 700 руб./л.

Затраты на уборку и доработку дополнительной продукции включали – затраты по подготовке к уборке (скашивание ботвы), уборка технологическими средствами, перевозка с поля до хранилища, первичная переборка и загрузка в хранилище (согласно типовой технологической карты). Средняя цена реализации продовольственного картофеля [клубни двух фракций (> 60 мм) + (30-60 мм в диаметре)] в 2017, 2018 и 2019 годах составила 10,0 рублей/кг.

Расчёт экономической эффективности по результатам полевого опыта показал, что применение биопрепаратов, в т. ч. Агринос «1» для предпосадочной обработки клубней в сочетании с некорневым опрыскиванием Агринос «2», как на фоне полной дозы NPK, так и на фоне 2/3 дозы минеральных удобрений, являлось экономически выгодным агроприёмом (таблица 39, приложение Ж1).

Экономические показатели от действия Агринос «1» (почва/клубни) в двух дозах (2,5 л/га и 5,0 л/га) на неудобренном фоне (2-ой и 3-ий варианты) в среднем за 3 года исследований составили: условный доход 9,1-20,1 тыс. руб./га, себестоимость продукции снизилась до 7,1-7,4 руб./кг и повысилась рентабельность до 35,0-41,3 % по сравнению с соответствующими показателями контроля без удобрений.

От действия полной дозы NPK условный доход увеличился на 48,0 тыс. руб./га, себестоимость продукции снизилась до 6,5 руб./кг и повысилась рентабельность до 54,2 %.

Таблица 39 – Экономические показатели производства продовольственного картофеля, среднее за 2017-2019 гг.

Варианты опыта	Дополнительные затраты, руб./га	Условно чистый доход от доп. продукции, тыс. руб./га	Окупаемость затрат доп. продукцией	Себестоимость, руб./кг	Рентабельность, %
1. Без удобрений	-	-	-	7,7	29,6
2. Б/уд + Агринос «1» 2,5 л/га	2918	9082	3,1	7,4	35,0
3. Б/уд + Агринос «1» 5 л/га	5896	20104	3,4	7,1	41,3
4. Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	19954	48046	3,7	6,5	54,2
5. Фон + Агринос «1» (2,5 л/га)	23352	62648	2,7	6,2	61,6
6. Фон + Агринос «1» (5 л/га)	27210	83790	3,1	5,8	72,1
7. Фон + Агринос «1+2» (2,5 + 1,25 л/га)	25509	77491	3,0	5,9	69,2
8. Фон + Агринос «1+2» (5 + 2,5 л/га)	29666	93334	3,1	5,7	76,4
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	27582	79418	2,9	5,9	69,5
10. Фон + Экстрасол 2 л/т семян	26545	94455	3,5	5,6	78,3
11. Фон + Байкал 2 л/т семян	24472	74528	3,0	5,9	67,9
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос «2» (2,5 л/га)	29556	83444	2,8	5,8	70,9
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос «2» (2,5 л/га)	29160	105840	3,6	5,4	83,5
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Агринос «2» (2,5 л/га)	27328	88672	3,2	5,7	74,8
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	28437	105563	3,7	5,4	83,7
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос «1+2» (5 + 2,5 л/га)	23078	77922	3,4	5,9	70,4

Обработки клубневого ложа препаратом Агринос «1» (5-ый и 6-ой варианты) в дозах 2,5 и 5,0 л/га на фоне NPK повысили условный доход до 62,6-83,8 тыс. руб./га (или на 30-75 % по сравнению с фоном NPK), снизили себестоимость до 5,8-6,2 руб./кг, повысили рентабельность до 61,6-72,1 % (или на 7-18 % по сравнению с фоном NPK).

В 7 и 8-ом вариантах с наложением некорневых опрыскиваний Агринос «2» в возрастающих дозах на 5-ый и 6-ой варианты условный доход увеличился на 9,5-14,9 тыс. руб./га, себестоимость продукции снизилась до 5,7-5,9 руб./кг, и немного увеличилась рентабельность.

В вариантах с применением Экстрасол как отдельно для предпосадочной обработки клубней (10-ый вариант), так и в сочетании с некорневыми подкормками Агринос «2» и Экстрасол (13 и 15-ый варианты) получены относительно высокая урожайность (32-33 т/га) и экономические показатели: низкая себестоимость (5,4-5,6 руб./кг), высокая окупаемость затрат (3,5-3,7) и рентабельность производства 78,3-83,7 %. В этих же вариантах (10-ый, 13-ый и 15-ый) сформировалось максимальное количество клубней средней фракции (30-60 мм в диаметре) – 10,9-11,7 шт./куст, что важно для семеноводческих целей; клубни продовольственной фракции (> 60 мм) характеризовались высокой крахмалистостью, содержанием витамина С и хорошими кулинарными показателями, концентрацией нитратов ниже ПДК.

В 16-ом варианте со сниженной на 30 % дозой – $N_{60}P_{60}K_{60}$ и применением Агринос «1+2» в максимальных дозах: уровень урожайности на 3,3 т/га (11,3 %) выше полной дозы NPK, одновременно с этим высокая крахмалистость и содержание витамина С, отличные кулинарные качества, низкий уровень нитратов в продукции; условный доход на 29,9 тыс. руб./га выше фона NPK, низкая себестоимость (5,9 руб./кг), высокая окупаемость затрат (3,4) и рентабельность производства 70 %.

4.4 Некорневые подкормки органоминеральными удобрениями как элемент технологии возделывания картофеля

В практике картофелеводства возникает потребность проведения некорневых подкормок различными препаратами и научно-практический интерес представляют новые формы органоминеральных препаратов с комплексной функцией

питания и регулирования процессов роста и развития, особенно, в целях повышения урожайности и качества продовольственного картофеля, а также коэффициента размножения и выхода семенной фракции ценных сортов.

В полевом опыте III (2016-2018 гг.), КФХ «Ягудин Н.В.» Коломенского района Московской области, изучали урожайность, структуру урожая, качество клубней картофеля, выход семенной фракции клубней с 1 гектара в зависимости от формы, дозы и сроков применения биологически активных веществ (БАВ) Басфолиар Авант Натур СЛ и Мастер Грин К.

В состав линейки препаратов Басфолиар Авант Натур и Мастер Грин входят аминокислоты растительного происхождения и микроэлементы в хелатной форме. В процессе производства препаратов для получения свободных L - α аминокислот используется метод ферментативного гидролиза. Этот метод позволяет сохранить их структуру и свойства. Другие методы получения аминокислот нарушают их структуру, образуются D - α аминокислоты, и снижают эффективность применения (Савенко О., 2017).

Комплексным показателем, отражающим эффективность действия изучаемых препаратов, является продуктивность картофеля. В среднем за 2016-2018 гг. прибавка к минеральному фону ($N_{90}P_{90}K_{90}Mg_{53}S_{87}$) в вариантах с применением Басфолиар Авант Натур и Мастер Грин К в различных дозах составила 2,8-7,0 т/га или 9,2-23,0 % (рисунок 10, приложение И1, К1, Л1).

Максимальная и близкая по величине урожайность (36,3, 37,4 и 36,2 т/га) получена в вариантах – Фон + Басфолиар Авант Натур СЛ 1,5 и 3,0 л/га х 2 раза и Фон + Мастер Грин К 1,0 л/га х 2 раза, в которых прибавка к фону составила 5,8-7,0 т/га (или 19,1-23,0 %).

Наибольшая эффективность некорневого опрыскивания агрохимикатами по сравнению с фоном наблюдалась в избыточно влажный 2017 год в вариантах с наибольшей дозой препаратов Басфолиар Авант Натур (3,0 л/га х 2 раза) и Мастер Грин К (1,0 л/га х 2 раза): прибавка 8,0 т/га (23,5 %) и 6,1 т/га (17,8 %), соответственно.

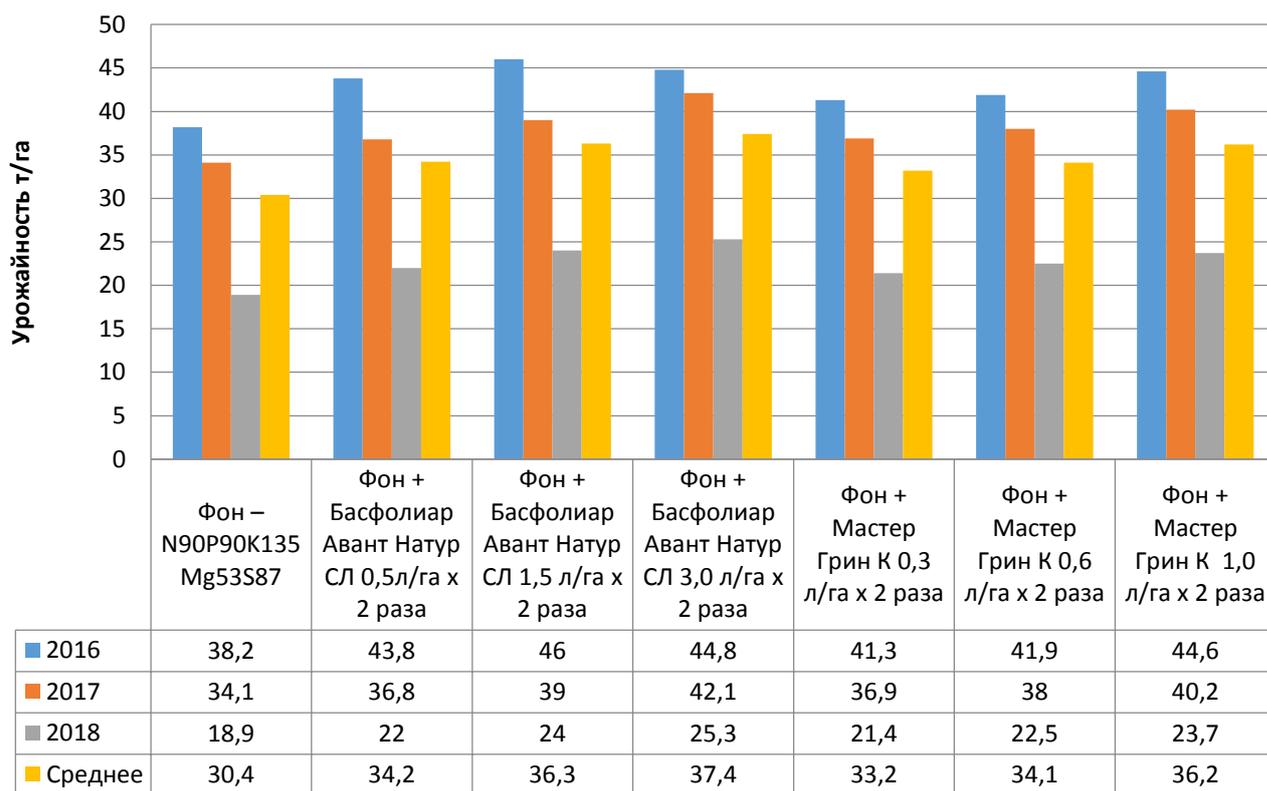


Рисунок 10 – Урожайность картофеля сорта Гала в зависимости от применения не-корневых подкормок Басфолиар Авант Натур СЛ и Мастер Грин К (НСР₀₅2016 г. 2,1; 2017 г. - 1,8; 2018 г. - 1,3)

Рост урожайности в вариантах с Басфолиар Авант Натур и Мастер Грин К сопровождался существенным увеличением товарности (сумма фракций клубней: > 60 мм и 30-60 мм), что, очевидно, связано с повышением стрессоустойчивости растений и стимулированием активного роста и развития растений к моменту уборки (рисунок 11).

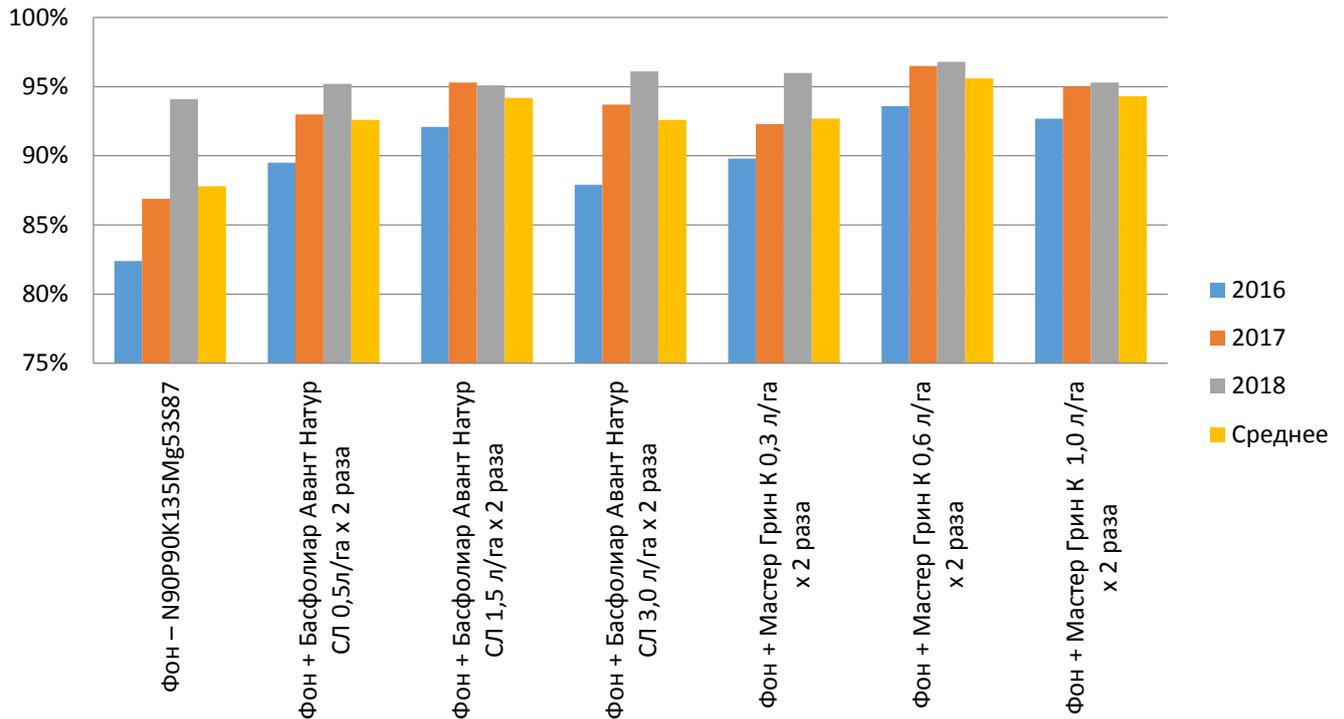


Рисунок 11 – Товарность клубней сорта Гала (сумма фракций клубней: > 60 мм и 30-60 мм) в зависимости от некорневых подкормок биопрепаратами, %

Двукратные некорневые подкормки агрохимикатами Басфолиар Авант Натур и Мастер Грин К в годы исследований существенно увеличивали выход семенной фракции клубней. Увеличение семенной фракции в этих вариантах происходило с преимуществом нарастания количества клубней, а не их массы (рисунок 12).

Средний вес продовольственного клубня снизился со 136 г в фоновом варианте до 126-130 г в вариантах с применением Басфолиар Авант Натур и до 115-121 г в вариантах с Мастер Грин К. Некорневые опрыскивания препаратами способствовали выравниванию фракционного состава клубней по массе.

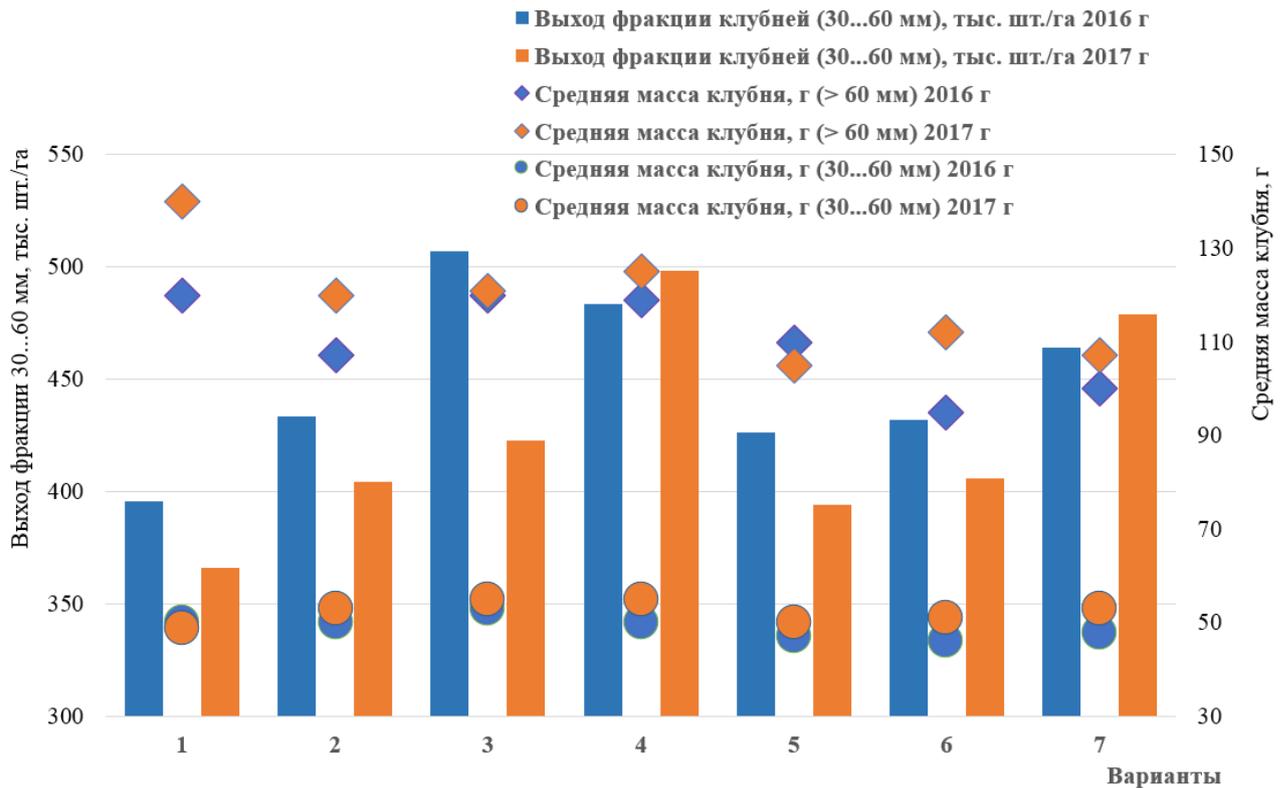


Рисунок 12 – Влияние препаратов Басфолиар Авант Натур и Мастер Грин К на выход семенной фракции, массу семенного и продовольственного клубней

Несмотря на существенное повышение урожайности на 12,5-23,0 % в вариантах с применением Басфолиар Авант Натур и на 9,2-19,1 % в вариантах с Мастер Грин К – качество продукции не снижалось (приложение К1), что можно объяснить аттрагирующим действием L - α аминокислот, входящих в состав препаратов, на химизм физиологических процессов в тканях растений.

Уровень нитратов в продукции в целом по опыту был невысоким – 85-151 мг/кг (ПДК=250 мг/кг сырых клубней), при этом во все годы исследований отмечена общая тенденция снижения содержания нитратов в вариантах с некорневыми обработками препаратами (рисунок 13).

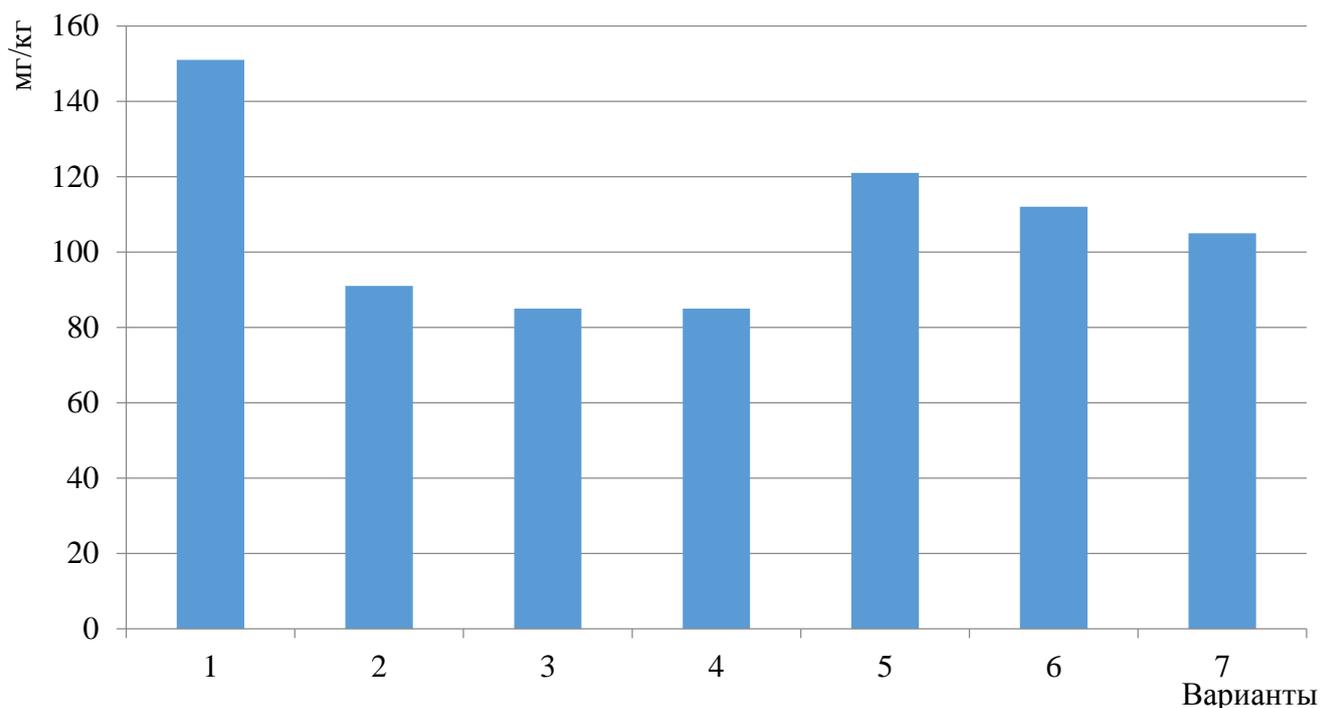


Рисунок 13 – Содержание нитратов в мг на 1 кг сырых клубней сорта Гала, среднее за 2016-2018 гг.

В результате повышения урожайности, товарности и показателей качества картофеля в вариантах с применением Басфолиар Авант Натур СЛ и Мастер Грин К повышался выход питательно ценных компонентов (рисунок 14).

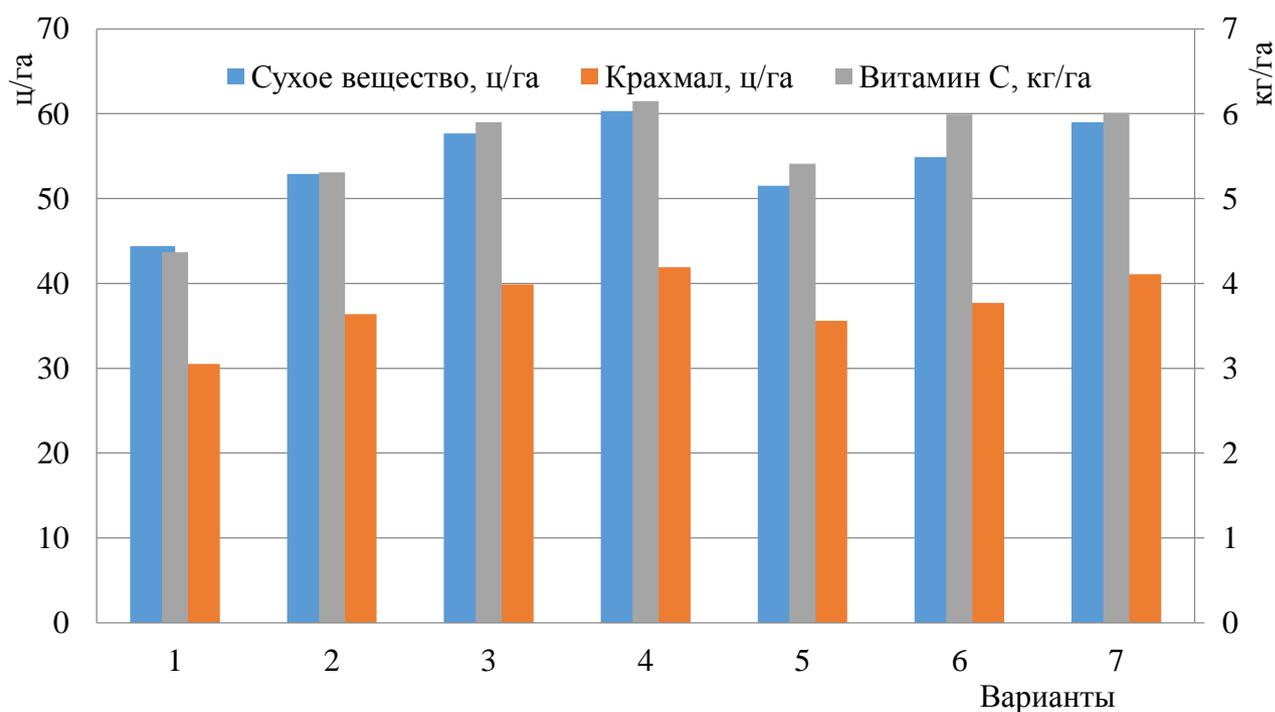


Рисунок 14 – Сбор сухого вещества (ц/га), крахмала (ц/га) и витамина «С» (кг/га) с одного гектара посадок, среднее за 2016-2018 гг.

Максимальный выход фитонутриентов получен в вариантах с Басфолиар Авант Натур СЛ, (1,5 и 3,0 л/га x 2 раза): 57,7-60,3 ц/га сухого вещества, 39,9-41,9 ц/га крахмала и 5,9-6,1 кг/га витамина С, и в варианте с наиболее высокой дозой препарата Мастер Грин К (1,0 л/га x 2 раза): 59,0 ц/га сухого вещества, 41,1 ц/га крахмала и 6,0 кг/га витамина С, что примерно на 30 % выше соответствующих показателей минерального фона.

Результаты оценки влияния изучавшихся биопрепаратов на кулинарные качества картофеля коррелировали с ранее полученными данными в опытах Федотовой Л.С., Тимошиной Н.А., Князевой Е.В., (2016), Кузьминой Н.А., Сандина В.Г., Кузьминой И.А., (2017).

В вариантах с применением Басфолиар Авант Натур СЛ и Мастер Грин К в повышенных дозах увеличивался суммарный балл кулинарных характеристик и, соответственно, улучшался вкус варёного картофеля, по сравнению с минеральным фоном (рисунок 15, приложение Л1).

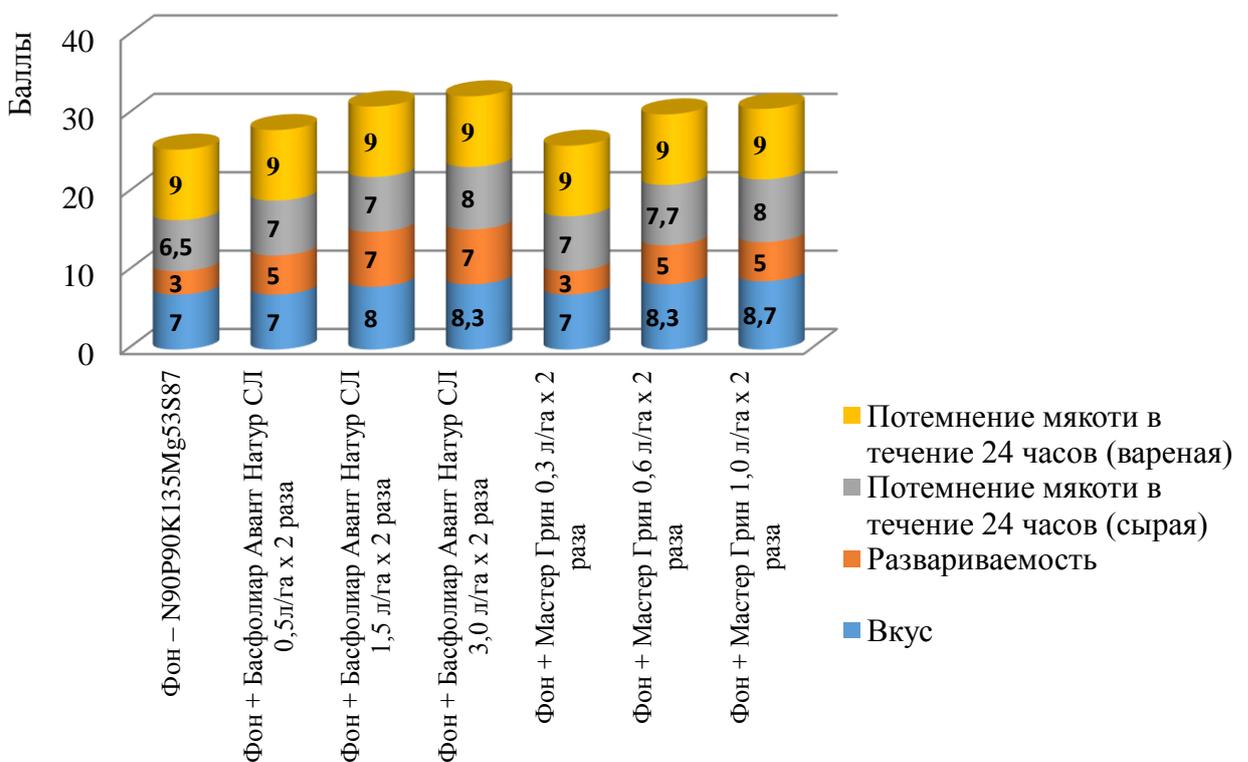


Рисунок 15 – Кулинарная оценка образцов картофеля (в баллах), выращенных на различных вариантах опыта, 2016-2018 гг.

Наибольший суммарный балл кулинарных показателей набрал картофель, выращенный на фоне минеральных удобрений в сочетании с двукратной некорневой подкормкой в наибольшей концентрации обоими препаратами – улучшался вкус, повышалась развариваемость и, практически, полностью снималось ферментативное потемнение сырой мякоти.

Таким образом, изучение влияния биопрепаратов Басфолиар Авант Натур СЛ и Мастер Грин К на урожайность, структуру и качество картофеля показало практическую значимость этих удобрений. В условиях 2016-2018 гг. применение агрохимикатов Басфолиар Авант Натур СЛ и Мастер Грин К для некорневой подкормки картофеля способствовало повышению урожайности, качества продукции, улучшало структуру урожая, выход семенной фракции и питательно ценных компонентов с единицы площади.

Двукратное применение Басфолиар Авант Натур СЛ в дозах 1,5 и 3,0 л/га и Мастер Грин К в дозе 1,0 л/га можно применять как на посадках продовольственного, так и семенного картофеля, с целью повышения валовой урожайности и качества продукции, а также увеличения выхода семенной фракции клубней.

Производственная проверка действия изучавшихся препаратов была проведена в 2018 году на сортах Удача и Жуковский ранний на площади 65 и 57 гектар, соответственно (приложение М1). Результаты производственной проверки на полях КФХ «Ягудин Н.В.» подтвердили высокую эффективность Басфолиар Авант Натур СЛ в дозе 3,0 л/га и Мастер Грин К в дозе 1,0 л/га также в качестве препаратов для снятия гербицидного стресса растений.

Дополнительные обработки смесью гербицидов (Боксер в дозе 3 л/га + Метрибузин 0,3 л/га) проводили в хозяйстве при высоте растений картофеля 25-30 см (середина июня) на сорте Удача и фоне питания N₉₀P₉₀K₁₃₅. Для борьбы с рядом злостных сорняков, в т. ч. против паслена черного (*Solanum nigrum* L.) и подмаренника цепкого (*Galium aparine* L.).

Для снятия гербицидного стресса посадок спустя 1 день после обработки гербицидами применяли опрыскивание Басфолиар Авант Натур (3 л/га) и Мастер Грин К (1 л/га), через 10 дней опрыскивание этими препаратами повторили.

Участки, обработанные Басфолиар Авант Натур (3 л/га) и Мастер Грин К (1 л/га), через 7-10 дней после проведения первого опрыскивания визуально отличались от контроля. Отмечено наступление дружного цветения картофеля, обработанные растения имели хороший тургор с глянцевым блеском листьев, в отличие от контроля, который характеризовался наличием 20-25 % поникших растений с тусклой зеленью (на некоторых наблюдались ожоги) и отсутствием массового цветения. В дальнейшем эти визуальные различия подтвердились во время пробных копок клубней (табл. 40).

Таблица 40 – Продуктивность картофеля с. Удача в зависимости от применения гербицидов и агрохимикатов Басфолиар Авант Натур СЛ и Мастер Грин К, КФХ «Ягудин Н.В.», 30. 07.18 г.

Доза НРК, гербицида, препарата	Масса клубней, г/куст	Количество клубней, шт./1 куст				Товарность, %
		всего	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм	
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ – Фон1	590	14,0	1,0	8,8	4,2	70,0
Фон 1 + Боксер, 3 л + Метрибузин 0,3 л	640	15,8	2,3	9,3	4,2	73,4
Фон 1 + Боксер, 3 л + Метрибузин 0,3 л + Басфолиар 3л x 2 раза	730	16,5	3,0	10,0	3,5	78,8
Фон 1 + Боксер, 3 л + Метрибузин 0,3 л + Мастер Грин, 1л x 2 раза	700	16,0	2,8	9,5	3,7	76,9

Ко времени уборки урожая (21.08.18) на вариантах с подкормками препаратами Басфолиар Авант Натур (3,0 л/га дважды) и Мастер Грин К (1,0 л/га дважды) отмечено повышение урожайности сорта Удача на 8,8-9,7 % относительно фона 1 - N₉₀P₉₀K₁₃₅ и на 3,5-7,0 % относительно фона 2 - N₉₀P₉₀K₁₃₅Mg₅₃S₈₇ (таблица 41).

Урожайность сорта Жуковский ранний при проведении подкормок препаратами повысилась на 8,5-10,4 % относительно фона 1 (N₉₀P₉₀K₁₃₅) и на 8,7-10,7 % относительно фона 2 (N₉₀P₉₀K₁₃₅Mg₅₃S₈₇). На Жуковском раннем, который является менее устойчивым сортом к грибным болезням, в особенности к фитофторозу на листьях, эффективность некорневых подкормок БАВ была выше, чем на более

устойчивом сорте картофеля Удача. В этом проявилось иммуностимулирующее действие биологически активных препаратов.

Таблица 41 – Урожайность картофеля при осенней уборке (21.08.18) в КФХ «Ягудин Н.В.»

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавки к фону 1		Прибавки к фону 2	
		т/га	%	т/га	%
сорт Удача					
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ – Фон 1	33,0	-	-		
Фон 1+ Басфолиар Авант Натур	36,2	3,2	+9,7		
Фон 1 + Мастер Грин К	35,9	2,9	+8,8		
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ Mg ₅₃ S ₈₇ – Фон 2	37,1	4,1	+12,4	-	-
Фон 2+ Басфолиар Авант Натур	39,7	6,7	+20,3	2,6	+7,0
Фон 2 + Мастер Грин К	38,4	5,4	+16,4	1,3	+3,5
сорт Жуковский ранний					
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ – Фон 1	26,9	-	-		
Фон 1+ Басфолиар Авант Натур	29,7	2,8	+10,4		
Фон 1 + Мастер Грин К	29,2	2,3	+8,5		
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ Mg ₅₃ S ₈₇ – Фон 2	30,9	4,0	+14,9	-	-
Фон 2+ Басфолиар Авант Натур	34,2	7,3	+27,1	3,3	+10,7
Фон 2 + Мастер Грин К	33,6	6,7	+24,9	2,7	+8,7
НСР _{05удоб} -1,3; НСР _{05сорт} -0,9					

Полевой опыт IV (2016 - 2017 гг.) проводили также на территории КФХ «Ягудин Н.В.» Коломенского района Московской области, в котором изучалась эффективность применения 3-х марок агрохимиката Агровин (Агровин Са, Агровин Mg-Zn-B и Агровин Микро), в линейке которых содержание L - α аминокислот в зависимости от марки составляет 10-22%, на продуктивность, структуру урожая и качество картофеля, в том числе пораженность болезнями.

В относительно влажных условиях 2016 и 2017 гг. урожайность картофеля сорта Удача в среднем на опыте колебалась от 37,0 (фон N₉₀P₉₀K₉₀) до 44,1 т/га (табл. 42). Некорневое опрыскивание возрастающими дозами Агровин Са (0,2 → 0,6 кг/га) способствовало росту продуктивности и товарности картофеля. Максимальная урожайность 42,9 т/га (плюс 5,8 т/га или 15,7 %) и товарность (97,2 %) отмечена в варианте с наибольшей дозой агрохимиката (Фон + Агровин Са 0,6 кг/га).

От действия минимальной дозы Агровин Са (0,2 кг/га) получена недостоверная прибавка урожая.

Таблица 42 – Урожайность картофеля сорта Удача в зависимости от применения 3-х марок препарата Агровин

№ п/п	Варианты опыта	Урожайность, т/га			Прибавка урожая к фону		Товарность, %
		2016	2017	Средн.	т/га	%	
1	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – без обработок	38,2	35,9	37,0	-	-	92,7
2	Фон + Агровин Са (0,2 кг/га) ЛО	38,7	36,4	37,6	0,6	-	94,7
3	Фон + Агровин Са (0,4 кг/га) ЛО	41,2	39,1	40,1	3,1	8,4	96,2
4	Фон + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	42,5	43,3	42,9	5,9	15,9	97,2
5	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,2 кг/га) ЛО	41,6	40,3	40,9	3,9	10,5	92,6
6	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	42,9	42,7	42,8	5,8	15,7	94,7
7	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,6 кг/га) ЛО	43,0	42,0	41,8	4,8	13,0	93,1
8	Фон + Агровин Микро (0,25 л/га) ЛО	38,9	41,7	40,3	3,3	8,9	93,5
9	Фон + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	41,8	43,0	42,4	5,4	14,6	93,1
10	Фон + Агровин Микро (0,75 л/га) ЛО	40,6	42,3	41,5	4,5	12,2	93,5
11	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т)	41,7	40,5	41,1	4,1	11,1	94,3
12	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	43,4	44,8	44,1	7,1	19,3	98,7
13	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	42,8	43,5	43,1	6,1	16,5	94,5
14	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	43,6	44,3	43,9	6,9	18,6	94,3
	НСР ₀₅	1,4	1,1				3,3

Примечание: ЛО – листовые опрыскивания в фазу бутонизации

От применения Агровин Mg-Zn-B в дозах 0,2, 0,4 и 0,6 кг/га получены следующие прибавки урожайности картофеля: 3,9 т/га (+10,5 %), 5,8 т/га (+15,7 %) и 4,8 т/га (+ 13,0 %), соответственно, при этом некорневое опрыскивание средней дозой Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) было наиболее эффективно.

Такая же тенденция отмечена для некорневого опрыскивания препаратом Агровин Микро: максимальная урожайность получена от средней дозы агрохимиката

(0,5 л/га) – 42,4 т/га, прибавка 5,4 т/га или 14,6 % к фону. В варианте с предпосадочной обработкой клубней Агровин Микро (0,5 л/т) продуктивность картофеля повышалась на 4,1 т/га или на 11,1 %, товарность была, практически, на уровне фона.

В вариантах сочетания предпосадочной обработки клубней Агровин Микро (0,5 л/т) с некорневыми опрыскиваниями агрохимикатами в оптимальных дозах: Агровин Са 0,6 кг/га, Агровин Mg-Zn-B 0,4 кг/га и Агровин Микро 0,5 л/га, урожайность повышалась на 16,5-19,3 %, однако, общая товарность собранного урожая [сумма фракций: > 60 мм + (30-60 мм)] увеличилась только в 12-ом варианте [Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО] до 98,7 % против 92,7 % в фоновом варианте.

Под действием применявшихся препаратов Агровин Са, Агровин Mg-Zn-B, Агровин Микро в различных дозах и способах применения увеличивалось количество клубней средней фракции в расчете на 1 куст, а также увеличилась их масса (табл. 43).

Таблица 43 – Количество и масса клубней в расчёте на 1 куст, 2016-2017 г.

№ вар.	Варианты опыта	Количество клубней, шт./1 куст				Средняя масса клубня, кг		Фракция 30-60 мм, %
		всего	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм	> 60 мм	30-60 мм	
1	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – без обработок	12,6	1,1	8,8	2,7	185	65	68,0
2	Фон + Агровин Са (0,2 кг/га) ЛО	12,8	0,6	9,6	2,6	155	73	82,0
3	Фон + Агровин Са (0,4 кг/га) ЛО	13,6	0,7	10,0	2,9	151	74	81,2
4	Фон + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	14,5	0,9	10,6	3,0	171	75	81,5
5	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,2 кг/га) ЛО	14,1	0,6	10,7	2,8	143	74	85,3
6	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	14,1	1,1	11,4	1,6	144	69	80,9
7	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,6 кг/га) ЛО	14,5	0,8	11,1	2,6	159	70	81,8

8	Фон + Агровин Микро (0,25 л/га) ЛО	13,6	0,8	10,8	2,0	149	68	80,5
9	Фон + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	14,4	1,0	11,4	2,0	152	69	81,6
10	Фон + Агровин Микро (0,75 л/га) ЛО	14,7	1,0	11,0	2,7	144	70	81,6
11	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т)	13,8	0,9	10,3	2,6	153	73	80,5
12	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	14,7	1,1	11,7	1,9	158	69	80,5
13	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	14,9	0,9	12,0	2,0	150	68	83,3
14	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	14,6	0,9	12,0	1,7	147	69	83,0
НСР ₀₅		1,0	0,5	0,5	-	15	7	

Во всех вариантах с применением препаратов отмечено повышение средней фракции клубней (30-60 мм) до 80,5-85,3 % против 68,0 % в фоновом варианте.

Максимальное количество семенных клубней сформировалось в вариантах со средней дозой Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) и Агровин Микро (0,5 л/га) – 11,4 шт./куст (масса 69 г), и максимальной дозой Агровин Са (0,6 кг/га) – 10,6 шт./куст (масса 75 г). В целом же, применение препаратов на основе аминокселинатов способствовало выравниванию фракционного состава клубней (рис.16).

Как видно из данных рисунка 16, максимальный выход семенных клубней в пересчете на 1 гектар сформировался в вариантах совместного действия предпосадочной обработки клубней Агровин Микро (0,5 л/т) с некорневым опрыскиванием агрохимикатами Агровин Са (0,6 кг/га), Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) и Агровин Микро (0,5 л/га) – 514,8-528,0 тыс. шт./га, что на 127,6-140,8 тыс. шт./га или 32,9-36,4 % выше фона. В вариантах с максимальным выходом семенной фракции

масса семенного клубня была в среднем 68-69 г, что соответствует фракции клубней 30-60 мм в поперечном диаметре по требованиям ГОСТа Р 53136-2008 к семенному картофелю.

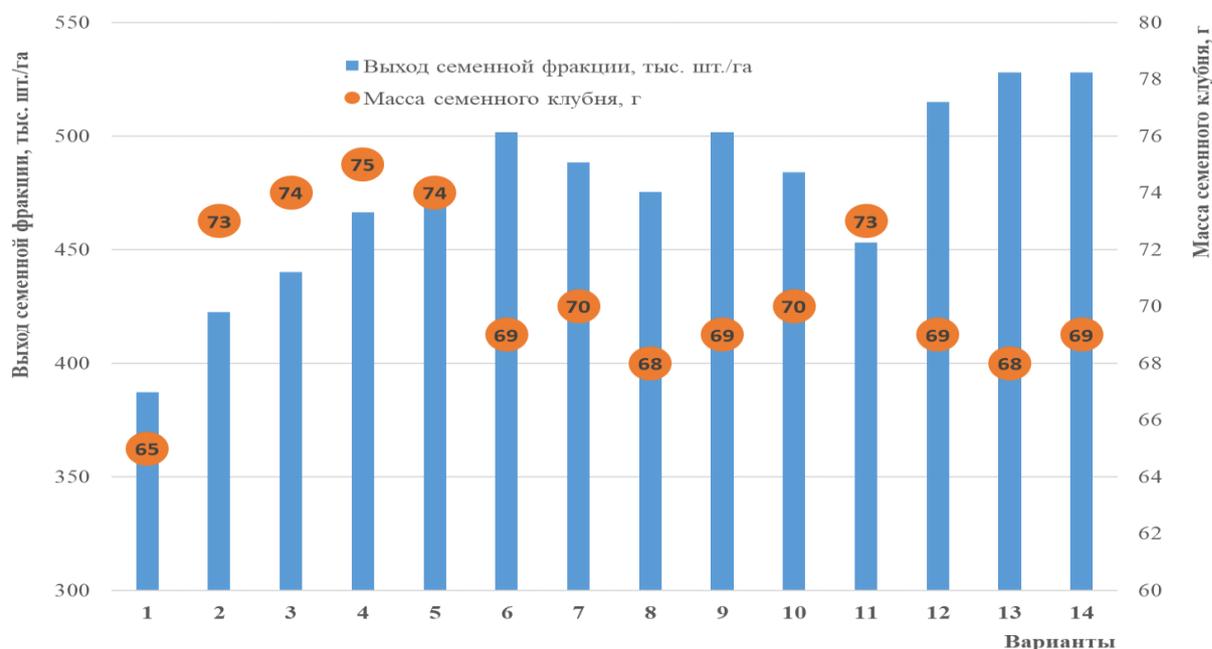


Рисунок 16 – Влияние препаратов Агровин Са, Агровин Mg-Zn-B, Агровин Микро на выход семенной фракции и массу семенного клубня, среднее 2016-2017 г.

Влияние удобрений на качество клубней картофеля в значительной степени определяется погодными условиями вегетационного периода, биологическими особенностями сорта, механическим составом почвы, дозами внесения и формой удобрений, технологией возделывания и другими факторами (приложения Н1, П1).

Применение Агровин Микро, Агровин Са, Агровин Mg-Zn-B для некорневых опрыскиваний растений способствовало росту урожайности на 8,4-15,9 %, но при этом снижалась средняя масса товарного клубня (со 185 г до 143-171 г) и оводненность тканей, что приводило к незначительному снижению содержания сухого вещества и крахмала в продукции относительно уровня минерального фона на 0,4-0,5 % (табл. 44).

Уровень нитратов (165-242 мг/кг) и редуцирующих сахаров (0,19-0,27 %) в продукции во всех вариантах с биопрепаратами (со 2-го по 14-ый вариант) был

ниже, чем в фоновом варианте с минеральными удобрениями – 259 мг/кг и 0,31 %, соответственно.

Таблица 44 – Биохимические показатели качества товарных клубней картофеля сорта Удача, 2016-2017 гг.

№ вар	Варианты опыта	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг на 1 кг клубней	Редуцирующие сахара, %
1	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – без обработок	18,7	12,9	22,8	259	0,31
2	Фон + Агровин Са (0,2 кг/га) ЛО	18,6	12,7	24,7	181	0,22
3	Фон + Агровин Са (0,4 кг/га) ЛО	18,5	12,7	24,7	227	0,21
4	Фон + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	18,3	12,5	26,3	212	0,19
5	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,2 кг/га) ЛО	18,5	12,5	24,9	242	0,23
6	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	18,2	12,4	22,4	225	0,23
7	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,6 кг/га) ЛО	18,2	12,4	27,3	165	0,19
8	Фон + Агровин Микро (0,25 л/га) ЛО	18,3	12,5	27,7	197	0,24
9	Фон + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	18,6	12,7	27,0	204	0,25
10	Фон + Агровин Микро (0,75 л/га) ЛО	18,9	13,2	27,0	216	0,20
11	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т)	18,3	12,5	24,6	225	0,27
12	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	18,2	12,4	24,6	234	0,26
13	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	18,5	12,7	24,5	242	0,23
14	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	18,7	12,9	24,9	235	0,21
НСР ₀₅		0,7	0,5	1,3	34	0,07

Основная наблюдаемая тенденция – некорневые опрыскивания препаратами Агровин Са, Агровин Mg-Zn-B и Агровин Микро в сочетании с предпосадочной

обработкой клубней Агровин Микро – способствовали снижению нитратов и редуцирующих сахаров в продукции, что является подтверждением физиологического созревания клубней.

Таким образом, изучение влияния аминокхелатных препаратов Агровин Микро, Агровин Са и Агровин Mg-Zn-B на урожайность, структуру и качество картофеля показало их практическую значимость. По комплексу хозяйственно-ценных признаков картофеля на продовольственные цели выделилось три варианта: Фон + Агровин Са 0,6 кг/га; Фон + Агровин Mg-Zn-B 0,4 кг/га; Фон + Агровин Микро 0,5 л/га. Применение указанных препаратов в оптимальных дозах оказало существенное влияние на повышение урожайности (на 14,6-15,9 %), товарности (до 93,1-97,2 %) и качество продукции.

При возделывании картофеля на семенные цели следует обратить внимание на результаты, полученные в вариантах совместного действия предпосадочной обработки клубней Агровин Микро (0,5 л/т) с некорневым опрыскиванием агрохимикатами Агровин Са (0,6 кг/га), Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) и Агровин Микро (0,5 л/га), в которых выход семенной фракции увеличивался на 32,9-36,4 % относительно минерального фона.

Для оценки какого-либо агрономического приема в картофелеводстве, помимо величины урожая, немаловажное значение имеет учет болезней, снижающих качество и лёжкость продукции. Фитопатологический анализ клубней, проведенный через месяц после уборки, показал, что применение 3-х марок Агровина в различных дозах и сочетаниях в условиях 2016-2017 гг. снижало пораженность клубней фитофторозом, ризоктониозом и паршой обыкновенной (табл. 45, приложения P1, C1).

Распространенность грибных болезней на клубнях рассчитывалась по формуле: $P \% = n / N * 100$,

где P – распространенность болезни на клубнях в %,

n – Количество клубней, пораженных болезнью в пробе,

N – Количество всех клубней в пробе (обычно 100 штук).

Таблица 45 – Распространенность грибных болезней на клубнях картофеля, %.

	Варианты опыта	Фи-тофто-роз	Парша обыкновенная	Ризок-тониоз	Суммар-ная пора-женность	Биол. эффект (БЭ) %
1	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – без обработок	6,0	11,8	5,1	22,9	-
2	Фон + Агровин Са (0,2 кг/га) ЛО*	4,9	11,9	4,2	21,0	8,3
3	Фон + Агровин Са (0,4 кг/га) ЛО	4,5	10,7	3,8	19,0	17,0
4	Фон + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	4,3	9,2	3,2	16,7	27,1
5	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,2 кг/га) ЛО	4,7	8,0	3,5	16,2	29,3
6	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	4,4	6,1	3,9	14,4	37,1
7	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,6 кг/га) ЛО	3,0	5,5	2,3	10,8	52,8
8	Фон + Агровин Микро (0,25 л/га) ЛО	4,9	4,2	4,8	13,9	35,3
9	Фон + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	4,5	3,3	4,5	12,3	46,3
10	Фон + Агровин Микро (0,75 л/га) ЛО	4,1	2,7	4,0	10,8	52,8
11	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т)	2,2	4,3	3,3	9,8	57,2
12	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	3,8	7,3	3,7	14,8	35,4
13	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	3,0	2,1	1,5	6,6	71,2
14	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	2,4	1,9	1,6	5,9	74,2
	НСР ₀₅	1,9	1,5	1,9		

*Примечание: ЛО – обработки препаратами по листьям

Некорневая обработка растений картофеля препаратами Агровин (3-х марок) в пониженных дозах (0,2 кг/га и 0,25 л/га) снижала распространенность фитофтороза на клубнях до 4,7-4,9 %; в средних дозах (0,4 кг/га и 0,50 л/га) – до 4,4-4,5 %, в повышенных дозах (0,6 кг/га и 0,75 л/га) – до 3,0-3,9 % по сравнению с минеральным фоном. При этом, биологическая эффективность (БЭ) обработок увеличивалась с увеличением применяемых доз препаратов: с 8,3-35,3 % до 31,5-53,8 %.

Предпосадочная клубневая обработка препаратом Агровин Микро (0,5 л/т) снизила распространенность всех наблюдавшихся болезней в сумме до 10,6 % и повысила биологическую эффективность препарата до 53,8 %.

Наиболее сильное противодействие распространению болезней на клубнях, и биологическая эффективность отмечены в вариантах с двукратными обработками:

12-ый – [фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО] – до 14,8 %, БЭ – 57,2 %;

13-ый – [фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО] – до 6,6 %, БЭ – 71,2 %;

14-ый – [фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО] – до 5,9 %, БЭ – 74,2 %.

В 13-ом и 14-ом вариантах: двукратные обработки Агровин Микро (клубни) и некорневые опрыскивания Агровин Микро / Агровин Mg-Zn-B, освобождали клубни от инфекции до уровня, разрешенного ГОСТом 53136-2008 «Картофель семенной» для оригинальных семян (ОС), элитных семян (ЭС) и репродукционной категории картофеля РС (3-5 %).

Заключение к главе 4

В природных условиях основных зон возделывания картофеля для успешного развития отрасли картофелеводства требуется: точный учёт и анализ почвенно-климатических условий, продолжительности вегетационных периодов, подбор сортов для целевого использования, выбор хорошо окультуренных полей под специализированные картофельные севообороты, включающие занятые сидеральные пары, внесение сбалансированных доз минеральных удобрений, предпосадочная обработка посадочного материала, некорневое опрыскивание в период вегетации антистрессовыми препаратами.

Разработанные (в течение 16 опытолет) и изученные элементы технологии возделывания картофеля позволяют сделать следующие выводы:

1. При внесении научно-обоснованных сбалансированных доз удобрений ($N_{90}P_{135}K_{135}Mg_{53}S_{87}$) на дерново-подзолистых почвах продуктивность картофеля увеличивалась на 12-15 % относительно средней дозы традиционных NPK-удобрений ($N_{90}P_{90}K_{135}$).

2. Некорневые подкормки органоминеральными препаратами на основе L аминокислот (такие как Басфолиар Авант Натур, Мастер Грин К, Агровин Са, Агровин Mg-Zn-B, Агровин Микро и др.), повышают продуктивность картофеля, выход семенной фракции клубней и сбор крахмала с единицы площади, улучшают потребительские качества продовольственного картофеля. Препараты на основе L аминокислот выполняют антистрессовую и иммуностимулирующую функцию, повышают сопротивляемость болезням и снижают негативное воздействие гербицидов. В годы с недостатком тепла и избытком осадков, препараты на основе аминокислот, обладая аттрагирующей способностью, ускоряют формирование клубней за счет усиленного накопления сухого вещества и крахмала, при низкой концентрации нитратов

3. Предпосадочная обработка семян и некорневые обработки микробиологическими препаратами, такими как Азолен, Биокомпозит-коррект, Экстрасол, Байкал, Азотовит, Фосфатовит, Агринос «1» и Агринос «2» необходимы для: активизации минерального питания растений, формирования урожая с заданными параметрами качества; профилактической защиты и борьбы с болезнями, повышения лежкости во время хранения; повышения биологической активности почвы и усвояемости питательных веществ.

4. Продуктивность сортов картофеля полностью раскрывается при использовании современных высокоэффективных удобрений, таких как стабилизированный УТЕС 46 карбамид, или удобрений на основе цеолита. Применение стабилизированного карбамида УТЕС 46 и комплексных удобрений на основе цеолита, экологически безопасно, позволяет экономить расход минеральных удобрений и улучшает их биологическую активность, что приводит к получению стабильных урожаев с высоким качеством продукции.

5. Следует тщательно подходить к выбору современных сортов картофеля интенсивного типа для целевого возделывания:

– на раннюю продукцию столового картофеля выбирать районированные отечественные сорта из ранней и среднеранней групп спелости (Удача, Жуковский ранний, Любава, Крепыш, Ильинский, Памяти Рогачева и др.), в технологии возделывания, которых включать предпосадочные обработки и некорневые подкормки БАВ;

– на длительное хранение столового картофеля использовать районированные отечественные сорта любой группы спелости, выращенные на фоне сбалансированных норм удобрений в сочетании с предпосадочными обработками и некорневыми подкормками БАВ;

– на переработку (сухое картофельное пюре, крахмал) возделывать отечественные высоко крахмалистые сорта из среднеспелой и среднепоздней групп спелости (Колобок, Накра, Никулинский, Брянский надежный и др.), при этом использовать прогрессивные формы и дозы удобрений (в т. ч. стабилизированный карбамид УТЕС 46), что позволяет увеличивать их продуктивность на 12-17 % и выход крахмала с единицы площади на 30-60 % в сравнении с сортами картофеля ранней и среднеранней групп спелости.

ГЛАВА 5 ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КАРТОФЕЛЯ В БОГАРНЫХ И ОРОШАЕМЫХ УСЛОВИЯХ СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА

5.1 Потенциал продуктивности картофеля и пути его реализации в степной зоне Южного Урала

Южный Урал представляет собой крупный аграрный регион, где производится значительное количество продукции растениеводства и животноводства. Однако часто повторяющиеся засухи и суховеи, а также другие капризы погоды значительно снижают урожайность сельскохозяйственных культур.

В засушливые годы одним из наиболее действенных средств защиты посевов сельскохозяйственных культур от вредного воздействия засух является орошение и эффективное использование орошаемых земель.

При возделывании сельскохозяйственных культур имеется возможность оптимизации водного режима и минерального питания растений путем мелиорации и химизации. Мелиорация земель, регулируя водный режим, оказывает положительное влияние на воздушный, тепловой, микробиологический и питательный режимы почвы. В конечном счете, улучшение сочетания этих режимов сопровождается повышением плодородия почвы и созданием условий для проявления растениями потенциальной продуктивности (Черемисин А.И., 2000).

Как известно, потребление растениями картофеля влаги изменяется в процессе его роста и развития. Наиболее благоприятные условия для роста картофеля и образования высокого урожая клубней создаются при влажности почвы 70-80 % от НВ в зоне распространения основной массы корней в период цветения-клубнеобразования и 60-65 % от НВ в период отмирания ботвы и накопления крахмала в клубнях.

Формируя клубни и преодолевая механическое сопротивление почвы, картофель предъявляет повышенные требования к физико-механическим свойствам пахотного слоя. Для роста и развития картофеля, наиболее всего подходят высоко-

окультуренные почвы, легкие и средние по механическому составу, с глубоким пахотным слоем (не менее 20-22 см), содержанием гумуса 2 % и выше, с насыщенностью основаниями не менее 75 %, слабокислые (рН 5,0-5,5). К тому же почвы должны сохранять рыхлость в течение всего вегетационного периода, не уплотняться и не заплывать при выпадении дождей и обладать хорошей просеиваемостью в период уборки урожая. Оптимальная плотность пахотного слоя для картофеля на дерново-подзолистых суглинистых почв составляет 1,1-1,2 т/м³, черноземных почв – 1,2-1,3 т/м³, соответственно. Увеличение плотности при усилении антропогенной нагрузки на почву приводит к вытеснению воздуха, а для нормального формирования и роста клубней необходим постоянный его доступ. Согласно агрохимической характеристике, обеспеченность почв Оренбургской области доступными формами фосфора на 57 % пашни низкая, 36 – средняя и 7 % – высокая. Азотом – в основном средняя, калием – высокая и средняя (дефицит отмечается лишь на 11 % площади пашни).

Как известно, родина картофеля – высокогорные районы Южной Америки с умеренно-влажным климатом, поэтому высокие и устойчивые урожаи можно получить только при обеспечении оптимальных условий для его роста и развития (Картофель России, 2003; Schafleitner R. et al. 2011). Засуха в июле-августе угнетает процесс клубнеобразования (Замотаев А.И., Гриневич В.Ф., 1980; Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Кравченко А.В., Князева Е.В., 2011; Singh G., 1969; Мушинский А.А., 2009; Мушинский А.А., Кружилин И.П., 2011; Мушинский А.А., Аминова Е.В., Герасимова Е.В., 2017; Мушинский А.А., Аминова Е.В., Дорохина О.А., Мушинская Н.И., 2018). При сухой и жаркой погоде в период клубнеобразования как на подзолах, так и на черноземных почвах собирают низкие урожаи картофеля, а в прохладные и влажные годы урожаи на тех же почвах значительно выше (Руденко А.И., 1963; Руденко А.И., Ковальчук Г.Н., 1971).

Степная зона Южного Урала – это зона неустойчивого увлажнения. За год здесь выпадает в среднем около 350 мм осадков, а на юге и юго-востоке области – от 250 до 300 мм. Осадки в течение года распределяются неравномерно. Основная

сумма их, 200 ... 250 мм, или 60 ... 70 % годового количества, приходится на теплый период. Летние дожди часто носят ливневый характер. В отдельные годы осадков выпадает очень мало. За последние 50 лет они колебались в пределах: на западе зоны от 556 до 114 мм, а в центральной части – от 559 до 212, на востоке – от 482 до 161 мм. Засуха чаще всего наблюдается в мае-июне и ее не бывает лишь в редкие годы. В Оренбургской области в течение 116 лет (1844-1875 гг. и 1885-1968 гг.) отмечалось 59 (51 %) засушливых, 39 (33 %) сухих и лишь 18 (16 %) влажных лет (Колесников Л.Д., 1970).

Более точное представление об условиях увлажнения даёт гидротермический коэффициент (ГТК), равный отношению суммы осадков к испарению (сумме среднесуточных температур воздуха выше 10 °С за вегетационный период, уменьшенный в 10 раз).

Самый низкий этот показатель в Южной, Юго-Западной и Восточной зонах области – 0,5 ... 0,7. Западный и Центральный районы относятся к засушливой зоне, ГТК – 0,7 ... 0,9, Северный – к умеренно засушливой, ГТК – 1,0 ... 1,2. Как видим из вышеизложенного, в условиях сухой степи Южного Урала решающее значение для получения урожая имеет оптимизация влагообеспеченности посевов.

Света и тепла на Южном Урале достаточно для возделывания многих сельскохозяйственных культур. Продолжительность солнечного сияния в центральной части зоны (г. Оренбург) – 2160 часов (для сравнения, в Крыму – 2300 часов), причем на летнее время приходится 1560...1760 часов с максимумом в июле – 300...330 часов.

Сумма биологически активных среднесуточных температур (свыше +10°С) составляет 2170...2750 °С. Продолжительность вегетационного периода – 170...180 дней, безморозного – 120...140 дней. Сроки наступления осенних и последних весенних заморозков в различных районах зоны неодинаковы. В мае, а иногда и в начале июня, температура приземного слоя воздуха может опускаться до -7...-8 °С, а в сентябре до -5...-7 °С.

Для формирования урожая среднеранних и среднеспелых по сроку созревания сортов картофеля необходима сумма эффективных температур в количестве 2000 °С.

Переход температуры воздуха через 10 °С весной наблюдается в конце апреля - начале мая, а осенью – во второй и начале третьей декады сентября.

Наименьшая продолжительность безморозного периода на открытых ровных местах составляет от 110 дней в Восточной зоне до 131...140 дней в Южной и Юго-Западной зонах.

Продолжительность вегетационного периода ранних сортов картофеля составляет 80...90 дней, среднеранних 100...115, среднеспелых 115...125, среднепоздних 125...140 и поздних более 140 дней.

Таким образом, ресурсы света и тепла не лимитируют уровень урожайности картофеля, а наименьшая продолжительность безморозного периода в количестве 120...140 дней снимает ограничения возделывания среднеспелых и среднеранних по сроку созревания сортов картофеля.

Одним из главных факторов, определяющих возможную урожайность сельскохозяйственных культур, является приход солнечной энергии, величина которого зависит от географического положения местности, продолжительности дня, облачности и ряда других параметров. Известно, что урожай на 90...95 % формируется в процессе фотосинтеза, в котором участвуют солнечные лучи с длиной волн от 0,38 до 0,71 мкм, называемые фотосинтетически активной радиацией (ФАР). Критерием оценки достигнутой и потенциальной урожайности культуры является коэффициент использования ФАР.

По данным А.А. Ничипоровича (1956, 1961), в обычных условиях сельскохозяйственные культуры усваивают от 0,5 до 1,5 % ФАР, а при оптимальных условиях с площадью листьев 40...50 тыс. м²/га и выше они могут использовать на образование сухой массы 5...6 % ФАР. Это подтвердили в своих работах Н.Н. Тимофеев (1972), И.С. Шатилов (1974), Х.Г. Тооминг (1977, 1978), Г.Е. Листопад, А.Ф. Иванов, А.А. Климов, В.И. Филин (1978), И.П. Кружилин (1982), А.С. Мушинский (2000,

2004), А.А. Мушинский (2009). Поэтому учёт прихода ФАР за вегетационный период и использование ее посевами различных сельскохозяйственных культур в конкретных экологических условиях на формирование урожая биомассы имеет большое научное и практическое значение при разработке оптимальных технологий их возделывания.

Годовая сумма радиационного баланса в Оренбургской области для центральной, восточной, южной и юго-западной зон составляет 2265 Мдж/м², северной и северо-западной – 2147, из которых на период май – сентябрь в центральной, восточной, южной и юго-западной зонах приходится в среднем 1486 Мдж/м². По мере продвижения на север этот показатель уменьшается и для северной и северо-западной зон ограничивается приходом 1411 Мдж/м².

Тогда потенциальное накопление органической массы агроценозами при оптимальном сочетании других факторов роста и развития растений можно рассчитать по формуле:

$$y = \frac{\Sigma Q \cdot K \text{ ФАР}}{q}, \text{ где}$$

У - урожайность, обеспеченная ресурсами света при заданных значениях КПД ФАР, т/га; ΣQ - сумма ФАР за период вегетации культуры, МДж/га, рассчитана по приходу прямой и рассеянной радиации по данным Чебеньковской актинометрической станции; К ФАР- коэффициент использования ФАР, %; q - коэффициент валовой энергии, МДж/т сухой массы урожая.

Для значений КПД ФАР в пределах 0,5...5% расчеты по возможной урожайности сведены в табл. 46 (цит. по А.А. Мушинскому, 2009).

Таблица 46 – Потенциальная урожайность картофеля по ресурсам ФАР за период вегетации

Культура	Приход ФАР за период вегетации, МДж/м ²	Содержание валовой энергии в 1 т сухого вещества, МДж	Урожайность сухого вещества, т/га при КПД ФАР					
			0,5	1	2	3	4	5
Картофель	1090	195	2,8	5,6	11,2	16,8	22,4	28,0

Таким образом, ресурсы ФАР даже при 1 % использовании их на образование урожая позволяют получать в рассматриваемых условиях более 5 т сухого вещества картофеля

Картофель в данной зоне часто страдает из-за неравномерного распределения осадков в течение вегетационного периода, особенно в июле, а иногда и в июне месяце. Для того чтобы сдвинуть начало образования клубней в первую половину вегетации (июнь-начало июля) и снизить негативное влияние неравномерности снабжения влагой необходимо применять регуляторы роста.

Применение регуляторов роста в сочетании с орошением – важные элементы технологии возделывания картофеля в зонах неустойчивого увлажнения России в современных климатических условиях.

Возделывание картофеля в промышленных масштабах является рентабельным в условиях орошения, поскольку картофель отличается низкой жароустойчивостью и стабильный урожай дает при условии достаточного увлажнения (Черемисин А.И., 2000; Мушинский А.А., 2009; Мушинский А.А., Кружилин И.П., 2011).

В связи с проведением орошения возрастают требования к технологии возделывания, особенно к минеральному питанию растений, т.к. при достаточном количестве питательных веществ в почве усиливается действие орошения и уменьшается расход воды на образование единицы продукции (Лорх А.Г., 1948; Мушинский А.А., 2009; Ахмедов А.Д., 2012; Мушинский А.А., Аминова Е.В., Герасимова Е.В., 2017; Мушинский А.А., Аминова Е.В., Дорохина О.А., Мушинская Н.И., 2018).

При разработке системы удобрения картофеля необходимо учитывать скороспелость сортов. Ранние сорта более отзывчивы на минеральные удобрения, они используют питательные вещества интенсивнее и в короткий период (Васильев А.А., 2015; Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., 2017). Поэтому удобрения под ранний картофель необходимы в достаточном количестве и в легкоусвояемой форме. Позднеспелые сорта лучше усваивают питательные вещества навоза и почвы. Доза азотных удобрений под ранние, среднеранние и среднеспелые составляет 90...100 кг, а под поздние сорта ниже – 60...90 кг/га д. в.

При оптимальном сбалансированном соотношении питательных веществ в применяемых удобрениях положительное влияние удобрений на качество клубней картофеля возрастает, а отрицательное – снижается. Для обеспечения хорошего качества и сохранности клубней соотношение N: P: K в минеральном удобрении на дерново-подзолистых и серых лесных почвах должно быть следующее 1:1,2...1,5: 1,2...1,6; на черноземных почвах - 1: 1,2-1,3 : 1; на торфяниках - 1 : 3...5: 6...10 (Коршунов А.В., 2001), при орошении, в частности, лучшими оказались соотношения N: P: K - на выщелоченном черноземе Среднего Поволжья – N₉₀₋₁₃₅ (1:1,3-1,6: 1,2-1,3); на выщелоченном черноземе ЦЧП при N₉₀ (1:1,3-1,8:1-1,3).

Кроме основного внесения удобрений в почву, в практике картофелеводства научно-практический интерес представляют предпосадочные обработки клубней и некорневые опрыскивания регуляторами роста, особенно, в целях повышения урожайности и качества продукции ценных сортов и высоких репродукций картофеля.

5.2 Влияние применения минеральных удобрений и регуляторов роста на урожайность картофеля в богарных и орошаемых условиях

Потенциальное плодородие черноземных почв Южного Урала позволяет выращивать картофель в богарных условиях без применения удобрений. Внесение минеральных удобрений в этой зоне без орошения наносит вред окружающей среде и приводит к депрессии роста картофеля (Мушинский А.А., 2009). Для снятия этого негативного эффекта можно использовать регуляторы роста растений, которые являются инструментами гормонального воздействия на физиологические процессы, способствуют целенаправленному управлению процессами роста и развития растений, повышению устойчивости растений к стрессовым условиям произрастания (в том числе жаре, засухе) и болезням, что значительно повышает их продуктивность.

При проведении опыта **VIII** в богарных условиях установлено положительное влияние физиологически активных веществ на урожайность двух изучавшихся сортов картофеля (табл. 47, приложение Т1).

Таблица 47 – Урожайность (т/га, в числителе) и товарность (% в знаменателе) картофеля с применением регуляторов роста в богарных условиях в среднем за 2014-2016 гг.

Сорта	Способ обработки	Регуляторы роста		
		Энергия	Вигор Форте	Антоник
Удача	Без обработки	$\frac{16,0}{85,2}$		
	Обработка клубней	$\frac{16,8}{87,2}$	$\frac{18,9}{88,9}$	$\frac{17,2}{88,4}$
	Обработка клубней и растений	$\frac{17,8}{87,5}$	$\frac{19,9}{90,1}$	$\frac{18,4}{88,9}$
Жуковский ранний	Без обработки	$\frac{14,3}{82,0}$		
	Обработка клубней	$\frac{15,3}{85,0}$	$\frac{16,5}{88,6}$	$\frac{15,9}{85,3}$
	Обработка клубней и растений	$\frac{16,4}{86,5}$	$\frac{18,0}{89,3}$	$\frac{17,2}{87,9}$
НСР ₀₅ 2014г – 1,3; 2015г – 1,4; 2016г – 1,8				

Так, обработка семенных клубней картофеля регулятором роста Энергия, Вигор Форте и Антоник обеспечивала повышение урожайности в среднем за три года проведения исследований в вариантах с посадками сортов Жуковский ранний и Удача – на 7,9-15,4 % и на 5,0-18,1 %, соответственно; при комбинированном способе применения препаратов (обработка семенных клубней и растений в фазу бутонизации) на 14,7-25,9 % и 11,2-24,4 % по сравнению с контрольными вариантами.

Применение регуляторов роста оказало влияние на структуру урожая клубней картофеля.

В вариантах, с предпосадочной обработкой семенных клубней сорта Удача товарность урожая возросла в среднем за годы проведения исследований на 2,0-3,7 %, сорта Жуковский ранний – на 3,0-6,6 %; при комбинированном способе применения препаратов на 2,3-4,9 % и 4,5-7,3 %, соответственно, в сравнении с контрольными вариантами.

Наибольшая товарность по опыту (91,3 %) за годы проведения исследований была отмечена в 2016 году в варианте с комбинированным применением препарата Вигор Форте на посадках картофеля сорта Удача (Приложение Т1). Прибавки урожайности и товарности от действия регуляторов роста в засуху подтверждают влияние этого фактора на снижение зависимости продуктивности растений картофеля от неблагоприятных погодных условий.

Оптимизация влагообеспеченности растений и питательного режима почвы (опыт IX) при орошении позволили повысить урожайность изучаемых сортов картофеля до 40,2 и 42,3 т с 1 га (табл. 48, приложение У1), что в 2,4-2,6 раза больше соответствующих значений урожайности в богарных условиях – 14,3 и 16,0 т/га.

Таблица 48 – Урожайность (т/га) и товарность (%) картофеля с применением регуляторов роста и дозы мин. уд. ($N_{165}P_{125}K_{270}$) под планируемую урожайность 50 т/га в орошаемых условиях в среднем за 2014-2016 гг.

Сорта	Способ обработки	Регуляторы роста		
		Энергия	Вигор Форте	Антоник
Удача	Без обработки	42,3 93,2		
	Обработка клубней	46,8 93,6	50,9 94,9	47,2 93,9
	Обработка клубней и растений	47,8 94,5	52,9 96,8	49,4 94,9
Жуковский ранний	Без обработки	40,2 92,0		
	Обработка клубней	44,3 93,1	46,5 94,6	45,1 94,0
	Обработка клубней и растений	46,4 94,0	49,3 95,3	47,2 94,5
НСР ₀₅ 2014г – 4,9; 2015г – 4,9; 2016г – 5,2				

Предпосадочная обработка клубней сорта Удача регуляторами роста в условиях орошения привела к повышению урожайности на 4,5-8,6 т/га (или на 10,6-20,3 %), сорта Жуковский – 4,1-6,3 т/га (или на 10,2-15,7 %) к соответствующим контролям.

Применение комбинированного способа обработки регуляторами роста на фоне благоприятного водного и питательного режима почвы способствовало повышению урожайности и товарности по сравнению с необработанными вариантами

до 49,3 т с 1га и 95,3 % (сорт Жуковский ранний) – 52,9 т с 1 га и 96,8 % (сорт Удача).

Сочетание оптимизации влагообеспеченности и пищевого режима растений с применением регуляторов роста способствовало увеличению количества клубней в пересчете на 1 куст и на 1 гектар посадок.

Что касается показателей качества клубней картофеля, в опыте VIII без орошения они были выше, вследствие того, что урожайность и товарность картофеля на богаре были ниже, чем на поливном участке, т.е. не происходило сильного ростового разбавления питательных веществ в клубнях (табл. 49 и 50).

Таблица 49 – Содержание сухого вещества (% в числителе) и крахмала (% в знаменателе) в клубнях картофеля в зависимости от применения регуляторов роста в богарных условиях в среднем за 2014-2016гг.

Сорта	Способ обработки	Регуляторы роста		
		Энергия	Вигор Форте	Антоник
Удача	Без обработки	<u>20,4</u> 14,6		
	Обработка клубней	<u>20,8</u> 14,9	<u>21,2</u> 15,3	<u>20,9</u> 15,1
	Обработка клубней и растений	<u>21,0</u> 15,1	<u>21,3</u> 15,4	<u>21,0</u> 15,0
Жуковский ранний	Без обработки	<u>20,8</u> 15,5		
	Обработка клубней	<u>21,4</u> 15,9	<u>21,8</u> 16,0	<u>21,1</u> 15,8
	Обработка клубней и растений	<u>21,6</u> 16,1	<u>22,7</u> 16,4	<u>21,5</u> 15,9
НСР ₀₅		2014г – <u>0,66</u> 0,89	2015г – <u>0,79</u> 0,74	2016г – <u>0,92</u> 1,08

Содержание сухого вещества (на богаре) в среднем за годы исследований изменялось следующим образом: на вариантах с регуляторами роста – 20,8-22,7 %, при 20,4-20,8 % на контроле без обработки, содержание крахмала – 14,9-16,4 %, при 14,6-15,5 % на контроле, содержание витамина С – 20,6-21,1 мг %, при 19,9-20,5 мг % на контроле; содержание нитратов – 56,0-62,0 мг/кг, при 51,0-55,6 мг/кг на контроле без обработки.

Обработка семенных клубней картофеля регуляторами роста Энергия, Вигор Форте и Антоник обеспечивала повышение сухого вещества/крахмалистости про-

дукции в среднем за три года проведения исследований по сорту Жуковский ранний – на 0,3-1,0/0,3-0,5 % и по сорту Удача – на 0,4-0,8/0,3-0,7 %, причем наибольшее положительное влияние оказывал регулятор роста – Вигор Форте.

При комбинированном способе применения препаратов (обработка семенных клубней и растений в фазу бутонизации) повышение содержания сухого вещества/крахмала в клубнях было более существенным, по сорту Жуковский ранний составило 0,7-1,9/0,4-0,9 % и по сорту Удача – 0,6-0,9/0,4-0,8 % по сравнению с контрольными вариантами. При комбинированном способе применения регуляторов преимущество по действию на повышение качества продукции также было за Вигор Форте.

Содержание витамина С в клубнях обоих сортов картофеля в богарных условиях наиболее существенно увеличивалось от комплексного действия регуляторов роста (предпосадочная обработка клубней + растения в фазу цветения): по сорту Удача – на 0,5-1,1 мг%, по сорту Жуковский ранний – на 0,7-0,9 мг% в сравнении с контролями (табл. 52), причем преимущество влияния оставалось за Вигор Форте.

Содержание нитратов в клубнях обоих сортов картофеля в богарных условиях от действия регуляторов роста, как применявшихся однократно (по клубням), так и двукратно (предпосадочная обработка клубней + растения в фазу цветения), практически, не изменялось. Так, в продукции вариантов с обработкой семенных клубней картофеля регуляторами роста Энергия, Вигор Форте и Антоник содержание нитратов в среднем за три года проведения исследований на сорте Удача составляло 56,0-57,9 мг/кг, при комбинированном способе применения препаратов (обработка семенных клубней и растений в фазу бутонизации) – 58,4-59,0 мг/кг; на сорте Жуковский ранний, соответственно – 58,0-61,0 мг/кг и 60,0-62,0 мг/кг, что по сравнению с контрольными вариантами (51,0 и 55,6 мг/кг) было на одном уровне (НСР₀₅ 14,3 мг/кг).

Таблица 50 – Содержание витамина С (мг%, в числителе) и нитратов (мг/кг, в знаменателе) в клубнях картофеля в зависимости от применения регуляторов роста в богарных условиях в среднем за 2014-2016 гг.

Сорта	Способ обработки	Регуляторы роста		
		Энергия	Вигор Форте	Антоник
Удача	Без обработки	<u>20,5</u> 51,0		
	Обработка клубней	<u>20,7</u> 56,0	<u>20,9</u> 57,0	<u>21,0</u> 57,9
	Обработка клубней и растений	<u>21,0</u> 59,0	<u>21,6</u> 58,4	<u>21,1</u> 59,0
Жуковский ранний	Без обработки	<u>19,9</u> 55,6		
	Обработка клубней	<u>20,6</u> 59,0	<u>20,8</u> 58,0	<u>20,6</u> 61,0
	Обработка клубней и растений	<u>20,9</u> 61,0	<u>21,1</u> 60,0	<u>20,8</u> 62,0
НСР ₀₅ 2014г – 1,67/9,5; 2015г – 1,82/11,3; 2016г – 1,91/12,4				

В продукции изучавшихся сортов картофеля опыта IX (на поливе) содержание сухого вещества в вариантах с регуляторами роста изменялось от 18,8 до 20,0 %, при 18,7-19,2 % на фоне; содержание крахмала – от 13,0 до 14,3 %, при 12,9-13,4 % на фоне, содержание витамина С – от 19,6 до 21,6 мг%, при 19,5-20,0 мг% на фоне; содержание нитратов – от 75,5 до 85,0 мг/кг, при 70,0-70,6 мг/кг на минеральном фоне (табл. 51, 52).

Снижение содержания сухого вещества в клубнях (на 1,6-2,7 %), крахмала (на 1,1-2,3 %), витамина С (на 0,1-1,0 мг%) и повышение нитратов на 24,5-30,0 мг/кг – по вариантам опыта с регуляторами роста на поливном участке относительно богарных условий происходило за счет более существенного роста урожайности и его товарности, т.е. за счет роста размерных характеристик клубней, однако, это не было критичным для потребительских качеств, т.к. концентрация нитратов в продукции находилась на низком уровне – 75,5-85,0 мг/кг, что, примерно втрое ниже ПДК (250 мг/кг).

На поливном участке, когда растения не испытывали стресса от дефицита влаги, величина урожаев и качество продукции (прежде всего концентрация нитратов) находились в сбалансированном соотношении.

Таблица 51 – Содержание сухого вещества (% в числителе) и крахмала (% в знаменателе) в клубнях картофеля в зависимости от применения регуляторов роста и минеральных удобрений (N₁₆₅P₁₂₅K₂₇₀) в орошаемых условиях в среднем за 2014-2016 гг.

Сорта	Способ обработки	Регуляторы роста		
		Энергия	Вигор Форте	Антоник
Удача	Без обработки	<u>18,7</u> 12,9		
	Обработка клубней	<u>18,9</u> 13,2	<u>19,0</u> 13,3	<u>18,8</u> 13,0
	Обработка клубней и растений	<u>19,2</u> 13,4	<u>19,4</u> 13,7	<u>19,3</u> 13,8
Жуковский ранний	Без обработки	<u>19,2</u> 13,4		
	Обработка клубней	<u>19,3</u> 13,6	<u>19,7</u> 13,9	<u>19,3</u> 13,5
	Обработка клубней и растений	<u>19,6</u> 13,8	<u>20,0</u> 14,3	<u>19,5</u> 13,8
НСР ₀₅		2014г – <u>3,96</u> 1,44	2015г – <u>3,87</u> 1,37	2016г – <u>4,18</u> 1,51

Таблица 52 – Содержание витамина С (мг%, в числителе) и нитратов (мг/кг, в знаменателе) в клубнях картофеля в зависимости от применения регуляторов роста и минеральных удобрений (N₁₆₅P₁₂₅K₂₇₀) в орошаемых условиях в среднем за 2014-2016 гг.

Сорта	Способ обработки	Регуляторы роста		
		Энергия	Вигор Форте	Антоник
Удача	Без обработки	<u>20,0</u> 70,0		
	Обработка клубней	<u>20,5</u> 76,0	<u>20,7</u> 75,5	<u>20,2</u> 76,9
	Обработка клубней и растений	<u>20,8</u> 82,0	<u>21,6</u> 83,4	<u>20,5</u> 84,0
Жуковский ранний	Без обработки	<u>19,5</u> 70,6		
	Обработка клубней	<u>20,4</u> 82,0	<u>20,8</u> 81,0	<u>19,6</u> 80,0
	Обработка клубней и растений	<u>20,7</u> 84,0	<u>21,0</u> 83,0	<u>19,8</u> 85,0
НСР ₀₅ 2014г – 2,12/12,3; 2015г – 2,34/13,3; 2016г – 1,98/10,7				

Высокий сбор крахмала с единицы площади представляется очень важным показателем для хозяйств сырьевой зоны перерабатывающих предприятий на спирт и крахмал. Также повышенный сбор крахмала важен при использовании картофеля на корм скоту. Анализ полученных данных по выходу крахмала с 1 га в

условиях Южного Урала показал, что при использовании поливов и регуляторов роста растений на фоне сбалансированных доз минеральных удобрений при выращивании картофеля достигается высокий сбор крахмала – до 49,6-70,1 ц/га, несмотря на более низкую его концентрацию в клубнях (на 1,1-2,3%) по сравнению с богатыми условиями выращивания (рисунок 17).

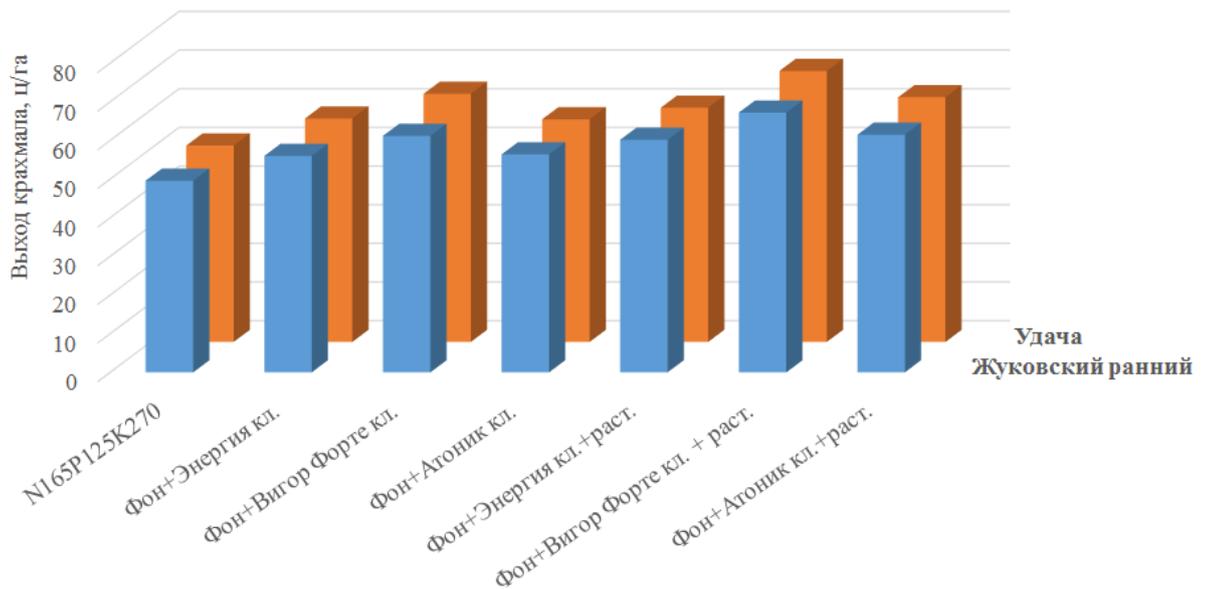


Рисунок 17 – Выход крахмала (ц/га) на вариантах опыта с орошением (опыт IX), среднее за 2014-2016 гг.

Таким образом, достижению высоких урожаев – 44,3-52,9 т/га и товарности 93,1-96,8 % на орошаемом фоне способствовали:

1. Посадка ранних пластичных сортов картофеля: Удача и Жуковский ранний;
2. Использование сбалансированной по элементам питания расчетной дозы минеральных удобрений ($N_{165}P_{125}K_{270}$) и регуляторов роста комплексного действия для обработки клубней и некорневого опрыскивания ботвы.

Стабильная и оптимальная влажность почвы 75-80 % от НВ на орошаемом участке увеличивала окупаемость 1 кг д. в. NPK прибавкой урожая с 46,3-47,0 кг

(минеральный фон) до 51,8-58,3 кг клубней (сочетание NPK и регуляторов роста растений).

Расход воды на образование прибавки урожая снижался со 122-124 м³/т (минеральный фон) до 97-111 м³/т на вариантах сочетания минеральных удобрений с применением регуляторов роста растений (табл. 53).

Таблица 53 – Окупаемость NPK прибавкой урожая картофеля на поливах, среднее за 2014-2016 гг.

Показатели	Фон - N ₁₆₅ P ₁₂₅ K ₂₇₀	Фон + Энергия кл.	Фон + Энергия кл. + раст.	Фон + Вигор Форте кл.	Фон + Вигор Форте кл. + раст.	Фон + Атоник кл.	Фон + Атоник кл. + раст.
Сорт Удача							
Прибавка, т/га	26,3	30,0	30,0	32,0	33,0	30,0	31,0
Окупаемость, кг/кг	47,0	53,6	53,6	57,1	58,3	53,6	55,3
Расход воды на прибавку, м ³ /т	122	107	107	101	97	107	104
Сорт Жуковский ранний							
Прибавка, т/га	25,9	29,0	30,0	30,0	31,3	29,2	30,0
Окупаемость, кг/кг	46,3	51,8	53,6	53,6	55,9	52,1	53,6
Расход воды на прибавку, м ³ /т	124	111	107	107	103	110	107

Расчёт экономической эффективности по результатам исследований показал, что применение биологически активных препаратов для обработки семенного материала и сочетание этого агроприёма с некорневым опрыскиванием PPP, как на орошении, так и на богаре было экономически оправдано.

В дополнительные затраты (помимо основных технологических затрат) входили: стоимость минеральных удобрений и регуляторов роста растений, их внесение, уборка и транспортировка дополнительной продукции, затраты на проведение поливов (Приложения Ф1, Х1, Ц1).

В среднем за вегетационный сезон (2014-2016 гг.) проводилось 6 поливов, из этого рассчитывались затраты на орошение. Стоимость одного полива (по данным

ООО «Агрофирма Краснохолмская») – 4300 руб./1 га, это полевые затраты, которые включают в себя ГСМ, заработную плату и накладные расходы: хранение оборудования, транспортировка, монтаж, демонтаж и т.д.

От применения регуляторов роста в условиях богары (Опыт VIII) на испытываемых сортах картофеля: Удача и Жуковский ранний, повышалась величина условного дохода на 15,3-69,0 тыс. руб./га и 20,1-70,8 тыс. руб./га, соответственно, по сравнению с контролем без обработок (табл. 54, 55).

Таблица 54 – Экономические показатели применения удобрений, регуляторов и поливов при возделывании картофеля с. Удача (2014-2016 гг.).

Опыт №	Варианты	Прибавка урожайности, ц/га	Стоимость доп. продукции, тыс. руб./га	Дополнит затраты, тыс. руб./га	Условный доход, тыс. руб./га	Себестоимость, руб./кг	Окупаемость затрат	Рентабельность, %
Опыт VIII - богара	Без обработки	-	-	-	-	9,84	-	82,9
	Энергия кл.	10	18,0	2,70	15,30	8,13	5,67	92,5
	Вигор Форте клуб.	32	57,6	4,97	52,63	8,26	10,59	117,9
	Атоник клуб.	16	28,8	3,17	25,63	9,01	8,09	99,7
	Энергия кл. + раст.	20	36,0	5,60	30,40	8,94	5,43	101,4
	ВФ кл. + раст.	43	77,4	8,35	69,05	7,94	8,27	126,6
	Атоник кл. + раст.	27	48,6	8,53	40,07	8,73	4,70	106,1
Опыт IX - орошение	Фон - N ₁₆₅ P ₁₂₅ K ₂₇₀	258	464,4	71,74	392,66	5,22	5,47	245,0
	Ф+Энергия кл.	302	543,6	77,16	466,44	4,82	6,05	273,7
	Ф+ВФ клуб.	347	624,6	81,27	543,33	4,45	6,69	304,2
	Ф+Атоник кл.	307	552,6	77,55	475,05	4,77	6,13	277,3
	Ф+Энергия кл. + раст.	316	568,8	80,38	488,42	4,74	6,08	279,9
	Ф + ВФ кл. + раст.	376	676,8	86,09	590,71	4,29	6,86	319,1
	Ф + Атоник кл. + раст.	333	599,4	84,11	515,29	4,65	6,13	287,4

Примечание: ВФ – регулятор роста растений Вигор Форте

Наиболее выгодным вариантом был вариант с двукратным применением Вигор Форте: клубни + растения – получен максимальный условный доход

69,0-70,8 тыс. руб./га, низкая себестоимость продукции 7,94-8,83 руб./кг и относительно высокая рентабельность – 103,7 % (Жуковский ранний) и 126,6 % (Удача). Наиболее высокая окупаемость затрат получена в варианте с обработкой клубней Вигор Форте обоих сортов – 9,99 (Жуковский ранний) и 10,59 (Удача). На сорте Удача в условиях богары получены более высокие экономические показатели, чем на сорте Жуковский ранний: рентабельность выращивания сорта Жуковский ранний составила 57,4-103,7 %, а сорта Удача – 82,9-126,6 %.

Применение регуляторов роста на фоне полной дозы минеральных удобрений $N_{165}P_{125}K_{270}$ в сочетании с поливами было существенно выгоднее, чем применение регуляторов роста на богаре: величина условного дохода повысилась до 383,2-392,7 тыс. руб./га (минеральный фон) – 550,3-590,7 тыс. руб./га ($N_{165}P_{125}K_{270}$ + Вигор Форте клубни + растения), себестоимость продукции снизилась до 4,29-5,55 руб./кг (или вдвое относительно результатов опыта на богаре).

Окупаемость затрат на обоих сортах картофеля в условиях орошения (Опыт IX) была практически на одном уровне – от 5,37-5,47 (минеральный фон, Жуковский ранний-Удача) до 6,53-6,86 – в варианте с совместным применением минеральных удобрений в сочетании с двукратным применением Вигор Форте (клубни + растения), однако, рентабельность выращивания сорта Удача: 245-319 %, оставалась вдвое выше таковой сорта Жуковский ранний – 121-191 %.

Повышение экономических показателей от применения NPK в сочетании с регуляторами роста и орошением происходило за счёт высокой продуктивности растений в этих условиях. При проведении регулярных поливов удобренной пашни в сочетании с применением регуляторов роста величина условного дохода повышалась на сорте Удача в 8,5 раза (в варианте с двукратным применением Вигор Форте) – 30,5 раз (в варианте с применением Энергии-М по клубням); на сорте Жуковский ранний – в 7,8-22,7 раза, соответственно, аналогичных вариантов на богаре.

Таблица 55 – Экономические показатели применения удобрений, регуляторов и поливов при возделывании картофеля с. Жуковский ранний (2014-2016 гг.).

Опыт №	Варианты	Прибавка урожайности, ц/га	Стоимость доп. продукции, тыс. руб./га	Дополнит затраты, тыс. руб./га	Условный доход, тыс. руб./га	Себестоимость, руб./кг	Окупаемость затрат	Рентабельность, %
Опыт VIII - богара	Без обраб.	-	-	-	-	11,41	-	57,4
	Энергия кл.	13	23,0	2,94	20,06	10,51	6,82	71,1
	Вигор Форте клуб.	29	52,0	4,73	47,27	9,47	9,99	89,7
	Атоник клуб.	19	34,2	3,41	30,79	10,09	9,03	78,4
	Энергия кл.+раст.	25	44,3	6,00	38,30	9,85	6,38	82,8
	ВФ кл.+раст.	44	79,2	8,43	70,77	8,83	8,40	103,7
	Атоник кл.+раст.	34	61,0	9,09	51,91	9,45	5,71	90,2
Опыт IX - орошение	Фон - N ₁₆₅ P ₁₂₅ K ₂₇₀	253	454,5	71,34	383,16	5,55	5,37	121,5
	Ф+Энергия кл.	295	531,2	76,60	454,60	5,10	5,93	152,5
	Ф+ВФ клуб.	323	580,7	79,35	501,35	4,85	6,32	172,4
	Ф+Атоник кл.	307	551,9	77,55	474,35	4,99	6,12	161,1
	Ф+Энергия кл.+раст.	319	572,4	80,62	491,78	4,85	6,10	166,9
	Ф + ВФ кл. + раст.	353	634,5	84,25	550,25	4,64	6,53	191,0
	Ф + Атоник кл.+раст.	329	591,7	83,79	507,91	4,88	6,06	171,9

Примечание: ВФ – регулятор роста растений Вигор Форте

Применение регулятора роста Вигор Форте (клубни + некорневая обработка ботвы) на фоне полной дозы минеральных удобрений N₁₆₅P₁₂₅ K₂₇₀ в сочетании с поливами было наиболее выгодно для обоих сортов картофеля. Величина условного дохода повышалась на 44-50 % (Жуковский ранний и Удача), окупаемость затрат – на 22-25 %, снижалась себестоимость продукции – на 16 % по сравнению с аналогичными показателями минерального фона.

Таким образом, применение биологически активных препаратов для обработки семенного материала и сочетание этого агроприёма с некорневым опрыскиванием при орошении картофеля в условиях Южного Урала экономически выгодно.

Заключение к главе 5

Экспериментальные данные убедительно показывают, что в зонах России с неустойчивым влагообеспечением необходимо переходить на выращивание картофеля с применением поливов. Экономическая выгода от применения всех средств химизации увеличивается, если применяемые агрохимикаты попадают в равномерно увлажненную почву и на растения, которые не испытывают стресс от дефицита влаги.

При проведении регулярных поливов в сочетании с применением сбалансированной расчётной дозы минеральных удобрений и регуляторов роста растений величина условного дохода повышалась на сорте Удача в 8,5-30,5 раз [Вигор Форте (клубни + растения) - Энергия-М по клубням]; на сорте Жуковский ранний – в 7,8-22,7 раза, соответственно аналогичных вариантов на богаре. Применение регулятора роста Вигор Форте (клубни + некорневая обработка ботвы) на фоне полной дозы минеральных удобрений $N_{165}P_{125}K_{270}$ в сочетании с поливами было наиболее выгодно для обоих сортов картофеля. Величина условного дохода повышалась на 44-50 % (Жуковский ранний и Удача), окупаемость затрат – на 22-25 %, снижалась себестоимость продукции – на 16 % по сравнению с аналогичными показателями минерального фона.

Орошение в сочетании с регуляторами роста, снижая влияние неблагоприятных факторов среды, создает оптимальные параметры для равномерного роста и развития растений картофеля, что позволяет получать стабильно высокую урожайность (44,3-52,9 т/га) и товарность (93,1-96,8 %), увеличивать качество продукции и выход крахмала с единицы площади.

Оптимизированная технология производства картофеля в условиях Южного Урала должна состоять из следующих основных элементов:

1. С осени после уборки предшествующей культуры проводится вспашка на глубину 27-30 см;

2. Весной культивация пашни, посадку картофеля проводят в полугребни с одновременной обработкой клубней БАВ (Энергия-М, Вигор Форте, Атоник, можно другими биологически активными веществами). Глубина заделки семенного материала должна составлять 3 - 5 см от вершины гребня до верхней точки клубня. Рекомендуемая норма внесения минеральных удобрений до нарезки гребней – $N_{165}P_{125}K_{270}$. кг д. в.;

3. За время вегетации необходимо проводить некорневые опрыскивания БАВ (Энергия-М, Вигор Форте, Атоник), которые совмещают с обработками пестицидами;

4. Для поддержания влажности активного слоя почвы не ниже 75...80% НВ проводят от 6 до 9 поливов дождевальными машинами ДМ - 100 «Фрегат» с оросительной нормой 2700-3600 м³/га, поливная норма – 300-460 м³/га.

5. Срок посадки – конец апреля - первая декада мая. Уборка – конец августа - начало сентября. Густота стояния растений 48 000 шт. /га.

ГЛАВА 6 ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И АДАПТИВНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ РАЗЛИЧНОГО ЦЕЛЕВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: СТОЛОВОГО НАЗНАЧЕНИЯ, ПЕРЕРАБОТКИ НА КРАХМАЛ, ЧИПСЫ, ФРИ И СУХОЕ ПЮРЕ

По данным Россельхозцентра и Госкомиссии по испытанию и охране селекционных достижений, сорта картофеля зарубежной селекции используются в РФ более широко, чем отечественные. За последние 3 года эта тенденция усилилась: в Госреестр РФ внесено 88 сортов картофеля, из них только 32 отечественных. В настоящее время в государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, находится более 400 сортов картофеля, из них лишь 230 селекции России. Из пяти наиболее распространенных в производстве сортов, четыре – зарубежные: Ред Скарлетт, Розара, Романо, Гала, и только один – российский сорт – Удача. Таким образом, РФ находится в критической зависимости от зарубежных сортов. Использование сортов зарубежной селекции предопределило зависимость российских картофелеводческих хозяйств от импорта в форме исходного генетического материала (пробирочная культура, микро- и миниклубни).

В Российской Федерации для выведения новых сортов картофеля современные методы маркер-ориентированной и геномной селекции вообще не применяются, и при сохранении этой тенденции российское картофелеводство обречено на стремительное отставание от технологически развитых стран. Прямой перенос в Россию новых технологий селекции картофеля, разработанных в развитых странах (маркер-ориентированной и геномной селекции), не возможен в связи с их высокой стоимостью и ограничениями, накладываемыми зарубежными компаниями – владельцами этих технологий на их передачу в другие страны. Еще одно существенное обстоятельство заключается в том, что методы маркер-ориентированной и геномной селекции, разработанные за рубежом для ускоренного создания устойчивых к

заболеваниям сортов растений, практически невозможно внедрить в России из-за различий в расовом составе фитопатогенов.

Поэтому традиционная селекция с включением методов маркер-ориентированной и геномной селекции новых перспективных сортов с заданными хозяйственно-ценными признаками исключительно важна для России в связи с тем, что существующие сорта картофеля в течение нескольких лет теряют устойчивость к заболеваниям, так как постоянно появляются новые расы (штаммы) вирусов (грибов) и видоизменяется вредоносность вредителей.

Вместе с тем, имеющийся потенциал селекционных отечественных достижений не раскрыт полностью. В связи с этим на базе Всероссийского института картофельного хозяйства им. А.Г. Лорха в последние годы проводятся эколого-географические испытания лучших перспективных сортов картофеля различного целевого использования по показателям продуктивности, устойчивости к патогенам, способности к хранению и пригодности к переработке.

6.1 Эколого-географическая оценка перспективных сортов картофеля

В структуре потребления картофеля свыше 50 % от общего объема его производства используется на продовольственные цели для приготовления разнообразных картофельных блюд непосредственно в домашних условиях и в современной индустрии общественного питания.

Покупатель картофеля, предназначенного для столовых целей, заинтересован, прежде всего, в приобретении вкусного, внешне привлекательного не поврежденного вредителями и болезнями продукта.

У большинства почитателей вкусного картофеля всегда на слуху знаменитые отечественные сорта с отличным вкусом – Лорх, Чугунка, Сотка, Домодедовский, Берлихиген, Синеглазка, Луговской, Роко, Бронницкий, Голубизна и другие. Неизменным свойством этих сортов являлся хороший вкус и при выведении нового сорта картофеля селекционер руководствуется основными требованиями – сорт должен быть вкусным и, конечно, урожайным, не поражаться основными грибными болезнями и хорошо храниться (Апшев Х.Х., Князева Е.В., Тимошина Н.А.,

Федотова Л.С., 2017). Весь комплекс этих показателей во многом определяет потребительские качества столового картофеля и обычно обуславливает популярность сорта и спрос на внутреннем рынке, особенно при поставках его на реализацию в современные торговые сети. Однако в последние годы растет доля картофеля, используемого на промышленную переработку, им требования к продукции меняются.

В связи с этим, в полевом опыте проводили оценку лучших перспективных сортов картофеля различного целевого использования по адаптивности, продуктивности, биохимическим и потребительским показателям, пригодности к переработке и хранению в различных эколого-географических зонах.

Оригинатор сорта	Название сорта
ВНИИКХ им. А.Г. Лорха	Крепыш, Колобок, Накра, Фрителла, Удача – st
Ленинградский НИИСХ и ВИР	Гусар, Ломоносовский, Чароит
Уральский НИИСХ	Браво
Татарский НИИСХ	Кортни
СибНИИСХ и Т	Югана, Памяти Рогачева
Кемеровский НИИСХ	Любава
Пензенский НИИСХ	Арлекин, Бабушка

Природно-климатические условия и агротехника возделывания описаны в главе 2. Дозы удобрений во всех 3-х географических точках одинаковые – $N_{90}P_{90}K_{135}$ или по физической массе: 563 кг/га нитроаммофоска + 140 кг/га калимагнезия.

Результаты учета продуктивности сортов в Архангельской области показали, что диапазон колебаний продуктивности ранних сортов изменялся в 2015 г. от 720 до 815 г/куст, в 2016 г. от 795 до 836 г/куст, в 2017 г. от 600 до 686 г/куст, или в среднем – от 705 до 773 г/куст (табл. 56).

Максимально высокая продуктивность всех сортов картофеля была в наиболее благоприятном 2016 году, в котором растения были относительно стабильно обеспечены теплом и осадками ($ГТК_{2016} = 1,68$). Количество клубней у ранних сортов по годам исследований варьировало от 10 до 13 штук/куст. Средняя масса 1 клубня колебалась от 63 до 69 г.

Диапазон колебаний продуктивности среднеранних сортов по годам исследований составил 710 - 1025 г/куст. Количество клубней варьировало от 11 до 14 штук/куст. Средняя масса 1 клубня колебалась от 65 до 68 г.

Таблица 56 - Продуктивность сортов картофеля в Архангельской области

Сорт	Масса клубней, г/куст				Количество клубней*, шт. на 1 куст			Средняя масса клубня, г
	2015	2016	2017	Средн.	2015	2016	2017	
Ранние								
Удача	815	836	635	762	11	12	10	69
Крепыш	760	806	642	735	11	13	10	65
Ломоносовский	803	830	686	773	11	12	11	68
Любава	720	795	600	705	11	12	10	63
Чароит	790	828	665	761	12	13	11	63
Среднее	778	819	644	747	11	12	10	66
Среднеранние								
Арлекин	900	960	750	870	13	14	12	68
Бабушка	840	895	739	825	13	13	12	65
Браво	853	1025	790	889	13	14	12	68
Кортни	875	970	745	863	13	13	13	66
Памяти Рогачева	880	932	710	841	12	14	11	67
Среднее	874	956	747	858	13	14	12	67
Среднепоздние								
Гусар	840	940	686	822	13	14	13	62
Колобок	790	887	600	759	11	12	11	67
Накра	780	865	590	745	13	14	12	57
Фрителла	866	850	657	791	15	15	13	55
Югана	810	845	609	755	13	15	11	58
Среднее	817	877	628	774	13	14	12	60
НСР ₀₅	56	63	47		1,8	2,0	1,6	

* Учитывали клубни более 30 мм в диаметре

Продуктивность среднепоздних сортов по годам исследований колебалась от 590 до 940 г/куст. Количество клубней варьировало от 11 до 15 штук/куст и масса 1 клубня - от 55 до 67 г.

Наиболее продуктивными в условиях Архангельской области были сорта среднеранней группы спелости: Арлекин, Бабушка, Браво, Кортни, Памяти Рогачева – от 825 до 889 г/куст, что соответствует урожайности 36,3-39,1 т/га. Высокая продуктивность отмечена также у раннего сорта Ломоносовский – 773 г/куст, 11 товарных клубней с массой 68 г.

Продуктивность испытуемых сортов в условиях Московской области была выше и, особенно, в годы с достаточным количеством тепла и осадков – 2016 и 2017 гг., (табл. 57).

Таблица 57 - Продуктивность сортов картофеля в Московской области

Сорт	Масса клубней, г/куст				Количество клубней, шт. на 1 куст			Средняя масса клубня, г
	2015	2016	2017	Средн.	2015	2016	2017	
Ранние								
Удача	855	1020	950	942	13	15	14	67
Крепыш	804	1070	975	950	11	15	14	71
Ломоносовский	815	1039	960	938	11	14	13	74
Любава	750	990	848	863	11	13	13	70
Чароит	820	1000	965	928	13	15	15	66
Среднее	809	1024	940	924	12	14	14	70
Среднеранние								
Арлекин	936	1038	1076	1017	14	16	18	64
Бабушка	870	1000	1070	980	13	15	17	66
Браво	885	1150	1240	1092	13	15	18	71
Кортни	940	1090	1150	1060	15	17	19	62
Памяти Рогачева	934	1070	1100	1035	13	16	15	71
Среднее	913	1070	1127	1037	14	16	17	69
Среднепелые								
Гусар	860	980	1148	996	13	15	16	68
Колобок	900	1110	1153	1054	13	14	14	77
Накра	895	930	985	937	11	14	15	71
Фрителла	950	1000	1050	1000	14	15	15	68
Югана	930	985	1013	976	13	14	16	68
Среднее	907	1000	1070	993	13	14	15	70
НСР ₀₅	59	67	51		2,0	1,9	2,1	

Продуктивность ранних сортов изменялась в 2015 г. от 750 до 855 г/куст, в 2016 г. от 990 до 1070 г/куст, в 2017 г. от 848 до 975 г/куст, или в среднем – от 809 до 1024 г/куст, что на 25,6-30,6 % выше таковой в условиях Архангельской области. Количество клубней у ранних сортов по годам исследований варьировало от 11 до 15 штук/куст. Средняя масса 1 клубня колебалась от 66 до 74 г.

Диапазон колебаний продуктивности среднеранних сортов по годам исследований составил 870 - 1240 г/куст. Количество клубней варьировало от 13 до 19 штук/куст. Средняя масса 1 клубня колебалась от 62 до 71 г.

В условиях Московской области сорта среднеранней группы спелости также были наиболее продуктивными – накапливали от 980 до 1092 г/куст (в среднем по группе 1037 г/куст), что соответствует урожайности 43,1-48,0 т/га. Наиболее урожайными оказались сорта Браво (1092 г/куст или 48,0 т/га) и Кортни (1060 г/куст или 46,6 т/га).

Продуктивность среднеспелых сортов была, практически, на уровне среднеранних сортов и колебалась от 937 до 1054 г/куст (в среднем по группе 993 г/куст). Количество клубней варьировало от 11 до 16 штук/куст и масса 1 клубня – от 68 до 77 г. По продуктивности выделился сорт Колобок – 1054 г/куст или 46,4 т/га.

В условиях Оренбургской области фактором, ограничивающим рост и развитие картофеля, был дефицит осадков, однако, некоторые сорта проявили себя относительно устойчивыми по отношению к этому фактору, такие как ранний сорт Чароит, среднеранние – Арлекин, Браво, Кортни (табл. 58).

Продуктивность ранних сортов изменялась в 2015 г. от 487 до 653 г/куст, в 2016 г. от 500 до 627 г/куст, в 2017 г. от 435 до 568 г/куст, или в среднем – от 474 до 616 г/куст (в среднем по группе 542 г/куст). Количество клубней у ранних сортов по годам исследований варьировало от 8 до 12 штук/куст. Средняя масса 1 клубня колебалась от 54 до 58 г. По продуктивности выделились два сорта: Любава (568 г/куст) и Чароит (616 г/куст), что соответствует урожайности – 25,0 и 27,1 т/га, соответственно.

Диапазон колебаний продуктивности среднеранних сортов по годам исследований составил 490 - 730 г/куст. Количество клубней варьировало от 8 до 13 штук/куст. Средняя масса 1 клубня колебалась от 57 до 64 г.

Таблица 58 - Продуктивность сортов картофеля в Оренбургской области

Сорт	Масса клубней, г/куст				Количество клубней, шт. на 1 куст			Средняя масса клубня, г
	2015	2016	2017	Средн.	2015	2016	2017	
Ранние								
Удача	560	600	490	550	9	12	8	58
Крепыш	538	530	440	503	9	9	8	58
Ломоносовский	487	500	435	474	9	9	8	54
Любава	615	590	500	568	10	10	9	58
Чароит	653	627	568	616	12	11	10	57
Среднее	571	569	487	542	10	10	9	57
Среднеранние								
Арлекин	670	640	570	627	11	11	9	61
Бабушка	630	625	548	601	10	10	9	62
Браво	730	695	575	667	13	12	10	57
Кортни	690	658	550	633	11	11	9	62
Памяти Рогачева	679	620	490	596	10	10	8	64
Среднее	680	648	547	625	11	11	9	61
Среднепоздние								
Гусар	535	570	460	522	9	9	8	60
Колобок	500	530	450	493	9	8	8	59
Накра	570	580	530	560	10	9	9	60
Фрителла	590	610	469	556	9	10	8	61
Югана	617	590	523	577	10	9	9	62
Среднее	562	576	486	542	9	9	8	60
НСР ₀₅	45	49	37		1,5	1,7	1,1	

В условиях Оренбургской области, как и в двух других областях сорта картофеля среднеранней группы спелости также были наиболее продуктивными – от 596 до 667 г/куст (в среднем по группе 625 г/куст), что соответствует урожайности 26,2-29,3 т/га. Наиболее урожайными оказались сорта Браво – 667 г/куст или 29,3 т/га, и Кортни – 633 г/куст или 27,8 т/га.

Продуктивность среднеспелых сортов колебалась от 493 до 577 г/куст (в среднем по группе 542 г/куст). Количество клубней варьировало от 8 до 10 штук/куст и средняя масса 1 клубня – от 59 до 62 г. По продуктивности выделилось три сорта: Накра (560 г/куст), Фрителла (556 г/куст) и Югана (577 г/куст), что соответствует урожайности – 24,5-25,4 т/га.

В Архангельской области наиболее благоприятные условия для формирования урожайности сложились в 2015 и 2016 гг., поэтому и урожайность сортов в эти годы была относительно высокой. Урожайность сортов картофеля ранней группы спелости по годам исследований колебалась от 26,4 до 36,5 т/га, а в среднем была в интервале от 31,0 до 34,0 т/га (табл. 59, приложение Э1).

Таблица 59 – Урожайность и биохимические показатели качества продукции сортов картофеля в Архангельской области, среднее за 2015-2017 гг.

Сорт	Урожайность, т/га	Товарность, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Белок, %
Ранние					
Удача	33,5	80	11,3	19,9	1,4
Крепыш	32,7	83	12,1	18,8	1,5
Ломоносовский	34,0	80	13,0	21,0	1,6
Любава	31,0	83	13,2	20,9	1,4
Чароит	33,5	81	14,1	21,6	1,2
Среднее	32,9	81	12,7	20,4	1,4
Среднеранние					
Арлекин	38,3	82	14,7	23,6	1,5
Бабушка	36,3	78	15,1	23,4	1,3
Браво	39,1	79	15,0	20,6	1,4
Кортни	38,0	82	14,8	19,5	1,5
Памяти Рогачева	37,0	79	14,3	21,4	1,6
Среднее	37,7	80	14,8	21,7	1,5
Среднеспелые					
Гусар	36,2	78	16,0	22,4	1,4
Колобок	33,4	77	16,9	18,4	1,2
Накра	32,8	79	18,5	20,3	1,7
Фрителла	34,8	79	15,6	22,0	1,7
Югана	33,2	78	18,1	23,9	1,5
Среднее	34,1	78	17,0	21,4	1,5

НСП ₀₅	2,4	2,3	2,1	1,9	0,6
-------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Товарность ранних сортов по годам исследований колебалась от 76 до 87 %, а в среднем – от 80 до 83 %. Урожайность среднеранних сортов по годам исследований колебалась от 31,2 до 45,1 т/га, а в среднем – от 36,3 до 39,1 т/га, при этом товарность составила 78-82 %. Среднеспелые сорта были немного продуктивнее ранних (средняя урожайность 32,8-36,2 т/га), но не достигли уровня среднеранней группы, как по величине урожайности, так и по товарности.

Товарность в этой группе сортов была самая низкая (77-79 %), очевидно в условиях северных территорий среднеспелые сорта не успевают сформировать урожай с высокой долей товарных клубней (более 60 мм в диаметре).

В Московской области в последнее десятилетие ограничивающим фактором роста продуктивности картофеля является неравномерность и дефицит осадков в середине вегетационного сезона. Часто наблюдающиеся кратковременные засухи снижают уровень урожайности, как это наблюдали в условиях 2015 года (табл. 60, приложение Ю1). В результате в 2015 году урожайность всех сортов картофеля была более низкая чем в 2016 и 2017 годах.

Таблица 60 – Урожайность и биохимические показатели качества продукции сортов картофеля в Московской области, среднее за 2015-2017 гг.

Сорт	Урожайность, т/га	Товарность, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Белок, %
Ранние					
Удача	41,4	92	11,9	19,1	1,1
Крепыш	41,8	95	12,2	21,7	1,3
Ломоносовский	41,3	91	12,9	20,9	1,4
Любава	38,0	95	13,4	17,4	1,2
Чароит	40,9	92	13,7	16,3	1,0
Среднее	40,7	93	12,8	19,1	1,2
Среднеранние					
Арлекин	44,7	94	16,0	22,1	1,0
Бабушка	43,1	90	15,7	22,9	1,1
Браво	48,0	90	15,3	17,3	1,2
Кортни	46,7	93	15,6	16,9	1,3
Памяти Рогачева	45,5	90	15,2	18,9	1,6

Среднее	45,6	91	15,6	19,6	1,2
Среднеспелые					
Гусар	43,8	89	16,3	24,5	1,2
Колобок	46,4	89	19,1	18,5	1,2
Накра	41,7	93	20,6	18,4	1,5
Фрителла	44,0	90	18,8	21,4	1,4
Югана	42,9	90	19,3	25,6	1,2
Среднее	43,8	90	18,8	21,7	1,3
НСР ₀₅	2,6	2,1	1,9	2,1	0,5

Урожайность сортов картофеля ранней группы спелости в этом регионе по годам исследований колебалась от 33,0 до 47,1 т/га, а в среднем была в интервале от 38,0 до 41,8 т/га, при этом товарность по годам исследований колебалась от 86 до 98 %, а в среднем – от 91 до 95 %.

Урожайность среднеранних сортов по годам исследований колебалась от 38,3 до 50,6 т/га, товарность составила 90-94 %. Среднеспелые сорта по уровню урожайности (средняя урожайность 41,7-46,4 т/га), практически, не уступали среднеранним и превосходили группу ранних сортов, но при этом товарность урожая (89-93 %) была ниже чем в первых двух группах, очевидно, как и в условиях Северных территорий среднеспелые сорта не успевают полностью реализовать свой потенциал.

В условиях Оренбургской области за годы исследований наблюдался стабильный дефицит осадков, что и являлось главным ограничивающим фактором роста величины урожая, но с учетом повышенной инсоляции в этом регионе продукция формировалась с высоким содержанием фитонутриентов (табл. 61, прил. Я1)

Таблица 61 – Урожайность и биохимические показатели качества продукции сортов картофеля в Оренбургской области, среднее за 2015-2017 гг.

Сорт	Урожайность, т/га	Товарность, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Белок, %
Ранние					
Удача	24,2	82	13,5	21,2	1,7
Крепыш	22,1	80	13,5	24,0	1,9
Ломоносовский	20,8	78	15,0	21,7	2,1
Любава	25,0	82	15,0	24,9	1,8

Чароит	27,1	83	15,2	27,3	2,0
Среднее	23,8	81	14,4	23,8	1,9
Среднеранние					
Арлекин	27,6	82	16,3	28,0	1,7
Бабушка	26,4	83	16,1	28,1	1,7
Браво	29,3	78	16,5	25,9	2,1
Кортни	27,8	82	15,8	26,7	2,0
Памяти Рогачева	26,3	84	16,7	28,4	2,4
Среднее	27,5	82	16,3	27,4	2,0
Среднеспелые					
Гусар	22,9	79	17,2	26,0	1,8
Колобок	21,7	79	18,1	23,2	1,7
Накра	24,6	78	21,7	27,6	2,4
Фрителла	24,5	80	18,8	30,8	2,2
Югана	25,4	80	20,2	32,3	1,9
Среднее	23,8	79	19,2	28,0	2,0
НСР ₀₅	1,9	1,6	2,3	2,5	0,7

Урожайность сортов картофеля ранней группы спелости в этом регионе по годам исследований колебалась от 19,1 до 28,7 т/га, товарность составляла 78-83 %. Урожайность среднеранних сортов по годам исследований колебалась от 21,6 до 32,1 т/га, товарность составляла 78-84 %.

Среднеспелые сорта были немного продуктивнее ранних (средняя урожайность 21,7-25,4 т/га), но не достигли уровня группы среднеранних сортов, как по величине урожайности, так и по товарности.

Самая низкая товарность (78-80 %) в этой группе сортов, свидетельствует о том, что в этом регионе среднеспелые сорта из-за дефицита влаги не могут формировать урожай с высокой долей товарных клубней.

6.2 Адаптивная способность перспективных сортов картофеля

Адаптивная способность сортов картофеля по урожайности в значительной степени зависит от группы спелости сорта (табл. 62). При испытании в разных эко-

лого-географических условиях высокой урожайностью выделяются сорта средне-ранней группы спелости, обладающие наиболее высокой общей адаптивной способностью (ОАС_i) и наилучшим сочетанием урожайности и стабильности в сравнении с другими группами (СЦГ_i=18,4-21,4).

Таблица 62 – Параметры адаптивной способности и стабильности сортов картофеля по урожайности клубней [X (I), т/га] (Архангельск, Москва, Оренбург, 2015-2017 годы)

Сорта	Среднее значение, X (I), т/га	ОАС _i	САС _i	Sgi, %	Кoeff. регрессии, bi	Селекц. ценность генотипа, СЦГ
Ранние						
Удача	33,0	-1,37	74,1	26,1	0,93	17,0
Крепыш	32,2	-2,20	97,2	30,6	1,07	13,9
Ломоносовский	32,0	-2,37	108,0	32,4	1,12	12,7
Любава	31,3	-3,08	42,3	20,8	0,70	19,2
Чароит	33,3	-1,08	58,5	23,0	0,83	19,1
Среднеранние						
Арлекин	36,9	2,46	74,6	23,4	0,93	20,8
Бабушка	35,3	0,86	70,5	23,8	0,91	19,7
Браво	38,8	4,39	87,5	24,1	1,02	21,4
Кортни	37,5	3,09	89,5	25,2	1,03	19,9
Памяти Рогачева	36,3	1,86	92,6	26,5	1,05	18,4
Среднеспелые						
Гусар	34,3	-0,11	111,9	30,8	1,14	14,6
Колобок	33,8	-0,58	152,7	36,5	1,34	10,9
Накра	33,0	-1,38	73,1	25,9	0,93	17,1
Фрителла	34,4	0,02	95,2	28,3	1,06	16,3
Югана	33,8	-0,58	76,9	25,9	0,95	17,5

К высокоадаптивным сортам относятся те, в которых высокая продуктивность сочетается с высокой экологической устойчивостью. Лучшим сортом для зоны испытания является сорт, который имеет максимальную урожайность в благоприятных условиях произрастания и обеспечивает её стабильность (Кильчевский А.В., Хотылева Л.В., 1997). Параметр СЦГ_i (селекционная ценность генотипа), является одним из основных, для определения адаптивности сорта. Шесть сортов из

пятнадцати (40 %) принадлежат к группе высоко адаптивных сортов – это сорта: Браво, Арлекин, Бабушка, Кортни, Любава, Чароит.

Наиболее высокой адаптивностью в среднеранней группе обладает сорт Браво (СЦГ_i=21,4). Сорт Арлекин проявляет повышенную стабильность Sgi=23,4 % в сравнении с остальными сортами этой группы. Среднепоздние сорта (кроме сорта Накра) по общей адаптивной способности превосходят раннюю группу и уступают среднеранней. Среди ранних сортов лучшей общей адаптивной способностью обладает сорт Чароит, а у среднепоздних – Фрителла. Высокой специфической адаптивной способностью характеризуются ранний сорт Ломоносовский и среднепоздние – Колобок и Гусар. Характерной особенностью всех изучаемых сортов является их низкая относительная стабильность по урожайности клубней (Sgi>21 %). Наибольшей стабильностью обладает, менее урожайный из данного набора сорт Любава (Sgi=20,8 %).

К сортам интенсивного типа относятся сорта, имеющие высокую отзывчивость при улучшении условий возделывания. Высокой отзывчивостью характеризуются сорта Колобок (bi=1,34), Гусар и Ломоносовский. Эти сорта целесообразно включать в интенсивные технологии.

Оценка параметров адаптивности по признаку «продуктивность» картофеля при испытании в различных условиях в течение ряда лет схожа с оценкой по урожайности. Высокой адаптивностью обладают сорта Арлекин, Браво, Бабушка, Кортни. Высокоотзывчивы на изменения условий среды сорта Колобок (bi=1,33) и Гусар (bi=1,15), обладающий также наибольшим показателем специфической адаптивной способности (табл. 63).

Таблица 63 – Параметры адаптивной способности и стабильности сортов картофеля по признаку «продуктивность» [X (I), г/куст] (Архангельск, Москва, Оренбург, 2015-2017 годы)

Сорта	Среднее значение, X (I), г/куст	OAC _i	CAC _i	Sgi, %	Кэфф. регрессии, bi	Селекц. ценность генотипа, СЦГ
Ранние						
Удача	751	-30,4	34369	24,7	0,93	389
Крепыш	729	-52,2	44560	28,9	1,06	317

Ломоносовский	728	-53,3	46477	29,6	1,07	307
Любава	712	-69,6	23244	21,4	0,74	414
Чароит	757	-24,3	29014	22,5	0,85	425
Среднеранние						
Арлекин	838	56,2	33996	22,0	0,93	478
Бабушка	802	20,3	31892	22,3	0,90	453
Браво	883	100,9	47759	24,8	1,08	456
Кортни	852	70,4	41772	24,0	1,04	453
Памяти Рогачева	824	42,3	43848	25,4	1,06	415
Среднеспелые						
Гусар	780	-1,7	53298	29,6	1,15	329
Колобок	769	-12,7	69383	34,3	1,33	255
Накра	747	-34,4	32250	24,0	0,89	397
Фрителла	782	0,84	42411	26,3	1,03	380
Югана	769	-12,5	35104	24,4	0,94	403

Относительная стабильность сортов (показатель Sgi) более 20 %, что указывает на низкую стабильность изучаемых сортов по данному признаку. Наибольшей стабильностью характеризуется сорт Арлекин.

Эколого-географическое изучение картофеля по элементам продуктивности (количество клубней с куста, средняя масса клубня) указывает на значительную дифференциацию сортов по этим признакам (табл. 64 и 65).

Таблица 64 – Параметры адаптивной способности и стабильности сортов картофеля по признаку «количество клубней» [X (I), шт./куст] (Архангельск, Москва, Оренбург, 2015-2017 годы)

Сорта	Среднее значение, X (I), шт./куст	OACi	CACi	Sgi, %	Кoeff. регрессии, bi	Селекц. ценность генотипа, СЦГ
Ранние						
Удача	11,6	-0,53	5,28	19,9	0,87	5,8
Крепыш	11,1	-0,98	5,86	21,8	1,01	5,1
Ломоносовский	10,9	-1,20	3,86	18,1	0,83	6,0
Любава	11,0	-1,09	2,00	12,8	0,60	7,5
Чароит	12,2	0,13	4,69	17,7	0,87	6,8
Среднеранние						
Арлекин	13,1	1,02	7,61	21,0	1,18	6,2

Бабушка	12,4	0,36	6,53	20,5	1,08	6,1
Браво	13,3	1,24	5,00	16,8	0,87	7,8
Кортни	13,4	1,36	9,78	23,3	1,29	5,7
Памяти Рогачева	12,1	0,02	6,86	21,6	1,11	5,6
Среднеспелые						
Гусар	12,2	0,13	8,19	23,4	1,20	5,1
Колобок	11,1	-0,98	5,61	21,3	0,98	5,2
Накра	11,9	-0,20	5,11	19,0	0,91	6,3
Фрителла	12,7	0,58	8,25	22,7	1,13	5,5
Югана	12,2	0,13	6,69	21,2	1,06	5,8

По количеству клубней высокой общей адаптивной способностью характеризуются сорта среднеранней группы спелости: Кортни, Браво, Арлекин, у среднеспелой группы - Фрителла. Среди ранних сортов лучшим по этому показателю является Чароит.

Относительная стабильность этого признака находится в пределах 12,8-23,4 %. Высокостабильных сортов не выделено. Доля среднестабильных ($S_{gi}=10-20$ %) сортов составляет 40%, из которых большая часть приходится на ранние сорта. Среди ранних сортов наиболее стабильным по количеству клубней является сорт Любава. В среднеранней группе выделяется сорт Браво ($S_{gi}=16,8$ %), а поздней – Накра ($S_{gi}=19,0$ %). У ранних сортов наибольшей адаптивностью обладает сорт Любава, среднеранних – Браво, среднепоздних – Накра. Высокоотзывчивыми на изменение условий выращивания по количеству клубней являются сорта Кортни, Гусар, Арлекин. Реакция этих сортов на благоприятные условия выращивания выражается в резкой прибавке количества клубней в сравнение с другими сортами.

Масса клубня является важнейшим элементом продуктивности картофеля. По результатам изучения в ряде сред в зависимости от сорта средняя масса клубня варьировала от 61,3 до 67,7 грамм (табл. 65).

По общей адаптивной способности выделены сорта Памяти Рогачева и Колобок. Для большинства сортов характерна высокая стабильность ($S_{gi}<10$ %) по признаку «средняя масса клубня». Этот признак наиболее стабилен и все сорта имеют

средний, либо высокий его уровень. Среди раннеспелых, самой высокой стабильностью обладает сорт Чароит. У среднеранних сортов (кроме Браво) средняя масса клубня является высокостабильным признаком.

Таблица 65 – Параметры адаптивной способности и стабильности сортов картофеля по признаку «средняя масса клубня» [X (I), г] (Архангельск, Москва, Оренбург, 2015-2017 годы)

Сорта	Среднее значение, X (I), г	OACi	CACi	Sgi, %	Коэфф. регрессии, bi	Селекц. ценность генотипа, СЦГ
Ранние						
Удача	64,7	0,51	34	9,1	0,94	31,3
Крепыш	64,7	0,51	42	10,1	1,37	27,6
Ломоносовский	65,3	1,18	105	15,7	2,10	6,9
Любава	63,7	-0,49	36	9,5	1,27	29,4
Чароит	61,7	-2,49	26	8,3	1,05	32,5
Среднеранние						
Арлекин	64,3	0,18	12	5,5	0,31	44,3
Бабушка	64,3	0,18	4	3,2	0,42	52,5
Браво	65,3	1,18	54	11,3	1,47	23,4
Кортни	63,3	-0,82	5	3,7	0,01	50,2
Памяти Рогачева	67,3	3,18	12	5,2	0,74	47,3
Среднеспелые						
Гусар	63,3	-0,82	17	6,6	0,85	39,6
Колобок	67,7	3,15	81	13,3	1,90	16,3
Накра	62,7	-1,49	54	11,8	1,18	20,7
Фрителла	61,3	-2,82	42	10,6	0,76	24,3
Югана	62,7	-1,49	25	8,0	0,65	34,0

Наиболее сильно реагируют на условия выращивания сорта Ломоносовский, Колобок и Браво. Реакция этих сортов позволяет в благоприятных условиях получать клубни с более высокой средней массой, а в неблагоприятных будет наблюдаться более резкое снижение их массы в сравнении с другими сортами. Наибольшая адаптивность по этому признаку характерна для сортов Памяти Рогачева, Бабушка, Кортни. Высокая отзывчивость по продуктивности и урожайности сорта Гусар связана с его стабильностью по признаку «средняя масса клубня» и высокой

отзывчивости по числу клубней. Для сорта Колобок реакция на повышение продуктивности и урожайности идет за счет увеличения средней массы клубня и в меньшей степени за счет числа клубней.

Природно-климатические условия выращивания определенным образом оказывали влияние на качество клубней. Так, в условиях Архангельской и Московской областей клубни ранних сортов содержали примерно одинаковое количество крахмала 12,7 % и 12,8 %, соответственно. Тогда как среднеранние и среднеспелые сорта в условиях Московской области накапливали крахмала больше – 16,9-22,9 % и 16,3-20,6 %, чем в условиях Архангельской области – 14,3-15,1 % и 15,6-18,5 %.

В условиях Оренбургской области содержание крахмала по всем группам сортов было существенно выше, чем в предыдущих двух регионах. Так, содержание крахмала в целом по ранним сортам составило 14,4 %, по среднеранним – 16,3 % и по среднеспелым – 19,2 %, тогда как в Архангельской области крахмалистость изменялась следующим образом: 12,7 %-14,8-17,0 %, а в Московской – 12,8 %-15,6-18,8 %, соответственно, по группам.

Для переработки картофеля на крахмал следует учитывать биологические особенности сорта, в первую очередь, группу его созревания, и почвенно-климатические условия произрастания. По всем регионам, в которых испытывались сорта, наблюдалась общая закономерность – крахмалистость картофеля увеличивалась от ранних к среднеранним и среднеспелым сортам. Так, в условиях Архангельской области наибольшая крахмалистость среди ранних сортов отмечена у Чаройта (14,1 %), тогда как в группе среднеранних этот показатель превзошли все 5 испытываемых сортов, а максимальное значение – 15,1 % было у сорта Бабушка, в группе среднеспелых наиболее крахмалистыми оказались сорта Накра – 18,5 % и Югана – 18,1 %. По Московской области по крахмалистости выделились следующие сорта: ранний, Чаройт – 13,7 %; среднеранние, Арлекин – 16,0 %, Бабушка – 15,7 %, Кортни – 15,6 %; среднеспелые, Колобок – 19,1 %, Накра – 20,6 %, Фрителла – 18,8 %, Югана – 19,3 %. По Оренбургской области отмечена наибольшая крахма-

лиственность всех испытуемых сортов, лидерами по этому показателю были следующие: среднеранние, Арлекин, Бабушка, Браво, Памяти Рогачева – от 16,1 до 16,7 %; среднеспелые, Накра, Югана – 20,2-21,7 %.

Размещение сортов в условиях Московской области обеспечило максимальный выход крахмала – от 48,4 ц/га (ранние) до 74,3 ц/га (среднеспелые), (табл. 66).

Таблица 66 – Выход крахмала в зависимости от почвенно-климатических условий выращивания и особенностей сорта, среднее за 2015-2017 гг.

Сорта	Архангельская обл.		Московская область		Оренбургская область	
	Товарная урожайность, т/га	Выход крахмала, ц/га	Товарная урожайность, т/га	Выход крахмала, ц/га	Товарная урожайность, т/га	Выход крахмала, ц/га
Ранние						
Удача	26,8	30,3	38,1	45,3	19,8	26,7
Крепыш	27,1	32,8	39,7	48,4	17,7	23,9
Ломоносовский	27,2	35,4	37,6	48,5	16,2	24,3
Любава	25,7	33,9	36,1	48,4	20,5	30,7
Чароит	28,3	38,2	37,6	51,5	22,5	34,2
Среднее	27,0	34,1	37,8	48,4	19,3	28,0
Среднеранние						
Арлекин	31,4	46,1	42,0	67,2	22,6	36,8
Бабушка	28,3	42,7	38,8	60,9	21,9	35,3
Браво	30,9	46,3	43,2	66,1	22,9	37,8
Кортни	31,2	46,2	43,4	67,7	22,8	36,0
Памяти Рогачева	29,2	41,7	40,9	62,2	22,1	36,9
Среднее	30,2	44,6	41,7	64,8	22,5	36,6
Среднеспелые						
Гусар	28,2	45,1	39,0	63,6	18,1	31,1
Колобок	25,7	43,4	41,3	78,9	17,1	30,9
Накра	25,9	47,9	38,8	79,9	19,2	41,7
Фрителла	27,5	42,9	39,6	74,4	19,6	36,8
Югана	25,9	46,9	38,6	74,5	20,3	41,0
Среднее	26,6	45,2	39,5	74,3	18,9	36,3
НСР ₀₅	2,0	4,2	2,2	4,0	1,6	3,7

В условиях Архангельской области этот показатель снизился – от 21,2 % по среднеранним до 29,5 % по ранним сортам картофеля, тогда как в условиях Оренбургской области, несмотря на высокое содержание крахмала, выход его с единицы

площади оказался самым низким, ниже на 42,1-51,1 % от уровня Московской области, что объясняется относительно низкой урожайностью и товарностью.

Можно сделать вывод – хотя по содержанию крахмала на переработку подходят многие сорта из среднеранней и среднеспелой групп спелости, однако, наибольший выход его с единицы площади наблюдался в Архангельской и Московской областях, поэтому в Оренбургской области – необходимое условие возделывания картофеля является проведение орошения.

Наиболее высокое содержание белка, как и крахмала, в сортах картофеля тоже было характерно для Оренбургской области: 1,9 %-2,0-2,0 %, далее по этому показателю шла продукция сортов, сформировавшихся в условиях Архангельской области: 1,4 %-1,5-1,5 %, и наименьшим содержанием белка характеризовались клубни сортов из Московской области: 1,2 %-1,2-1,3 %.

Наибольшим содержанием витамина С характеризовались сорта в Оренбургской области: 23,8 мг%-27,4-28,0 мг%, и, заметно ниже, но, практически, на одном уровне его содержание было в продукции Архангельской: 20,4 мг%-21,7-21,4 мг%, и Московской областей: 19,1 мг%-19,6-21,7 мг%, соответственно.

Для оценки потребительских качеств и кулинарного типа важным показателем является вкус, разваримость варёных клубней и устойчивость к потемнению мякоти. Эти показатели качества зависят от сорта, природно-климатических условий, доз и форм применяемых удобрений и других технологических приёмов (табл. 67-69).

Таблица 67 – Потребительские показатели качества и кулинарные тип сортов в Архангельской области, среднее за 2015-2017 гг.

Сорт	Разваримость	Консистенция мякоти	Мучнистость	Вкус	Водянистость	Потемнение мякоти	Сумма баллов	Кулинарный тип
Ранние								
Удача	3	3	3	3	3	3	18	А
Крепыш	5	5	5	3	5	5	28	А
Ломоносовский	5	5	5	7	5	7	34	АВ
Любава	7	5	5	5	3	3	28	А
Чароит	7	7	7	7	5	7	40	В

Среднее	5	5	5	5	4	5	30	
Среднеранние								
Арлекин	7	5	5	7	5	5	34	АВ
Бабушка	9	5	5	7	5	5	36	АВ
Браво	5	7	5	7	5	5	34	АВ
Кортни	7	7	5	9	7	7	42	В
Памяти Рогачева	5	5	5	7	7	7	36	АВ
Среднее	7	6	5	7	6	6	37	
Среднепоздние								
Гусар	5	5	5	7	5	5	32	АВ
Колобок	7	5	5	7	5	7	36	АВ
Накра	3	7	5	7	7	5	34	АВ
Фрителла	5	5	7	7	5	5	34	АВ
Югана	3	5	7	5	5	5	30	АВ
Среднее	5	5	6	7	5	5	33	

С увеличением температурного режима, при передвижении с севера на юг (из Архангельска в Оренбург) кулинарный тип картофеля разных сортов изменялся в сторону увеличения доли сортов с типом С (столовый с рассыпчатой мякотью) – для большинства блюд; типа D (столовый с очень рассыпчатой мякотью) – для пюре и смешанный тип СД.

Так, в условиях Архангельской области ранние сорта картофеля характеризовались по типу А, предназначенные в основном для приготовления салатов; типу В (столовый со связной мякотью) – для поджаривания и переработки и промежуточный тип АВ. По сумме баллов (весь комплекс характеристик) и в среднем по группе эти сорта набрали 30 баллов.

Среднеранние и среднепоздние сорта в Архангельской области также характеризовались типом А, В и смешанным АВ, в среднем по группам спелости сортов сумма баллов составила 37 и 33, соответственно.

В условиях Московской области почти все сорта картофеля также характеризовались по типу В и смешанному – АВ. Сумма баллов по 3-ем группам сортов была примерно такой же – от 33 до 38 баллов, как в Архангельской области (среднее по группам).

Таблица 68 – Потребительские показатели качества и кулинарные тип сортов образцов в Московской области, среднее за 2015-2017 гг.

Сорт	Разваримость	Консистенция мякоти	Мучнистость	Вкус	Водянистость	Потемнение мякоти	Сумма баллов	Кулинарный тип
Ранние								
Удача	5	5	5	5	3	3	26	АВ
Крепыш	7	5	5	7	5	5	34	АВ
Ломоносовский	7	7	5	7	7	7	40	В
Любава	7	5	5	5	5	3	30	АВ
Чароит	3	5	7	7	5	7	34	АВ
Среднее	6	5	5	6	5	5	33	
Среднеранние								
Арлекин	9	5	5	7	5	5	36	АВ
Бабушка	7	7	7	9	7	7	44	В
Браво	7	5	5	7	7	5	36	АВ
Кортни	7	5	7	7	7	7	40	В
Памяти Рогачева	5	3	5	5	7	7	32	АВ
Среднее	7	5	6	7	7	6	38	
Среднеспелые								
Гусар	7	7	3	5	5	7	34	АВ
Колобок	7	7	5	7	7	7	40	В
Накра	3	5	7	7	7	7	36	АВ
Фрителла	9	5	7	7	7	3	38	В
Югана	7	5	5	5	7	7	36	АВ
Среднее	7	6	5	6	7	6	37	

В Оренбургской области все сорта картофеля набрали максимально большие суммы баллов, что означает высокую разваримость кожуры и рассыпчатость мякоти, отличный вкус, низкая водянистость и слабое потемнение мякоти или полное отсутствие этого признака. Сумма баллов ранних сортов составила 46, среднеранних 47 и среднеспелых 48 баллов, т.е. кулинарный тип В [(столовый со связной мякотью) – для поджаривания и переработки], С [(столовый с рассыпчатой мякотью) – для большинства блюд], ВС, Д [(столовый с очень рассыпчатой мякотью) – для пюре] и СД. Сорта с типом А, предназначенных в основном для приготовления салатов, в условиях Оренбургской области не выявлено.

Таблица 69 – Потребительские показатели качества и кулинарные тип сортообразцов в Оренбургской области, среднее за 2015-2017 гг.

Сорт	Разваримость	Консистенция мякоти	Мучнистость	Вкус	Водянистость	Потемнение мякоти	Сумма баллов	Кулинарный тип
Ранние								
Удача	7	5	7	7	7	5	38	В
Крепыш	9	7	9	7	7	7	46	СД
Ломоносовский	7	9	7	9	9	9	50	СД
Любава	9	7	7	9	7	9	48	СД
Чароит	7	9	9	9	7	9	50	СД
Среднее	8	7	8	8	7	8	46	
Среднеранние								
Арлекин	9	7	7	9	7	7	46	СД
Бабушка	9	7	7	9	9	7	48	СД
Браво	9	7	7	9	7	9	48	СД
Кортни	7	7	9	9	9	9	50	СД
Памяти Рогачева	7	5	9	7	7	9	44	СД
Среднее	8	7	8	9	8	8	47	
Среднеспелые								
Гусар	7	7	7	9	7	9	46	СД
Колобок	9	7	9	9	9	9	52	Д
Накра	7	9	7	7	9	9	48	СД
Фрителла	9	9	9	9	9	7	52	Д
Югана	7	7	7	7	7	9	44	СД
Среднее	8	8	8	8	8	9	48	

Оценка сортов по показателям различных видов продуктов промышленной переработки показала, что в условиях Архангельской области набор сортов, продукция которых подходила бы для промышленной переработки, был небольшим. Наиболее пригодными для переработки на обжаренные картофелепродукты (фри и хрустящий картофель) были сорта: Ломоносовский (ранний); Кортни (среднеранний); Фрителла, Югана (среднеспелые) (табл. 70). Для переработки на сухое картофельное пюре (средний балл 8 и выше) наиболее пригодны оказались сорта: Ломоносовский (ранний); Бабушка и Кортни (среднеранние).

Таблица 70 – Пригодность клубней к длительному хранению и переработке (в баллах) в условиях Архангельской области

Сорт	Лёжкость, %	Обжаренные продукты				Сухое картофельное пюре				Средний балл
		Фри		Хрустящий		Сухой продукт		Восстановленное пюре		
		цвет	консистенция	цвет	консистенция	цвет	внешний вид	консистенция	Вкус	
Удача	94,1	5	5	4	5	8	7	5	6	6
Крепыш	93,7	6	5	5	6	8	7	7	7	7
Ломоносовский	94,5	7	7	8	7	8	9	7	7	8
Любава	92,9	7	6	5	7	7	7	7	6	7
Чароит	94,3	7	7	5	7	8	7	5	5	6
Среднее	93,9	6	6	5	6	8	7	6	6	7
Арлекин	94,3	5	5	5	5	8	8	5	5	6
Бабушка	94,5	5	5	6	7	9	8	7	7	8
Браво	94,0	7	7	5	7	8	7	7	7	7
Кортни	93,9	7	7	7	8	8	8	7	8	8
Памяти Рогачева	92,6	5	7	7	7	7	7	3	3	5
Среднее	93,9	6	6	6	7	8	8	5	6	7
Гусар	94,3	7	8	5	7	8	7	5	5	6
Колобок	94,5	5	7	5	6	8	8	7	7	7
Накра	93,1	7	8	6	5	8	8	5	5	6
Фрителла	91,8	7	8	7	7	8	8	6	7	7
Югана	91,3	7	8	7	8	7	7	3	5	5
Среднее	93,0	7	8	6	7	8	8	5	6	6
НСР ₀₅	0,7	1,0				1,0		1,5		

В условиях Московской области из оцененных сортов картофеля наиболее пригодными (цвет 7,5 баллов и выше) для переработки на обжаренные картофелепродукты (фри и хрустящий картофель) были следующие: Ломоносовский (ранний); Кортни, Памяти Рогачёва (среднеранние); Накра, Фрителла, Югана (средне-спелые) (табл. 71). Для переработки на сухое картофельное пюре (средний балл 8 и выше) оказались наиболее пригодны сорта: Крепыш, Ломоносовский, Любава, Чароит (ранние); Бабушка, Кортни, Памяти Рогачева (среднеранние); Гусар, Колобок, Фрителла (средне-спелые).

Таблица 71 – Пригодность клубней к длительному хранению и переработке (в баллах) в условиях Московской области

Сорт	Лёжкость, %	Обжаренные продукты				Сухое картофельное пюре				Средний балл
		Фри		Хрустящий		Сухой продукт		Восстановленное пюре		
		цвет	консистенция	цвет	консистенция	цвет	внешний вид	консистенция	Вкус	
Удача	93,8	6	7	6	8	9	8	6	6	7
Крепыш	94,9	5	5	4	5	9	8	8	8	8
Ломоносовский	94,1	7	8	9	8	9	9	7	7	8
Любава	93,9	8	7	6	8	7	9	8	8	8
Чароит	93,5	6	7	5	5	9	8	5	5	7
Среднее	94,0	6	7	6	7	9	8	7	7	8
Арлекин	93,3	5	5	5	5	7	7	3	3	5
Бабушка	93,5	5	5	6	7	9	9	5	5	7
Браво	93,0	8	7	6	7	9	7	7	7	8
Кортни	94,8	8	8	8	8	9	9	7	8	8
Памяти Рогачева	93,7	8	9	8	8	9	9	3	3	6
Среднее	93,7	7	7	7	7	9	9	5	5	7
Гусар	93,2	6	8	5	6	9	8	3	3	6
Колобок	94,3	5	5	4	5	9	9	7	8	8
Накра	93,5	9	9	7	6	9	9	3	3	6
Фрителла	93,7	8	8	8	7	9	8	6	7	8
Югана	93,5	9	8	8	8	9	9	1	3	6
Среднее	93,6	7	8	6	6	9	9	4	5	7
НСР ₀₅	0,5	1,0				1,0		1,7		

В целом по Московской области наиболее универсальными, т.е. пригодными к большинству видов переработки оказались сорта: Ломоносовский (ранний), Кортни, Памяти Рогачёва (среднеранние) и Фрителла (среднеспелый).

В условиях Оренбургской области, с высокой инсоляцией и продолжительностью периода вегетации, практически, все изучавшиеся сорта можно использовать для переработки на все виды продуктов: фри, хрустящий картофель и сухое картофельное пюре (табл. 72).

Таблица 72 – Пригодность клубней к длительному хранению и переработке (в баллах) в условиях Оренбургской области

Сорт	Лёжкасть, %	Обжаренные продукты				Сухое картофельное пюре				Средний балл
		Фри		Хрустящий		Сухой продукт		Восстановленное пюре		
		цвет	консистенция	цвет	консистенция	цвет	внешний вид	консистенция	Вкус	
Удача	94,1	7	8	7	8	8	7	7	7	7
Крепыш	94,6	7	7	7	8	9	8	8	7	8
Ломоносовский	95,1	7	8	9	8	9	9	8	7	8
Любава	94,7	8	7	7	8	8	9	8	8	8
Чароит	94,6	7	7	7	7	9	8	8	7	8
Среднее	94,6	7	7	7	8	9	8	8	7	8
Арлекин	94,3	7	7	7	8	9	9	8	7	8
Бабушка	95,7	7	8	7	8	9	9	8	7	8
Браво	95,2	9	7	9	8	9	7	9	8	8
Кортни	95,9	9	8	9	8	9	9	8	9	9
Памяти Рогачева	96,3	9	9	9	8	9	9	8	7	8
Среднее	95,5	8	8	8	8	9	9	8	8	8
Гусар	93,7	7	8	7	8	9	8	8	7	8
Колобок	94,1	7	8	7	8	9	9	7	8	8
Накра	94,7	9	9	7	9	9	9	7	6	8
Фрителла	94,6	9	8	8	8	9	8	7	7	8
Югана	94,3	7	8	8	8	9	9	8	7	8
Среднее	94,3	8	8	7	8	9	9	7	7	8
НСР ₀₅	0,7	1,0				1,0			1,3	

В Архангельской области лёжкасть на уровне 94% и выше имели сорта: Удача, Ломоносовский, Чароит (ранние); Арлекин, Бабушка, Браво, Кортни (среднеранние); Гусар, Колобок (среднеспелые). В условиях Московской области лёжкасть на уровне 94 % и выше имели сорта: Крепыш, Ломоносовский, (ранние); Кортни (среднеранний); Колобок (среднеспелый). Остальные сорта уступали по этому показателю незначительно.

В Оренбургской области, практически, все сорта картофеля характеризовались высокой лёжкастью – выше 94-95 %.

Важнейшей характеристикой сорта является его биохимический состав. Сорта, обладающие высокими показателями содержания полезных веществ, не зависимо от условий выращивания, особенно ценны. Эколого-географическое изучение картофеля по признаку «содержание крахмала» показало высокую стабильность данного признака ($S_{gi} < 10\%$) (табл. 73). Сорта ранние, среднеранние, среднепоздние различаются по уровню содержания крахмала. Среди ранних сортов наиболее высокой общей адаптивной способностью и стабильностью, а также наилучшим их сочетанием (параметр СЦГ_i) выделялся сорт Чароит. У среднеранних сортов содержание крахмала по результатам изучения в ряде регионов находилось на уровне 15,4-15,7%. Незначительные различия наблюдаются по стабильности данного признака.

Таблица 73 – Параметры адаптивной способности и стабильности сортов картофеля по признаку «содержание крахмала» [X (I), %] (Архангельск, Москва, Оренбург, 2015-2017 годы)

Сорта	Среднее значение, X (I), %	OAC _i	CAC _i	S _{gi} , %	Коефф. регрессии, b _i	Ценность генотипа, СЦГ
Ранние						
Удача	12,2	-3,5	1,29	9,3	1,23	3,3
Крепыш	12,6	-3,1	0,61	6,2	0,78	6,5
Ломоносовский	13,6	-2,1	1,40	8,7	1,12	4,3
Любава	13,9	-1,9	0,97	7,1	1,01	6,1
Чароит	14,3	-1,4	0,60	5,4	0,62	8,2
Среднеранние						
Арлекин	15,7	-0,1	0,72	5,4	0,89	9,0
Бабушка	15,6	-0,1	0,25	3,2	0,56	11,7
Браво	15,6	-0,2	0,63	5,1	0,84	9,4
Кортни	15,4	-0,3	0,28	3,4	0,56	11,3
Памяти Рогачева	15,4	-0,3	1,47	7,9	1,34	5,9
Среднепоздние						
Гусар	16,5	0,8	0,39	3,8	0,67	11,6
Колобок	18,0	2,3	1,21	6,1	0,66	9,4
Накра	20,3	4,5	2,64	8,0	1,78	7,5
Фрителла	17,7	2,0	3,41	10,4	1,78	3,2
Югана	19,2	3,5	1,11	5,5	1,17	10,9

Наибольшей стабильностью обладали сорта Бабушка и Кортни. При практически равных значениях уровня содержания крахмала, эти сорта, за счет высокой стабильности, имели более высокий показатель селекционной ценности генотипа. Среди среднепоздних сортов сорт Накра выделялся наиболее высоким содержанием крахмала, обладал высокой общей адаптивной способностью, но стабильность его не самая высокая в этой группе. Сорта Накра и Фрителла имели более сильную реакцию, при изменении условий выращивания, на накопление крахмала ($b_i=1,78$). Высокой адаптивностью обладал сорт Югана, сочетая высокое содержание крахмала и низкую изменчивость.

Эколого-географическое испытание сортов позволило оценить их экологическую изменчивость по признаку «содержание витамина С» и определить уровень стабильности. Установлено значительное разнообразие сортов по показателю относительной стабильности признака (табл. 74).

Таблица 74 – Параметры адаптивной способности и стабильности сортов картофеля по признаку «содержание витамина С» [$X(I)$, мг%] (Архангельск, Москва, Оренбург, 2015-2017 годы)

Сорта	Среднее значение, $X(I)$, мг%	OAC_i	SAC_i	Sg_i , %	Кэфф. регрессии, b_i	Селекц. ценность генотипа, СЦГ
Ранние						
Удача	20,1	-2,5	1,12	5,3	0,31	16,6
Крепыш	21,5	-1,0	6,79	12,1	0,58	13,0
Ломоносовский	21,2	-1,3	0,19	2,1	0,13	19,8
Любава	21,1	-1,5	14,08	17,8	1,08	8,8
Чароит	21,2	-1,4	21,76	22,0	1,28	6,0
Среднеранние						
Арлекин	24,6	2,0	9,40	12,5	0,93	14,6
Бабушка	24,8	2,3	8,23	11,6	0,87	15,5
Браво	21,3	-1,3	18,82	20,4	1,28	7,1
Кортни	21,0	-1,5	25,77	24,1	1,53	4,5
Памяти Рогачева	22,9	0,4	24,25	21,5	1,49	6,9
Среднепоздние						
Гусар	24,3	1,8	3,27	7,4	0,39	18,4
Колобок	20,0	-2,5	7,52	13,7	0,82	11,1
Накра	22,1	-0,4	23,59	22,0	1,47	6,3

Фрителла	24,7	2,2	27,69	21,3	1,59	7,6
Югана	27,3	4,7	19,72	16,3	1,26	12,8

Выделены два ранних сорта картофеля, обладающие высокой стабильностью – Ломоносовский (2,1 %) и Удача (5,3 %). Два сорта (Крепыш и Любава) характеризовались средней стабильностью и лишь один сорт Чароит можно отнести к экологически зависимым сортам с низким уровнем стабильности ($S_{gi}=22\%$). Наибольшей адаптивностью среди группы ранних сортов выделился Ломоносовский ($СЦГ_i=19,8$).

Среди среднеранних сортов наиболее высоким уровнем содержания витамина С характеризовались сорта Бабушка и Арлекин. Оценка по стабильности сортов показала, что высокостабильные сорта по этому признаку отсутствуют. Два сорта из пяти имели средний уровень стабильности (Арлекин, Бабушка) и три низкий. Высокая отзывчивость на изменение условий выращивания по содержанию витамина С характерна для сортов Кортни, Памяти Рогачева и Браво ($b_i>1$). Наилучшим сочетанием высокого содержания витамина С и стабильности характеризовался сорт Бабушка, который можно отнести к высокоадаптивным сортам по этому признаку.

Среднепоздние сорта характеризовались наиболее высокой дифференциацией по уровню накопления витамина С при испытании в ряде сред. Наибольшим накоплением выделялся сорт Югана (табл.74). Этот сорт имел высокую общую адаптивную способность, а также обладал высоким уровнем специфической адаптивной способности и отзывчивости на изменение условий выращивания. Два сорта из пяти (Накра и Фрителла) обладали низким уровнем стабильности и лишь один сорт (Гусар) являлся высокостабильным по этому признаку ($S_{gi}<10\%$). Наиболее высокой адаптивностью в группе среднепоздних характеризовался сорт Гусар.

Одним из наиболее ценных биохимических признаков у картофеля является содержание белка в клубнях, поэтому стабильность этого признака при выращивании в различных условиях является важнейшей. При испытании сортов картофеля

в различных экологических условиях выявлена значительная дифференциация сортов по уровню содержания белка в клубнях (табл. 75).

Таблица 75 – Параметры адаптивной способности и стабильности сортов картофеля по признаку «содержание белка» [X (I), %] (Архангельск, Москва, Оренбург, 2015-2017 годы)

Сорта	Среднее значение, X (I), %	OACi	SACi	Sgi, %	Кoeff. регрессии, bi	Селекц. ценность генотипа, СЦГ
Ранние						
Удача	1,40	-0,16	0,09	21,4	0,80	0,77
Крепыш	1,57	0,01	0,09	19,5	0,83	0,93
Ломоносовский	1,70	0,14	0,13	21,2	0,98	0,95
Любава	1,47	-0,09	0,09	20,8	0,83	0,83
Чароит	1,40	-0,16	0,28	37,8	1,44	0,30
Среднеранние						
Арлекин	1,40	-0,16	0,13	25,8	0,88	0,65
Бабушка	1,37	-0,19	0,09	22,4	0,83	0,73
Браво	1,57	0,01	0,22	30,2	1,29	0,58
Кортни	1,60	0,04	0,13	22,5	0,98	0,85
Памяти Рогачева	1,87	0,31	0,21	24,7	1,21	0,90
Среднепоздние						
Гусар	1,47	-0,09	0,09	20,8	0,83	0,83
Колобок	1,37	-0,19	0,08	21,1	0,75	0,76
Накра	1,87	0,31	0,22	25,3	1,29	0,88
Фрителла	1,77	0,21	0,16	22,8	1,10	0,92
Югана	1,53	-0,02	0,12	22,9	0,95	0,80

У ранних сортов высокую общую адаптивную способность имеет сорт Ломоносовский, у среднеранних – Памяти Рогачева, у среднепоздних – Накра. Стабильность этого признака практически для всех сортов является дефицитным свойством. К среднестабильным сортам можно отнести лишь сорт Крепыш с показателем относительная стабильность генотипа 19,5 %, а все остальные к нестабильным сортам по признаку «содержание белка». Наилучшим сочетанием стабильности и уровня содержания белка характеризуются ранние сорта Ломоносовский, Крепыш, среднеранние – Памяти Рогачева, Кортни, среднепоздние – Фрителла и Накра.

6.3 Моделирование продуктивности картофеля различных групп созревания при выращивании в разных зонах Европейской части России

Изучение нормы реакции генотипа является актуальной задачей для решения проблемы повышения промышленного производства товарного картофеля, поскольку многие факторы внешней среды являются сильными индукторами изменчивости популяционной группы. Температура, влажность, фотопериод влияют на дифференциацию фенотипической и генетической корреляционной изменчивости. Исследования нормы реакции генотипа картофеля в различных эколого-географических зонах показали различный уровень проявления реакции по изучаемым признакам. Например, с повышением температуры сверх оптимальной уменьшается количество образующихся клубней, что ведет к снижению общей урожайности и, как следствие, рентабельности производства картофеля.

В настоящее время создаются и внедряются в производство новые сорта, но норма реакции генотипа при использовании новых технологических решений не изучена в полном объеме. Это оказывает существенное влияние на рентабельность производства картофеля в целом и на привлекательность использования отечественных сортов для сельхозтоваропроизводителей, в частности.

Еще во второй половине XX века установлено, что урожайность картофеля во многом определяется соответствующим сочетанием количества выпадающих осадков и складывающимся температурным режимом. В зависимости от скороспелости сортов наибольшая урожайность картофеля в разных природных зонах обеспечивается разным соотношением температуры и осадков (Федосеев А.П., 1985). Анализ экспериментального материала, проведенный в XXI столетии, позволил установить, что картофель сортов различных групп созревания неодинаково отзывается на погодные условия как в целом за вегетационный период, так и в отдельные периоды вегетации. Доля влияния на урожайность суммы активных температур в среднем за вегетацию была в пределах 48,8-63,2 %, суммы осадков – 48,4-81,5 % в зависимости от сорта (Надежкин С.М., Жеряков Е.В., Климов А.Д., 2014).

Выделение указанных зависимостей ставит вопрос о все более активном использовании метода математического моделирования в сельскохозяйственной науке. На современном этапе задачи моделирования заключаются в выявлении регрессионных связей с определением параметров действующих факторов в условиях конкретных климатических условий для выявления лимитирующих среди них и поиска технологических приемов, обеспечивающих ослабление их отрицательного действия (Росс Ю.К., 1972).

Полученные в рамках проведенного исследования результаты позволяют провести подобное моделирование для изучения продуктивности картофеля различных групп созревания трех регионов Российской Федерации, отличающихся природно-климатическими условиями – Московской, Архангельской и Оренбургской области. Указанное моделирование строится на принципе корреляционных связей и позволяет определить оптимальные температурные и, основанные на учёте количества осадков, влажностные параметры для получения высоких урожаев картофеля различных групп созревания.

Так, корреляционный анализ взаимосвязи температурных условий с урожайностью позволил выявить, что наибольшее положительное влияние суммы температур за май-август на урожайность характерно для Архангельской области ($r=0,91-0,94$). Это существенно выше, чем для Московской области ($r=0,21-0,32$). Для условий Оренбургской области данное влияние носит отрицательную зависимость ($r= -0,51-0,82$) (табл. 76).

Таблица 76 – Корреляционная зависимость между урожайностью сортов картофеля и суммой температур (°С) в различных зонах России, 2015-2017 гг.

Группа спелости сортов	Сумма температур, °С				
	5-8*	5-6*	5-7*	6-7*	6-8*
Архангельская область					
Ранние	0,91	0,92	0,98	0,79	0,42
Среднеранние	0,93	0,79	0,99	0,85	0,53
Среднеспелые	0,94	0,90	0,95	0,80	0,39
Московская область					

Ранние	0,25	0,34	0,35	0,36	0,85
Среднеранние	0,21	-0,38	-0,24	-0,34	0,29
Среднеспелые	0,32	-0,42	-0,38	-0,48	0,27
Оренбургская область					
Ранние	-0,51	-0,99	-0,91	-0,93	-0,92
Среднеранние	-0,82	-0,99	-0,99	-0,99	-0,99
Среднеспелые	-0,53	-0,99	-0,92	-0,93	-0,93

*Примечание: 5, 6, 7, 8 – месяцы: май, июнь, июль, август

Влияние суммы осадков на продуктивность сортов картофеля за тот же период (май-август) имело противоположную по сравнению с показателем суммы температур направленность: в Архангельской области – $r=-0,94-0,97$, Московской области – $r=-0,56-0,97$; в Оренбургской области – $r=0,18-0,39$ (табл. 77).

Таблица 77 – Корреляционная зависимость между урожайностью сортов картофеля и осадками (мм) в различных зонах России, 2015-2017 гг.

Группа спелости сортов	Осадки, мм					
	5-8*	5-6*	5-7*	6-7*	6-8*	7-8*
Архангельская область						
Ранние	-0,97	-0,39	0,93	-0,81	-0,92	-0,56
Среднеранние	-0,95	-0,48	0,95	-0,72	-0,84	-0,32
Среднеспелые	-0,94	-0,32	0,91	-0,85	-0,95	-0,54
Московская область						
Ранние	-0,56	-0,16	0,98	0,52	-0,13	0,49
Среднеранние	-0,95	-0,52	0,72	-0,13	0,52	-0,15
Среднеспелые	-0,97	0,66	0,64	-0,39	0,63	-0,27
Оренбургская область						
Ранние	0,24	0,35	0,91	0,41	0,92	0,83
Среднеранние	0,39	0,52	0,92	0,70	0,89	0,44
Среднеспелые	0,18	0,19	0,95	0,38	0,95	0,81

*Примечание: 5, 6, 7, 8 – месяцы: май, июнь, июль, август

При этом, наиболее тесная положительная корреляционная зависимость между величиной урожайности сортов картофеля и суммой осадков характерна для периода с мая по июль (5-7 месяцы): для Архангельской области – $r = 0,91-0,95$; для Московской области – $r = 0,64-0,98$; для Оренбургской области – $r = 0,91-0,95$.

Если определять зависимость урожайности по месячным осадкам, то можно установить различие во влиянии осадков на продуктивность картофеля для различных регионов России.

Так, в условиях Архангельской области наблюдается усиление отрицательной зависимости урожайности от суммы осадков в начале (5-6 месяцы) и конце вегетации (6-8 месяцы), т.е. обилие осадков в эти периоды может вызвать депрессию продуктивности картофеля. В условиях Оренбургской области, наоборот, усиление осадков в конце вегетации (6-8 месяцы) обуславливает рост продуктивности картофеля.

Характер влияния величины ГТК за период вегетации имел вид, аналогичный влиянию суммы осадков: в Архангельской области ($r = -0,96-0,99$), в Московской ($r = -0,42-0,99$) и Оренбургской области ($r = 0,12-0,47$) (табл. 78, приложение А2).

Таблица 78 – Корреляционная зависимость между урожайностью сортов картофеля и ГТК в различных зонах России, 2015-2017 гг.

Группа спелости сортов	ГТК, ед.					
	5-8*	5-6*	5-7*	6-7*	6-8*	7-8*
Архангельская область						
Ранние	-0,99	-0,99	-0,99	-0,99	-0,99	-0,96
Среднеранние	-0,96	-0,95	-0,94	-0,93	-0,99	-0,91
Среднеспелые	-0,99	-0,93	-0,93	-0,99	-0,99	-0,92
Московская область						
Ранние	-0,99	-0,85	-0,89	0,15	0,16	0,91
Среднеранние	-0,63	-0,61	-0,63	0,74	0,75	0,93
Среднеспелые	-0,42	-0,42	-0,39	0,85	0,86	0,81
Оренбургская область						
Ранние	0,13	0,29	0,92	0,35	0,95	0,84
Среднеранние	0,47	0,61	0,93	0,63	0,88	0,71
Среднеспелые	0,12	0,32	0,94	0,41	0,93	0,85

*Примечание: 5, 6, 7, 8 – месяцы: май, июнь, июль, август

Для Архангельской области с увеличением ГТК (отношение суммы осадков к испарению) установлена отрицательная тесная зависимость урожайности картофеля для всего периода вегетации и отдельных месяцев, а для Московской области отрицательная зависимость в первой половине вегетации (5-6 месяцы – $r = -0,42-0,85$; 5-7 месяцы – $r = -0,39-0,89$) сменялась на усиливающуюся положительную во второй половине сезона (6-7 месяцы – $r = 0,15-0,85$, 6-8 месяцы – $r = 0,16-0,86$).

В Оренбургской области наблюдалось усиление положительной зависимости урожайности сортов картофеля от повышения величины ГТК с первой половины (5-6 месяцы – $r = 0,29-0,61$;) до конца вегетации (6-8 месяцы – $r = 0,88-0,95$; 7-8 месяцы – $r = 0,71-0,85$).

При изучении популяции сортов ранней группы спелости корреляционная изменчивость составила $r^2=0,84$, корреляция между признаком урожайность и влиянием температуры $r=0,91$ (табл. 76). Из рисунка 18 видно, что корреляция имеет линейную зависимость, в связи с чем эколого-генетическая организация признака урожайность в различных климатических зонах описывается для исследованных генотипов уравнением линейной регрессии $y=0,0142x+13,526$.

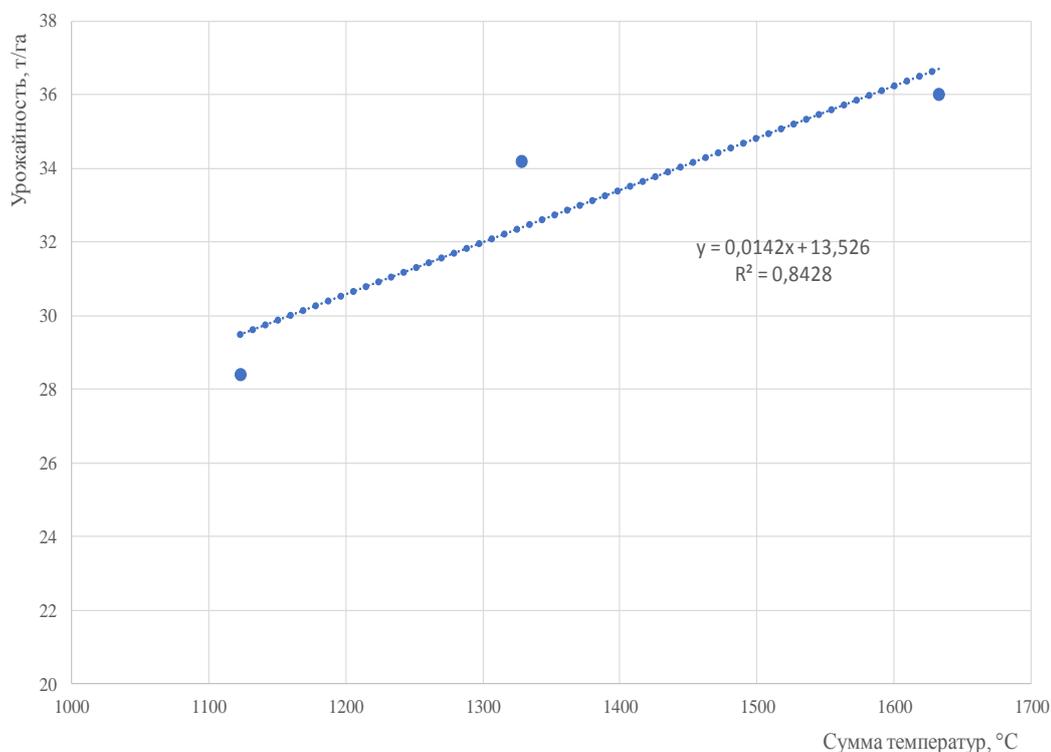


Рисунок 18 – Влияние температуры на урожайность генотипов сортов картофеля ранней группы созревания

Изучение популяции генотипов среднеранней группы сортов позволило установить, что корреляционная изменчивость $r^2=0,95$ с высокой корреляцией по изучаемым признакам $r=0,97$. Из рисунка 19 следует, что существенная корреляционная взаимосвязь по 15-ти изучаемым сортам основывается на генетической взаимосвязи проявления признака урожайности под воздействием температуры и описывается уравнением $y=0,0176x+13,796$.

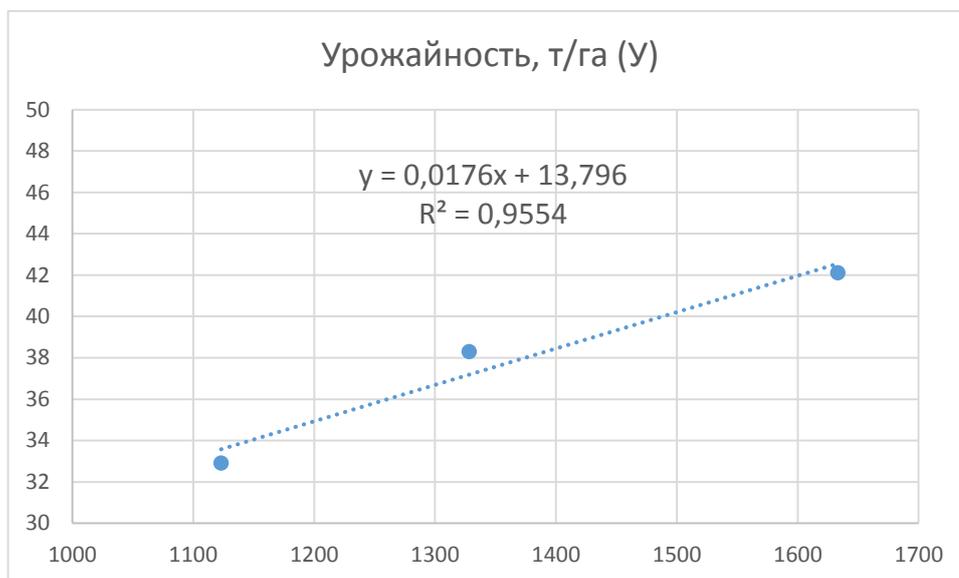


Рисунок 19 – Влияние температуры на формирование урожайности генотипов среднеранней группы созревания

Дисперсионно регрессионный анализ генотипов среднеспелой группы созревания показал генетическую корреляцию $r=0,91$ с вариабильность $r^2=1$ (рис. 20). Вариационная кривая по группе спелости имеет вид линейной прямой с выраженной вершиной. В данном случае вариационная кривая характеризует изменение урожайности при переходе критической температуры. Это позволяет установить зависимость проявления потенциала генотипа в рамках применяемых элементов технологии от температуры и спрогнозировать урожайность на основе математического уравнения линейной регрессии $y=-6E-0,5x^2+0,1941x-111,23$.

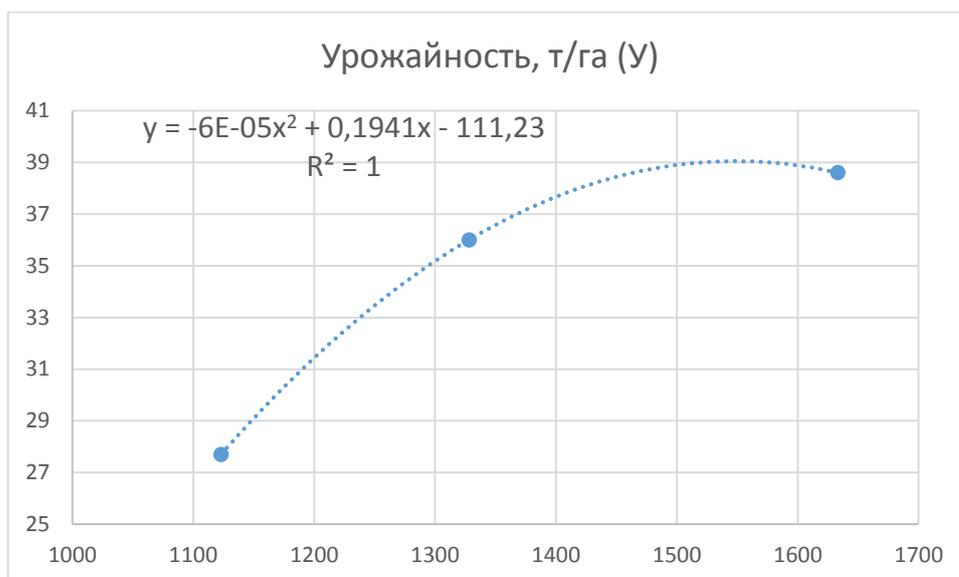


Рисунок 20 – Влияние температуры на формирование урожайности генотипов среднеспелой группы созревания

Проведенное моделирование позволяет сделать вывод, что формирование урожайности картофеля обусловлено зависимостью сортовых особенностей культуры от погодных условий в регионах его выращивания в основные периоды роста и развития растения. На основании статистических методов анализа установлено, что наибольшая доля влияния температурного и влажностного режимов на урожайность сортов картофеля любой группы спелости приходится на период всходы-бутонизация. Для картофеля ранних сортов существенное действие климатических факторов проявляется также в период посадки-всходы. Для среднеспелых и среднепоздних сортов – в период бутонизации-начала отмирания ботвы.

6.4 Экономическая и энергетическая эффективность возделывания перспективных сортов картофеля

Расчёт экономической эффективности возделывания различных сортов картофеля показал, что при возделывании всех изучаемых сортов получен условно-чистый доход и высокая рентабельность (табл. 79-81). Затраты материально-денежных средств и энергии рассчитаны по типовым технологическим картам возделывания картофеля с использованием нормативов расхода горючего, электроэнергии, затрат труда, удобрений, средств защиты и составили на 1 га –168,1 тыс. руб. или 87,9 ГДж. Для энергетической оценки применяемых основных и оборотных

средств использовались энергетические эквиваленты («Методика биоэнергетической оценки в картофелеводстве», 2000).

Таблица 79 – Сравнительная оценка экономической и биоэнергетической эффективности возделывания картофеля, Архангельская область (2015-2017 годы)

Сорт	Урожайность (т/га) с учетом товарности	Стоимость продукции с 1 га, тыс. руб.	Условно-чистый доход с 1 га, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	Условный энергетический эффект, ГДж/га	Кээ
Удача (контроль)	26,8	482,4	314,6	187,1	98,1	10,2	1,12
Крепыш	27,1	487,8	319,7	190,2	99,2	11,3	1,13
Ломоносовский	27,2	489,6	321,5	191,3	99,5	11,6	1,13
Любава	25,7	462,6	294,5	175,2	94,1	6,2	1,07
Чароит	28,3	509,4	341,3	203,0	103,6	15,7	1,18
Арлекин	31,4	565,2	397,1	236,2	114,9	27,0	1,31
Бабушка	28,3	509,4	341,3	203,0	103,6	15,7	1,18
Браво	30,9	556,2	388,1	230,9	113,1	25,2	1,29
Кортни	31,2	561,6	393,5	234,1	114,2	26,3	1,30
Памяти Рогачева	29,2	525,6	357,5	212,7	106,9	19,0	1,22
Гусар	28,2	507,6	339,5	202,0	103,2	15,3	1,17
Колобок	25,7	462,6	294,5	175,2	94,1	6,2	1,07
Накра	25,9	466,2	298,1	177,3	94,8	6,9	1,08
Фрителла	27,5	495,0	326,9	194,5	100,7	12,8	1,15
Югана	25,9	466,2	298,1	177,3	94,8	6,9	1,08

В условиях Архангельской области наибольший условно-чистый доход (388,5-397,1 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (234,1-236,2 %) получены при возделывании среднеранних сортов картофеля: Арлекин, Браво и Кортни. В Московской области максимальный условно чистый доход (568,1-613,1 тыс. руб./га) и рентабельность (337,9-364,7 %) получены также от возделывания четырех среднеранних сортов: Арлекин, Браво, Кортни, Памяти Рогачева, и одного из группы среднеспелых: Колобок, при этом соответствующие экономические показатели выросли на 44-54% по сравнению с таковыми, полученными в Архангельской области.

Таблица 80 – Сравнительная оценка экономической и биоэнергетической эффективности возделывания картофеля, Московская область (2015-2017 годы)

Сорт	Урожайность (т/га) с учетом товарности	Стоимость продукции с 1 га, тыс. руб.	Условно-чистый доход с 1 га, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	Условный энергетический эффект, ГДж/га	Кээ
Удача (контроль)	38,1	685,8	517,7	308,0	139,4	51,5	1,59
Крепыш	39,7	714,6	546,5	325,1	145,3	57,4	1,65
Ломоносовский	37,6	676,8	508,7	302,6	137,6	49,7	1,57
Любава	36,1	649,8	481,7	286,5	132,1	44,2	1,50
Чароит	37,6	676,8	508,7	302,6	137,6	49,7	1,57
Арлекин	42,0	756,0	587,9	349,7	153,7	65,8	1,75
Бабушка	38,8	698,4	530,3	315,5	142,0	54,1	1,62
Браво	43,2	777,6	609,5	362,6	158,1	70,2	1,80
Кортни	43,4	781,2	613,1	364,7	158,8	70,9	1,81
Памяти Рогачева	40,9	736,2	568,1	337,9	149,7	61,8	1,70
Гусар	39,0	702,0	533,9	317,6	142,7	54,8	1,62
Колобок	41,3	743,4	575,3	342,2	151,2	63,3	1,72
Накра	38,8	698,4	530,3	315,5	142,0	54,1	1,62
Фрителла	39,6	712,8	544,7	324,0	144,9	57,0	1,65
Югана	38,6	694,8	526,7	313,3	141,3	53,4	1,61
Югана	20,3	365,4	197,3	117,4	74,3	-13,6	0,85

В Оренбургской области максимальный условно-чистый доход (226,1-244,1 тыс. руб./га) и рентабельность (134,5-145,2 %) получены от возделывания раннего сорта Чароит и всех пяти среднеранних сортов (Арлекин, Бабушка, Браво, Кортни, Памяти Рогачева), при этом экономические показатели снизились по сравнению с Архангельской областью на 39-42 % и с Московской областью на 60 %.

Таблица 81 – Сравнительная оценка экономической и биоэнергетической эффективности возделывания картофеля, Оренбургская область (2015-2017 годы)

Сорт	Урожайность (т/га) с учетом товарности	Стоимость продукции с 1 га, тыс. руб.	Условно-чистый доход с 1 га, тыс. руб.	Уровень рентабельности, %	Получено энергии с урожаем, ГДж/га	Условный энергетический эффект, ГДж/га	Кээ
Удача (контроль)	19,8	356,4	188,3	112,0	72,5	-15,4	0,82
Крепыш	17,7	318,6	150,5	89,5	64,8	-23,1	0,74
Ломоносовский	16,2	291,6	123,5	73,5	59,3	-28,6	0,67
Любава	20,5	369,0	200,9	119,5	75,0	-12,9	0,85
Чароит	22,5	405,0	236,9	140,9	82,3	-5,6	0,94
Арлекин	22,6	406,8	238,7	142,0	82,7	-5,2	0,94
Бабушка	21,9	394,2	226,1	134,5	80,1	-7,8	0,91
Браво	22,9	412,2	244,1	145,2	83,8	-4,1	0,95
Кортни	22,8	410,4	242,3	144,1	83,4	-4,5	0,95
Памяти Рогачева	22,1	397,8	229,7	136,6	80,9	-7,0	0,92
Гусар	18,1	325,8	157,7	93,8	66,2	-21,7	0,75
Колобок	17,1	307,8	139,7	83,1	62,6	-25,3	0,71
Накра	19,2	345,6	177,5	105,6	70,3	-17,6	0,80
Фрителла	19,6	352,8	184,7	109,9	71,7	-16,2	0,82

Целью биоэнергетической оценки эффективности изучаемых сортов являлось определение степени окупаемости совокупных энергозатрат на их возделывание энергией, содержащейся в урожае. Отношение энергии, содержащейся в урожае, к энергии, затраченной на производство продукции, показало энергетическую эффективность данного сорта (Кээ).

Наиболее энергетически эффективными оказались в условиях:

- *Архангельской области* – сорта среднеранней группы: Арлекин, Браво и Кортни (Кээ 1,29-1,31);
- *Московской области* – сорта среднеранней группы: Арлекин, Браво, Кортни, Памяти Рогачева и среднеспелый сорт Колобок (Кээ 1,70-1,81);

➤ **Оренбургской области** – выделившиеся по экономическим показателям сорта Чароит, Арлекин, Бабушка, Браво, Кортни, Памяти Рогачева были энергетически не эффективными – $K_{ээ} = 0,91-0,95$, т.е. энергозатраты не окупились энергией, накопленной урожаями этих сортов – это означает, что для этого региона обязательным условием возделывания картофеля является орошение

Заключение к главе 6

Исследования на 15-ти сортах картофеля разной скороспелости в трех географических зонах, показали, что природно-климатические условия являются мощным средоформирующим фактором.

В условиях северного региона европейской части России на дерново-подзолистых почвах (Архангельская обл.) наибольшая урожайность (36,3-38,3 т/га) и товарность (78-82 %) формировалась у ранних и среднеранних сортов картофеля, сорта из среднеспелой группы вследствие недостатка суммы активных температур не смогли раскрыть полностью свой потенциал. Наибольший условно-чистый доход (388-397 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (234-236 %) получены у среднеранних сортов: Арлекин, Браво и Кортни. Продукция практически всех изучавшихся сортов пригодна больше для использования в свежем виде. Для переработки наиболее пригодны следующие сорта: Арлекин, Браво, Кортни (среднеранние) – на крахмал; Ломоносовский (ранний), Кортни (среднеранний), Фрителла, Югана (среднеспелые) – на обжаренные продукты; Ломоносовский (ранний), Бабушка и Кортни (среднеранний) – на сухое картофельное пюре.

В условиях центра Нечерноземной зоны (Московская область) на дерново-подзолистых почвах наиболее высокая урожайность (38,0-48,0 т/га) и товарность (89-95 %) картофеля, максимальный условно чистый доход (568,1-613,1 тыс. руб./га) и рентабельность (337,9-364,7 %) получены при возделывании четырех сортов из группы среднеранних: Арлекин, Браво, Кортни, Памяти Рогачева, и одного из группы среднеспелых – Колобок. Список сортов пригодных для перера-

ботки расширился до 13-ти, среди которых наиболее универсальными, т.е. пригодными к большинству видов переработки, оказались сорта: Ломоносовский (ранний), Кортни, Памяти Рогачёва (среднеранние) и Фрителла (среднеспелый).

В условиях степной зоны Южного Урала (Оренбургская область) при относительно низкой урожайности (21,7-29,3 т/га) и товарности (78-82 %) из-за дефицита осадков, практически, все изучавшиеся сорта характеризовались высокими биохимическими и потребительскими показателями, при одновременно высокой лежкости (более 95%) и возможности их использования для переработки на все виды картофелепродуктов. Однако сорта, выделившиеся по экономическим показателям – Чароит, Арлекин, Бабушка, Браво, Кортни, Памяти Рогачева, были энергетически не эффективными – $K_{ээ} = 0,91-0,95$, т.е. энергозатраты при данной технологии возделывания на богаре не окупились энергией, накопленной урожаями этих сортов, поэтому в Оренбургской области необходимым условием эффективного возделывания картофеля является орошение.

Наиболее высокой адаптивностью в среднеранней группе обладает сорт Браво, а сорт Арлекин проявляет повышенную стабильность в сравнении с остальными сортами этой группы. Среднепоздние сорта (кроме сорта Накра) по общей адаптивной способности превосходят раннюю группу и уступают среднеранней. Высокой специфической адаптивной способностью характеризуются ранний сорт Ломоносовский и среднепоздние – Колобок и Гусар. Характерной особенностью всех изучавшихся сортов являлась их низкая относительная стабильность по урожайности клубней, что указывает на усиление доли влияния правильно выбранной технологии и агротехнических приемов повышения стабильности урожаев.

К сортам интенсивного типа относятся сорта: Колобок, Гусар и Ломоносовский, имеющие высокую отзывчивость на улучшение условий возделывания, что позволяет рекомендовать их для включения в интенсивные технологии во всех изучавшихся регионах возделывания.

ГЛАВА 7 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА В СИСТЕМЕ РЫ- НОЧНЫХ ОТНОШЕНИЙ

Официальные статистические данные по производству картофеля в России показывают нестабильность его валовых сборов по годам в целом по хозяйствам всех категорий (табл. 82).

Таблица 82 – Производство и потребление картофеля на душу населения¹

Показатели	Годы				
	2000	2010	2015	2016	2017
Производство, млн т	29,5	21,1	33,6	31,1	29,6
Производство на душу населения в год, кг	201,6	147,7	229,4	211,9	201,6
Личное потребление, всего, млн т	15,80	14,80	16,43	16,60	16,56
Потребление на душу населения, кг в год	108,0	103,6	112,3	113,3	112,8
Удельный вес потребления в производстве, %	53,6	70,1	48,8	49,4	55,9

Судя по данным таблицы 82, последние годы снижается как валовой объем производства картофеля, так и его производство на душу населения и наблюдается снижение личного потребления картофеля на душу населения. Сложившаяся ситуация объясняется тем, что, начиная с 2014 года наблюдается устойчивое снижение реальных денежных доходов населения: 99,5 % в 2014 г.; 95,9 % в 2015 г.; 94,4% в 2016 г. Одновременно растет численность населения с доходами ниже величины прожиточного минимума. В 2014 г. таких граждан было 16,1 млн чел. (11,2% от общей численности населения), в 2015 г. 19,5 млн чел. (13,3%), в 2016 г. 19,6 млн чел. (13,4%)².

¹ Расчет по материалам: Российский статистический ежегодник 2017. М. Росстат. 2017. С. 377; Национальный доклад Министерства сельского хозяйства РФ. М. 2018. С. 170.

² Российский статистический ежегодник 2017. С. 51, 153.

Данные по численности населения: Федеральная служба государственной статистики.
http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#

В соответствии с Доктриной продовольственной безопасности объем производства картофеля должен составлять не менее 25 млн. тонн (по 170 кг на душу населения). Как известно, в последние годы производство картофеля устойчиво превышает 25 млн. тонн. Но основной вклад вносят личные подсобные хозяйства населения, обеспечивая свыше 90% установленного Доктриной показателя.

В этой связи разработка элементов технологий возделывания картофеля для повышения объемов его производства и качества продукции в крупных СХО и фермерских хозяйствах с привлечением отечественных сортов является важнейшей задачей Доктрины продовольственной безопасности (проблемы хозяйств населения в параграфе 7.3.).

7.1 Экономическая эффективность внедрения элементов адаптивно-биологизированной технологии возделывания картофеля по регионам России

Производственные испытания разработанных агроприемов по оптимизации технологии возделывания картофеля проводили в четырех областях России: Архангельской, Московской, Брянской и Оренбургской.

Природно-климатические условия Архангельской области позволяют получить высокий урожай этой культуры (30-40 ц/га), мало заражённый патогенами. В связи с этим, в ООО «АПК Любовское» Приморского района Архангельской области активно развивается семеноводство наиболее популярных и перспективных сортов картофеля: Ред Скарлет, Удача, Невский. Также на территории предприятия осуществляется закладка банка «здоровых» сортов картофеля (БЗСК) под руководством ФГБНУ ВНИИКХ. Связано это с наличием благоприятных фитосанитарных условий в северных территориях, основными факторами являются: отсутствие карантинных фитопатогенов и минимальный риск вирусного заражения растений в полевых условиях.

Для апробации выводов, полученных опытным путем (глава 3), был заложен производственный опыт (2018 г.) по испытанию предпосадочной обработки клубней регуляторами роста (Крезацин, Вигор Форте, Атоник плюс) и прогревания на

землях предприятия ООО «АПК «Любовское», с использованием семенного материала, произведенного в данном хозяйстве. Площадь под опытом составила 120 га после ячменя ярового и 55 га – после запашки люпина (табл. 83 и 84, приложение Б2).

Таблица 83 – Урожайность (т/га) сортов картофеля в зависимости от прогревания и регуляторов роста растений, предшественник ячмень яровой, 2018 г.

Варианты		Жуковский ран.		Удача		Лига		Ломоносовский	
		Урожайность	Прибавки*	Урожайность	Прибавки*	Урожайность	Прибавки*	Урожайность	Прибавки*
Без прогревания	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	24,9	-	25,5	-	26,0		27,1	
	Фон + Крезацин	27,0	2,1/8,4	27,3	1,8/7,0	27,8	1,8/6,9	29,3	2,2/8,1
	Фон + Вигор Форте	27,8	2,9/11,6	27,8	2,3/9,0	28,1	2,1/8,1	29,7	2,6/9,6
	Фон + Атоник	27,5	2,6/10,4	27,6	2,1/8,2	28,6	2,6/10,0	30,1	3,0/11,1
Прогревание	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	28,4	-	27,5	-	28,7	-	29,7	-
	Фон + Крезацин	30,9	2,5/9,1	29,7	2,2/7,7	31,0	2,3/8,0	32,3	2,6/8,7
	Фон + Вигор Форте	32,0	3,6/12,7	30,5	3,0/10,5	32,3	3,6/12,5	32,8	3,1/10,4
	Фон + Атоник	31,5	3,1/11,3	30,2	2,7/9,5	32,0	3,3/11,5	33,3	3,5/12,1
НСР ₀₅ сорт 1,3; НСР ₀₅ удоб 1,7; НСР ₀₅ прогрев 1,5									

Прибавки* – в числителе т/га, в знаменателе %, к соответствующему контролю

По действию на урожайность сортов картофеля прогревание и регуляторы роста (Крезацин, Вигор Форте, Атоник) имели практически равное значение, их влияние возрастало при совокупном действии, также, как и в полевом опыте I (глава 3).

Увеличение урожайности сортов в зависимости от прогревания составляло: на сорте Жуковский ранний 3,5 т/га или 14,0%, Удача – 2,0 т/га или 10,0%, Лига 2,7 т/га или 10,4%, Ломоносовский – 2,6 т/га или 9,6% к контролю.

Существенное влияние прогревания и регуляторов роста установлено на всех испытуемых сортах, причем прогревание оказалось наиболее эффективным для сорта Жуковский ранний (прибавка 3,5 т/га или 14,0%), регуляторы роста без прогревания увеличивали урожайность всех четырех сортов примерно на одну и ту же величину – 1,8-3,0 т/га или на 6,9-11,6%. Совместное действие регуляторов и

прогревания также было наиболее эффективным для Жуковского раннего, прибавка урожайности составила 6,0-7,1 т/га или 24,1-28,5% к минеральному фону без обработок. Наименее отзывчивым на проведение прогревания и обработок клубней регуляторами роста оказался сорт Удача, а наиболее – Жуковский ранний.

При выращивании этих же сортов картофеля после люпинового сидерата было установлено, что полная доза удобрений повышала урожайность по сравнению с результатами опыта после ячменя на 3,5-4,0 т/га или на 13,7-14,9%.

Таблица 84 – Урожайность (т/га) сортов картофеля в зависимости от регуляторов роста растений и заправки биомассы люпина, 2018 г.

Варианты	Жуковский ран.		Удача		Лига		Ломоносовский	
	Урожайность,	Товарность, %	Урожайность,	Товарность, %	Урожайность,	Товарность, %	Урожайность,	Товарность, %
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	28,6	79,3	29,0	76,5	29,7	77,4	31,1	76,8
N ₄₅ P ₄₅ K ₉₀ Фон	25,0	81,9	25,8	83,7	26,1	85,6	26,2	83,6
Фон + Кре- зацин	26,5	83,0	27,5	85,6	28,3	88,0	28,4	85,2
Фон + Ви- гор Форте	28,2	82,5	27,3	85,3	29,5	87,7	29,5	86,4
Фон + Ато- ник	27,3	85,6	28,7	85,9	29,3	88,5	30,2	86,7
НСР ₀₅ сорт 1,3; НСР ₀₅ удобр 1,5								

От применения половинной дозы N₄₅P₄₅K₉₀ совместно с биомассой люпина получен, практически, тот же уровень урожайности сортов картофеля – 25,0-26,2 т/га, что и от полной дозы N₉₀P₉₀K₁₃₅ после ячменя – 24,9-27,1 т/га.

Предпосадочная обработка клубней регуляторами роста увеличивала урожайность Жуковского раннего на 1,5-3,2 т/га (6,0-12,8%), Удачи – на 1,5-2,9 т/га (5,8-11,2%), Лиги – 2,2-3,4 т/га (8,4-13,0%) и Ломоносовского – на 2,2-4,0 т/га (8,4-15,3%).

На вариантах сочетания половинной дозы NPK и регуляторов роста в комплексе с биомассой люпина урожайность сортов достигала 26,5-30,2 т/га, товар-

ность 81,9-88,5%, что сопоставимо с уровнем урожайности от комплексного действия прогревания, регуляторов роста и полной дозы NPK на фоне ячменя – 32,0-33,3 т/га, товарность 83,6-87,8%.

От реализации товарной продукции с вариантов комплексной предпосадочной подготовки семенного материала (прогревание в сочетании с регуляторами роста) после ячменя условный доход составил: по с. Жуковский ранний – 72,9-82,6 тыс. руб./га, с. Удача – 46,8-59,3 тыс. руб./га, с. Лига – 57,8-72,8 тыс. руб./га и с. Ломоносовский – 63,3-78,3 тыс. руб./га.

По люпиновому пару при половинной дозе удобрений ($N_{45}P_{45}K_{90}$) и применении регуляторов роста условный доход повышался на: 13,2-36,4 тыс. руб./га по с. Жуковский ранний, 32,5-50,1 тыс. руб./га по сорту Удача, 42,0-55,6 тыс. руб./га по сорту Лига и 22,8-50,1 тыс. руб./га по сорту Ломоносовский – по сравнению с соответствующим доходом, полученным на фоне полной дозы ($N_{90}P_{90}K_{135}$) без яровизации клубней по предшественнику – ячмень яровой.

Общая прибыль от реализации продукции с комплексной яровизацией семенного материала (прогревание в сочетании с регуляторами роста) и сидерации пашни составила 4 820 тыс. рублей с учётной площади 115 гектаров.

В условиях Московской области (2018 год) производственный опыт проводили на полях КФХ «Ягудин Н.В.», в котором испытывали влияние различных доз биологически активных веществ (БАВ) Басфолиар Авант Натур СЛ и Мастер Грин К в оптимальных дозах (приложение М1). Общая площадь производственного опыта составляла 65 га под сортом Удача и 57 га под сортом Жуковский ранний.

КФХ «Ягудин Н.В.» Коломенского района Московской области является высокоэффективным хозяйством по выращиванию семенного и продовольственного картофеля, в котором особое внимание уделяется биологизации земледелия с применением минимальной пестицидной нагрузки, с целью охраны окружающей природной среды густонаселенной местности.

Особое внимание уделяют посевам сидератов: бобовые, горчица белая, рапс яровой и др. В течение вегетационного сезона на одном и том же поле сидераты

высеваются поэтапно, например, вначале весны высевается горчица, затем в середине лета к ней подсевают люпин однолетний, таким образом поле занято в течение всего сезона, что приводит к накоплению большой надземной вегетативной массы и пожнивно-корневых остатков. Это создает предпосылки для формирования мощного, рыхлого, хорошо аэрируемого пахотного слоя, что особенно важно для суглинистых почв. Осенью проводят зяблевую вспашку на глубину 25-27 см, участки с более легкими супесчаными почвами пахуют на глубину 20-22 см, предварительно хорошо измельчив сидераты.

Весной для ускорения прогревания и подсыхания почвы проводят раннее рыхление культиватором на глубину 10-16 см, а при достижении физической спелости – на 25-27 см. Такая предпосевная обработка почвы – важный технологический прием, обеспечивающий получение мелкокомковатого рыхлого пахотного слоя с выровненной поверхностью. В последние годы для подготовки почвы под картофель используют фрезерный культиватор.

Через 10 дней после посадки формируют гребни культиватором-гребнеобразователем фирмы AVR Rumpstad с последующим внесением гербицида Зенкор в дозе 0,8 кг/га при расходе рабочей жидкости 300-350 л/га. На участках, сильно засоренных пыреем и осотом, применяют дополнительные обработки Зенкором по всходам (при средней высоте растений 5-6 см) в дозе 0,3 кг/га или Титусом – 0,03-0,05 кг/га. А при засоренности вьюнком полевым, различными видами паслена при высоте растений картофеля 15-25 см применяют относительно новый гербицид Боксер в смеси с Метрибузином. Для снятия стресса растений после проведения гербицидной обработки используют различные агрохимикаты в качестве некорневых подкормок. Частично с этой целью нами были проведены опыты по некорневым опрыскиваниям органоминеральными препаратами, содержащими L аминокислоты (Басфолиар Авант Натур СЛ, Мастер Грин К и три марки Агровина).

Перед посадкой картофеля на производственном опыте в почву вносили культиватором минеральные удобрения: фон 1 ($N_{90}P_{90}K_{135}$) и фон 2 ($N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$).

Включение магния и серы в систему минерального питания ($N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$) на полях КФХ «Ягудин Н.В.» привело к повышению урожайности обоих сортов картофеля на 12,4 и 14,9% выше соответствующих значений фона 1 – $N_{90}P_{90}K_{135}$ (K_{Cl}) (табл. 41, стр. 175 и прил. М1).

Подкормки препаратами Басфолиар Авант Натур и Мастер Грин К – увеличили урожайность сорта Удача на 8,8-9,7% относительно фона $N_{90}P_{90}K_{135}$ и на 3,5-7,0% относительно фона $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$.

Урожайность сорта Жуковский ранний от проведения подкормок биологически активными препаратами (Басфолиар Авант Натур и Мастер Грин К) повысилась на 8,5-10,4% относительно фона 1 ($N_{90}P_{90}K_{135}$) и на 8,7-10,7% относительно фона 2 ($N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$). Т.е. отзывчивость более уязвимого сорта Жуковский ранний (слабо устойчив по клубням к фитофторозу) на проведение подкормок БАВ была выше, чем интенсивного сорта Удача, что объясняется особенностями иммунной системы растений.

Условный доход на сорте Удача от применения Басфолиар Авант Натур по фонам удобрений составил 60,9-68,4 тыс. руб./га, от применения Мастер Грин К – 28,0-38,9 тыс. руб./га; на сорте Жуковский ранний от применения Басфолиар Авант Натур – 51,7-63,0 тыс. руб./га, от применения Мастер Грин К – 30,4-34,3 тыс. руб./га. Очевидно, для того чтобы повысить эффективность препарата Мастер Грин К до уровня Басфолиар Авант Натур, следует увеличить его дозу с 1 л/га до 3 л/га, поскольку по своему составу оба препарата схожи.

Общая прибыль от внедрения системы минеральных удобрений с магнием и серой ($N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$) и биологически активных веществ составила: на сорте Удача – 3 139,2 тыс. рублей. На сорте Жуковский ранний – 2 556,45 тыс. рублей.

Эффективность действия карбамида УТЕС на продуктивность и крахмалистость сортов картофеля в производственных условиях проводили на полях ОАО «Погарская картофельная фабрика» Брянской области. Сегодня «Погарская картофельная фабрика» – это крупный современный комплекс, обеспечивающий весь производственный цикл мощностью до 7 тыс. тонн переработанной продукции в год, который включает: выращивание картофеля на собственных и арендованных

полях. Также идет активное сотрудничество с близлежащими фермерскими хозяйствами. Фабрика располагает современными хранилищами, которые позволяют содержать до 36 тысяч тонн картофеля, обеспечивая стабильные запасы сырья на весь год.

Картофель перерабатывается в полуфабрикаты и продукты быстрого приготовления – картофельные хлопья, гранулят, пюре и смеси. Для производства полуфабрикатов и продуктов быстрого приготовления требуются специальные сорта картофеля, которые бы характеризовались высоким содержанием крахмала. В связи с этим данные полевого опыта III (глава 4) по выращиванию 15-ти сортов картофеля на фоне минеральных удобрений со стабилизированным карбамидом являются актуальными и требуют широкого внедрения в практику.

Общая площадь производственного опыта на полях ОАО «Погарская картофельная фабрика» в 2018 году составляла 200 га или 40 га под каждым сортом: Удача, Крепыш, Голубизна, Накра и Брянский Надежный (приложение В2). Почва на опыте – дерново-подзолистая среднесуглинистая (см. гл. 2). Перед посадкой картофеля в почву вносили минеральные удобрения $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$ (вразброс, под культивацию зяби). Дозу традиционных минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$ получали смешиванием 173 кг/га аммофоса + 159 кг карбамида + 422 кг/га калимагнезии. Дозу минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$ со стабилизированным карбамидом получали смешиванием 173 кг/га аммофоса + 159 кг карбамида УТЕС 46 + 422 кг/га калимагнезии. Агротехника ухода и уборки сортов проводилась согласно технологической карте предприятия. Учет урожайности картофеля проводили на комбайне GRIMMESE-75-55 в агрегате с МТЗ-1523, отбирая с каждого 100 метрового прогона клубни в мешки, которые потом взвешивали, разбирали на структуру и определяли в них содержание крахмала. Учётные прогоны (100 м x 6 повторностей) располагались по диагонали каждого элементарного участка с сортом (20 га).

Было установлено что, урожайность, товарность и сбор крахмала среднеспелых сортов (Голубизна, Накра) и среднепозднего (Брянский надежный) были су-

щественно выше на фоне применения удобрений с карбамидом УТЕС по сравнению с аналогичными значениями на фоне традиционных минеральных удобрений (табл. 85). На ранних сортах отмечена лишь тенденция улучшения показателей от применения стабилизированного карбамида.

Таблица 85 – Продуктивность, урожайность, товарность и крахмалистость сортов картофеля в зависимости от применения стабилизированного карбамида УТЕС, 2018 г.

НРК	Сорт	Масса клубней, г/куст	Число клубней, шт.	Масса клубня, г	Урожайн. т/га	Товарн., %	Крахмал %	Сбор крахмала, ц/га
традиционные N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	Удача	852	14,7	58	37,5	83,3	12,8	39,9
	Крепыш	866	14,4	60	38,1	83,6	13,1	41,8
	Голубизна	884	14,5	61	38,9	82,2	18,6	59,5
	Накра	895	14,2	63	39,4	82,9	17,9	58,5
	Брянский надежный	870	14,5	60	38,3	83,8	21,5	69,0
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (кар- бамид УТЕС)	Удача	868	14,7	59	38,2	84,6	12,5	40,4
	Крепыш	875	14,8	59	38,5	84,1	13,0	42,1
	Голубизна	939	14,9	63	41,3	84,7	18,7	65,5
	Накра	945	14,5	65	42,2	86,2	18,0	65,5
	Брянский надежный	918	14,4	64	40,4	90,0	21,3	77,4
НСР ₀₅		21	0,3	3	1,4	5,3	1,7	6,0

Так, продуктивность ранних сортов на фоне традиционных удобрений составляла 852-866 г/куст, число клубней – 14,4-14,7 шт., средняя масса 58-60 г, и на фоне со стабилизированном карбамидом получены примерно такие же показатели: масса клубней 868-875 г, число клубней – 14,7-14,8 шт., средняя масса 59 г.

У среднеспелых-среднепоздних сортов (Голубизна, Накра, Брянский надежный) на фоне традиционных удобрений масса клубней составляла 870-895 г/куст, число клубней – 14,2-14,5 шт., средняя масса клубня 60-63 г, в то время как на фоне со стабилизированном карбамидом значения были выше: масса клубней 909-945 г, число клубней – 14,4-14,9 шт., средняя масса 63-65 г.

Урожайность сортов Голубизны, Накры и Брянского надежного на фоне со стабилизированным карбамидом выросла на 2,1-2,8 т/га или на 5,5-7,1%, тогда как

урожайность ранних сортов практически не менялась по сравнению с традиционными удобрениями.

Сбор крахмала на фоне стабилизированного карбамида по ранним сортам не увеличился, тогда как по среднеспелым-среднепоздним сортам (Голубизна, Накра, Брянский надежный) вырос на 6,0-8,4 ц/га или на 10,1-12,2% по сравнению с аналогичными величинами на фоне традиционных удобрений.

Условный доход от применения в системе удобрений карбамида УТЕС составил:

- на ранних сортах – Удача и Крепыш – 8,4-18,7 тыс. руб./га,
- на среднеспелых сортах – Голубизна, Накра – 51,4-63,4 тыс. руб./га,
- на среднепозднем сорте – Брянский надежный – 66,8 тыс. руб./га.

Общая прибыль от внедрения стабилизированного карбамида (УТЕС 46) в систему питания пяти сортов картофеля на полях ОАО «Погарская картофельная фабрика» в 2018 году составила 4 174 тыс. рублей.

Возделывание картофеля в орошаемых условиях степной зоны Южного Урала требует обязательного применения орошения и регуляторов роста растений для стимулирования развития, продуктивности и получения стабильно высокой урожайности сортов картофеля. Общая площадь производственного опыта в КФХ «Павленко С.Н.» Оренбургской области в 2018 году составляла 45, 53 и 38 га, соответственно под сортами картофеля: Удача, Жуковский ранний, Захар (I репродукция), (приложение Г2). Почва – чернозем выщелоченный. Применяли регуляторы роста: Энергия М (4 г/т семян/ 30 л воды; некорневое опрыскивание – 20 г/га), Вигор Форте (15 г/т семян/30 л воды; некорневое опрыскивание – 50 г/га), Атоник (30 мл/т семян/30 л воды; некорневое опрыскивание – 900 мл/га). На орошаемых участках проведено 7 поливов дождевальными машинами барабанного типа RM.

Урожайность испытуемых сортов картофеля: Удача, Жуковский ранний, Захар, на поливах в сочетании с применением сбалансированной дозы удобрений (46,5-50,6 т/га) и регуляторов роста (50,6-54,6 т/га) увеличилась в 3,3-3,6 раза в сравнении с таковой на участке без удобрений и богаре 13,9-15,3 т/га (табл. 86).

Таблица 86 – Урожайность (т/га, в числителе) и товарность (% в знаменателе) сортов картофеля в производственном опыте КФХ «Павленко С.Н.» Оренбургской области

Варианты	Сорт Удача		Сорт Жуковский ранний		Сорт Захар	
	Урожайность/ товарность	При- бавка	Урожайность/ товарность	При- бавка	Урожайность/ товарность	При- бавка
Фон N ₁₆₅ P ₁₂₅ K ₂₇₀	46,5/89,2	-	47,0/90,5	-	50,6/87,9	-
Фон + Энергия (клубни)	48,7/90,1	2,2	49,5/91,0	2,5	52,7/90,6	2,1
Фон + Вигор Форте (клубни)	49,0/89,7	2,5	50,0/90,6	3,0	53,0/90,1	2,4
Фон + Атоник (клубни)	48,8/90,5	2,3	49,7/91,0	2,7	53,1/90,3	2,5
Фон + Энергия (клубни + растения)	50,4/91,2	3,9	51,1/90,6	4,1	54,3/89,5	3,7
Фон + Вигор Форте (клубни + растения)	50,6/91,6	4,1	51,3/91,2	4,3	54,6/89,3	4,0
Фон + Атоник (клубни+ растения)	50,2/92,0	3,7	51,3/91,5	4,3	54,5/89,2	3,9
НСР ₀₅ сорт 1,5; НСР ₀₅ удобрения 1,8						

Сорт Захар характеризовался наибольшей урожайностью, которая составила в условиях полива 50,6-54,6 т/га, что на 3,0-4,3 т/га выше урожайности сортов Удача и Жуковский ранний на соответствующих вариантах. Урожайность картофеля с. Удача, Жуковский ранний и Захар на поливах в сочетании с удобрениями, практически, достигала запланированного уровня 46,5-50,6 т/га, товарность 87,9-90,5% и увеличивалась от предпосадочной обработки клубней регуляторами роста – на 2,1-3,0 т/га или на 4,2-6,4%, и от двукратного применения регуляторов (клубни + растения) – на 3,7-4,3 т/га или на 7,9-9,1% в сравнении с минеральным фоном.

Условный доход в условиях полива получен только от двукратной обработки регуляторами роста (клубни + растения) – 18,0-22,3 тыс. руб./га или в сумме со всей площади (27 га) 534,6 тыс. руб. по сорту Удача; 10,0-20,3 тыс. руб./га или в сумме со всей площади (36 га) 586,8 тыс. руб. по сорту Жуковский ранний; 8,7-11,9 тыс. руб./га или в сумме со всей площади (30 га) 318 тыс. руб. по сорту Захар, или со всей площади с двукратной обработкой регуляторами роста (клубни + растения) – 1 млн 439 тыс. рублей.

7.2 Состояние производства и потребления картофеля в стране

Несмотря на относительно позднее культивирование картофеля в России (200 лет назад) в народе его заслуженно называют «вторым хлебом». По объему производства картофель уступает только зерновым культурам. Начиная с 2014 г., в России снижаются реальные доходы населения, а в структуре питания увеличиваются затраты на приобретение более дешевых продуктов питания, к которым относится картофель. Индекс физического объема розничной продажи картофеля в последние годы растет.

Россия в 2016 г. произвела 31,1 млн т картофеля, это третье место в мире (8,3%). На первом месте по объему производства картофеля Китай – 99,1 млн т (26,3%), далее – Индия, 43,8 млн т (11,6%) мирового производства в 2016 г. (Данные FAOSTAT).

В РСФСР (в составе СССР) в 1940 г. было собрано 36,4 млн т картофеля, в среднем за 1981-1985 гг. – 38,4 млн т, а в 1986-1990 гг. – 31,8 млн т. С распадом СССР посевные площади под картофелем сократились. Существенное влияние на этот процесс оказала реорганизация колхозов и совхозов, приведшая к сокращению количества специализированных сельскохозяйственных машин: картофельных комбайнов и другой техники, обеспечивающей проведение сельскохозяйственных работ. Кроме того, произошло резкое снижение количества вносимых минеральных и органических удобрений. Сокращение площадей посадки картофеля в значительной степени можно объяснить влиянием рыночных отношений и падением закупочных цен у производителей, развалом кооперации, ранее скупавшей излишки картофеля у населения. Тенденция изменения основных показателей, определяющих объемы производства картофеля показаны в таблице 87.

Таблица 87 – Производственные показатели и баланс ресурсов картофеля за 2013-2017 гг.

Показатели	Годы				2017 г. в % к 2013 ³ г.
	2013	2015	2016	2017	
Посевные площади (всего), тыс. га	2137,5	2128,1	2053,3	1905,5	89,2
в том числе:					
в хозяйствах населения	1807,4	1767,9	1709,2	1605,7	88,8
в с/х организациях и КФХ	330,1	360,2	344,1	299,9	90,6
Валовой сбор (всего), млн т	30,2	33,6	31,1	29,6	98,0
в том числе:					
в хозяйствах населения	24,8	26,1	24,2	22,8	91,9
в с/х организациях и КФХ	5,4	7,5	6,9	6,8	125,9
Урожайность (всего), ц/га	141,3	157,9	151,5	155,3	109,9
в том числе:					
в хозяйствах населения	137,2	147,6	141,6	142,0	103,5
в с/х организациях и КФХ	163,6	208,2	200,5	226,7	138,5
Объем ресурсов					
Импорт, млн т	0,7	0,9	0,7	1,1	157,1
Запасы на начало года, млн т	19,8	21,9	24,3	23,8	120,2
Итого (с учетом валового сбора), млн т	50,7	56,3	56,1	54,5	107,5

В структуре посевных площадей страны картофель последние годы занимает 2,6-2,7%, при этом на сельскохозяйственные организации и фермерские хозяйства приходится 10,4% (2017 г.), а на хозяйства населения – 89,6%. Что касается изменения структуры посевных площадей картофеля по хозяйствам всех категорий, то в доминирующих по площади посева (данные официальной статистики) хозяйствах населения последние пять лет (2013-2017 гг.) идет достаточно устойчивое снижение посевных площадей, более чем на 200 тыс. гектаров и соответственно валового сбора картофеля на два миллиона тонн.

В сельскохозяйственных организациях и фермерских хозяйствах за анализируемый период площади, занимаемые картофелем, росли до 2015 г. включительно.

³ Расчет по материалам: Российский статистический ежегодник 2017. М. Росстат. 2017. С. 377. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2017 г. Госпрограммы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы. МСХ. М. 2018. С. 32, 35, 170.

Для выращивания картофеля в 2015 г. сложились достаточно благоприятные климатические условия. В результате был получен наиболее высокий за последние годы валовой сбор – 33,6 млн т, из них хозяйствами населения – 26,1 млн т (77,7%), сельхозпредприятиями и фермерами – 7,5 млн т (22,3%) при средней урожайности 158 ц/га. Это рекордный год по урожайности и валовому сбору, который выявил неподготовленность предпринимателей и государства к заготовке избыточного картофеля. В России пока не хватает хранилищ и мощностей по переработке картофеля по полному ассортименту. В результате возникли серьезные трудности с реализацией картофеля, снизились цены на продовольственный и семенной картофель, выросли потери и существенно снизилась денежная выручка. Как результат, в 2016 г. посевные площади под картофель снизились на 74,8 тыс. га (3,5%) и составили 2053,3 тыс. га, в хозяйствах населения снизили посадку картофеля на 58,7 тыс. га.

Цены на продаваемый картофель изменились по всем каналам реализации (табл. 88).

Таблица 88 – Изменения цены реализации картофеля по каналам сбыта (руб./т)

Каналы реализации	Годы			Сумма снижения цены с 2014 по 2016 гг.	
	2014	2015	2016	руб./т	в %
Оптовая торговля и для госнужд	11458	11226	8888	2570	22,4
На рынке, через свои магазины	14446	15251	12390	2056	14,2
Потребкооперации	14542	18651	8419	6123	42,1
Населению, через общественное питание	8676	8107	6042	2634	30,4
По бартеру	9751	8601	5371	4380	44,9
Средняя цена	11238	10991	8699	2539	22,6

В 2015 г. более 90% картофеля сельхозпредприятия реализовали организациям оптовой торговли по госзакупкам, на рынке всего 3%. Связана такая структура с прозрачностью и своевременностью расчетов, соблюдением договоров и помощью в транспортировке. Остальной картофель реализовывался потребкооперации, общественному питанию, и по другим каналам.

Данные таблицы 88, характеризующие каналы реализации картофеля, отражают общую тенденцию снижения закупочных цен. В среднем по всем каналам цена реализации с 2014 г. по 2016 г. уменьшилась на 22,6%. Производители на каждой тонне картофеля в среднем потеряли 2539 руб., в зависимости от роста объема реализации сумма потерь денежной выручки возрастает. Наиболее высокая цена складывается при реализации картофеля на рынке, через свои магазины, но сложности с получением постоянного места, доставкой, посредниками, работающими на рынке, и другими факторами мешают массовому использованию этого канала реализации.

Сложившаяся конъюнктура цен на картофель привела к снижению посевных площадей и объемов производства картофеля в 2017 г. по сравнению с 2016 г. По данным Министерства сельского хозяйства, снижение площади посадки картофеля уменьшило объем товарного производства картофеля в 2017 г. до 6742 тыс. т, что на 1,8% ниже уровня 2016 г. В этой ситуации рынок отреагировал ростом розничных цен, что, в условиях снижения реальных доходов населения, в социальном плане весьма нежелательная тенденция.

Если оценить изменения, происходящие за последние годы, начиная с 2010 года, то просматривается четкая тенденция сокращения производства картофеля в хозяйствах населения и его нестабильный рост в сельскохозяйственных организациях и фермерских хозяйствах. За эти годы удельный вес сельскохозяйственных организаций вырос на 3,1%, а фермерских хозяйств на 3%, хозяйства населения потеряли 6,1% валового производства картофеля.

Однако при этом следует учитывать зависимость объемов производства от конъюнктуры рыночных цен. Частные производители ориентированы, в первую очередь на получение прибыли, а не на удовлетворение потребностей населения. И

поэтому, когда с ростом производства картофеля падает розничная цена и, как следствие, закупочная, сельскохозяйственные организации и фермеры реагируют снижением посевных площадей.

Учитывая продолжающееся снижение реальных доходов населения, происходит смещение структуры питания населения в сторону более дешевых продуктов, к которым относится картофель. Снижение производства в сочетании с ростом спроса привело к увеличению отпускных цен до 12 руб. за кг⁴ и соответственно к росту розничных цен на 11,2%⁵, хотя пока картофель и остается одним из самых доступных (по цене) продуктов питания. Дело в том, что картофель относится к социально значимым товарам первой необходимости, что отмечено в Постановлении правительства в 2010 г. Это означает, что на картофель могут устанавливаться предельно допустимые розничные цены, если в течение месяца он подорожает более, чем на 30%. Предельно допустимые цены устанавливаются на 90 дней.

Структурные изменения в размерах посевных площадей хозяйств разных категорий, производящих картофель, из-за существенного роста урожайности в сельскохозяйственных организациях и фермерских хозяйствах со 163 ц/га в 2013 г. до 226 ц/га в 2017 г. за счет использования сортовых семян, современных средств защиты растений (СЗР), более высоких доз удобрений и наличия техники, позволяющей в лучшие агротехнические сроки выполнять весь комплекс работ, позволили сохранить основные параметры потребления картофеля (табл. 89).

⁴ <https://www.rbc.ru/business/21/01/2018/5a6232af9a794792e035753b>

Согласно этому же источнику, в 2017 г. из социально значимых товаров картофель подорожал на 24%. Рост цен на картофель ожидается и в 2018 г.

⁵ Игнатова О. Потянуло на сладкое. Российская газета. 11.05.2018.

Таблица 89 – Динамика показателей использования картофеля в России, млн т

Показатели	Годы					2017 г. в % к 2013 г. ⁶
	2013	2014	2015	2016	2017	
Расходы на семена	6,6	6,8	7,0	6,8	6,5	98,5
Расходы на корма	5,8	6,0	6,2	6,2	6,1	105,2
Потери	2,0	2,1	2,3	2,4	2,3	115,0
Личное потребление	16,0	16,3	16,4	16,6	16,6	103,8
Итого внутреннее по- требление	30,4	31,2	31,9	32,0	31,5	103,6
Экспорт	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	в три раза
Всего использовано	30,5	31,3	32,1	32,3	31,8	104,6
Запасы на конец года	20,2	21,8	24,3	23,8	22,7	112,4

Судя по таблице 89, наблюдается относительная стабильность с расходом картофеля на корма и семена и снижение расходов на семена в связи со снижением посевных площадей. Рост потерь картофеля в значительной мере объясняется недостатком современных хранилищ. Данные таблицы показывают рост объемов личного потребления картофеля в стране с 2015 года – начала снижения реальных доходов населения и переориентации структуры питания населения в пользу более доступной по цене продукции, к которой относится картофель.

В структуре производства картофеля в России доминирующее положение занимают хозяйства населения, и это историческая тенденция. В процессе достаточно долгого исторического периода советской власти и напряженного положения с продовольствием сложилась тенденция, когда в общем объеме производства ряда продуктов растениеводства (в т.ч. картофеля) и животноводства существенный удельный вес занимают хозяйства населения.

⁶ Расчет по материалам: Российский статистический ежегодник 2017. М. Росстат. 2017. С. 377. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2017 г. Госпрограммы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы. МСХ. М. 2018. С. 32, 35, 170.

Современный этап развития картофелеводства определяется рыночными отношениями, в которые автоматически попала и эта отрасль, без учета специфики производства. В условиях рыночных отношений компас производителей всегда направлен на ее реализации (к валовому сбору) в хозяйствах населения 17%, в сельскохозяйственной прибыли. По усредненным официальным данным, товарность картофеля (отношение объемов реализованных организаций в 2014 г. составляла 59,2%, в фермерских хозяйствах – 55,1%⁷. Низкая товарность хозяйств населения объясняется отсутствием устойчивых каналов реализации излишков и слабой потребительской кооперацией.

В 2016 г. из общего объема производства картофеля 31,1 млн т (211,9 кг на душу населения) в хозяйствах населения было собрано 24,2 млн т (77,8% общего объема), в расчете на душу населения 164,9 кг, в сельскохозяйственных организациях 4,2 млн т (по 28,6 кг на душу населения), в фермерских хозяйствах – 2,7 млн т, это по 18,4 кг на душу населения. В 2017 г. при общем валовом сборе картофеля в 29,6 млн т (201,6 кг на душу населения) на хозяйства населения пришлось 22,8 млн т, или 77,0% общего объема (по 155,3 кг на душу населения).

Доля сельскохозяйственных организаций составила 14,2% (4,2 млн т). На фермерские хозяйства и индивидуальных предпринимателей пришлось 2,6 млн т (8,8%) валового сбора картофеля. В расчете на душу населения в сельскохозяйственных организациях произведено 28,6 кг картофеля, а у фермеров – 17,7 кг.

7.3 Методические подходы к оценке уровня производства картофеля в хозяйствах населения с учетом предварительных данных Всероссийской сельскохозяйственной переписи

В соответствии с тем, что основной вклад в производство картофеля и обеспечение продовольственной безопасности страны, вносят хозяйства населения,

⁷ Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2015. Росстат. М. 2015. С. 111.

рассмотрим более подробно методические подходы к оценке валового объема картофеля в хозяйствах населения с учетом материалов Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г.⁸.

Как известно, хозяйства населения не охвачены сплошной статистической отчетностью. Если для крупных сельскохозяйственных организаций создан регистр на базе данных специализированной бухгалтерской отчетности, то по хозяйствам населения сплошного статистического наблюдения не ведется, проводятся выборочные наблюдения, данные которых затем экстраполируются. «Данные по урожайности определяются на основании бюджетного обследования ограниченного количества хозяйств, а общий объем производимой продукции получается путем умножения средней урожайности по хозяйствам, ведущим бюджетные обследования, на посевную площадь»⁹. Это приводит, как показали итоги переписи 2016 г., к завышению численности хозяйств, занимающихся сельскохозяйственным производством, завышению размера посевных площадей и, как следствие, объема производства продукции.

Кроме того, в «Методических указаниях по расчету объема и индекса производства продукции сельского хозяйства» (приказ Росстата от 06.09.2011 г. № 385) отмечается, что «объем производства сельскохозяйственной продукции определяется методом валового оборота, а это означает учет стоимости всех произведенных продуктов, в том числе и тех, которые были произведены и использованы в отчетном периоде на внутрипроизводственные нужды» (например, картофель на семена, и на корм скоту). Все это естественно приводит к завышению объемов производства.

Возможность завышения объема производимой продукции, в частности картофеля, заложены и в рекомендациях по досчету «скрываемого (занижаемого) про-

⁸ Предварительные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. по РФ. М. НИЦ Статистика России. 2017. – 290 с.

⁹ Зельднер А. Экономический механизм обеспечения продовольственной безопасности в условиях инвестиционных ограничений: опыт и проблемы. М. ИНФРА-М. 2018. С. 93.

изводства продукции индивидуальными предпринимателями». Для расчета скрытого объема продукции за счет коллективных садов и огородов используются косвенные методы, основанные на информации об отдельных фактах или сравнительном анализе данных, полученных из разных источников.

Следует отметить, что облегченный подход к определению размера посевных площадей в хозяйствах населения использовался и при Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года, при проведении переписи по хозяйствам населения допускался выборочный метод статистических наблюдений с дальнейшей экстраполяцией на всю совокупность хозяйств населения. В соответствии с утвержденной методологией по сельскохозяйственной переписи (приказ Росстата от 29.02.2016 г. № 101) «граждане, имеющие земельный участок в садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях, личные подсобные и другие индивидуальные хозяйства граждан в городских поселениях и городских округах обследовались с применением выборочного метода статистического наблюдения. Сводные данные по этим категориям хозяйств представлены с учетом распространения данных выборочной совокупности на всю генеральную совокупность»¹⁰.

Все перечисленные статистические методы досчета площадей посадки в хозяйствах населения, приводят, как правило, к завышению объемов посевных площадей и валовой продукции. Реальность этого вывода подтверждают данные Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г., согласно которым под урожай 2016 г. посевная площадь под картофелем составила в хозяйствах населения 951,8 тыс. га¹¹. По данным официальной статистической отчетности, в 2016 г. посевная площадь в хозяйствах населения была 1709,2 тыс. га¹². Разница в 757,4 тыс. га

¹⁰ Всероссийская сельскохозяйственная перепись проводилась в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 10.04.2013 г. № 316 «Об организации Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г.» (Предварительные итоги переписи... 2016 г. С. 7).

¹¹ Предварительные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. по РФ. Т. 1. М. НИЦ «Статистика России». 2017. С. 13, 43.

¹² Расчет по сборнику: Основные показатели сельского хозяйства в России в 2016 г. Росстат. М. 2017. С. 7, 9.

между данными переписи и статистики, при средней урожайности в хозяйствах населения за 2014-2016 гг. на уровне в 143,5 ц/га обеспечивает дополнительный виртуальный валовой сбор картофеля примерно в 10,9 млн т.

При валовом объеме производства картофеля в хозяйствах населения в 2016 г. 24,2 млн т удельный вес виртуального объема составил 45% за счет завышения производства в хозяйствах населения. В балансе производства и использования картофеля за 2016 г.¹³ удельный вес картофеля, идущего на личное потребление, составил 53,4% общего объема производства. Исходя из численности населения России в 2016 г. 146,8 млн человек, официальный объем потребления составил 113,1 кг на душу населения.

Проведем аналогичный расчет с учетом данных Всероссийской переписи 2016 года.

Скорректированная с учетом данных Переписи площадь посадки картофеля в хозяйствах населения с учетом складывающейся урожайности позволили рассчитать примерный объем завышения валового сбора.

Расчеты показали, что в целом по России общий объем производства картофеля в 2016 году реально был не 31,1 млн тонн, а 20,2 млн т (31,1 млн т *минус* 10,9 млн т). Исходя из баланса производства и потребления картофеля в 2016 году на личное потребление расходовалось 16,6 млн т, что составляет 53,4% валового производства. Учитывая скорректированный объем производства картофеля и удельный вес сложившегося потребления, получаем уточненный объем картофеля, идущего на личное потребление – 10,8 млн т (53,4% от 20,2 млн т). А это означает, что реальное потребление картофеля в стране составило в 2016 году 73,6 кг на душу населения. Этот показатель существенно ниже установленного в Доктрине продовольственной безопасности.

Как известно, при установлении норматива потребления учитывается структура потребления всех видов продуктов, включаемых в продовольственный набор.

¹³ Российский статистический ежегодник 2017. М. Росстат. 2017. С. 377.

При этом исходят из необходимости сбалансированности рациона питания и обеспечения его энергетической ценности. Учитывая, что картофель – это, по сути, «второй хлеб» для населения, изменение размера его потребления в определенной мере характеризует как состояние производства, так и уровня реальной платежеспособности населения.

В Продовольственной программе СССР на 1982-1990 гг. использовалась научная норма потребления по картофелю 118 кг на человека в год. Фактическое потребление в 1990 г. составило 105,7 кг на душу населения, это 96,1% к заданию подпрограммы¹⁴. Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН оценивает среднегодовое потребление картофеля в 130 кг на человека в год¹⁵.

В соответствии с методическими рекомендациями Минтруда РФ от 10.11.1992 г. для расчета величины прожиточного минимума использовалась норма потребления картофеля в 124,2 кг на душу населения (refru.ru/income27.pdf).

Министерство здравоохранения РФ установило на 2016 год нормы потребления продуктов питания, рекомендованные человеку для правильного питания, позволяющие вести активный образ жизни. Рекомендуемая рациональная норма потребления картофеля составляет 90 кг в год на человека¹⁶. По данным официальной статистической отчетности в 2016 году потреблялось 113,1 кг. Это 125,7% нормы потребления.

В реальности наши предварительные расчеты показали (с учетом данных переписи 2016 г.), что потребление картофеля на душу населения составляет 73,6 кг, что на 18,2% ниже норматива. Снижение потребления картофеля в связи с выбытием посевных площадей в хозяйствах населения наблюдается и в 2017 году. По итогам года уровень самообеспеченности России картофелем оказался ниже показателя, установленного Доктриной продовольственной безопасности, заявляла в

¹⁴ Зельднер А. Экономический механизм обеспечения продовольственной безопасности в условиях инвестиционных ограничений: опыт и проблемы. М. ИНФРА-М. 2018. С. 10.

¹⁵ <https://www.kommersant.ru/doc/3515823>

¹⁶ Приказ Минздрава России № 614 от 19.08.2016. <https://rg.ru/2016/08/25/minzdrav-obnovil-normy-potreblenia-pish...>

начале января Счетная палата, основываясь на оценке Минсельхоза. Согласно этим расчетам, Россия обеспечила себя на 90,7% при минимуме 95%¹⁷. Начался рост импорта картофеля, объем которого в 2017 году превысил 1 млн т.

Картофель переходит в разряд приоритетных проектов России. Следует отметить, что в принятой в России «Госпрограмме развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 гг.» было предусмотрено увеличение и производства картофеля с 30 до 34 млн т. Оптимально добиться такого роста можно за счет увеличения инвестиций, активизации всех факторов интенсификации, внедрения инновационных разработок в развитие семеноводства в России. В этой связи необходима комплексная программа развития картофелеводства России, создание Национального центра и сети региональных структур по картофелеводству, способных реально осуществить импортозамещение в семеноводстве и в максимальной степени обеспечить хозяйства всех категорий качественными семенами.

Учитывая возрастающую роль картофеля в питании населения России (на фоне снижения за последние пять лет реальных доходов населения), необходимо обратить самое серьезное внимание на увеличение производства картофеля в хозяйствах всех категорий, особенно в хозяйствах населения, где можно за счет оказания им содействия с приобретением сортовых семян и активизацией кооперативной деятельности с целью материально-технической помощи и обеспечения гарантий в реализации излишков картофеля, существенно увеличить производство картофеля в России.

В целом следует отметить, что на данном этапе развития хозяйства населения – важнейший источник поддержания продовольственной безопасности страны. Производящие в основном экологически чистую продукцию хозяйства населения – это гарантия жизнеспособности сельских территорий, это школа выживания и трудового воспитания. Поддержка хозяйств населения – это важнейшее условие не

¹⁷ <https://www.rbc.ru/business/21/01/2018/5a6232af9a794792e035753b>

только продовольственной, но и национальной безопасности. Вот почему необходима система государственной поддержки хозяйств населения, которая возможна за счет льготных тарифов на электроэнергию и газ, более низких цен на бензин и дизельное топливо, существенно более низких цен на минеральные удобрения, средства защиты растений и семена. Причем это должна быть дифференцированная политика: хозяйства населения, реализующие продукцию через систему потребительской кооперации и по договорам с перерабатывающими предприятиями, должны иметь льготы при приобретении промышленной продукции. Кроме того, необходимо распространить на хозяйства населения систему субсидированного кредитования под 5% годовых, введенную для сельскохозяйственных предприятий.

7.4 Организационно-экономический фактор роста производства картофеля в хозяйствах населения (результаты социологического опроса)

Снижение посевных площадей и объема производства картофеля в хозяйствах всех категорий в сочетании с «Предварительными итогами Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г.» позволили сделать предварительный вывод о том, что снижается и потребление картофеля на душу населения. Складывающаяся ситуация приводит к росту цен на картофель, а ведь это «второй хлеб» – социальный продукт, влияющий на продовольственную безопасность. В этих условиях остро встает проблема роста производства картофеля во всех категориях хозяйств, в том числе в хозяйствах населения¹⁸, обеспечивающих три четверти производства картофеля. Рост производства и потребления картофеля – системный вопрос, зависящий от инвестиций, минеральных удобрений, мелиоративных систем,

¹⁸ По данным Всероссийской переписи 2006 г. в России насчитывалось 20,2 млн хозяйств населения, осуществляющих сельскохозяйственную деятельность, спустя десять лет по предварительным итогам Всероссийской переписи 2016 г. их осталось 18,7 млн, причем из них только 3,1 млн (16,6%) хозяйств производят продукцию в товарных объемах. Из этих хозяйств 25% реализуют 37% своей продукции, от 26 до 50% – 49,3%, а свыше 50% – всего 13,7% общего объема производства.

техники и технологий и, конечно же, велика зависимость отрасли от качественных семян. По усредненным данным Минсельхоза, формирование урожая определяется наличием техники, современными технологиями – на 30%, вносимыми удобрениями и средствами защиты растений – на 25%, природными (почвенно-климатическими условиями) – на 25% и семенами – на 20%¹⁹.

Но это усредненные данные, по каждой из сельскохозяйственных культур в зависимости от почвенно-климатических условий складывается свое соотношение влияния факторов производства на урожайность. В картофелеводстве семена играют более существенную роль, они занимают высокий удельный вес в затратах, что существенно повышает себестоимость²⁰, учитывая и рост затрат на приобретение импортного семенного материала. По данным Л. Силаевой (2001), расходы на семена картофеля занимают второе место в общем объеме затрат на их производство. «Именно в основном из-за низкого качества семян, являющегося, прежде всего, следствием разного рода упущений в семеноводстве и в агротехнике возделывания картофеля, расход посевного материала в 1,5-2,5 раза выше, чем в странах с высокоразвитым картофелеводством»²¹, что естественно отражается на себестоимости картофеля.

Рост урожайности картофеля во многом определяется высокопродуктивными семенами. Качественные высокие репродукции семян, при прочих равных условиях, всегда обеспечивают, как минимум, 20-процентный рост урожайности (Анисимов Б.В., 2005; Иванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К., 2005; Анисимов Б.В., Белов Г.Л., Варицев Ю.А. и др., 2009; Анисимов Б.В., Юрлова С.М., 2011). Россия находится в существенной зависимости от импортных сортов и семян. По данным Федеральной таможенной службы, зависимость от импортных семян картофеля составляет 54%, по овощам – 80-90%, по сахарной свекле – 95%. подсол-

¹⁹ Эксперт № 16. Апрель 2016. С. 38.

²⁰ В целом по стране себестоимость картофеля из года в год растет. Среднегодовые темпы прироста себестоимости картофеля в среднем за последние пять лет составляют 7,2%.

²¹ Силаева Л. Развитие рынка картофеля в РФ. Автореферат. М. 2001. С. 28-29.

нечнику – 70%, кукурузе – 50%. В рекомендациях по данным Парламентских слушаний «О совершенствовании механизмов господдержки агропромышленного комплекса РФ» от 15.02.2018 г. отмечается, что доля импортных семян картофеля достигает 80%.

В Национальном докладе Министерства сельского хозяйства о ходе и реализации в 2017 г. госпрограммы развития сельского хозяйства в разделе 10 «Прогноз развития сельского хозяйства на 2018 г.» подчеркивается, что к замедлению темпов роста может привести «недостаточный уровень обеспечения сельхозтоваропроизводителей посадочным материалом». И совершенно обоснованно, в соответствии с Федеральной научно-технологической программой развития сельского хозяйства на 2017-2025 гг. (ФНТП), утвержденной постановлением Правительства РФ № 996 от 25.08.2017 г., в качестве первоочередных мер определено «развитие селекции и семеноводства картофеля».

Складывающаяся ситуация с производством «второго хлеба» с учетом санкций, актуализирует проблему увеличения производства картофеля во всех категориях хозяйств, включая хозяйства населения, прежде всего, за счет наращивания обеспеченности высококачественными семенами с гарантированным ростом урожайности. Если сельскохозяйственные организации и фермеры, посевные площади которых сокращаются с 2015 г., и в 2017 г. составили 299,9 тыс. га (это 15,7% общей площади, занятой картофелем), в значительной мере обеспечены качественным семенным материалом, то хозяйства населения, площадь посадки картофеля по переписи 2016 г. 952 тыс. га, реально качественным семенным материалом не обеспечены.

Как показывают наши исследования, проблема обеспечения хозяйств населения качественным (сертифицированным) семенным материалом связана не только с их наличием, но главная проблема возникает с их доставкой миллионам хозяйств населения, разбросанным по огромным пространствам России. Обеспечение хозяйств населения семенным картофелем необходимо решать одновременно с гарантией закупки излишков у производителей. Причем закупки излишков и обеспечение семенным материалом целесообразно синхронизировать. И здесь необходимо

налаживать интеграционные связи, главная из которых, по нашему мнению, воссоздание в широком плане сельскохозяйственной потребительской кооперации. Процесс развития сельскохозяйственной кредитной потребительской кооперации (СКПК) имеет ряд экономических и правовых ограничений. Сложно с кредитованием, ибо создаваемые кооперативы не имеют кредитной истории, а это для банка очень существенно. Далее, отнесение кооперации к категории некредитных финансовых организаций, регулирование деятельностью которых осуществляет ЦБ, привело к существенному росту затрат кооперативов.

Следует также иметь в виду, что СКПК не попадают под механизм льготного кредитования, используемого сельскохозяйственными организациями.

Имеется и ряд других ограничений, в системе приводящих к уменьшению количества СКПК. Кооперация не только может обеспечить закупку излишков произведенного в хозяйствах населения картофеля, но и может выступить дистрибьютером в обеспечении хозяйств населения качественными районированными семенами за счет интеграции с семеноводческими хозяйствами на коммерческих условиях²², что подтверждает проведенное нами анкетирование хозяйств населения в ряде картофелепроизводящих регионов.

По разработанной автором анкете (приложение Д2) было проведено социологическое обследование в хозяйствах населения, занимающихся выращиванием картофеля в регионах с существенным удельным весом производства картофеля. Из розданных 194 анкет в дальнейшей обработке с учетом полноты ответов на поставленные вопросы, было отобрано 153 анкеты, охватывающие 153 хозяйства населения, представляющие следующие области: Брянскую, Костромскую, Московскую, Ленинградскую, Астраханскую и республику Чувашия, производящих в целом почти 13% общего объема картофеля, Брянская область (3-е место в России в 2016 г.), производящая 1,4 млн т картофеля, в том числе 40% – в хозяйствах населения.

²² Кооперация может обеспечить скупку всех излишков сельскохозяйственной продукции, (как это уже было в СССР), тем самым обеспечив рост ее товарности.

Центральными вопросами анкеты мы считаем блок, связанный с ролью кооперации в увеличении производства и реализации картофеля. Из общего числа опрошенных респондентов 78,9% положительно отнеслись к широкому развитию кооперации. При дальнейшей обработке полученных данных мы выяснили тесноту связи между кооперацией и различными стимулами роста производства и реализации картофеля в КФХ. В схеме расчетов зависимыми переменными выступали: кооперация, связанная с реализацией излишков сельскохозяйственной продукции нормального качества, – переменная y_1 и кооперация, связанная с обеспечением КФХ семенным материалом высших категорий картофеля, – переменная y_2 . Независимыми переменными выступали: льготы на приобретение сертифицированного семенного материала картофеля, предполагающие снижение цены семян на 10% при объеме реализации кооперации до 1000 килограмм с одного хозяйства – переменная x_1 ; при увеличении реализации до 10 тонн цены на семена снижаются до 30% – переменная x_2 . Кроме того, учитывались такие переменные, как ввод временного беспроцентного кредита на приобретение семенного сертифицированного материала районированных отечественных сортов – переменная x_3 ; ввод льготного кредита на покупку минеральных удобрений – переменная x_4 ; другие стимулы – переменная x_5 .

Переменным y_1 и y_2 были присвоены расчетные значения 0,5 и 0,5 пунктов соответственно. Сумма всех стимулов принята за единицу, следовательно, доля каждого равна 0,2 пункта. Получаем, что x_1 , x_2 , x_3 , x_4 и x_5 равны по 0,2 пункта каждый, соответственно. Так как переменная x_5 (другие стимулы) не была оценена респондентами, мы ее исключили из дальнейших расчетов. Была построена матрица и рассчитана корреляционная зависимость между переменными, зависимыми и независимыми, с использованием программного обеспечения Excel (функция «Коррел»).

Обработка 153 анкет позволила выявить взаимосвязь между кооперацией, связанной с реализацией излишков сельскохозяйственной продукции нормального качества – y_1 , и всеми факторообразующими признаками (независимыми переменными x_1 , x_2 , x_3 , x_4), и взаимосвязи между кооперацией, связанной с обеспечением

КФХ семенным материалом высших категорий картофеля – y_2 , и независимыми переменными x_1, x_2, x_3 и x_4 , таблица 90.

Таблица 90 – Взаимосвязь факторообразующих переменных по y_1

Фактор	yx_1	yx_2	yx_3	yx_4	x_1x_2	x_1x_3	x_1x_4	x_2x_3	x_2x_4	x_3x_4
Оценка фактора	0,33	0,26	0,16	0,18	0,31	0,13	0,33	0,17	0,39	0,35

На основе взаимосвязи факторообразующих переменных построена квадратичная матрица, таблица 91:

Таблица 91 – Квадратичная матрица взаимосвязи факторообразующих переменных

Переменные	Y_1	X_1	X_2	X_3	X_4
Y_1	1	0,33	0,26	0,16	0,18
X_1	0,33	1	0,31	0,13	0,33
X_2	0,26	0,31	1	0,17	0,39
X_3	0,16	0,13	0,17	1	0,35
X_4	0,18	0,33	0,39	0,35	1
r_{xy}	72				

Теснота связи равна $r_{xy}72\%$ – данный результат говорит о том, что взаимосвязь между кооперацией, связанной с реализацией излишков сельскохозяйственной продукции нормального качества – y_1 и всеми факторообразующими признаками x_1, x_2, x_3, x_4 , есть и она прямая.

Далее выявлена взаимосвязь между кооперацией, связанной с обеспечением хозяйств населения семенным материалом высших категорий – переменная y_2 и льготами (x_1, x_2, x_3, x_4 – независимыми переменными), табл. 92 и 93.

Таблица 92 – Взаимосвязь факторообразующих переменных по y_2

Фактор	yx_1	yx_2	yx_3	yx_4	x_1x_2	x_1x_3	x_1x_4	x_2x_3	x_2x_4	x_3x_4
Оценка фактора	0,18	0,35	0,24	0,31	0,31	0,13	0,33	0,17	0,39	0,35

Таблица 93 – Квадратичная матрица на основе взаимосвязи факторообразующих переменных по y_2

переменная	Y2	X1	X2	X3	X4
Y2	1	0,18	0,35	0,24	0,31
X1	0,18	1	0,31	0,13	0,33
X2	0,35	0,31	1	0,17	0,39
X3	0,24	0,13	0,17	1	0,35
X4	0,31	0,33	0,39	0,35	1
R_{yx1x2}	0,70				
R^2	0,49				

Множественный коэффициент корреляции равен 0,70, т. е. 70 %. Коэффициент детерминации равен 0,49 или 49%²³. Данные результаты говорят о том, что между кооперацией, связанной с обеспечением хозяйств населения семенным материалом высших категорий – y_2 , и всеми факторообразующими признаками x_1, x_2, x_3, x_4 – связь прямая и сильная.

В заключение отметим, что для всех областей, по которым проводилось анкетирование, все надежды на рост производства КФХ связываются с развитием кооперации. Важнейшим стимулом для них служит помощь кооперации, связанная с реализацией излишков картофеля через кооперативные заготовительные пункты. Не менее сильная взаимосвязь наблюдается в заинтересованности в приобретении сертифицированного семенного материала на льготных условиях.

В предложенной нами анкете из опрошенных 153 респондентов на вопрос «Нужно ли создавать в населенных пунктах кредитно-потребительскую кооперацию по закупке сельскохозяйственной продукции?» положительно ответили 78,9%, а предпочтение в заинтересованности к кооперации, связанной с реализацией излишков и обеспечением хозяйств качественным семенным материалом разделились примерно поровну. Но общая заинтересованность в широком развитии кредитно-потребительской кооперации на селе очень высокая, и здесь следует отметить, что решение о развитии кооперации – это не только сфера деятельности реги-

²³ Методика расчета коэффициентов корреляции и детерминации изложена в приложении Д2

ональных властей (имеющих напряженный бюджет), но, в первую очередь, необходима поддержка федерального бюджета. Развитие кредитно-потребительской кооперации должно быть включено в приоритетные национальные проекты, ибо ее развитие способствует обеспечению продовольственной безопасности страны.

В целях реализации Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. N 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» утверждена Правительством РФ от 25 августа 2017 г. N 996 Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. В рамках ФНТП разработана подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства в Российской Федерации», утвержденная Постановлением Правительства РФ от 05.05.2018 N 559. Основной целью подпрограммы является обеспечение стабильного роста объемов производства и реализации высококачественного семенного картофеля современных конкурентоспособных отечественных сортов на основе применения новых высокотехнологичных российских разработок и комплексных научно-технических проектов полного инновационного цикла, формирование современной научно-технологической базы селекции и семеноводства картофеля за счет выполнения комплексных научных исследований фундаментального и прикладного характера, в том числе совершенствования и разработки агротехнологий, создания новых отечественных сортов картофеля, семеноводства (оригинальных и элитных семян) и масштабирования производства новых сортов картофеля с конкурентоспособными хозяйственно-ценными признаками по направлениям использования товарного картофеля, продуктивность, форму клубня, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам, широкий диапазон адаптивной способности к условиям произрастания.

Заключение к главе 7

Таким образом, проведенные производственные опыты по внедрению разработанных нами агроприемов: усовершенствованная система комплексного минерального питания с включением магния и серы, предпосадочная обработка клубней и некорневые подкормки биологически активными препаратами, сидерация пашни

и др., обеспечивающие повышение урожайности, товарности и качества картофеля и проведенные на общей площади 497 га пашни в хозяйствах Архангельской, Московской и Брянской областей, в общей сложности позволили получить прибыль в размере – 14,7 млн. рублей.

Возделывание трех сортов картофеля (Удача, Жуковский ранний и Захар) в условиях орошения на черноземной почве Оренбургской области (136 га), в сочетании со сбалансированной расчетной дозой минеральных удобрений ($N_{165}P_{125}K_{270}$) и предпосадочной обработкой клубней регуляторами роста растений с комплексным действием (Энергия-М, Вигор Форте, Атоник Плюс) в сочетании с некорневым опрыскиванием этими препаратами в фазу бутонизации увеличивал урожайность до 46,5-54,6 т/га, что в 3,3-3,6 раза больше в сравнении с таковой на участке без удобрений и богаре 13,9-15,3 т/га. Условный доход в условиях полива получен только от двукратной обработки регуляторами роста (клубни + растения) – 534,6 тыс. руб. по сорту Удача; 586,8 тыс. руб. по сорту Жуковский ранний; 318 тыс. руб. по сорту Захар, или со всей площади с двукратной обработкой регуляторами роста (клубни + растения) – 1 млн. 439 тыс. рублей.

Рассмотрены методические подходы к оценке валового объема картофеля в хозяйствах населения с учетом материалов Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г., которые показали наличие существенных виртуальных объемов производства картофеля в статистических данных Минсельхоза.

На данном этапе развития сельского хозяйства личные хозяйства населения – важнейший источник поддержания продовольственной безопасности страны. Производящие в основном экологически чистую продукцию хозяйства населения – это гарантия жизнеспособности сельских территорий, это школа выживания и трудового воспитания людей. Поддержка хозяйств населения – это основное условие не только продовольственной, но и национальной безопасности. Вот почему необходима система государственной поддержки хозяйств населения, которая возможна за счет льготных тарифов на электроэнергию и газ, более низких цен на бензин и дизельное топливо, существенно более низких цен на минеральные удобрения.

ния, СЗР и семена. Причем это должна быть дифференцированная политика: хозяйства населения, реализующие продукцию через систему потребительской кооперации и по договорам с перерабатывающими предприятиями, должны иметь льготы при приобретении семян, удобрений, СЗР. Развитие кредитно-потребительской кооперации России должно быть включено в приоритетные национальные проекты, ибо ее развитие способствует обеспечению продовольственной безопасности страны.

Необходимо распространить на хозяйства населения систему субсидированного кредитования под 5% годовых, введенную для сельскохозяйственных предприятий.

Учитывая возрастающую роль цифровизации, в первую очередь, телекоммуникации в повышении производительности труда и наличие дорожной карты внедрения Интернета вещей в сельском хозяйстве, целесообразно стимулировать все формы хозяйств к переходу на новые достаточно затратные технологии. Для этого целесообразно пойти на существенное снижение единого сельскохозяйственного налога на сумму затрат по цифровизации. Как вариант, следует использовать целевые государственные (федеральные) субсидии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Для целевого возделывания картофеля исследован ряд сортов: на раннюю продукцию столового назначения рекомендуются сорта из ранней и среднеранней групп спелости: Удача, Жуковский ранний, Лига, Ломоносовский, Любава, Крепыш, Чароит, Памяти Рогачева и др., в технологии возделывания, которых в зависимости от региона, включать прогревание клубней, предпосадочные обработки и некорневые подкормки БАВ; на длительное хранение картофеля использовать отечественные сорта любой группы спелости, выращенные на фоне сбалансированных относительно невысоких доз удобрений (до N_{90}) в сочетании с предпосадочными обработками и некорневыми подкормками БАВ; на переработку (крахмал) возделывать сорта из среднеспелой и среднепоздней групп спелости: Колобок, Накра, Никулинский, Брянский надежный.

2. Применение минеральных удобрений в дозах $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$ или $N_{165}P_{125}K_{270}$ на поливе при возделывании отечественных сортов картофеля Лига, Ломоносовский, Удача, Жуковский ранний, Крепыш, Любава, Чароит, Захар и др. в условиях северной и центральной части Европейской территории, степной зоны Южного Урала, способствует получению высоких урожаев 40-50 т/га. Внесение карбамида УТЕС46 в сочетании с фосфорно-калийными удобрениями в дозе $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$, или удобрений на основе цеолита в дозах $N_{40}P_{60}K_{60}Si_1$ - $N_{80}P_{120}K_{120}Si_2$, обеспечивает формирование стабильно высокой урожайности и товарности, повышение выхода крахмала, сопротивляемости болезням и окупаемости 1 кг НРК прибавкой урожая. Стабилизированный карбамид УТЕС46 увеличивает продуктивность среднеспелых и среднепоздних сортов: Колобок, Накра, Никулинский, Брянский надежный, на 12-17% и выход крахмала с единицы площади на 30-60% в сравнении с сортами ранней и среднеранней групп спелости на фоне традиционных удобрений.

3. Экономически и экологически оправданным элементом современных технологий являются некорневые обработки вегетирующих растений органоминеральными препаратами на основе L аминокислот: Басфолиар Авант Натур, Мастер Грин К, Агровин Са, Агровин Mg-Zn-B, Агровин Микро, применение которых повышало продуктивность картофеля, выход семенной фракции клубней и сбор крахмала с единицы площади, улучшало потребительские качества. Препараты на основе L аминокислот выполняли антистрессовую и иммуностимулирующую функцию, повышая сопротивляемость болезням, и снижали негативное воздействие гербицидов. Двукратные обработки Агровин Микро (клубни) и некорневые опрыскивания Агровин Микро / Агровин Mg-Zn-B (растения), освобождали клубни от инфекции до уровня, разрешенного ГОСТом 53136-2008 «Картофель семенной» для оригинальных семян (ОС), элитных семян (ЭС) и репродукционной категории картофеля РС (3-5%).

4. Предпосадочная подготовка семенного материала, особенно в северной части Европейской территории России – необходимый элемент рентабельной технологии возделывания картофеля. Прогревание клубней в сочетании с обработкой регуляторами роста комплексного действия (Крезацин, Вигор Форте, Атоник) на фоне минеральных удобрений в дозах $N_{90}P_{90}K_{135}$ ускоряло появление всходов на 5-7 дней, увеличивало товарную урожайность до 38,5-39,3 т/га (сорт Лига) и 41,7-42,9 т/га (сорт Ломоносовский) или на 8,2-9,7 т/га (26-29%), снижало себестоимость продукции на 17%, увеличивало доход в 1,9-2,0 раза, повышало окупаемость затрат на 40-52% и уровень рентабельности производства в 1,4-1,8 раза по сравнению с минеральным фоном без обработок. Обработка клубней в сочетании с некорневыми опрыскиваниями микробиологическими препаратами, такими как Азолен, Биокомпозит-коррект, Экстрасол, Байкал, Азотовит, Фосфатовит, Агринос «1» и Агринос «2» необходимы для: 1. активизации минерального питания растений, формирования и накопления урожая с заданными параметрами качества; 2. профилактической и реальной защиты от болезней, повышения лежкости во время хранения; 3. повышения биологической активности почвы и усвояемости питательных веществ.

5. Элементами биологизации являлись все вышеперечисленные органические, минеральные, микробиологические препараты и сидераты. Использование люпина однолетнего на зеленое удобрение снижало засоренность посадок картофеля и повышало биологическую эффективность минеральных удобрений и регуляторов роста. Применение половинной дозы $N_{45}P_{45}K_{70}$ и предпосадочной обработки клубней регуляторами роста растений (Вигор Форте, Атоник) на фоне заправки биомассы люпина позволило получить урожайность картофеля на уровне 41,0-41,5 т/га, что соответствовало действию полной дозы удобрений $N_{90}P_{90}K_{135}$, регуляторов роста и прогревания клубней – 41,7-42,9 т/га.

6. В степной зоне Южного Урала орошение в сочетании с расчетной дозой минеральных удобрений $N_{165}P_{125}K_{270}$ и регуляторами роста (обработка клубней в комплексе с некорневым опрыскиванием растений) позволило получать высокую урожайность (40,2-52,9 т/га) и товарность (92,0-96,8%), улучшать качество продукции и повышать выход крахмала с единицы площади. Величина условного дохода повышалась на сорте Удача в 8,5-30,5 раз [в вариантах: Вигор Форте (клубни + растения) и Энергия-М по клубням]; на сорте Жуковский ранний – в 7,8-22,7 раза, соответственно аналогичных вариантов на богаре. Применение регулятора роста Вигор Форте (клубни + некорневая обработка растений) на фоне $N_{165}P_{125}K_{270}$ в сочетании с поливами повышало величину условного дохода на 44-50% (Жуковский ранний и Удача), окупаемость затрат – на 22-25%, снижало себестоимость продукции – на 16% в сравнении с аналогичными показателями минерального фона.

7. По результатам опыта на 15-ти сортах картофеля, проведенного в трех географических точках, установлено, что наибольшая урожайность (36-38 т/га) в условиях Севера (Архангельская область) формировалась у ранних и среднеранних сортов. Наибольший условно-чистый доход (388-397 тыс. руб./га) и уровень рентабельности (234-236%) получены от среднеранних сортов: Арлекин, Браво, Кортни. В условиях центра Нечерноземной зоны (Московская область) наиболее высокая урожайность (38-48 т/га) и товарность (89-95%) картофеля, максимальный условно чистый доход (568,1-613,1 тыс. руб./га) и рентабельность (337,9-364,7%) получены также при возделывании среднеранних: Арлекин, Браво, Кортни, Памяти Рогачева,

и среднеспелого сорта Колобок. Пригодными к большинству видов переработки оказались сорта: Ломоносовский (ранний), Кортни, Памяти Рогачёва (среднеранние) и Фрителла (среднеспелый). В условиях степной зоны Южного Урала (Оренбургская область) практически, все изучавшиеся сорта характеризовались высокими биохимическими, потребительскими показателями и лежкостью (более 95%), при возможности их использования для переработки на все виды картофелепродуктов. Однако сорта, выделившиеся по экономическим показателям – Чароит, Арлекин, Бабушка, Bravo, Кортни, Памяти Рогачева, были энергетически не эффективными – $K_{ээ} = 0,91-0,95$, т.е. энергозатраты не окупились энергией, накопленной урожаями, поэтому в Оренбургской области необходимым условием возделывания картофеля является орошение, доля влияния которого более 65%. Высокой отзывчивостью на улучшение условий возделывания характеризовались сорта Колобок, Гусар и Ломоносовский, что позволяет рекомендовать их для включения в интенсивные технологии.

8. На основании статистических методов анализа установлено, что наибольшая доля влияния температурного и влажностного режимов на урожайность всех сортов приходится на период всходы - бутонизация. Для картофеля ранних сортов существенное действие климатических факторов проявляется и в период посадки - всходов, для среднеспелых и среднепоздних сортов – в период бутонизации - начала отмирания ботвы.

9. Производственные опыты по внедрению разработанных агроприемов: система комплексного минерального питания с включением магния и серы, стабилизированного карбамида, удобрений с кремнием, предпосадочная обработка клубней и некорневые подкормки биологически активными препаратами, сидерация пашни и др., обеспечивающие повышение урожайности, товарности и качества картофеля и проведенные на общей площади 497 га пашни в хозяйствах Архангельской, Московской и Брянской областей, позволили получить прибыль в размере – 14,7 млн. рублей.

10. Возделывание сортов картофеля: Удача, Жуковский ранний, Захар, в условиях орошения на черноземной почве Оренбургской области (136 га), в

сочетании с расчетной дозой удобрений ($N_{165}P_{125}K_{270}$) и предпосадочной обработкой клубней регуляторами роста растений (Энергия-М, Вигор Форте, Атоник Плюс) в сочетании с некорневым опрыскиванием этими препаратами в фазу бутонизации увеличивало урожайность до 46,5-54,6 т/га, что в 3,3-3,6 раза больше в сравнении с таковой на участке без удобрений и богаре 13,9-15,3 т/га. Условный доход в условиях полива получен только от двукратной обработки регуляторами роста (клубни + растения) – 318-534,6 тыс. руб./га или со всей площади 1 млн. 439 тыс. рублей.

11. На данном этапе развития сельского хозяйства личные хозяйства населения – важнейший источник поддержания продовольственной безопасности страны. Производящие в основном экологически чистую продукцию хозяйства населения – это гарантия жизнеспособности сельских территорий. Поддержка хозяйств населения – это основное условие не только продовольственной, но и национальной безопасности России.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

1. В северной части Европейской территории России предпосадочное прогревание клубней (за 30 дней до посадки) в сочетании с обработкой регуляторами комплексного действия (Крезацин, Вигор Форте, Атоник) на фоне сбалансированных доз минеральных удобрений ($N_{90}P_{90}K_{135}$) или введение люпинового пара в сочетании с половинной дозой удобрений ($N_{45}P_{45}K_{70}$) и предпосадочной обработкой клубней теми же регуляторами роста растений – являются приемами, увеличивающими урожайность и товарность, доход и уровень рентабельности производства, снижающих себестоимость продукции по сравнению с минеральным фоном без предварительной подготовки семенного материала и сидерации пашни.

2. В центральном регионе – рекомендуются сбалансированные дозы минеральных серосодержащих удобрений $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$ в сочетании с биологически активными препаратами на основе L аминокислот: Басфолиар Авант Натур, Мастер Грин К, Агровин Са, Агровин Mg-Zn-B, Агровин Микро для обработки се-

менного материала и некорневых подкормок; в хозяйствах с высокой интенсификацией производства следует применять микробиологические препараты (Азолен, Биокомпозит-коррект, Экстрасол, Байкал, Азотовит, Фосфатовит, Агринос «1» и Агринос «2») как для обработки клубней, так и некорневых обработок, что повышает биологическую активность почвы, коэффициенты использования элементов питания, урожайность и качество продукции, позволяет снижать дозы NPK на 30% от рекомендованных уровней.

3. Использование новых форм минеральных удобрений с добавлением кремния в дозах $N_{40}P_{60}K_{60}Si_1$ - $N_{80}P_{120}K_{120}Si_2$ позволяет экономить расход питательных веществ на построение высокой урожайности картофеля.

4. Для переработки на крахмал использовать отечественные среднеспелые сорта картофеля (Колобок, Накра, Никулинский, Брянский надежный и др.) с включением в их систему питания новой формы азотных удобрений – стабилизированный карбамид УТЕС46.

5. В степной зоне Южного Урала – поддержание уровня предполивной влажности почвы 75-80% НВ за счет регулярных поливов (6-7 поливов за сезон), внесение расчетной дозы удобрений ($N_{165}P_{125}K_{270}$) в сочетании с двукратной обработкой регуляторами роста растений: Энергия-М, Вигор Форте, Атоник (предпосадочная обработка клубней в комплексе с некорневым опрыскиванием растений) – обеспечивает стабильно высокую урожайность (50 т/га и выше) с хорошим качеством продукции.

6. В интенсивные технологии включать сорта с высокой адаптивной способностью: Колобок, Гусар и Ломоносовский.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдонин Н.С., Лебедева Л.А. Влияние длительного применения удобрений и известкования на свойства кислых почв // *Агрохимия*, 1970. № 7.
2. Агроклиматический справочник по Московской области, М., «Московский рабочий», 1967. 135 с.
3. 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.
4. Алексеев В.А., Майстренко Н.Н. Оптимальный состав смесей сидеральных культур для картофеля// *Картофель и овощи*, 2010, №6. С.9-10.
5. Алиев Д.А. Значение микроэлементов в метаболизме проводящих тканей растений// *Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине*. Киев: Сельхозиздат УССР, 1963. С. 114-118.
6. Альсмик П.И., Амбросов А.Л., Вечер А.С. и др. Физиология картофеля. М.: Колос, 1979. 272 с.
7. Анисимов Б.В. Фитопатогенные вирусы и их контроль в семеноводстве картофеля (Практическое руководство). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 80 с.
8. Анисимов Б.В. Сортовые ресурсы и передовой опыт производства картофеля. Библиотечка «В помощь консультанту» – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 348 с.
9. Анисимов Б.В. Сортовые ресурсы и передовой опыт семеноводства картофеля. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2000. 152 с.
10. Анисимов Б.В. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б.В. Анисимов, Г.Л. Белов, Ю.А. Варицев, С.Н. Еланский, Г.К. Журомский, С.К. Завриев, В.Н. Зейрук, В.Г. Иванюк, М.А. Кузнецова, М.П. Пляхневич, К.А. Пшеченков, Е.А. Симаков, Н.П. Склярова, З. Сташевский, А.И. Усков, И.М. Яшина //М.: Картофелевод, 2009. 272 с.
11. Анисимов Б.В., Шабанов А.Э., Киселев А.И., Зебрин С.Н. Оценка кулинарных качеств столовых сортов картофеля различных сроков созревания в условиях Центрального региона России // мат. конф. «Современное состояние и перспективы развития картофелеводства». Чебоксары: КУП ЧР: Агро-Инновации. 2012. С. 38-40.
12. Анисимов Б.В., Юрлова С.М. Полнее использовать средоулучшающие и защитные агроприемы при выращивании семенного картофеля // *Картофель и овощи*. – 2011. – № 2. С. 18-19.
13. Анспок П.И. Микроудобрения. Л.: Агропромиздат, 1990. 272 с.
14. Апшев Х.Х., Князева Е.В., Тимошина Н.А., Федотова Л.С. Особенности сортов картофеля, сохраняющих высокие вкусовые качества продолжительный период// В Сб. трудов научно-практической конференции, приуроченной ко «Дню поля ФГБНУ ЮУНИИСК», «Достижения аграрной науки – садоводству и картофелеводству» [сост.: Т.В. Лебедева, А.А. Васильев, О.В.

Гордеев]. – Челябинск: ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства», 2017. С. 224-231.

15. Аристархов А.Н. Оптимизация питания растений и применение удобрений в агроэкосистемах. М.: МГУ, ЦИНАО, 2000. 524 с.

16. Аристархов А.Н. Оптимизация режима серы в современных агроэкосистемах // Плодородие. 2001. №3. С. 25-29.

17. Аристовская Т.В. Микробиология подзолистых почв - М.: Наука, 1975. 188 с.

18. Арнаутов В.В., Ильин В.Ф. и др. Агротехника картофеля. Огиз-Сельхозгиз. 1945. 160 с.

19. Атлас почв СССР. Под ред. Кауричева И.С., Громько И.Д. – М.: Колос, 1974. С. 80-81.

20. Афанасьев В.Н. Государственное регулирование экономики сельского хозяйства необходимо/ В. Афанасьев, А. Пешков // Экономика сельского хозяйства России. 2003. №4. С.18-19.

21. Ахмедов А.Д. Надежность элементов систем капельного орошения в зависимости от качества поливной воды. Материалы международной научно-практической конференции «Роль мелиорации водного хозяйства в инновационном развитии АПК». – Ч. I. «Мелиорация и рекультивация земель». – М.: ФГБОУ ВПО МГУП. 2012. С. 11.

22. Базилевич Н.И., Родин Л.Е., Розов Н.Н. Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах // Ресурсы биосферы. 1975. Вып.1. С.5-33.

23. Базилевич Н.И., Родин Л.Е., Розов Н.Н. Биологическая продуктивность и круговорот химических элементов в растительных сообществах // Ресурсы биосферы. 1975. Вып.1. С.5-33.

24. 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.

25. Байрамбеков, Ш.Б. Эффективность применения Циркона на раннеспелом картофеле в условиях Нижнего Поволжья / Ш.Б. Байрамбеков // Сборник научн. труд. «Циркон - природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве». М.: Изд-во НЭСТ М, 2010. С. 57-59.

26. Балакина С.В., Осипов А.И., Роль минеральных удобрений и агротехнических приемов в формировании продуктивности нового сорта картофеля Евразия, с. 42-47. Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (52). С. 42-47.

27. Балакина С.В. Продуктивность ранних сортов картофеля в зависимости от условий возделывания. /В сб.: Материалы междунар. агробиотехнологического симпозиума, посвященного 80-летию член-корр. РАН Сочнева В.В - 150 инноваций совершенствования ветеринарного обеспечения сельских и городских территорий ВПО ФГБОУ «Нижегородская ГСХА». 2016. С. 186-191.

28. Бардышев М.А. Минеральное питание картофеля. - Минск: Наука и техника, 1984. 192 с.

29. Бардышев М.А. Особенности минерального питания и урожай картофеля при выращивании в различных почвенных условиях. - Автореф. д. с.-х. наук, М. 1991. 44 с.
30. Баутин В.М. Устойчивое развитие сельских территорий/ В.М. Баутин, Н.П. Андреева, Д.Н. Ивашов, В.В. Козлов, А.Л. Новоселов, А.В. Мерзлов, В.А. Чепурных, В.А. Черников М.: ФГНУ «Роиснформагротех», 2004. 312 с.
31. Бацанов Н.С. Повышение продуктивности растения картофеля. М. 1969. С. 16-17.
32. Белоус Н.М., Шаповалов В.Ф., Моисеенко Ф.В., Драганская М.Г. Влияние различных систем удобрения на накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции //Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. Брянск, 2006. С. 22-29.
33. Белоус Н.М., Ториков В.Е., Соколов Н.А. Биологизация – основа преодоления деградации почвенного плодородия Брянской области// Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. Кокино. 2018. № 5. С. 3-11.
34. Беляев А.Г. Влияние длительного применения удобрений на микрофлору дерново-подзолистой почвы. Микробиология, 1958, т. 27, вып. 4. С. 472-477.
35. Беляк В.Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика). Пенза: ОАО «Пензенская правда». 2008. 320 с.
36. Бердникова О.С. Воздействие гипоксии и среды высоких концентраций CO₂ на абразование активных форм кислорода в клетках различных по устойчивости растений //Дис. канд.биол. наук. Воронеж, 2016. 170 с.
37. Битюцкий Н.П. Микроэлементы высших растений. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та. 2011. 368 с.
38. Болотов А.Т. Избранные труды. М.: Агропромиздат,1988
39. Борисов В.А., Гренадеров Н.В. Удобрение огурца // Картофель и овощи, 2014. № 9. С.16-17.
40. 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.
41. Буркин И.А. Физиологическая роль и сельскохозяйственное значение молибдена. Автореф. д. с.-х. наук. М.: ТСХА. 1968. 26 с.
42. Вакуленко, В.В. Регуляторы роста / В.В. Вакуленко // Защита и карантин растений. 2004. №1. С. 24-26.
43. Вакуленко, В.В. Нет стрессу картофеля / В.В. Вакуленко // Картофель и овощи. 2015. №2. С. 30.
44. Варшалл Г.М., Драчева Л.В., Замокина Н.С. О формах кремнекислоты и методах их определения в природных водах // Химический анализ морских осадков. М.: Наука, 1980. С. 156-188.
45. 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.

46. Васильев, А.А. Сорт - основа урожая / А.А. Васильев, В.П. Дергилев // Вестник Южно-Уральского НИИ плодовоощеводства и картофелеводства. 2008. С.124.
47. Васильев А.А. Оптимизация технологии возделывания картофеля на Южном Урале/ Автореф. д. с.-х. наук. Уфа. 2015. 49 с.
48. Вернадский В.И. Биогеохимическая роль алюминия и кремния в почвах // Докл. АН СССР. 1938. №21(3). С.127-130.
49. Вечер А.С., Гончарик М.Н. Физиология и биохимия картофеля. – Минск: Наука и техника, 1973. 263 с.
50. Виноградов А.П. Химический элементарный состав организмов моря. Части 1, 2, 3. Л.-М.: Изд-во АН СССР, 1935. С.44.
51. Власенко Н.Е. Удобрение картофеля. М.: Агропромиздат, 1987. 219 с.
52. Власюк П.А. Биологические элементы и жизнедеятельность растений. Киев: Наукова думка, 1969. 516 с.
53. Возделывание картофеля в сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах населения. Практическое руководство / Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, А.В. Коршунов [и др.]. М.: ВНИИКХ, Россельхозакадемия, 2005. 111 с.
54. Возделывание картофеля по интенсивной технологии: агрономическая тетрадь / Б.Ф. Хлевной, Д.В. Заикин, А.И. Замотаев [и др.] / под общ. ред. Б.В. Хлевногo. М.: Россельхозиздат, 1986. 96с.
55. Володин В.М. Экологические основы оценки и использования плодородия почв. М.: ЦИНАО, 2000. 336 с.
56. Володько И.К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. Минск: Наука и техника. 1983. 192 с.
57. Габриелян О.С., Попкова Т.П., Карцева А.А. Органическая химия, 10 класс: методическое пособие: книга для учителя [Текст] М.: Просвещение, 2006. 159 с.
58. Галицин Г.Ю., Шалдаева Е.М., Чекуров В.М. Повышение устойчивости клубней картофеля к сухим гнилям с помощью биологических препаратов, полученных из хвойных // Биологические препараты растительного происхождения и их применение в технологии возделывания сельскохозяйственных культур. - Новосибирск: Биохимзащита, 2005. С. 32-35.
59. Гататулина Т.Г., Обьедков М.Г, Долгодворов В.Е. Технология производства продукции растениеводства. М: Колос, 1995. 448 с.
60. Глинушкин А.П., Соколов М.А. Роль гумуса в адаптации агросферы к изменению климата Земли //Успехи современной науки. 2017. №9. Т 2. С.15-20.
61. Гольева А.А. Биогеохимия аморфного кремнезема в растениях и почвах // Почвы, биогеохимические циклы и биосфера. / Под. ред. Н.Ф. Глазовского. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. С. 137–159.
62. Гольева А.А. Фитолиты и их информационная роль в изучении природных и археологических объектов. Москва-Сыктывкар-Элиста, 2001. 200 с.
63. ГОСТ 7001-91 Картофель семенной. Технические условия (с Изменениями № 1, 2)

64. ГОСТ 33996-2016. Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества.
65. ГОСТ Р 51808-2013. Картофель продовольственный. Технические условия.
66. Данилов-Данилян В.И. Окружающая среда между прошлым и будущим: мир и Россия (опыт эколого-экономического анализа) / В.И. Данилов-Данилян, В.Г. Горшков, Ю.М. Арский, К.С. Лосев. - М.: ВИНТИ, 1994. 133 с.
67. Добровольский Г.В., Бобров А.А., Гольева А.А., Шоба С.А. Опаловые фитоциты таежного биогеоценоза средней тайги // Биологические науки. 1988. №2. С. 96-101.
68. Докшин Я.В. Продуктивность сортов картофеля в зависимости от доз и способов внесения различных форм минеральных удобрений в условиях Нечерноземной зоны. Автореф. дис. к.с.-х. наук, М. 2016. 20 с.
69. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 336 с.
70. Дубенок Н.И., Мушинский А.А., Васильев А.А., Герасимова Е.В. Технологии возделывания картофеля в степной и лесостепной зонах Южного Урала в условиях орошения / Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. №7. С. 71-74.
71. Ершова А.Н. Влияние эпибрасинолида на процессы перекисного окисления липидов *Pisum sativum* в нормальных условиях и при кислородном стрессе / А.Н. Ершова, В.А. Хрипач // Физиология растений. 1996. Т. 43, № 9. С. 870-873.
72. Жевора С.В. Возделывание картофеля с использованием минеральных удобрений на основе цеолита / С.В. Жевора, Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева // Международный сельскохозяйственный журнал. 2018. №4 (364). С. 44-47. DOI: 10.24411/2587-6740-2018-14061
73. Жевора С.В. Эффективность регуляторов роста при возделывании картофеля / С.В. Жевора, Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева // Картофель и овощи, 2018, №12. С. 21-24. DOI:10.25630/PAV.2018.64.12.006
74. Жизневская Г.Я. О роли меди в азотном обмене растений // Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине. Улан-Удэ, 1968. С. 367-405.
75. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы / АН ССР Молдова, Ин-т эколог. генетики. - Кишинев: Штиинца, 1990. 432 с. ISBN 5-376-00834-7
76. Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства [Текст]: (Концепция) / А.А. Жученко; Рос. акад. с.-х. наук, Ф. им. А.Т. Болотова, Гос. науч.-техн. программа «Перспектив. процессы пр-ва с.-х. продукции». Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. 148 с.
77. Жученко А.А. Пути инновационно-адаптивного развития АПК России в XXI столетии / А. А. Жученко. - Киров: [б. и.], 2011. - 143 с.
78. Жученко А.А. Теория и практика адаптивной интенсификации растениеводства // Экономика сельского хозяйства. 1985, №8. С.13-24.

79. Жученко А.А. Система адаптивного реагирования на глобальные и локальные изменения погоды и климата. – Экономика сельского хозяйства и перерабатывающих предприятий. 2010. № 10. С. 1-5.
80. 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.
81. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. - М.: ВНИИА, 2005. 302 с.
82. Засорина, Э.В. Продуктивность, сортомена, сортообновление и технологии размножения картофеля в Центральном Черноземье / Э.В. Засорина// Курск: Изд. КГСХА, 2005. 88 с.
83. Звягинцев Д.Г. Микроорганизмы и охрана почв. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. С. 47-83.
84. Зельднер А. Экономический механизм обеспечения продовольственной безопасности в условиях инвестиционных ограничений: опыт и проблемы. М. ИНФРАМ. 2018. С. 93.
85. Иванюк В.Г., Банадысев С.А., Журомский Г.К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Мн.: Белпринт, 2005. 696 с.
86. Ивенин, В.В. Влияние элементов биологизации на фитосанитарное состояние почв и урожайность картофеля / В.В. Ивенин, А.Г. Левина, Г.А. Левин // Агрохимия и экология: история и современность: Матер. между. научн.-практ. конфер. – Н. Новгород, 2008. Т. 3. С. 264-265.
87. Игнатова О. Потянуло на сладкое. Российская газета. 11. 05. 2018.
88. Ильин В.Б. Элементарный химический состав растений. Новосибирск: Наука, 1985. 129 с.
89. Индустрия картофеля: справочник / Е.А. Симаков [и др.] / под ред. д.т.н., проф. В.И. Старовойтова. 2-е изд., доп. М.: ВНИИКХ, Россельхозакадемия, 2013. 272 с.
90. Исследования по защите картофеля от болезней, вредителей и сорной растительности. Методические рекомендации/ Воловик А.С., Долягин А.Б., Глез В.М., Зейрук В.Н. М.: ВАСХНИЛ. 1999. 52 С.
91. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М.: Мир, 1989. 439 с.
92. Карманов И.И. Методика почвенно-агроклиматической оценки пахотных земель для кадастра / И.И. Карманов, Д.С. Булгаков; ГНУ Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. М., 2012. 119 с.
93. Карманов И.И. Теоретические основы и пути регулирования плодородия почв / И.И. Карманов, Л.Л. Шишов и др.; ВАСХНИЛ. Почв. ин-т им. В. В. Докучаева. М.: Агропромиздат, 1991. 304 с.
94. Карпова Е.А. Длительное применение удобрений и тяжелые металлы в агроэкосистемах // Проблемы агрохимии и экологии. 2008, №2. С. 19-22, ISSN: 2072-0386.

95. Картофель. Возделывание, уборка, хранение / Д. Шпаар, А. Быкин, Д. Дрегер [и др.]. 3-е изд., доработанное и дополненное. Торжок: ООО «Вариант», 2004. 465 с.
96. Картофелеводство России: актуальные проблемы науки и практики. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. 192 с.
97. Картофель России / под редакцией А.В. Коршунова. М.: 2003. Том 2.С. 52-201.
98. Карсункина, Н.П. Комплексное действие Крезацина на растения картофеля/ Н.П. Карсункина, Л.Н. Кукушкина // В сб. материалов научно-практической конференции «Научное обеспечение и инновационное развитие картофелеводства», Москва, 2008. Т. 2. С. 61-68.
99. Каталымов М.В. Микроэлементы и микроудобрения. М.-Л.: Химия, 1965. 330 с.
100. Кауричев И.С., Панов Н.П., Розов Н.Н. и др. Почвоведение. (учебник). М: Агропромиздат, 1989.719 с.
101. Каштанов А.Н. Производство, экономика, экология/ А.Н. Каштанов //Вестник сельскохозяйственной науки. 1998. № 6. С. 3-8.
102. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. – Мн.: Тэхналогія, 1997. 372 с.
103. Киреева Н.А., Григориади А.С., Багаутдинова Г.Г., Гареева А.Р. Микробные биопрепараты для восстановления плодородия техногенно-загрязненных почв // Современные проблемы экологии: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции /Рос. гос. аграр. заоч. ун-т. М., 2010. 39 с.
104. Кирюшин В.И. Минеральные удобрения как ключевой фактор развития сельского хозяйства и оптимизации природопользования/ Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. №3. С. 19-25.
105. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. М.: Колос, 1996. 367с.
106. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: Изд-во МСХА, 2000. 473 с.
107. Кирюшин В.И. Технологическая модернизация земледелия России: предпосылки и условия//Земледелие 2015. №6. С. 6-10.
108. Кирюшин В.И., Ганжара Н.Ф., Кауричев И.С., Орлов Д.С., Титлянова А.А., Фокин А.Д. Концепция оптимизации режима органического вещества почв в агроландшафтах. М.: Изд-во МСХА, 1993. 98 с.
109. Киселев, М.В. Влияние капустных сидератов на урожайность, качество картофеля и биометрические показатели плодородия почвы в условиях северо-запада РФ / М.В. Киселев // Плодородие, 2012. №1(64). С. 23-25.
110. Ковалев Н. Г. Борьба с засоренностью в адаптивно-ландшафтном земледелии / Н. Г. Ковалев, А. Е. Родионова, Д. А. Иванов // Земледелие. 2004, № 5. С. 34-36.
111. Ковалев Н.Г. Методы оценки степени деградации сельскохозяйственных земель. Коломна: Радуга, 2015. 32 с.

112. Ковалевская Н.П., Завьялова Н.Е., Шаравин Д.Ю., Васбиева М.Т. Особенности микробоценоза дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почвы при длительном применении минеральных и органических удобрений /Проблемы агрохимии и экологии, 2018. №2. С. 24-28.
113. Ковда В.А. Биогеохимия почвенного покрова // М.: Наука, 1985. 263 с.
114. Кожанова О.Н., Дмитриева А.Г. Физиологическая роль металлов в жизнедеятельности растительных организмов // Физиология растительных организмов и роль металлов. М.: МГУ, 1989. С. 7-55.
115. Кожемяков А.П., Чеботарь В.К. Биопрепараты для земледелия // В кн: «Биопрепараты в сельском хозяйстве» (Методология и практика применения микроорганизмов в растениеводстве и кормопроизводстве). М.:2005. С.18-54.
116. Козлов А.В., Уромова И.П., Фролов Е.А., Мозолева К.Ю. Физиологическое значение кремния в онтогенезе культурных растений и при их защите от фитопатогенов // Международный студенческий научный вестник. – 2015. – № 1; URL: <http://www.eduherald.ru/ru/article/view?id=12227> (дата обращения: 14.03.2019).
117. Колесников, Л.Д. Помни о засухе / Л.Д. Колесников. - Южно-Уральское книжное издательство. Челябинск, 1970. 130 с.
118. Контроль качества и сертификация семенного картофеля (практическое руководство). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003. – 316 с.
119. Концепция развития агрохимии и агрохимического обслуживания сельского хозяйства Российской Федерации на период до 2010 года /Под. ред. Г.А. Романенко. М.: ВНИИА, 2005. 80 с.
120. Коротченков А.А. Эффективные приемы повышения продуктивности картофеля в повторных посадках Центрального Черноземья/ Автореф. к. с.-х. наук, Курск, 2012. 30 с.
121. Коршунов А.В., Абазов А.Х., Надежкин С.М. и др. Комплексоны металлов как прием повышения урожайности и улучшения качества картофеля// Рекомендации МСХ и П РФ. М. 1995. 31 с.
122. Коршунов А.В. Качество картофеля и картофелепродуктов. М.: 2001. 253 с.
123. Коршунов А.В. Управление урожаем и качеством картофеля. – М.: ВНИИКХ. – 2001. 369 с.
124. Коршунов А.В., Рахимов Р.Л. Орошение и удобрение – гаранты высоких урожаев картофеля // Картофель и овощи. 2011г. № 6. С 5.
125. Коршунов А.В., Филиппова Г.И. Качество и лежкость картофеля при длительном применении возрастающих доз удобрений//Агрохимия, 1982. №10. С. 80-87.
126. Коршунов А.В. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства / А.В. Коршунов, Е.А. Симаков, Ю.Н. Лысенко, Б.В. Анисимов, А.В. Митюшкин, М.Ю. Гаитов // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 3. С. 12-20.
127. Коршунов А.В. Мелкотоварное картофелеводство: синергетический эффект промежуточных сидеральных культур в севообороте и бессменной посадке,

удобрений и сортов / А.В. Коршунов, Ю.Н. Лысенко, Н.Ю. Лысенко // Достижения науки и техники АПК. 2016. Т. 30. № 3. С. 28-33.

128. Котова З.П., Дроздов С.Н. Влияние биопрепаратов на продуктивность картофеля в Карелии. //Аграрная наука, 2006. №7. С. 13-14.

129. Котова З.П., Парфенова Н.В., Камова А.И. Удобрение картофеля на Севере// Картофель и овощи. 2015. №11. С. 31-33.

130. Кузьмин Н.А., Сандин В.Г., Кузьмина И.А. Влияние комплексных микроудобрений и способов их использования на качество урожая картофеля// Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева, 2017, 1 (33). С. 22-29.

131. Кукреш, Л.В. Фитоценотический метод борьбы с пыреем ползучим / Л.В. Кукреш, Н.С. Бысов //Земледелие, 1990. № 4. С. 47-48.

132. Кулаковская Т.Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. М., ВО «Агропромиздат». 1990. 220 с.

133. Куликова А.Х. Кремний и высококремнистые породы в системе удобрения сельскохозяйственных культур. Ульяновск: Изд-во Ульяновской ГСХА, 2012. 167 с.

134. Кульнев А.И., Соколова Е.А. Многоцелевые стимуляторы защитных реакций роста и развития растений (на примере препарата иммуноцитифит). Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1997. С.100.

135. Купревич В.Ф. Физиология больного растения в связи с общими вопросами паразитизма // М.: Изд-во АН СССР. 1947. 300 с.

136. Курганова Е.В. Плодородие почв и эффективность минеральных удобрений в Московской области. – М.: изд-во Московского Университета. 1999.

137. Лазарев В.И., Стифеев А.И. Основные направления биологизации земледелия // Научные труды КГСХА. Курск. 2004. Т. 15. С. 95-97.

138. Лебедева, В.А. Картофель XXI века / В.А. Лебедева, Н.М. Гаджиев. – Санкт-Петербург: издательство «Белогорка». 2006. 24 с.

139. Лебедева Л.А. Известкование почв в связи с длительным применением удобрений. – В сб.: Известкование и применение минеральных удобрений в интенсивных системах земледелия. Горки, 1985. С. 24-28.

140. Лебедева Т.Б. Зеленое удобрение в земледелии правобережной лесостепи Среднего Поволжья. Пенза. 2007. 160 с.

141. Левин, В.И. Влияние регуляторов роста и биогумуса на продуктивность картофеля / В.И. Левин, А.С. Петрухин // Главный агроном. 2016. №9. С. 37-40.

142. 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.

143. Липская Г.А. Кобальт и структурно-функциональная организация листа. Минск: изд-во БГУ, 1980. 144 с.

144. Логинов О.Н., Силищев Н.Н., Чуреева Р.Н. и др. Консорциум штаммов *Bacillus brevis* и *Arthrobacter* sp., используемый для очистки воды и почвы от нефти и нефтепродуктов. Патент №2232806 РФ. Бюлл. изобр. 2004, №20.

145. Лозановская И.Н., Орлов Д.С., Попов П.Д. Теория и практика использования органических удобрений. М.: ВО «Агропромиздат», 1987, 144 с.
146. Лошаков В.Ф. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. М.: Россельхозиздат. 1980. 136 с.
147. Лорх, А.Г. Биология картофеля и управление его ростом и развитием / А.Г. Лорх // Доклады Московской Орден Ленина сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева. Выпуск III под ред. Г.М. Лоза. М.: Красное знамя, 1946. С 26-27.
148. Лорх, А.Г. Экологическая пластичность картофеля / А.Г. Лорх - М: Колос, 1968. 32 с.
149. Лысенко Е.Г. Эколого-экономические проблемы земледелия // Экономика сельского хозяйства России. 2008. №2. С.68-73.
150. Лысенко Ю.Н. Оптимизация продукционного процесса картофеля в лесостепи Среднего Поволжья/ Автореф. дис. д. с.-х. наук, Пенза, 2006. 46 с.
151. Любимов В.И. Новое о биохимии фиксации молекулярного азота микроорганизмами// Известия Академии наук СССР. Серия биологическая. 1965. №3. С. 394-397.
152. Львов Н.П. Молибден в ассимиляции у растений и микроорганизмов. М.: Наука, 1989. 85 с.
153. Магницкий К.П. Магниевые удобрения. М.: Колос, 1967. 200 с.
154. Максимович, М.М. Культура раннего картофеля / М.М. Максимович // М.: Сельхозиздат. 1962. 167с.
155. Малеванная, Н.Н. Циркон препарат нового поколения / Н.Н. Малеванная, К.Л. Алексеева // Защита и карантин растений. 2006. №8. С. 28.
156. Малиновский В.И. Физиология растений. Учебное пособие. Владивосток: Изд-во ДВГУ. 2004. 106 с.
157. Маннхайм Т., Бергер Н. Удобрение культур стабилизированными азотными удобрениями/ Международный с-х журнал, 2015, №3 с.28-30.
158. Матюк Н.С., Николаев В.А., Полин В.Д., Савоськина О.А. Агроэкологические основы севооборотов: Учебное пособие / Н.С. Матюк, В.А. Николаев, В.Д. Полин, О.А. Савоськина. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. 2011. 226 с.
159. Матыченков В.В. Аморфный оксид кремния в дерново-подзолистой почве и его влияние на растения //Автореф. дис. канд. биол. наук. М.: 1990. 25 с.
160. Матыченков В.В. Роль подвижных соединений кремния в растениях и системе почва-растение / Автореф. дис. докт. биол. наук. Пушино, 2008. 34 с.
161. Матыченков В.В., Бочарникова Е.А., Кособрюхов А.А., Биль К.Я. О подвижных формах кремния в растениях // Доклады РАН. 2008. № 418(2). С. 279-281.
162. Мельникова О.В., Ториков В.Е., Сидорова Ю.В., Мельников Д.М. Влияние систем удобрений на плодородие серой лесной почвы Брянского ополья при возделывании культур в плодосменном севообороте// Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. Кокино. 2018 №6. С. 3-9.

163. Методика биоэнергетической оценки в картофелеводстве /Литун Б.П., Чугунов В.С., Шатилова О.Н. и др./ РАСХН, ВНИИКХ. М., 2000. 29 с.
164. Методические рекомендации по определению общего экономического эффекта от использования результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ в агропромышленном комплексе / Г. А. Полунин, А. В. Гарист, Р. И. Князева. М.: РАСХН, 2007. 32 с.
165. Методика проведения полевых обследований и послеуборочного контроля качества семенного картофеля – Издательство «ИКАР». М.: 2005. 112 с.
166. Методика исследований по культуре картофеля. М.: НИИКХ, 1967. 262 С.
167. Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: НИИКХ, 1989. 142 с.
168. Методика исследований по защите картофеля от болезней, вредителей, сорняков и иммунитету. М.: НИИКХ, 1995. 105 с.
169. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению / К.А. Пшеченков, О.Н. Давыденкова, В.И. Седова, С.В. Мальцев, Б.А. Чулков. – изд. 2-ое, перераб. и доп. М.: ВНИИКХ, 2008. 39 с.
170. Методические указания по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения//Сычев В.Г., Аристархов А.Н., Володарская И.В., Державин Л.М., Колокольцева И.В., Кузнецов А.В., Лунев М.И., Флоринский М.А., Яковлева Т.А., Рожков В.А., Шишов Л.Л., Карманов И.И., Бондарев А.Г., Булгаков Д.С., Карманова Л.А., Когут Б.М., Панкова Е.И., Сорокина Н.П., Фрид А.С., Коршунов А.В. и др. Москва. 2003. С.240
171. Мецлер Д. Биохимия. В 3-х томах. М.: Мир, 1980. Т.1. 408 с.; Т.2. 606 с.; Т. 3. 488 с.
172. Миндрин А.С. Организационно - экономические аспекты вовлечения в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных угодий //Агроэкологическое состояние и перспективы использования земель России, выбывших из активного сельскохозяйственного оборота. – Материалы Всероссийской научной конференции 13-14 мая 2008 г. М. Минсельхоз РФ, РАСХН, Почвенный институт им В.В. Докучаева, 2008. С.150-154.
173. Минеев В.Г. Практикум по агрохимии: Учеб. пособие/В.Г. Минеев, В.Г. Сычев, О.А. Амелянчик, Т.Н. Большева, Н.Ф. Гомонова, Е.П. Дурьнина, В.С. Егоров, Н.Л. Едемская, Е.А. Карпова, В.Г. Прижукова. – изд. 2-ое, перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 2001. 319 с.
174. Миркин Б.М. Смена парадигм в земледелии (от технократизма к агроэкологии) / Б.М. Миркин, Ф.К. Хадиев // Аграрная наука. 1993. №5.1. С.20-21.
175. Мирчинк Т.Г. О грибах, обуславливающих токсичность дерново-подзолистых почв различной степени окультуренности // Микробиология, 1957, т. 26, № 1. С. 78-85.
176. Митрофанова Е.М. Влияние известкования на плодородие дерново-подзолистой почвы и урожайность полевых культур// Достижения науки и техники АПК, 2013. №5. С.40-42.

177. Михалин С.Е. Влияние предпосадочной инокуляции клубней картофеля микробиологическими препаратами на урожайность и качество продукции /Автореф. к. с.-х. наук // М. 2006. 21 с.
178. Мишустин Е. Н. Микроорганизмы как компонент биогеоценоза (методы изучения) // Под. ред. Е. Н. Мишустина. М.: Наука, 1984. 160 с.
179. Мишустин Е.Н., Емцев В.Т. Микробиология. М.: Агропромиздат, 1987. 368 с.
180. Можарова И.П. Влияние регуляторов роста на продуктивность картофеля и устойчивость к болезням / Автореф. дисс...канд. с.-х. наук. М.: РГАУ - МСХА. М. 2007. 22 с.
181. Молявко, А.А. Картофель Нечерноземья: монография / А.А. Молявко, В.Н. Свист// Брянск: ГУП «Брянск. обл. полиграф. объединение». 2011. 176 с.
182. Молявко А.А. Экологически безопасное удобрение картофеля и пригодность клубней для картофелепродуктов. Брянск, 1997. 144 с.
183. Мушинский А.А., Соловьева В.Н. Агротехника высоких урожаев картофеля // Сборник научных трудов. Проблемы целинного земледелия. Оренбург, 2004. С.353-359.
184. Мушинский А.А. Теоретическое и экспериментальное обоснование технологий возделывания клубне-корнеплодных культур и однолетнего донника при орошении в степной зоне Южного Урала: дис. д. с.- х. наук / Волгоградская ГСХА. Волгоград. 2009. 328 с.
185. Мушинский А.А., Кружилин И.П. Приемы возделывания картофеля в степной зоне Южного Урала // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2011. №2. С. 19-23.
186. Мушинский А.А., Аминова Е.В., Герасимова Е.В. Подбор сортов картофеля для почвенноклиматических условий степной зоны Южного Урала //Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 51-54.
187. Мушинский А.А., Аминова Е.В., Дорохина О.А., Мушинская Н.И. Разработка основных агротехнических приёмов возделывания картофеля в орошаемых условиях степной зоны Южного Урала / Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 115-118. 185.
- Надежкин С.М. Влияние сидерации на содержание гумуса в почвах лесостепи Поволжья // Эколого-экономические и агротехнические аспекты земледелия. Пенза. 1999. С. 84-86.
188. Надежкин, С.М. Влияние известкования и применения удобрений на плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность зернопропашного севооборота / С.М. Надежкин, Т.Б. Лебедева, М.В. Арефьева // Агротехника. 2006. № 10. С. 5-14.
186. Надежкин С.М., Жеряков Е.В., Климов А.Д. Урожайность картофеля в зависимости от сортовых особенностей и погодных условий лесостепи Среднего Поволжья// Известия Оренбургского аграрного университета. 2014. №6. С. 43-46.
187. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2017 г. Госпрограммы развития сельского хозяйства и регулирования рынков

сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы. МСХ. М. 2018. С. 32, 35, 170.

188. Небольсин А.Н. Оптимальные для растений параметры кислотности дерново-подзолистой почвы/А.Н. Небольсин, З.П. Небольсина // *Агрохимия*, 1997, № 6. С. 19-26.

189. Небольсин А.Н. Известкование почв: результаты 50-летних полевых опытов/ А.Н. Небольсин, З.П. Небольсина// СПб.: ЛНИИСХ. 2010. 253 с.

190. Нечаева Т. В., Быкова С. Л., Роль агрохимии в условиях современного земледелия в России // «Живые и биокостные системы». 2014. № 7; URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-7/article-7>, eISSN: 2308-9709

191. Никитина З.В. Организационно-экономический механизм экологизации сельскохозяйственного производства (теория, методология, практика) /Автореф. д. экон. наук, М. 2010. С. 48

192. Николайкин Н.И. Экология: Учеб. для вузов/ Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2003. 624 с.

193. Ничипорович А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений// Физиология фотосинтеза. М.: Наука, 1982. С. 7-33.

194. Новиков, М.Н. Сидеральные пары в севооборотах Нечерноземной зоны / М.Н. Новиков, В.М. Тужилин, А.М. Тысленко // Севооборот в современном земледелии. М.: Издательство МСХА, 2004

195. Новиков Н.Н. Биохимические основы формирования качества продукции растениеводства: Учебное пособие / Н.Н. Новиков. М.: Изд-во РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2014. 194 с.

196. Новиков С.А., Шевченко В.А., Соловьев А.М., Фирсов И.П. Использование соломы и стоков животноводческих комплексов при возделывании зерновых культур// *Плодородие*. 2014. № 5 (80). С. 32-34.

197. Новоселов С.И. Влияние севооборота и удобрений на урожайность сельскохозяйственных культур и плодородие почвы // *Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки»*. 2017. №1 (9).

198. Носов В.В., Яппаров И.А., Газизов Р.Р., Алиев Ш.А. и Ильясов М.М. Оптимизация питания ярового рапса серой в Республике Татарстан// *Питание растений. Вестник Международного института питания растений*, 2017, №3: 2-6.

199. Овчаренко М.М., Шильников И.А., Полякова Д.К., Графская Г.А., Иванов Л.Е., Сопильняк Н.Т. Влияние известкования и кислотности почвы на поступление в растения тяжелых металлов // *Агрохимия*. 1996. №1. С. 74-84.

200. Овэс, Е.В. Формирование и поддержание банка здоровых сортов картофеля в полевой культуре в чистых фитосанитарных условиях/ В сб.: *Картофелеводство/Е.В. Овэс, Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, В.В. Бойко, Н.А. Гаитова, Н.А. Фенина // Всерос. науч.-исслед. ин-т картоф. хоз-ва им. А. Г. Лорха. Москва, 2014. С. 117-128*

201. Озолия Г.Р., Клавиня Д.Р., Лапиня Л.П. Супероксиддисмутазная активность у растений в зависимости от уровня обеспеченности их медью / *Физиолого-биохимические исследования растений*. Рига: Знание, 1978. С.64-75.

202. Онегова Т.С., Волочков Н.С., Киреева Н.А. и др. Способы очистки почвы от нефтяных загрязнений. Патент №2279472.РФ. Бюлл. изобр. 2006, №19.
203. Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. Органическое вещество почв Российской Федерации. М.: «Наука». 1996. 256 с.
204. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозановская И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении. М.: Высш. шк., 2002. 334 с.
205. Орлова О.В. Повышение плодородия почв при активизации почвенной микрофлоры, регулируемой биоудобрениями. – Сельскохозяйственная биология, 2011. №3. С. 94-97.
206. Осипов А.И., Балакина С.В. Эффективность новых бактериальных удобрений на картофеле. В сб.: VI Лужские научные чтения. Современное научное знание: теория и практика материалы международной научной конференции. 2018. С. 9-13.
207. Основные показатели сельского хозяйства в России в 2016 г. Росстат. М. 2017. С. 7, 9.
208. Панасин В.И., Рымаренко Д.А. Проблема серы в земледелии Калининградской области // Плодородие, 2007, №4. С.2-3.
209. Парахин Н.В. Экологическая устойчивость и эффективность растениеводства: теоретические основы и практический опыт. М.: Колос, 2002. 199 с.
210. Пасынков А.В., Светлакова Е.В., Пасынкова Е.Н. Влияние длительного применения минеральных удобрений на содержание алюминия, марганца и железа в дерново-подзолистой почве. В сборнике: Реализация методологических и методических идей профессора Б.А. Доспехова в совершенствовании адаптивно-ландшафтных систем земледелия Материалы Международной научно-практической конференции. Коллективная монография. В 2-х томах. Редколлегия: Г.Д. Золина, Л.И. Ильин [и др.]. 2017. С. 285-289.
211. Пейве Я.В. Агрохимия и биохимия микроэлементов. Избранные труды. М.: Наука, 1980. 430 с.
212. Персикова Т.Ф. Научные основы эффективного использования биологического азота в условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв в Белоруссии: Автореф. д. с.-х. наук. Минск: БелНИИПА, 2003. 46 с.
213. Персикова, Т.Ф. Влияние регуляторов роста на урожай и качество клубней раннего картофеля / Т.Ф. Персикова, А.Р. Цыганов // Тезисы докладов пятой междунар. конф. «Регуляторы роста и развития растений». М.: Изд-во МСХА, 1999. С. 229-230.
214. Петров, В.Б. Экстрасол повышает эффективность выращивания культуры / В.Б. Петров, В.С. Данюков // Картофель и овощи. 2003. №3. С. 7-8.
215. Петров В.Б., Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Микробиологические препараты в биологизации земледелия России // Журнал «Достижения науки и техники АПК», 2002. №10. С. 16 – 20.
216. Петрухин А.С., Левин В.И. Выращиваем экологически безопасный картофель // Картофель и овощи, 2017, №4. С. 31-33.

217. Полевой В.В. Физиология растений: Учеб. для биол. спец. вузов. М.: Высшая школа, 1989. 464 с.
218. Пономарева А.С., Вознесенская Т.Ю., Рыжова Д.А. Эффективность применения органоминеральных удобрений с комплексом аминокислот на пшенице// Плодородие, 2018, №5(104). С. 20-23.
219. Попов В.И. Накопление крахмала в клубнях картофеля в зависимости от качества посадочного материала, удобрений и предшественника: дис. канд. с.-х. наук. М., 1972. 147 с.
220. Попова Л.А., Шаманин А.А. Семенной картофель на Севере// Картофель и овощи, 2016. № 11. С. 31-32.
221. Практикум по почвоведению. Под ред. И.С. Кауричева, М., «Агропромиздат», 1986г. 336 с.
222. Предварительные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 г. по РФ. М. НИЦ Статистика России. 2017. 290 с.
223. Прижуков Ф.Б. Sustainable agriculture земледелие будущего (концепция, стратегия, технологические аспекты) /Ф.Б. Прижуков// М.: НИИИТЭИ агроном, 1996. 54 с.
224. Прокошев В.В., Вьюгина Т.А. Влияние минеральных удобрений на вымывание элементов питания из почвы // Химия в сельск. хоз-ве. 1978, №5. С. 45-47.
225. Пшеченков К.А., Мальцев С.В. Методические указания по технологии хранения различных сортов картофеля. М.: Россельхозакадемия, ВНИИКХ, 2010. 30 с.
226. Пшеченков К.А., Сидякина И.И. Качество картофеля и продуктов его переработки // Агро XXI. 2000. № 9. С. 18-19.
227. Ракитин Ю.В. Химические регуляторы жизнедеятельности растений: Избранные труды. – М.: Наука. – 1983. 264 с.
228. Ратнер Е.И. Питание растений и применение удобрений. М.: Наука, 1965. 224 с.
229. Российский статистический ежегодник 2017. М. Росстат. 2017. С. 377.
230. Росс, Ю.К. Математическое моделирование фотосинтетической продуктивности растений / Ю.К. Росс // Вестник АН СССР, 1972. №12. С. 99-106.
231. Решновецкий С.Б., Климова Н.В., Балычева О.В. Биопрепараты на картофеле. Материалы Международной юбилейной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Института картофелеводства НАН Беларуси. Минск, 2003. Ч. 2. С. 182-185.
232. Роговская Н.Н., Щедрин В.А. Биологические удобрения и технологии производства семенного и продовольственного картофеля // Вопросы современного земледелия в Центральном Черноземье. Материалы научно-практической конференции / КСХА. Курск. 2003. С. 54-55.
233. Рожнов Н.А., Геращенко Г.А., Бабоша А.В. Индукция фитогемагглютинирующей активности в растениях картофеля In Vitro арахидоновой кислоты// Физиология растений. 2002. Т.49. С.603-607.
234. Российский статистический ежегодник 2017. М. Росстат. 2017. С. 377.

235. Руководство по методам контроля качества и безопасности БАД к пище (Метод И.К. Мурри) / Руководство Р 4.1.1672-03. М., 2004. С. 72.
236. Савенко О. Аминокислотные удобрения «Агритекно» в технологии возделывания картофеля//Картофельная система, 2017, №1. С. 24-27.
237. Савин И.Ю. Тренды деградации пахотных почв России, выявленные по спутниковым данным Landsat/ И.Ю. Савин, В.А. Исаев, Е.А. Шишконокова, А.В. Жоголев, И.В. Веретельникова, С.В. Турчинская // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 4. С. 53-55.
238. Савина О.В., Шевченко В.А. Биопрепараты улучшают сохраняемость картофеля// Картофель и овощи, 2008, № 8, с.9-10.
239. Селиванов А.В., Федотова Л.С. Возделывание картофеля в Среднем Поволжье с использованием биопрепаратов и микроудобрений// Земледелие. 2015, №1. С. 35-38.
240. Сельское хозяйство, охота и охотничье хозяйство, лесоводство в России. 2015. Росстат. М. 2015. С. 111.
241. Селянинов Г. Т. Вопросы агроклиматического районирования СССР. Л., 1958. С. 7-14.
242. Селянинов Г. Т. Мировой агроклиматический справочник. – Л.: Гидрометеиздат, 1937. 417 с.
243. Семёнов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС. 2015. 233 с.
244. Семенов В.М., Глинушкин А.П., Соколов М.С. Органическое земледелие и здоровье почвенной экосистемы /Достижения науки и техники АПК. 2016. Т.30. № 8. С. 5-8.
245. Семькин В.А. Биологизация земледелия в основных земледельческих регионах России// В.А. Семькин, Н.И. Картамышев, В.Ф. Мальцев, А.В. Дедов, Г.И. Казаков, В.А. Корчагин, Е.В. Полуэктов, Н.А. Зеленский, А.Е. Сорокин, О.В. Мельникова, С.А. Бельченко, Н.М. Чернышева, А.В. Прокопенков/ М.: КолосС, 2012. 471 с.
246. Семькин В.А., Засорина Э.В., Стародубцева М.В. Перспективы применения ЭМ – технологий на картофеле в Центральном Черноземье// Вестник Курской ГСХА, 2012. С.70-73.
247. Серая Т.М. Влияние систем удобрения на продуктивность севооборота на дерново-подзолистой рыхло супесчаной почве / Т.М. Серая, Е.Г. Мезенцева, Е.Н. Богатырева, О.М. Бирюкова, Р.Н. Бирюков// Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. 2011. 3. С. 40-45.
248. Силаева Л. Развитие рынка картофеля в РФ. Автореферат д. э. н. М. 2001. С. 28-29.
249. Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Коршунов А.В., Дуркин М.Л. О концепции развития оригинального, элитного и репродукционного семеноводства картофеля в России // Картофель и овощи. 2005. № 2. С. 2-5.
250. Симаков Е.А., Анисимов Б.В. Совершенствование системы семеноводства – важнейший фактор повышения эффективности производства картофеля // Картофель и овощи. 2009. № 10. С. 2-6.

251. Соколов М.С., Глинушкин А.П. Биотическая регуляция – реальный фактор деаридизации агросферы // Вестник Орловского ГАУ. 2017 (в печати).
252. Соколов М.С., Глинушкин А.П., Спиридонов Ю.Я. Перспективы исследований по улучшению качества и оздоровления почв России/ Достижения науки и техники АПК, 2016, т. 30. №7. С. 5-10.
253. Сорта картофеля селекционного центра ВНИИКХ. Потребительские и столовые качества, кулинарный тип /ФГБНУ ВНИИКХ; Е.А. Симаков, Б.В. Анисимов, А.В. Митюшкин, А.А. Журавлев, Г.В. Григорьев, В.А. Жарова, А.А. Мелешин, Х.Х. Апшев, А.Э. Шабанов, А.И. Киселев, С.Н. Зебрин, С.С. Салюков, С.В. Овечкин, А-др. В. Митюшкин, А.С. Гайзатулин. – Москва, 2016. 38 с.
254. Справочник агронома Нечерноземной зоны/Под ред. Г. В. Гуляева. – 3-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат. 1990.- 575 с.: ил.
255. Степанов А.Л. Образование и превращение парниковых газов в почвах / В кн. Почвы в биосфере и жизни человека. М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ. 2012. С. 118 – 134.
256. Стольникова Е.В. Микробная биомасса, её структура и продуцирование парниковых газов почвами разного землепользования// Автореф. к. биол. наук// М. 2010. 25 с.
257. Сырцов Д. Организация специализированных севооборотов // Картофельная система, 2010. № 2 // <http://www.potatosystem.ru/organizatsiya-spetsializirovannyh-sevooborotov/> дата обращения: 18.11.2018 г.
258. Сычев В.Г., Шильников И.А., Аканова Н.И. Состояние и эффективность химической мелиорации почв в земледелии Российской Федерации. - Плодородие, №1, 2013. С.9-14.
259. Тимошина Н.А. Влияние новых органоминеральных удобрений на рост и развитие, продуктивность и качество картофеля в условиях дерново-подзолистой супесчаной почвы//Автореф. дисс...канд. с.-х. наук. М.: ВНИИКХ. 2004. 24 с.
260. 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.
261. Усанова, З.И. Теория и практика создания высокопродуктивных посадок картофеля в Центральном Нечерноземье / З.И. Усанова, Н.В. Самогаева, В.В. Филин и др. – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2013. 528 с.
262. Усков И.Б., Державин Л.М. Эффективность удобрений и продуктивность земледелия при глобальном изменении климата // Плодородие. 2008. №2 (41). С. 7-9.
263. Федосеев, А.П. Погода и эффективность удобрений / А.П. Федосеев. – Л.: Гидрометеиздат. 1985. 144 с.
264. Федосов А.В. Влияние известковых мелиорантов и сидеральных культур на продуктивность картофеля и плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы//Автореф. к. с.-х. наук. М.: ВНИИА. 2008. 23 с.
265. Федотова Л.С. Эффективность удобрений в интенсивном севообороте с картофелем // Автореф. д. с.-х. наук. М.: ВНИИА. 2003. 51 с.

266. Федотова Л.С. Реакция сортов картофеля на возрастающие дозы удобрений / Л.С. Федотова, Н.А. Тимошина, Е.В. Князева // Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных, овощных культур и картофеля: сборник научных трудов. Т. XIX / [сост.: Т.В. Лебедева, О.В. Гордеев, А.А. Васильев]. – Челябинск: ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства», 2017. С. 375-386.

267. Федотова Л.С., Кравченко А.В., Гаврилов А.Н. Значение бактериальных удобрений в биологизированном картофелеводстве // Достижения науки и техники АПК. 2009. №3. С. 28-30.

268. Федотова Л.С., Кравченко А.В. В изменяющихся климатических условиях нужны новые подходы к возделыванию картофеля // Картофель и овощи. 2011. № 2. С. 20-23.

269. Федотова Л.С., Кравченко А.В. Эффективность применения регуляторов роста в технологии возделывания картофеля // В сб. докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Нальчик. 2013. Том 1. С. 410-415.

270. Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Реакция сортов картофеля различных сроков созревания на изменение климатических условий // В сб. материалов V научно-практической конференции «Состояние и перспективы инновационного развития современной индустрии картофеля» – Чебоксары, 2013. С. 221-224.

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

272. Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Гаврилов А.Н. Применение бактериальных удобрений при возделывании картофеля // Плодородие, 2012. №2 (65). С. 6-9.

273. Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Тагиров М.Ш. Удобрение как фактор управления продуктивностью картофеля в современных агроэкологических условиях // Нива Татарстана, 2011. № 1-2. С. 52-54.

274. Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Тучин С.С., Гаврилов А.Н. Применение некорневых подкормок микроудобрений при выращивании картофеля // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего: Научно-методический журнал. – 2011. – № 01(01). – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2011. – С. 113-118.

275. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Возделывание картофеля с применением поливов и синтетических аналогов фитогормонов на дерново-подзолистой почве Центрального региона России // Сб. материалов 9-ой конференции «Анапа-2016»: перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур // Анапа, 2016, с. 163-166.

276. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Модель эффективного управления продукционным процессом формирования урожая и качества картофеля: Монография/ ФГБНУ ВНИИКХ. М.: Издательство «Перо», 2016. 48 с.

277. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Реакция сортов картофеля на возрастающие дозы удобрений. //Селекция, семеноводство и технология плодово-ягодных, овощных культур и картофеля: сборник научных трудов. Т. XIX / [сост.: Т.В. Лебедева, О.В. Гордеев, А.А. Васильев]. – Челябинск: ФГБНУ «Южно-Уральский научно-исследовательский институт садоводства и картофелеводства», 2017.С. 375-386.
278. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Князева Е.В., Трошина А.А. «Фосфогипс для сельского хозяйства» – эффективное средство повышающее плодородие почвы и продуктивность картофельного севооборота //В сб.: «Экологические проблемы субъектов экономики» международной научно-практической конференции, Изд-во: ПензГТУ, 2015, с. 200-208.
279. Федотова Л.С., Тимошина Н.А., Новиков М.А. Взаимосвязь систем удобрения картофеля с плодородием почвы и урожайностью // Картофель и овощи, 2005. № 5. С. 20-22.
280. Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Селиванов А.В., Князева Е.В. Руководство по применению новых видов агрохимикатов и биологически активных росторегулирующих веществ при возделывании картофеля на различных почвах в условиях Центрального региона РФ с применением полива. – М.: ВНИИКХ. 2014. 37 с.
281. Филин В.И. Расчет доз внесения полного минерального удобрения под планируемую урожайность картофеля/Методика станции программирования Волгоградской ГСХА, 1984. С.
282. Филиппова Г.И. Качество картофеля при систематическом применении возрастающих норм удобрений в условиях Центрального района Нечерноземной зоны: дис. ... канд. с.-х. наук. М. 1980. 165 с.
283. Фоменко К.П., Нестеров А.И., Хлопова Е.В. Модификация метода анализа растительных образцов на содержание азота, фосфора, калия //Агрохимия. 1973. №5. С. 79-84.
284. Хеймен Д.С. Участие микроорганизмов и корней растений в круговороте фосфора. – Почвенная микробиология /Под ред. Д.И. Никитина. – М., 1979. С. 90-119.
285. Чеботарь В. К., Завалин А. А, Кипрушкина Е. Н. Эффективность применения биопрепарата экстрасол. М.: Изд-во ВНИИА, 2007. 216 с.
286. 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.
287. Чекмарев П.А. Влияние способов подготовки клубней к посадке на урожайность и показатели качества картофеля //Достижения науки и техники АПК. 2008. №6. С. 29-32.
288. Чекмарев П.А. Научное обоснование повышения продуктивности картофеля и разработка агротехнических приемов его возделывания в условиях лесостепи Поволжья/ Автореф. д. с.-х. наук// Йошкар-Ола. 2006. 47 с.

289. Чекмарев П.А. Характеристика опасных природных явлений, риск возникновения и их влияние на сельскохозяйственное производство в субъектах Российской Федерации / П.А. Чекмарев, И.К. Абдрахманов и др.// М.: ФГНУ Росинформагротех, 2009. 203 с.
290. Чекмарев, П.А. Агрохимическое состояние пахотных почв ЦЧО России / П.А. Чекмарев // Достижения науки и техники АПК, 2015. Т. 29. № 9. С. 17–20.
291. Чекмарев, П.А. К проблеме кислотности почв Нечерноземной зоны Российской Федерации / П.А. Чекмарев, Е.М. Купреев, А.А. Ермаков // Достижения науки и техники АПК, 2017. Т. 31. № 7. С. 14–19.
292. Черемисин. А.И. Орошение картофеля - эффективный прием повышения урожайности / Сиб. ученые – аграрно-промышленному комплексу. – Омск. 2000. С. 28-30.
293. Чернавина И.А. Физиология и биохимия микроэлементов. М.: Высшая школа, 1970. 310 с.
294. Чернавская Н.М., Васильева Л.Ю. Роль марганца при выделении кислорода в фотосинтезе // Физиология растительных организмов и роль металлов. М.: МГУ, 1989. С. 56-117.
295. Чиханова В.М. Бактериальные препараты. Минск: «Ураджай», 1988. С.29.
296. Шабанов А.Э., Киселев А.И., Зебрин С.Н., Коровин А.С. Эффективные агроприемы на картофеле // Картофель и овощи. 2015. № 5. с. 27-28.
297. Шакирова Ф.М. Неспецифическая устойчивость растений к стрессовым факторам и ее регуляция. Уфа: Гилем, 2001. 160 с.
298. Шаповал О.А., Вакуленко В.В. Прусакова Л.Д., Можарова И.П. Регуляторы роста растений в практике сельского хозяйства. М., ВНИИА, 2009. 60 с.
299. Шаповал О.А., Вакуленко В.В., Можарова И.П., Любимова Е.Ю. Новый регулятор роста – Люрастим //Плодородие, 2010. № 4. С. 10-12.
300. Щегорец, О.В. Биологизация технологии возделывания картофеля в условиях Приамурья / О.В. Щегорец: автореф. дис... докт. с.-х. наук. - М., 2008. 48 с.
301. Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С. Агрохимия. 2-е издание переработанное и дополненное. Майкоп: Изд-во Афиша, 2006. С. 524.
302. Шеуджен А.Х., Куркаев В.Т., Котляров Н.С. Агрохимия: Учебное пособие/ Под. ред. А.Х. Шеуджена. 2-е изд., перераб. и доп. – Майкоп: изд-во «Афиша», 2006. 1075 с.
303. Шеуджен А.Х. Биогеохимия. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея». 2003. 1028 с.
304. Шеуджен А.Х., Алешин Н.Е., Досеева О.А. и др. Роль марганца в жизни растений и применение марганцевых удобрений в рисоводстве. Махачкала, 1997. 31 с.
305. Шеуджен А.Х., Алешин Н.Е., Морозов Ю.А. и др. Роль меди в жизни растений и применение медных удобрений в рисоводстве. Краснодар, 1997. 27 с.

306. Шильников И.А., Сычев В.Г., Зеленов Н.И., Аканова Н.И., Федотова Л.С. Известкование как фактор урожайности и почвенного плодородия. – М.: ВНИИА, 2008. 340 с. ISBN 978-5-9238-0099-9.
307. Шильников, И.А. Значение известкования и потребность в известковых удобрениях / И.А. Шильников, Н.И. Аканова, В.Н. Темников // Агрехимический вестник. 2008. № 6. С. 28–31.
308. Шитикова А.В. Урожайные свойства клубней картофеля при предварительной сортировке по удельной массе и обработке биологически активными веществами / Автореф. к. с.-х. наук// Москва. 2007. 23 с.
309. Шитикова А.В. Формирование урожая картофеля при применении азотных удобрений и регуляторов роста: Монография/М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2015. 161 с.
310. Школьник М.Я., Макарова Н.А. Микроэлементы в сельском хозяйстве. М.: 1997.
311. Шур Т. Прогноз для вечной мерзлоты // В мире науки. 2017. №1-2. С. 167 – 172.
312. Экологическая доктрина России // Международный научный журнал. Экология XXI век. 2003. №1-2. т. 3. С.7-30.
313. Эксперт № 16. Апрель 2016. С. 38.
314. Ягодин Б.А. Сера, магний и микроэлементы в питании растений// Агрехимия. 1985. № 11. С. 117-127.
315. Яковлева Л.В. Экологические аспекты известкования дерново-подзолистых почв Северо-Запада России//Автореф. дис. докт. с.-х. наук, Санкт-Петербург, Пушкин. 2009. 45 с.
316. Якушев, В.П. К вопросу об известковании кислых почв в России / В.П. Якушев, А.И. Осипов, Р.М. Миннулин и др. // Агрехифизика. 2013. № 2 (10). С. 18-22.
317. Яговенко Л.Л., Яговенко Г.Л. Биологические и продукционные аспекты люпиновой сидерации// Кормопроизводство. 2001. №1. С.21-23.
318. Ягодин, Б.А. Агрехимия: учебник / Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский. М.: Агрехпромиздат, 1989. 639 с.
319. Яшина И.М., Склярова Н.П., Симаков Е.А. Результаты использования генетических источников из коллекции ВИР в селекции картофеля на устойчивость к болезням и вредителям// Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2007. Т. 163. С. 118-135.
320. Abeles F.B. Ethylene in Plant Biology. Academic Press. New York, USA, 1973, № 4, XII. 302 p.
321. Adamchuk, V., Prysyzhnyi, V., Ivanovs, S., Bulgakov, V. Effect of mulching on soil environment, microbial flora and growth of potato under field conditions// Indian Journal of Agricultural Research, 2016, 50 (6). P. 542-548. DOI: 10.18805/ijare.v50i6.6671
322. Akbaril N. Potato (*Solanum tuberosum* L.) Seed tuber size and production under application of gibberellic acid (GA₃) hormone / N. Akbaril, M. Barani, J. Daneshian

and R. Mahmoudil // *Technical Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2013, 3 (2). P. 105-109.

323. 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.

324. Bais H.P. et al. The role of root exudates in rhizosphere interactions with plants and other organisms. *Annual Review of Plant Biology*. 2006. V. 57: 233-266. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.57.032905.105159>

325. Balasundaram V. R., Sen A. Effect of bacterization of rice (*Oryza sativa* L.) with *Beijerinckia* // *Indian J. Agr. Sci.*, 1971. Vol.41. P.700.

326. Banerjee A.K., Laya Mimo M.S., Vera Vegas W.J. Silica gel in organic synthesis // *Russian Chemical Reviews*. 2001. V. 70. №. 11. P. 971–990.

327. Baysal-Gurel F. Management of soil-borne diseases in organic vegetable production. ISE Workshop Jefferson City, Missouri, 04-05 June, 2013, the Ohio State University.

328. Belanger R.R. The role silicon in plant-pathogen interaction: toward universal model // *Proc. III Silicon in Agriculture Conf.* / Ed. G.H. Korndorfer, Uberlandia: Universosidade Federal de Uberlandia, 2005. P. 34-40.

329. Besson Y. *Les Fondateurs de l'agriculture biologique*, Sang de la Terre, 2017. 776 p.

330. Bergmann, W. Nutritional disorders of plants development, visual and analytical diagnosis / W. Bergmann et al. // Stuttgart, New York. 1992. 234 p.

331. Baysal-Gurel F. Management of soil-borne diseases in organic vegetable production. ISE Workshop Jefferson City, Missouri, 04-05 June, 2013, the Ohio State University.

332. Bocharnikova E.A., Matichenkov V.V. Influence of plant associations on the silicon cycle in the soil-plant system // *Applied Ecology and Environmental Research*. 2012. V. 10(4). P. 547-560.

333. Bocharnikova E.A., Matichenkov V.V. Influence of plant associations on the silicon cycle in the soil-plant system // *Applied Ecology and Environmental Research*. 2012. V. 10(4). P. 547-560.

334. Bocharnikova E.A., Matichenkov V.V., Pinsky D.L. The influence of soluble silica acids on behavior of heavy metals in soil and natural waters // *Proc. World-wide Symposium Pollution in Large Cities*. Italy, Venece/Padova, 1995. P. 43-51.

335. Brummer E.C. et al. Plant breeding for harmony between agriculture and the environment. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2011. 9. P. 561–568. [doi:10.1890/100225](https://doi.org/10.1890/100225)

336. Bulgarelli D. et al. Structure and Functions of the Bacterial Microbiota of Plants. *Annual Review of Plant Biology*. 2013. V. 64:807-838 <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050312-120106>

337. Chennappa, G., Naik, M.K., Amaresh, Y.S., Nagaraja, H., Sreenivasa, M.Y. *Azotobacter: A Potential Biofertilizer and Bioinoculants for Sustainable Agriculture*//

MICROORGANISMS FOR GREEN REVOLUTION, VOL 1: MICROBES FOR SUSTAINABLE CROP PRODUCTION. Series of books: Microorganisms for Sustainability. 2017. V. 6. P. 87-106. DOI: 10.1007/978-981-10-6241-4_5

338. Chebotar V., Khotyanovich A., Cazacov A. EXTRASOL - A new multifunctional biopreparation for ecologically safe agriculture // In: Practice Oriented Results on Use and Production of Neem Ingredients and Pheromones IX. H. Kleeberg&CP. W. Zebitz (eds), 2000. Druck&Graphic, Giessen. P. 127-134.

339. Cook R.J., Baker K.F. The nature and practice of biological control and plant pathogens // American Phytopathological Society. St. Paul, Minnesota, 1983. P.539.

340. Cooper R. Bacterial fertilizers in the Soviet Union Soils // Soils Fertilizers, 1959. Vol.22. P.327.

341. Cruz, EOA, Oramas, GG., Gonzalez RL., Alonso, JIV., Ost, P., Cepero, ZM. Response of potato's cultivation (*Solanum tuberosum* L.) to the combination of the ecological fertilizer HerbaGreen with chemical fertilizer// CENTRA AGRICOLA, 2017. V. 44. (1). P. 80-89. ISSN: 0253-5785

342. Dragavtsev, Victor, & Kurtener, Dmitry (2016). Agrophysics and epigenetics: tasks for interdisciplinary re-searches. European Agrophysical Journal, 3(4), P.119-25.

343. Di Fiore S., Del Gallo M. Endophytic bacteria: their possible role in the host plant // In: Azospirillum and Related Microorganisms. Ed. I. Fendrik. Berlin Heidelberg. Springer, 1995. P.169-187.

344. Dietzel M. Interaction of polysilicic and monosilicic acid with mineral surfaces // Water-Rock Interaction / Eds. I. Stober and K. Bucher. Netherlands: Kluwer, 2002. P. 207-235.

345. Ekin, Zehra. Integrated Use of Humic Acid and Plant Growth Promoting Rhizobacteria to Ensure Higher Potato Productivity in Sustainable Agriculture//SUSTAINABILITY. 2019. V. 11: (12) №: 3417. DOI: 10.3390/su11123417

346. Epstein E. Silicon. Ann. Rev. Plant Physiol. // Plant Mol. Biol. 1999. V.50. P. 641-664.

347. Foukaraki, SG, Cools, K, Terry, LA. Differential effect of ethylene supplementation and inhibition on abscisic acid metabolism of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers during storage/ POSTHARVEST BIOLOGY AND TECHNOLOGY. 2016. V. 112. P. 87-94. DOI: 10.1016/j.postharvbio.2015.10.002

348. 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.

349. Hamouz, K., Cepl, J., Vokal, B., Lachman, J. Influence of locality and way of cultivation on the nitrate and glycoalkoloid content in potato tubers // Rostl. Vyroba. 1999. R. 45. P. 11.

350. Haramoto, E.P. Brassica cover cropping. II. Effects on growth and interference of green bean (*Phaseolus vulgaris*) and redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*) / E.P. Haramoto, E.R. Gallandt // Weed science. 2005. Vol. 53. P. 702-708.

351. Harasimowicz-Hermann G., Czyz K. Effect of Asahi SL on the Initial Development of Willow Cuttings at Varied Soil Moisture. *Biostimulators in Modern Agriculture*, Warsaw, 2008. P. 40-47.
352. Hart, S. C., Stark, J. M., Davidson, E. A. and Firestone, M. K. Nitrogen mineralization, immobilization, and nitrification. 1994. P. 985-1018 in *Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties*. SSSA, Madison, WI.
353. Haverkort A.J., Verhagen A. Climate Change and Its Repercussions for the Potato Supply Chain. *Potato Research*, 2008. 51. P. 223-237.
354. Haase N.U. The Potato – Healthy or not? // *Potato for a Changing World: 17-th Triennial Conference EAPR*. Brasov, 2008. P. 9-12.
355. 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.
356. Haase N.U., Lindhauer M.G., Weber L., Trautwein F., Steinberger J. The effect of global climate change on the processing quality of potatoes // *Potato for a Changing World: 17-th Triennial Conference EAPR*. Brasov, 2008. P. 234-236.
357. Hassan W., Bano R., Bashir S., Aslam Z. Cadmium toxicity and soil biological index under potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivation / *Soil Research*. 2016. V. 54 (4). P. 460-468, DOI: 10.1071/SR14360.
358. Hawksworth D.L. The biodiversity of microorganisms and invertebrates: its role in sustainable agriculture // *CAB International, Redwood press Ltd., Melksham, UK*, 1991. 302p.
359. Zavyalova N.E., Shirokikh I.G., Kosolapova A.I., Shirokikh A.A. Microbial transformation of organic matter of sod-podzolic soils in the Pre-Urals under conditions of different use and application of mineral fertilizers/ *THEORETICAL AND APPLIED ECOLOGY*. 2019. 1. P.102-110 DOI: 10.25750/1995-4301-2019-1-102-110
360. Intedhar Abbas Marhoon, Majeed Kadhim Abbas Effect of foliar application of seaweed extract and amino acids on some vegetative and anatomical characters of two sweet pepper (*Capsicum Annum* L.) cultivars // *International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences (IJRSAS)*, 2015, Vol. 1. Is. 1. P. 35-44.
361. Iler R.K. *The Chemistry of Silica* // N.Y.: Wiley, 1979. 896 p.
362. IFOAM 2000 - *The World Grows Organic* / *Proceedings 13-th International IFOAM Scientific Conference*. - Convention Center Basel. 28-301. August. 2000. 760p.
363. Jahanzad, E., Barker, A.V., Hashemi, M. et al. Improving yield and mineral nutrient concentration of potato tubers through cover cropping /*Field Crops Research*. 2017. V. 212. P. 45-51.
364. Jung, J. Aims and Possibilities of Applied Plant Bio-Regulation / J. Jung // *Proceedings of the 12th International Conference Plant Growth Substances*. – Heidelberg, 1985. P. 363-364.
365. 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. P. 94-104.
366. Kavimandan S. K., Gaur A. C. Effect of seed inoculation with *Pseudomonas* sp., on phosphate uptake and yield of maize // *Current Sci*. 1971. Vol.40. P.439.

367. Khan I., Zaman M., Khan M.J., Iqbal M., Babar M.N. How to improve yield and quality of potatoes: effects of two rates of urea N, urease inhibitor and Cytosyme nutritional program// *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 2014, 14 (2), 268-276.
368. Kim, HS, Kim, KR, Kim, HJ, Yoon, JH, Yang, JE, Ok, YS, Owens, G, Kim, KH. Effect of biochar on heavy metal immobilization and uptake by lettuce (*Lactuca sativa* L.) in agricultural soil// *ENVIRONMENTAL EARTH SCIENCES*. 2015. V. 74 (2). P. 1249-1259. DOI: 10.1007/s12665-015-4116-1.
369. Kirk, W.W. The influence of temperature on leaf development and growth in controlled environments // *Ann. Appl. Biol.* 1992. №3. P. 511-525.
370. Klein L. B., Chandra S., Mondy N.I. Effect of Magnesium fertilization on the Quality of Potatoes: Total nitrogen, nonprotein nitrogen, protein, aminoacids, minerals and firmness /*Journal of agricultural and food chemistry*, 1982, july /august, p. 754-757.
371. Kloepper J. W., Scher F. M., Laliberte M., Zaleska I. Measuring the spermosphere colonizing capacity (spermosphere competence) of bacterial inoculants. // *Can. J. Microbiol.*, 31, 1985. P.926
372. Kluepfel D. A., Tonkyn D.W. Release of soil-borne genetically modified bacteria // In: «Biological Monitoring of Genetically Engineered Plants and Microbes». Ed. Henry S.C. Maryland, 1990. P.56-67.
373. Knowles R. Denitrification // *Microbiol. Rev.* 1982. Vol. 46, № 1. P. 43-70.
374. Kobayashi D. Y., Palumbo J. D. Bacterial endophytes and their effects on plants and uses in agriculture // In: «Microbial endophytes». Ed. C. W. James and J. F. White, Jr. Marcel Dekker Inc., New York, 2000. P. 199-233.
375. Koch M., Naumann M., Pawerzik E., Gransee A., Thiel H. The Importance of Nutrient Management for Potato Production. Part I: Plant Nutrition and Yield/ *Potato Research*, 2019. P. 1-23 doi.org/10.1007/s11540-019-09431-2
376. Khalid, A., Aftab, F. Effect of exogenous application of 24-epibrassinolide on growth, protein contents, and antioxidant enzyme activities of in vitro-grown *Solanum tuberosum* L. under salt stress / *IN VITRO CELLULAR & DEVELOPMENTAL BIOLOGY-PLANT*. 2016. Vol. 52: 1. P. 81-91. DOI: 10.1007/s11627-015-9745-2
377. 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.
378. Lallawmkima, I., Singh, S.K., Sharma, M. Dry matter accumulation and potato productivity with green manure [Acumulación de materia seca y productividad de papa con abono verde] *Idesia*, 2017. 35(1). P. 79-86. DOI: 10.4067/S0718-34292017005000016
379. Lehri L. K., Mehrotra C. L. Effect of *Azotobacter* inoculation on the yield of vegetable crops // *Indian J. Agric. Sci.*, 1972. Vol.6. P.201.
380. Lemanceau P., Corberand T., Gardan L. Effect of two plant species, flax (*Linum usitatissimum* L.) and tomato (*Lycopersicon esculantum* Mill.) on the diversity of soil-borne populations of fluorescent pseudo-monads. *Applied and Environmental Microbiology*, 61, 1995. P. 1004-1012.

381. Liu, SW, Zhao, C, Zhang, YJ, Hu, ZQ, Wang, C, Zong, YJ, Zhang, L, Zou, JW. Annual net greenhouse gas balance in a halophyte (*Helianthus tuberosus*) bioenergy cropping system under various soil practices in Southeast China// GLOBAL CHANGE BIOLOGY BIOENERGY. 2015. V. 7 (4). P. 690-703. DOI: 10.1111/gcbb.12185
382. Lindsay W.L. Chemical Equilibria in Soil. N.Y.: John Wiley & Sons, 1979. 449 p.
383. Loide, V. The content of available magnesium of Estonian soils, its ratio to potassium and calcium and effect on the field crops. Thesis for the degree of D. Agr.Sc / V. Loide // Tartu, 2002. 118 p.
384. Ma J.F. Syndrome of aluminum toxicity and diversity of aluminum resistance in higher plants // Int. Review of Cytology. 2007. V. 264. P. 225-252.
385. Ma J.F., Takahashi E. Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan. Netherlands: Elsevier, 2002, 281 p.
386. McLean, E.O., Basic cation saturation rations as a basis for fertilizing and liming agronomic crops. II. Field studies / E.O. McLean [et al.]. Agronomy Journal. 1983. P. 75: 635-639.
387. Mahaffee W.F., Kloepper J.F. Temporal changes in the bacterial communities of soil, rhizosphere and endorhiza associated with field grown cucumber (*Cucumis sativus* L.), Microbial Ecology, 34, 1996. P.210-223.
388. Mansvelt Jan Diek Historic and actual awareness of soil fertility in agriculture: RUSSIA – WESTERN EUROPE – USA: DRAFT OF A SURVEY //Успехи современной науки. 2017. №9. Т 2. С.40-50
389. Martin, R. J. The effect of nitrogen fertilizer on the recovery of nitrogen by a potato crop. Proceeding of Annual Conference Agronomy Society of New Zealand, 1995. 97-104
390. Matichenkov V. V., Bocharnikova E. A. The relationship between silicon and soil physical and chemical properties // Silicon in Agriculture / Eds. L.E. Datnoff, G.H. Snyder, G.H. Korndorfer. Amsterdam: Elsevier, 2001. P. 209-219.
391. Matichenkov V.V., Calvert D., Snyder G.H., Bocharnikova E.A. Effect of Si fertilization on growth and P nutrition of Bahiagrass // Proc. Soil Crop Sci. Florida. 2001. V. 60. P. 30-37.
392. Minato T. and Okazawa Y. Effect of Ethylene Treatment on Auxin Metabolism of Potato Tubers. Journal Faculty of Agriculture, Hokkaido Univ., Sapporo, Vol. 58, Pt. 4, 1978. P. 535-547.
393. Mushinsky A.A., Aminova E.V., Korotkova A.M. Evaluation of tolerance of tubers *Solanum Tuberosum* to silica nanoparticles / Environmental Science and Pollution Research. 2018. T. 25. № 34. C. 34559-34569.
394. Naumann M., Koch M., Thiel H., Gransee A., Pawerzik E. The Importance of Nutrient Management for Potato Production. Part I: Plant Nutrition and Tuber Quality/ Potato Research, 2019. P. 1-17, doi.org/10.1007/s11540-019-09430-3.
395. Nicol G W, Leininger S, Schleper C, Prosser J I. The influence of soil pH on the diversity, abundance and transcriptional activity of ammonia oxidizing archaea and bacteria. Environ. Microbiol. 2008. 10: 2966-2978 Crossref, Medline.

396. Norbert, U.H. Potato development in a changing Europe / U.H. Norbert, A.J. Haverkort // Wageningen Academic Publishers. - The Netherlands, 2006. 278 p.
397. Nurmanov, Y.T., Chernenok, V.G., Kuzdanova, R.S. Potato in response to nitrogen nutrition regime and nitrogen fertilization// Field Crops Research, 2019. 231. P. 115-121. DOI: 10.1016/j.fcr.2018.11.014
398. Nyborg N., Hoyt P.B. Effects of soil acidity and liming on mineralization of soil nitrogen // Canadian Journal of Soil Science, 1978. 58: 331-338.
399. Our Common Future. World Commission Environment and Development. Oxford University Press. 1987. P. 383
400. Organic Field Crop Handbook. Ottawa, Canada: Canadian Organic Growers Inc., 1992. 192 p.
401. Rasyid, B. Collaboration of liquid bio-ameliorant and compost effect to crop yield and decreasing of inorganic fertilizer utilization for sustainable agriculture//1-st International Conference on Food Security And Sustainable Agriculture In The Tropics (IC-FSSAT): IOP Conference Series-Earth and Environmental Science, 2018. V. 157. DOI: 10.1088/1755-1315/157/1/012001
402. Rogach, V.V., Rogach, T.I. Influence of synthetic growth stimulators on morphological and physiological characteristics and biological productivity of potato culture/ VISNYK OF DNIPROPETROVSK UNIVERSITY-BIOLOGY ECOLOGY. 2015. V. 23: 2. P. 221-224.
403. Rogach, V.V., Poprotska, I.V., Kuryata, V.G. Effect of gibberellin and retardants on morphogenesis, photosynthetic apparatus and productivity of the potato/ VISNYK OF DNIPROPETROVSK UNIVERSITY-BIOLOGY ECOLOGY. 2016. V. 24: 2. P. 416-420. DOI: 10.15421/011656
404. Pierrehumbert, R.T. Warming the world: Greenhouse effect: Fourier's concept of planetary energy balance is still relevant today // Nature. 2004. N432. P. 677.
405. Pimental D., Stachow U., Takacs D. A., Brubaker H. W., Dumas A. R., Meaney J. J., O Neil A. S., Onsi D.E., Corzilius D. B. Conserving biological diversity in agricultural/forestry system // BioScience, 1992. Vol.42. P.354-362.
406. Schafleitner, R., Ramirez J., Jarvis A., Evers D., Gutierrez R., and Scurrah M. Adaptation of the potato crop to changing climates. In Crop adaptation to climate change, 2011. New York: Wiley. P. 287-297. First Edition, ed. S.S. Yadav, R.J. Redden, J.L. Hatfield, H. Lotze-Campen, and A.E. Hall,
407. Simakov E.A., Yashina I.M., Sklyarova N.P. Potato breeding in Russia: History, General Trends and Achievements //In the book: Potato production and innovative technologies Editors: Anton J. Haverkort and Boris V. Anisimov. Wageningen, 2007. P. 311-327.
408. Simarmata, T., Setiawati, MR., Herdiantoro, D., Fitriatin, BN. Managing of Organic-Biofertilizers Nutrient Based and Water Saving Technology for Restoring the Soil Health and Enhancing the Sustainability of Rice Production in Indonesia /INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRIBUSINESS, FOOD AND AGRO-TECHNOLOGY. 2018. Series of books: IOP Conference Series-Earth and Environmental Science. Vol. 205. Number of articles: UNSP 012051. DOI: 10.1088/1755-1315/205/1/012051

409. Srinivasarao, C., Kundu, S., Grover, M. et al. Effect of long-term application of organic and inorganic fertilizers on soil microbial activities in semi-arid and sub-humid rainfed agricultural systems/ *TROPICAL ECOLOGY*. 2018. V. 59 (1). P. 99-108.
410. Suttle J.C. Auxin-induced sprout growth inhibition: Role of endogenous ethylene// *American Journal of Potato Research*, 2003. 80. P. 303-309.
411. Soils help to combat and adapt to climate change by playing a key role in the carbon cycle. *FAO.org/soils* 2015.
412. Struik, H.C. Seed potato technology / H.C. Struik, S.G. Wiersema // *Wageningen Pers, Wageningen. The Netherlands*. 1999. 383 p.
413. 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.
414. Voronin A.Ya, Savin I.Yu GPR Diagnostics of Chernozem Humus Horizon Thickness // *Russian agricultural sciences*, 2018. Изд-во: Allerton Press (New York, N.Y., United States), V. 44, № 3, P. 250-255
415. Wallace A. Soil acidification from use of too much fertilizer // *Communic. In Soil. Sci. Plant Analysis*, 1994. Vol. 25, N 1/2. P. 87-92
416. Westermann D.T. Nutritional requirements of potatoes. *American Journal Potato Research*. 2005. V. 82. P.301-307
417. Wszelaczynska E., Wichrowska D., Rogozinska I. Effect of bioelements (Mg, N, K) and herbicides on vitamin C content in potato tubers / Part II. Dynamics of the vitamin C changes in stored potato tubers // *J. Elementology*. 2005. №10 (4). P. 1117-1125.
418. Wrochna M. Effect of Asahi SL Biostimulator on Ornamental Amaranth (*Amaranthus Spp.*) Plants Exposed to Salinity in Growing Medium / M. Wrochna, B. Lata, B. Borkowska, H. Gawronska // *Bioistimulators in Modern Agriculture*, Warsaw, 2008. P. 15-33.
419. Wertz S., Leigh A.K., Grayston S.J. Effects of long-term fertilization of forest soils on potential nitrification and on the abundance and community structure of ammonia oxidizers and nitrite oxidizers // *FEMS Microbiol. Ecol*. 2011. 79: 142-154. Cross-ref.
420. Wulkow, A. Effect of calcium and boron in potato tubers (*Solanum tuberosum*) of various cultivars differing in blackspot susceptibility. – Conference of European Association for potato research / *Potato for a changing world: 17-th triennial Conference of European Association for potato research: abstract of papers and posters* / A. Wulkow, E. Pawelzik, B. Heckl. Brasov, 2008. P. 228-229.
421. Yanni, SF; Janzen, HH; Gregorich, EG; Ellert, BH; Larney, FJ; Olson, BM; Zvomuya, F. Organic Carbon Convergence in Diverse Soils toward Steady State: 21-Year Field Bioassay// *Soil Science Society of American Journal*. 2016. V. 80. (6). P. 1653-1662.
422. Ye, LY, Zhang, JM, Zhao, J., Luo, ZM, Tu, S. Yin, YW. Properties of biochar obtained from pyrolysis of bamboo shoot shell// *J. Of Analytical and Applied Pyrolysis*. 2015. Vol. 114. P. 172-178. DOI: 10.1016/j.jaap.2015.05.016

423. Yupeng Wu, Muhammad Shaaban, Chanjuan Deng, Qi-an Peng, Ronggui Hu Changes in the soil N potential mineralization and nitrification in a rice paddy after 20 yr application of chemical fertilizers and organic matter // Canadian Journal of Soil Science, 2017, 97(2): 290-299, <https://doi.org/10.1139/cjss-2016-0065>
424. Zaag, D.E. Growing seed potatoes / D.E. Zaag // In: J.A. De Bokx, P. Oosterveld, F. Quak, J. P. H. van der Want. Viruses of potatoes and seed-potato production Pudoc. Wageningen. 1987. P. 176-203.
425. Zaag, D.E. Potato production and utilization in world perspective with special reference to the tropics and subtropics / D.E. Zaag, D. Horton // Potato Research. 1983. P. 323-362.
426. Zebarth B.J., Forge T.A., Goyer C. and Brin L.D. Effect of soil acidification on nitrification in soil // Canadian Journal of Soil Science, 2015, 95(4): 359-363, <https://doi.org/10.4141/cjss-2015-040>.
427. http://newsorel.ru/fn_15080.html дата обращения 06.03.2018 г. // Миляхин С. Трепелы: новое слово в истории Орловщины. Сетевое издание «Орловские новости» Newsorel.ru от 26.02.2015.
428. www.agroflora.ru/organicheskoe-veschestvo; дата обращения: 23.01.2019
429. <https://www.rbc.ru/business/21/01/2018/5a6232af9a794792e035753b>; дата обращения 06.03.2019 г.
430. <https://www.kommersant.ru/doc/3515823>; дата обращения: 27.02.2019
431. Приказ Минздрава России № 614 от 19.08.2016. <https://rg.ru/2016/08/25/minzdrav-obnovil-normy-potreblenia-pish>.
432. <https://www.rbc.ru/business/21/01/2018/5a6232af9a794792e035753b>
433. FAOSTAT. [Электронный ресурс] <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (дата обращения: 20.03.2019).
434. World potato statistics. [Электронный ресурс]. <https://www.potatopro.com/world/potato-statistics>, (дата обращения: 20.03.2019).
435. www.syngenta.ru/crops/potato/20140325-boxer; дата обращения: 24.03.2019

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А – Характеристика сортов картофеля – объектов исследований (<https://reestr.gossort.com/reestr/culture/159>, дата обращения 30.04.2019)

АРЛЕКИН (ФГБНУ «Пензенский НИИСХ») – среднеранний. Столового назначения и для производства хрустящего картофеля, пюре, крахмала. Клубни овальные, белые с окрашенными глазками средней глубины. Мякоть белая. Венчик красно-фиолетовый. Урожайность 38-50 т/га. Товарность 88-95%. Крахмалистость 18-21%. Вкус хороший, мякоть при варке не темнеет. Хранится хорошо. Относительно устойчив к тяжелым формам вирусных болезней, фитофторозу по клубням. Высокоустойчив к ризоктонии и раку. Находится на сортоиспытании.

ГУСАР (ООО Селекционная фирма Лига) – среднеспелый, столового назначения с овальными клубнями. Цвет кожуры клубней желтый. Цвет мякоти светло-желтый. Период созревания 80-95 дней. Количество клубней 6-10 штук/куст. Масса товарных клубней 106-185 г. Содержание крахмала 14,3-17,8%. Урожайность 23,9-53,2 т/га (максимальная – 69 т/га). Устойчив к раку картофеля, золотистой цистообразующей нематоде, вирусу скручивания листьев, полосчатой мозаике. Умеренно восприимчив к фитофторе ботвы и клубней. Потребительские качества: хороший и отличный вкус, кулинарный тип ВС, подходит для жарки, запекания, приготовления пюре. Лежкость 95%. Регионы 2,3,4. Дата включения в Госреестр 2017г.

БАБУШКА (Пензенский НИИСХ, ВНИИКХ) – среднеранний сорт, столового назначения. Растение средней высоты, листового типа, полупрямостоячее. Товарная урожайность -17,5-27,0 т/га на 2,6-6,2 т/га выше стандартов Невский, Русский сувенир. Максимальная урожайность – 27,3 т/га. Клубень овальный, с мелкими глазками. Кожура красная. Мякоть светло-жёлтая. Масса товарного клубня - 92-192 г. Содержание крахмала - 15,5-18,5%. Вкус отличный. Товарность 77-93%. Лежкость 96%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоде. По данным ВНИИ фитопатологии умеренно восприимчив к возбудителю фитофтороза по ботве и восприимчив по клубням. По данным оригинатора устойчив к морщинистой полосчатой мозаике. Устойчив к жаре и засухе. Регион 5, 7. Дата включения в Госреестр 2018 г.

БРАВО (Уральский научно-исследовательский институт сельского хозяйства и Агрофирма «КРиММ») – среднеранний столовый сорт картофеля с округлыми клубнями. Цвет кожуры красный. Цвет мякоти светло-желтый. Период созревания 65-80 дней. Содержание крахмала: 13,1-15,2%. Масса товарных клубней 81-180 г. Количество клубней 4-9 штук/куст. Урожайность 21,0-37,7 т/га (максимальная – 46,0 т/га). Потребительские качества: хороший вкус, слабая развариваемость, кулинарный тип В, подходит для жарки, супов и запекания. Лежкость 93%. Устойчив к золотистой цистообразующей картофельной нематоде, раку картофеля, морщинистой и полосчатой мозаике. Среднеустойчив к фитофторозу ботвы и клубней. Регионы 4,10. Дата включения в Госреестр 2015 г.

ЖУКОВСКИЙ РАННИЙ (ВНИИКХ). Очень ранний. Столового назначения и для переработки на хрустящий картофель в осенний период. Клубни розовые. Глазки красные, мелкие. Мякоть белая. На 60 день после посадки дает 10-12 т/га товарных клубней, в окончательной копке 40-45 т/га. Товарность 90-92%. Масса товарного клубня 100-120 г. Крахмалистость 10-12%. Вкус и сохранность клубней от хороших до средних. Устойчив к картофельной нематоде, парше обыкновенной, ризоктонии. Умеренно восприимчив по ботве и клубням к фитофторозу. Среднеустойчивый к бактериозам. Относительно жаро- и засухоустойчив. Ценность сорта: скороспелость, высокая товарность ранней продукции, устойчивость к картофельной нематоде. Регионы 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12. Дата включения в Госреестр 1993 г.

ЛИГА[®] (ООО Селекционная фирма Лига) – раннеспелый, пригоден для производства чипсов. Цветки красно-фиолетовые. Товарная урожайность 21,1-35,4 т/га, до 40 т/га. Клубень удлиненно-овальный с мелкими глазками. Кожура гладкая, желтая. Мякоть светло-желтая. Масса товарного клубня 92-125 г. Содержание крахмала 11,8–16,4%. Вкус хороший. Товарность 83-94%. Лежкость 93%. Устойчив к возбудителю рака картофеля и золотистой картофельной цистообразующей нематоде. Умеренно восприимчив по ботве и клубням к возбудителю фитофтороза. Регион 1, 2, 3. Дата включения в Госреестр 2007 г.

ЛОМОНОСОВСКИЙ® (Ленинградский НИИСХ «Белогорка», ФГУП «Холмогорское») – раннеспелый, столового назначения. Цветки белые. Мякоть светло-желтая. Клубни короткоовальные, уплощенные, светло-бежевые, глазки мелкие. В ранние сроки урожайность достигает 20-22 т/га, в основную уборку в среднем дает 35-38 т/га. Товарность клубней высокая 95-96%, крахмалистость 11-14%. Устойчив к раку, относительно устойчив к вирусным болезням, парше обыкновенной и ризоктонии. Восприимчив по ботве и умеренно устойчив по клубням к фитофторозу. Обладает хорошей лежкостью, отзывчив на внесение удобрений. Вкус удовлетворительный и хороший, разваримость слабая, мякоть не темнеет при резке и варке. Регион 1, 2, 5. Дата включения в Госреестр 2011 г.

УДАЧА® (ВНИИКХ). Ранний, столового назначения и для приготовления хрустящего картофеля в осенний период. Клубни светло-бежевые. Глазки мелкие. Мякоть белая. Венчик белый. Урожайность 30-50 т/га, при ранней копке на 60 день от посадки 12-15 т/га. Товарность 96-100%. Крахмалистость 12–15%. Вкус от среднего до хорошего. Хранится хорошо. Устойчив к фитофторозу по ботве и клубням, мокрым и сухим гнилям, мозаичным вирусам, парше и ризоктониозу. Восприимчив к альтернариозу. При внесении хлористых калийных удобрений возможно потемнение мякоти. Регионы 2-7, 9, 12. Дата включения в Госреестр 1994 г.

КРЕПЫШ® (ВНИИКХ). Ранний, столового назначения и для переработки на картофелепродукты. Цветки красно-фиолетовые. Товарная урожайность – 12,7-24,2 т/га, может достигать 30-45 т/га. Клубень овальный с глазками средней глубины. Кожура гладкая, желтая. Мякоть кремовая. Содержание крахмала 10,0–12,1%. Вкус хороший. Товарность 86–99%. Лежкость 97%. Устойчив к возбудителю рака картофеля и золотистой картофельной цистообразующей нематоды. Умеренно восприимчив по ботве и клубням к возбудителю фитофтороза. Регионы 1, 2, 3, 5, 12. Дата включения в Госреестр 2005 г.

ЛЮБАВА® (ВНИИКХ и Кемеровский НИИСХ). Ранний. Столового назначения и для переработки на хрустящий картофель и фри. Клубни ярко розовые. Глазки красные, средней глубины. Мякоть белая. Венчик бледно-красно-фиолетовый. Урожайность в первой копке на 60 день после посадки – 15-20 т/га, в конце

вегетации – 33-45 т/га. Товарность 90-96%. Крахмалистость 13-16%. Вкусовые качества и сохранность хорошие. Устойчив к вирусным болезням. Относительно устойчив к фитофторозу, парше обыкновенной, кольцевой гнили, ризоктониозу. Слабо восприимчив к альтернариозу. Регионы 9,10,11, 12. Дата включения в Госреестр 2003 г.

ПОГАРСКИЙ® (Брянская опытная станция, ВНИИКХ). Раннеспелый, столового назначения. Венчик среднего размера до большого, белый. Товарная урожайность 20,1–35,1 т/га. Максимальная урожайность – 37 т/га. Клубень овальный с глазками средней глубины. Кожура гладкая, желтая. Мякоть белая. Содержание крахмала 11,8-13,4%. Вкус хороший. Товарность 93-97%. Лежкость 97%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоды. Восприимчив по ботве и умеренно восприимчив по клубням к возбудителю фитофтороза. Регион 3. Дата включения в Госреестр 2004 г.

ИЛЬИНСКИЙ® (ВНИИКХ) Среднеранний, столового назначения. Венчик средний, красно-фиолетовый. Товарная урожайность 17,6-34,6 т/га, максимальная – 35,5 т/га. Клубень овальный. Кожура красная, гладкая. Мякоть белая. Содержание крахмала 15,7–18,0%. Вкус хороший. Товарность 87-99%. Лежкость 93%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоды. Восприимчив к фитофторозу по ботве и умеренно восприимчив по клубням. Регионы 5, 7. Дата включения в Госреестр 1999 г.

ПАМЯТИ РОГАЧЕВА® (ВНИИКХ, СИБНИИСХТ). Среднеранний, столового назначения. Венчик среднего размера, красно-фиолетовый. Товарная урожайность 19,3-32,9 т/га, максимальная – 52,2 т/га. Клубень овально-округлый с мелкими глазками. Кожура слегка шероховатая, желтая. Мякоть светло-желтая. Содержание крахмала 16,4-20,2%. Вкус хороший и отличный. Товарность 89-97%. Лежкость 92%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, слабо поражен золотистой картофельной цистообразующей нематодой. Умеренно восприимчив по ботве и умеренно устойчив по клубням к возбудителю фитофтороза. Регионы 10,11, 12. Дата включения в Госреестр 2005 г.

КОРТНИ® (Татарский НИИСХ, ВНИИКХ). Среднеранний, столового назначения. Венчик среднего размера, фиолетовый. Товарная урожайность 27,5-40,5 т/га, максимальная – 43,5 т/га. Клубень округлый, с глубокими глазками. Кожура желтая. Мякоть светло-желтая. Содержание крахмала 14,8-17,6%. Вкус хороший и отличный. Товарность 76-96%. Лёжкость 94%. Устойчив к возбудителю рака, золотистой картофельной цистообразующей нематоды. Умеренно восприимчив к возбудителю фитофтороза по ботве и клубням, устойчив к морщинистой полосчатой мозаике и скручиванию листьев. Регионы 4,6, 7. Дата включения в Госреестр 2016г.

БРЯНСКИЙ ДЕЛИКАТЕС® (ВНИИКХ и Брянская опытная станция) Среднеранний. Столового назначения и для переработки на хрустящий картофель. Клубни светло-бежевые. Глазки неокрашенные, мелкие. Мякоть желтая. Венчик белый. Урожайность 34-50 т/га. Товарность 90-96%. Крахмалистость 13-19%. Вкус очень хороший. Лежкость от средней до хорошей. Устойчив к тяжелым формам вирусных болезней, альтернариозу, слабо поражается золотистой цистообразующей картофельной и стеблевой нематодами. Среднеустойчив к фитофторозу, парше обыкновенной и ризоктониозу. Неустойчив к фомозу. Регион 3. Дата включения в Госреестр 2002 г.

РУССКИЙ СУВЕНИР® (ВНИИКХ, Пензенский НИИСХ). Среднеранний, столового назначения, пригоден для переработки на картофелепродукты и полуфабрикаты. Венчик цветка среднего размера, голубо-фиолетовый. Товарная урожайность 16,5-36,5 т/га, максимальная – 46,6 т/га. Клубень овальный с мелкими глазками. Кожура слегка шероховатая, желтая. Мякоть кремовая. Масса товарного клубня 81-107 г. Содержание крахмала 14,4-17,4%. Вкус хороший. Товарность 87-93%. Лежкость 92%. Устойчив к раку картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоды, устойчив по ботве и умеренно устойчив по клубням к фитофторозу. Регионы 6, 7. Дата включения в Госреестр 2005 г.

ГОЛУБИЗНА® (ВНИИКХ). Среднеспелый. Столового назначения и для переработки на пюре, хрустящий картофель и крахмал. Клубни светло-бежевые. Мякоть белая, не темнеющая при резке и варке. Венчик сине-фиолетовый. Урожайность 40-50 т/га. Товарность 91-95%. Крахмалистость 17-19%. Вкус отличный, при

варке рассыпчатый. Лежкость от средней до хорошей. Иммунен к вредоносному вирусу Y. Устойчив к кольцевой и мокрой гнили, парше, ризоктониозу, альтернариозу. Среднеустойчивый по ботве и клубням к фитофторозу. Жаро- и засухоустойчив. Регионы 3, 4, 5, 6. Дата включения в Госреестр 1993 г.

ДИВО® (ВНИИКХ и семейная фирма «ДИВО»). Среднеспелый, столового назначения. Венчик красно-фиолетовый. Товарная урожайность – 20-30 т/га, максимальная – 35,2 т/га. Клубень округлый с глазками средней глубины. Кожура грубая, желтая. Мякоть белая. Содержание крахмала 15,0-18,6%. Вкус хороший и отличный. Товарность 91-95%. Лежкость 88-93%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоды. Умеренно восприимчив по ботве и клубням к возбудителю фитофтороза. Регион 3. Дата включения в Госреестр 2006 г.

ЗАХАР Среднеранний сорт, столового назначения. Средняя масса товарного клубня 110-160 гр, клубни округло-овальные. Кожура светло-желтая (белая), мякоть светло-желтая, средне рассыпчатая. Оценка 4,5 балла по вкусовым характеристикам. Устойчив к раку и золотистой картофельной нематоды. Обладает полевой устойчивостью к фитофторозу, вирусным заболеваниям и парше обыкновенной.

КОЛОБОК (ВНИИКХ). Среднеспелый, столового назначения, пригоден для производства картофелепродуктов. Венчик цветка очень большой, белый. Товарная урожайность 12,4-22,7 т/га, максимальная – 35,6 т/га. Клубень округлый. Глазки средней глубины до глубоких. Кожура слегка шероховатая, желтая. Мякоть желтая. Содержание крахмала 11,4-13,0%. Вкус хороший. Товарность 87-97%. Лежкость 98%. Устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоды. Умеренно восприимчив по ботве и восприимчив по клубням к возбудителю фитофтороза. Регионы 3. Дата включения в Госреестр 2005 г.

НАКРА® (ВНИИКХ, Кемеровский НИИСХ, СИБНИИСХТ). Среднеспелый. Столового назначения и для переработки на крахмал и хрустящий картофель. Клубни красные. Глазки красные, поверхностные. Мякоть желтая. Венчик красно-фиолетовый. Урожайность 30-35 т/га. Товарность 85-90%. Крахмалистость 18-22%.

Вкус и сохранность от среднего до хорошего. Относительно устойчив к фитофторозу, колорадскому жуку, ризоктониозу и парше обыкновенной. Среднеустойчив к вирусным болезням. Регионы 4,11, 12. Дата включения в Госреестр 2000 г.

ЛОРХ (ВНИИКХ). Среднепоздний. Столового назначения и для переработки на крахмал. Клубни светло-бежевые. Глазки мелкие. Мякоть белая, при варке рассыпчатая, не темнеющая. Венчик красно-фиолетовый. Урожайность 25-35 т/га. Товарность 88-92%. Крахмалистость 15-20 %. Вкус отличный. Лежкость хорошая. Не устойчив к раку. Устойчив к вирусным болезням, фитофторе, бактериозам. Восприимчив к парше обыкновенной. Склонен к израстанию. Высокая пластичность к условиям возделывания. Регионы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12. Дата включения в Госреестр 1931 г.

МАЛИНОВКА® (ВНИИКХ). Среднепоздний. Столового назначения и для переработки на хрустящий картофель. Клубни красные с окрашенными глазками, средней глубины. Мякоть белая. Венчик красно-фиолетовый. Урожайность 35-40 т/га. Товарность 85-92%. Крахмалистость 16-18%. Вкусовые качества высокие. Сохранность от средней до хорошей. Устойчив к картофельной нематоде и парше обыкновенной. Относительно устойчив к фитофторозу и вирусным болезням. Среднеустойчив к ризоктониозу и кольцевой гнили. Регион 3. Дата включения в Госреестр 2004 г.

НИКУЛИНСКИЙ® (ВНИИКХ). Среднепоздний. Столового назначения и для переработки на гранулят и крахмал. Клубни светло-бежевые. Глазки мелкие. Мякоть белая, не темнеющая. Венчик бледно красно-фиолетовый. Урожайность 31-45 т/га. Товарность 90-95%. Крахмалистость 16-21%. Вкус хороший. Сохранность от средней до хорошей. Устойчив к вирусным болезням (иммунен к вирусу Y), фитофторозу. Среднеустойчив к парше обыкновенной, ризоктониозу, альтернариозу. Относительно устойчив к колорадскому жуку. Ценность сорта: стабильная урожайность, комплексная устойчивость к болезням, относительная устойчивость к колорадскому жуку. Регионы 1, 2, 3, 4, 7, 9, 10. Дата включения в Госреестр 1996 г.

БРЯНСКИЙ НАДЕЖНЫЙ® (ВНИИКХ и Брянская опытная станция). Среднепоздний. Столового назначения и для производства хрустящего картофеля, пюре, крахмала. Клубни красные, с окрашенными глазками средней глубины. Мякоть белая. Венчик красно-фиолетовый. Урожайность 38-50 т/га. Товарность 88-95%. Крахмалистость 18-21%. Вкус средний и хороший. Хранится хорошо. Относительно устойчив к тяжелым формам вирусных болезней, колорадскому жуку, фитофторозу по клубням. Слабо поражается паршой обыкновенной и ризоктонией. Ценность сорта: устойчив к полосчатой и морщинистой мозаикам, колорадскому жуку, фитофторозу. Регион 3. Дата включения в Госреестр 2003 г.

ГАЛА ® (NORIKA NORDRING-KARTOFFELZUCHT-UND VERMEHRUNGS-GMBH). Среднеранний, столового назначения. Венчик среднего размера, белый. Товарная урожайность 21,6-26,3 т/га, максимальная – 39,0 т/га. Клубень удлиненно-овальный с мелкими глазками. Кожура гладкая до средней, желтая. Мякоть темно-желтая. Содержание крахмала 10,2-13,2%. Вкус хороший. Товарность 71-94%. Лежкость 89%. Устойчив к возбудителю рака картофеля и золотистой картофельной цистообразующей нематоды. Регионы 2, 3, 4. Дата включения в Госреестр 2008 г.

ФРИТЕЛЛА (ВНИИКХ и ООО «Агроцентр Коренево») – среднеспелый сорт картофеля столового назначения. Имеет хорошо развитую корневую систему, в одном гнезде формируется в среднем 6–10 довольно крупных однородных клубней. Масса товарных клубней 91-132 г. Клубни имеют удлиненно-овальную правильную форму. Кожура гладкая, прозрачная, светло-бежевого цвета. Мякоть кремовая. Глазки некрупные, глубина залегания маленькая. Идеален для приготовления картошки фри, благодаря чему и получил своё характерное название. Товарность высокая – 83-98%. Лежкость клубней 92%. Устойчив к альтернариозу, ризоктониозу, раку. Относительно устойчив к кольцевой гнили. К парше обыкновенной обладает средней устойчивостью. Восприимчив к золотистой цистообразующей нематоды. По данным ВНИИ фитопатологии, к возбудителю фитофтороза умеренно уязвим

по клубням и ботве. Ценится за высокую урожайность (21,4-39,6 т/га, максимальная 53,6 т/га), крупные клубни, неприхотливость в уходе. Регионы 2, 5. Дата включения в Госреестр 2016 г.

ЧАРОИТ (ООО Селекционная фирма Лига и ГНУ Ленинградский НИИСХ «Белогорка») – очень ранний столовый сорт картофеля с удлинённо-овальными клубнями. Цвет кожуры: желтый. Цвет мякоти: светло-желтый. Возможно получение двух урожаев за сезон даже в условиях Северо-Западной зоны России. Период созревания (вегетации): 50-65 дней, первая копка возможна на 45-й день после появления всходов. Содержание крахмала: 14,3-17%. Масса товарных клубней: 100-143 г. Количество клубней в кусте: 8-14 штук. Урожайность 22,8-32,1 т/га. Характеризуется отличным вкусом, кулинарный тип СD, подходит для варки, запекания и приготовления пюре. Лежкость (способность к хранению) высокая – 96%. Устойчив к картофельному раку, среднеустойчив к фитофторозу ботвы и клубней, полосчатой мозаики. Поражается нематодами. Регионы 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11. Дата включения в Госреестр 2014г.

ЮГАНА (ВНИИКХ, СибНИИСХиТ) – среднеспелый, столового назначения. Вкус хороший и отличный. Растение средней высоты, промежуточного типа, полупрямостоячее. Клубень овально-округлый с мелкими глазками. Кожура желтая. Мякоть светло-желтая. Масса товарного клубня 94-144 г. Содержание крахмала 16,2%. Сорт устойчив к возбудителю рака картофеля, восприимчив к золотистой картофельной цистообразующей нематоды. По данным оригинатора, устойчив к возбудителю фитофтороза и вирусу скручивания листьев. Товарная урожайность 21,8-31,5 т/га, максимальная – 44,9 т/га. Товарность 89-96%. Лежкость 95%. Дата включения в Госреестр 2011 г.

Приложение Б – Метеоданные за вегетационные периоды наблюдений (по данным метеостанции при ФГБНУ ВНИИКХ)

Месяц	Температура воздуха, °С		Осадки, мм		ГТК*
	Средняя за месяц	Среднемесячного-летнего	Сумма за месяц	Среднемесячного-летнего	
2014 год					
май	15,6	12,8	63,5	48,6	1,38
июнь	16,9	17,1	62,4	66,1	1,25
июль	21,6	18,8	22,4	81,6	0,30
август	19,5	17,1	58,1	64,2	0,97
Средн. за вегетацию	18,4	16,5	206,4	260,5	0,93
2015 год					
май	12,8	12,8	148,0	48,6	4,00
июнь	18,7	17,1	72,0	66,1	1,26
июль	18,8	18,8	71,95	81,6	1,24
август	18,1	17,1	10,5	64,2	0,19
Средн. за вегетацию	17,1	16,5	302,45	260,5	1,67
2016 год					
май	15,7	12,8	113,8	48,6	2,4
июнь	18,1	17,1	61,5	66,1	1,30
июль	20,9	18,8	126,0	81,6	1,90
август	19,7	17,1	169,9	64,2	2,8
Средн. за вегетацию	18,6	16,5	471,0	260,5	2,10
2017 год					
май	11,0	12,8	78,1	48,6	3,35
июнь	15,1	17,1	101,8	66,1	2,30
июль	18,2	18,8	98,2	81,6	1,83
август	18,7	17,1	100,3	64,2	1,77
Средн. за вегетацию	15,8	16,5	378,4	260,5	2,31
2018 год					
май	16,4	12,8	54,8	48,6	1,13
июнь	18,0	17,1	29,9	66,1	0,66
июль	20,4	18,8	87,2	81,6	1,47
август	19,9	17,1	34,0	64,2	0,56
Средн. за вегетацию	18,7	16,5	205,9	260,5	0,89

Приложение В – Технологические затраты производства товарного картофеля сорта Лига, в среднем за 2015-2017 гг.

Варианты	Основные технологические затраты, руб./га	Дополнительные затраты, руб./га					Затраты всего, руб./га
		Мин. удобрения	Препараты	Проращивание	Уборка и транспортировка доп. продукции	Все доп. затраты	
Без прогрева							
Без удобрений	133 800	0	0	-	-	-	133 800
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	133 800	16952	0	-	10010	26962	160762
Фон + Крезацин	133 800	16952	216	-	12480	29648	163448
Фон + Вигор Форте	133 800	16952	81	-	16250	33283	167083
Фон + Атоник	133 800	16952	288	-	14430	31670	165470
Прогревание							
Без удобрений	133 800	16952	0	1750	-	-	135550
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	133 800	16952	0	1750	9880	28582	162382
Фон + Крезацин	133 800	16952	216	1750	13520	32438	166238
Фон + Вигор Форте	133 800	16952	81	1750	16640	35423	169223
Фон + Атоник	133 800	16952	288	1750	15600	34590	168390

Приложение Г – Экономические показатели производства товарного картофеля сорта Лига, 2015-2017 гг.

Варианты опыта	Валовой урожай, кг/га	Прибавка, кг/га	Себестоимость, руб/кг	Товарность, %	Стоимость продукции, руб./га	Стоимость доп. прод., руб./га	Условный доход руб./га	Окупаемость, руб./руб.	Рентабельность, %
Без прогревания									
Без удобрений	23400	-	5,72	70,0	304290	-	-	-	120
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	31100	7700	5,17	63,0	430272	97020	70058	2,60	119
Фон + Крезацин	33000	9600	4,95	64,0	441000	108864	79216	2,67	133
Фон + Вигор Форте	35900	12500	4,65	64,0	518400	144000	110717	3,33	148
Фон + Атоник	34500	11100	4,80	65,0	495378	127872	96202	3,04	144
Прогревание									
Без удобрений	26500	-	5,12	71,0	340200	-	-	-	150
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	34100	7600	4,76	69,0	483552	97128	68546	2,40	161
Фон + Крезацин	36900	10400	4,51	73,0	513774	129168	96730	2,98	192
Фон + Вигор Форте	39300	12800	4,31	75,0	579150	168192	132769	3,75	214
Фон + Атоник	38500	12000	4,37	77,0	577962	162000	127410	3,68	217

Приложение Д – Технологические затраты производства товарного картофеля сорта Ломоносовский, за 2015-2017 гг.

Варианты	Основные технологические затраты, руб./га	Дополнительные затраты, руб./га					Затраты всего, руб./га
		Мин. удобрения	Препараты	Прогревание	Уборка и транспортировка доп. продукции	Все доп. затраты	
Без прогрева							
Без удобрений	133 800	0	0	-	-	-	133 800
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	133 800	16952	0	-	11310	28262	162062
Фон + Крезацин	133 800	16952	216	-	13650	30818	164618
Фон + Вигор Форте	133 800	16952	81	-	18070	35103	168903
Фон + Атоник	133 800	16952	288	-	17160	34400	168200
Прогревание							
Без удобрений	133 800	16952	0	1750	-	-	135550
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	133 800	16952	0	1750	12740	31442	165242
Фон + Крезацин	133 800	16952	216	1750	15730	34648	168448
Фон + Вигор Форте	133 800	16952	81	1750	20670	39453	173253
Фон + Атоник	133 800	16952	288	1750	19110	38100	171900

Приложение Е – Экономические показатели производства товарного картофеля сорта Ломоносовский, 2015-2017 гг.

Варианты опыта	Валовой урожай, кг/га	Прибавка, кг/га	Себестоимость, руб./кг	Товарность, %	Стоимость продукции, руб./га	Стоимость доп. прод., руб./га	Условный доход руб./га	Окупаемость, руб./руб.	Рентабельность, %
Без прогревания									
Без удобрений	24500	-	5,46	69,0	304290	-	-		127
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	33200	8700	4,88	72,0	430272	108054	79792	2,82	165
Фон + Крезацин	35000	10500	4,70	70,0	441000	136080	105262	3,42	168
Фон + Вигор Форте	38400	13900	4,40	75,0	518400	175140	140037	3,99	207
Фон + Атоник	37700	13200	4,46	73,0	495378	178200	143800	4,18	195
Прогревание									
Без удобрений	27000		5,02	70,0	340200	-			151
Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	36800	9800	4,49	73,0	483552	123480	92038	2,93	193
Фон + Крезацин	39100	12100	4,31	73,0	513774	158994	124346	3,59	205
Фон + Вигор Форте	42900	15900	4,04	75,0	579150	208926	169473	4,30	234
Фон + Атоник	41700	14700	4,12	77,0	577962	198450	160350	4,21	236

Приложение Ж – Урожайность и товарность картофеля после рапса ярового, поле №1, по годам исследований

	Наименование сорта	Урожайность, т/га			Товарность, %				Наименование сорта	Урожайность, т/га			Товарность, %			
		2014г.	2015г.	2016г.	2014г.	2015г.	2016г.			2014г.	2015 г.	2016 г.				
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме традиционного карбамида)	Удача	32,6	37,8	44,5	83,9	87,3	85,9	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме карбамида УТЕС 46)	Удача	34,5	39,6	45,3	84,5	87,9	94,5	
	Крепыш	31,2	36,9	45,3	78,4	86,2	86,1		Крепыш	31,4	38,5	46,2	80,1	88,3	97,1	
	Любава	30,2	35,7	40,6	73,4	85,0	83,7		Любава	30,7	36,3	41,0	75,6	87,4	87,8	
	Погарский	32,6	36,4	41,7	76,5	84,6	82,8		Погарский	32,6	37,0	42,3	77,3	85,8	85,0	
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>							
	Ильинский	33,5	34,7	39,8	77,3	87,5	86,6		Ильинский	33,6	35,2	40,1	79,6	90,3	85,4	
	Памяти Рога- чева	33,8	37,6	43,2	80,9	88,2	87,1		Памяти Ро- гачева	31,2	38,1	42,9	80,3	91,7	89,9	
	Брянский дели- катес	34,4	40,3	44,7	79,0	90,0	89,3		Брянский де- ликатес	35,0	39,7	43,8	79,5	93,6	91,5	
	Русский сувенир	36,7	42,8	45,6	77,3	87,5	85,7		Русский сувенир	39,0	43,2	46,2	78,7	89,2	85,0	
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>							
	Голубизна	34,1	42,5	43,4	76,7	85,8	83,2		Голубизна	38,9	45,7	47,1	79,3	90,1	81,7	
	Диво	40,9	45,3	48,2	76,5	88,1	85,9		Диво	41,3	47,9	50,3	80,2	91,3	85,0	
	Колобок	38,5	45,1	47,5	76,6	86,2	88,0		Колобок	39,6	49,8	52,2	78,5	90,6	92,2	
	Накра	38,0	42,4	45,3	83,2	85,0	81,7		Накра	41,1	50,1	50,7	85,6	88,4	83,7	
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>							
	Лорх	30,1	35,9	37,8	72,6	84,3	79,9		Лорх	37,6	40,3	41,2	78,7	83,1	79,1	
	Малиновка	30,8	36,3	39,1	75,8	87,2	85,1		Малиновка	33,9	44,0	43,6	79,6	89,3	84,6	
	Никулинский	41,5	51,9	55,7	80,7	83,9	85,6		Никулин- ский	48,0	54,5	58,3	81,2	85,5	88,3	
	Брянский надежный	30,2	42,6	43,9	74,5	89,3	88,5		Брянский надежный	34,2	47,0	46,9	79,5	91,4	88,6	
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>							

Приложение И – Урожайность и товарность картофеля после вика-овса, поле №2, по годам исследований

	Наименование сорта	Урожайность, т/га			Товарность, %				Наименование сорта	Урожайность, т/га			Товарность, %		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016			2014	2015	2016 г.			
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме традиционного карбамида)	Удача	35,6	42,1	43,2	84,1	89,2	87,7	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме карбамида UTEC 46)	Удача	35,4	42,7	44,3	88,4	93,8	92,6
	Крепыш	36,0	41,9	41,2	78,8	90,0	86,8		Крепыш	36,3	43,4	43,0	83,2	95,7	90,8
	Любава	33,6	40,5	41,4	75,4	83,9	86,7		Любава	35,7	41,9	41,2	79,7	87,9	87,4
	Погарский	34,2	41,7	40,8	77,5	84,7	85,6		Погарский	35,0	42,5	40,4	80,5	85,8	86,0
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>						
	Ильинский	35,7	38,2	39,8	79,5	88,1	87,7		Ильинский	36,6	39,8	39,4	81,7	91,5	86,3
	Памяти Рогачева	38,8	43,6	46,2	82,3	90,3	87,5		Памяти Рогачева	39,0	44,2	47,6	82,1	93,1	90,9
	Брянский деликатес	37,5	42,0	45,9	82,5	91,8	87,9		Брянский деликатес	37,6	42,1	46,3	80,4	94,8	93,6
	Русский сувенир	38,0	40,7	44,3	80,6	89,4	84,7		Русский сувенир	39,5	43,9	45,6	83,6	89,2	84,3
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>						
	Голубизна	37,6	43,2	44,3	79,6	87,3	82,7		Голубизна	39,7	45,6	48,8	81,8	90,2	83,3
	Диво	40,2	47,3	49,0	80,3	91,5	82,6		Диво	41,0	48,2	50,6	82,5	91,7	86,5
	Колобок	43,4	50,6	52,9	81,7	92,9	92,1		Колобок	45,3	52,7	55,6	83,9	96,5	94,1
	Накра	39,8	48,0	47,2	84,2	88,0	87,6		Накра	40,8	50,0	50,8	87,5	90,8	89,6
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>						
	Лорх	35,7	38,5	38,6	75,7	84,3	80,6		Лорх	36,3	40,5	42,3	79,8	84,6	83,7
	Малиновка	37,2	39,3	41,7	85,1	87,6	82,3		Малиновка	37,8	40,3	43,4	82,9	91,3	86,5
	Никулинский	42,1	53,9	57,6	83,5	89,8	86,8		Никулинский	45,4	56,8	58,6	84,3	93,7	87,5
	Брянский надежный	36,4	45,7	49,3	84,2	89,7	88,3		Брянский надежный	37,1	46,7	44,3	85,3	93,2	91,5
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>						

Приложение К – Содержание крахмала в клубнях (%) и его сбор (ц/га), поле №1, по годам исследований

	Наименование сорта	Содержание крахмала, %			Сбор крахмала, ц/га				Наименование сорта	Содержание крахмала, %			Сбор крахмала, ц/га		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016			2014	2015	2016	2014	2015	2016
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме традиционного карбамида)	Удача	14,1	13,0	12,8	38,5	42,9	48,9	N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме карбамида УТЕС 46)	Удача	14,0	13,0	12,6	40,7	45,2	53,9
	Крепыш	12,9	12,5	11,8	31,6	39,7	46,0		Крепыш	12,8	12,6	12,1	32,1	42,8	54,3
	Любава	14,3	13,6	13,2	31,7	41,2	44,9		Любава	14,4	13,5	13,2	33,4	42,8	47,5
	Погарский	15,1	14,5	13,3	37,6	44,7	45,9		Погарский	14,9	14,3	12,8	37,5	45,3	45,9
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>						
	Ильинский	17,2	16,9	15,1	44,5	51,4	52,1		Ильинский	17,0	16,8	14,8	45,4	53,4	50,6
	Памяти Рогачева	17,3	17,1	15,7	47,2	56,8	57,6		Памяти Рогачева	17,1	16,9	14,9	42,7	59,0	57,5
	Брянский деликатес	18,0	17,8	17,3	49,0	64,6	69,0		Брянский деликатес	17,6	17,3	16,1	48,9	64,2	64,6
	Русский сувенир	17,6	17,0	16,4	50,0	63,7	64,1		Русский сувенир	17,5	17,2	16,3	53,7	66,2	64,0
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>						
	Голубизна	20,3	18,9	17,8	53,0	69,0	64,3		Голубизна	20,0	18,6	17,5	61,6	76,4	67,4
	Диво	17,5	17,0	16,2	54,8	67,8	67,1		Диво	17,3	16,8	16,0	60,5	76,4	71,2
	Колобок	16,3	15,7	15,1	48,1	61,1	63,1		Колобок	16,5	16,0	15,5	51,3	72,2	74,5
	Накра	18,0	17,5	16,4	56,9	63,0	60,7		Накра	17,8	17,2	16,3	62,7	76,2	69,1
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>						
	Лорх	17,8	17,3	16,5	39,0	52,4	49,8		Лорх	17,5	17,1	15,5	51,8	57,3	50,5
Малиновка	18,1	17,9	16,8	42,2	56,7	55,9	Малиновка	17,8	17,6	16,5	48,1	69,2	60,9		
Никулинский	22,1	21,3	19,9	74,0	92,7	94,9	Никулинский	21,1	20,0	18,6	82,3	93,2	95,8		
Брянский надежный	23,3	22,6	21,0	52,4	85,9	81,7	Брянский надежный	22,9	22,3	19,9	62,3	95,7	82,6		
<i>среднее</i>							<i>среднее</i>								

Приложение Л – Содержание крахмала в клубнях (%) и его сбор (ц/га), поле №2, по годам исследований

	Наименование сорта	Содержание крахмала, %			Сбор крахмала, ц/га				Наименование сорта	Содержание крахмала, %			Сбор крахмала, ц/га		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016			2014	2015	2016	2014	2015	2016
		N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме традиционного карбамида)													
	Удача	13,3	12,9	12,5	39,8	48,4	47,4		Удача	13,2	12,9	12,3	41,3	51,6	50,4
	Крепыш	13,2	13,1	12,7	37,5	49,4	45,5		Крепыш	13,3	13,0	12,7	40,2	53,9	49,5
	Любава	13,8	13,5	13,2	34,9	45,9	47,4		Любава	13,5	13,1	13,0	38,5	48,2	46,8
	Погарский	14,5	13,9	13,6	38,4	49,1	47,5		Погарский	14,2	14,0	13,5	40,0	51,1	46,8
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>						
	Ильинский	16,6	16,3	15,4	47,1	54,9	53,7		Ильинский	16,6	16,3	15,1	49,6	59,3	51,3
	Памяти Рогачева	16,8	16,6	15,5	53,6	65,4	62,6		Памяти Рогачева	16,9	16,5	15,5	54,1	67,8	67,1
	Брянский деликатес	17,7	17,5	16,7	54,7	67,4	67,3		Брянский деликатес	17,6	17,1	16,3	53,1	68,2	70,6
	Русский сувенир	17,3	17,0	15,8	52,9	61,9	59,3		Русский сувенир	17,3	17,0	15,8	57,1	66,5	60,7
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>						
	Голубизна	19,1	18,6	17,8	57,1	70,1	65,1		Голубизна	18,7	18,1	17,2	60,8	74,4	70,0
	Диво	17,0	16,7	15,5	54,9	72,3	62,8		Диво	17,1	16,7	15,7	60,8	76,1	70,8
	Колобок	16,1	15,6	14,8	57,1	73,3	72,1		Колобок	15,7	15,5	14,7	59,7	79,2	76,9
	Накра	17,6	17,0	16,4	59,0	71,7	67,7		Накра	17,6	17,1	16,3	62,8	77,6	74,2
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>						
	Лорх	18,1	17,7	16,7	48,9	57,5	51,9		Лорх	17,8	17,2	16,0	51,6	60,0	57,9
	Малиновка	18,3	17,9	17,5	58,0	61,6	60,0		Малиновка	18,0	17,7	16,8	63,2	70,1	63,3
	Никулинский	20,5	19,9	19,0	70,3	94,5	93,3		Никулинский	19,5	19,2	18,7	73,9	99,1	95,9
	Брянский надежный	20,0	19,7	18,8	61,2	80,8	81,8		Брянский надежный	19,3	19,0	18,7	70,4	82,7	83,6
	<i>среднее</i>								<i>среднее</i>						
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ (азот в форме карбамида УТЕС 46)															

Приложение М – Биометрические показатели развития растений картофеля (с. Колбок) в зависимости от применения удобрений, 2017-2018 гг.

№ п/п	Доза NPKSi кг/га д. в	Формы удобрений	Стебли, шт./куст,	Количество клубней, шт./куст,	Высота, см,	Средняя масса клубня, г	
						> 60 мм	(30-60 мм)
2017 год							
1	0	Без удобрений	1,6	8,0	52	233	42
2	N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	Бона Форте NPK10:20:20	3,0	15,4	71	252	49
3	N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	NPK 6,5:9,5:9,5	3,0	15,8	73	252	49
4	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	NPK 6,5:9,5:9,5	3,3	17,9	75	261	50
5	Si ₁₅	Цеолит	2,8	14,6	69	250	40
HCP ₀₅			1,5	2,0	7	21	8
2018 год							
1	0	Без удобрений	3,3	11,7	33,5	82	38
2	N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	Бона Форте NPK10:20:20	3,5	15,1	46,5	129	50
3	N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	NPK 6,5:9,5:9,5	3,3	14,7	46,8	128	55
4	N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	NPK 6,5:9,5:9,5	4,3	15,1	51,2	143	59
5	Si ₁₅	Цеолит	3,3	14,7	35,0	113	45
HCP ₀₅			1,3	2,5	5	12	9

Приложение Н – Влияние различных форм и доз удобрений на основе цеолита на фракционный состав клубней картофеля (с. Колобок), 2017-2018 г.

№	Варианты опыта	2017 год			
		Фракционный состав клубней, %			
		всего	> 60 мм	30-61 мм	<30 мм
1	Без удобрений	100	12,1	81,2	6,7
2	БФ NPK10:20:20 N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	100	30,9	65,5	3,6
3	NPK6,5:9,5:9,5 N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	100	23,4	74,1	2,5
4	NPK6,5:9,5:9,5 N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	100	31,6	66,2	2,2
5	Si ₁₅ (Цеолит, 5000 кг)	100	15,3	79,4	5,3
2018 год					
1	Без удобрений	100	2,4	84,0	13,6
2	БФ NPK10:20:20 N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	100	7,8	80,1	12,1
3	NPK6,5:9,5:9,5 N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	100	5,6	85,9	8,5
4	NPK6,5:9,5:9,5 N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	100	6,9	86,8	6,3
5	Si ₁₅ (Цеолит, 5000 кг)	100	3,3	84,7	12,0

Приложение П – Биохимические показатели качества клубней картофеля с. Колобок, 2017-2018 гг.

№ п/п	Варианты опыта	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг на 1 кг клубней	Выход с 1 гектара	
						крахмала, ц	витамина С, кг
2017 год							
1	Без удобрений	20,7	14,9	12,9	58	17,7	1,5
2	БФНПК10:20:20 N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	19,8	14,1	11,7	90	46,5	3,9
3	НПК6,5:9,5:9,5 N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	19,6	13,8	12,9	84	47,7	4,5
4	НПК6,5:9,5:9,5 N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	19,3	13,6	11,9	82	55,6	4,9
5	Si ₁₅ (Цеолит, 5000 кг)	21,6	15,8	13,5	41	43,1	3,7
	НСР ₀₅	1,1	0,9	1,3	34	1,1	1,7
2018 год							
1	Без удобрений	18,8	13,0	22,9	123	20,8	3,7
2	БФНПК10:20:20 N ₄₀ P ₈₀ K ₈₀	18,7	12,9	26,7	217	28,6	5,9
3	НПК6,5:9,5:9,5 N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ Si ₁	18,5	12,8	21,6	268	29,8	5,0
4	НПК6,5:9,5:9,5 N ₈₀ P ₁₂₀ K ₁₂₀ Si ₂	20,0	14,3	22,3	217	40,3	6,3
5	Si ₁₅ (Цеолит, 5000 кг)	18,7	12,8	20,9	136	25,1	4,1
	НСР ₀₅	0,9	0,7	1,5	41	1,1	1,7

Приложение Р – Количество клубней в расчёте на 1 куст и их масса, опыт с микробиологическими препаратами, ЭБ «Коренево», 2017 г.

№ вар.	Количество клубней, шт./1 куст				Средняя масса клубня > 60 мм, г	Средняя масса клубня (30-60 мм), г
	всего	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм		
1	10,3	0,1	8,0	2,2	90	63
2	10,9	0,1	8,1	2,7	100	65
3	12,3	0,2	9,0	3,1	90	67
4 NPK	16,5	1,1	11,9	3,5	120	55
5	17,7	0,1	14,1	3,5	100	56
6	19,8	0,1	15,9	3,8	90	58
7	18,9	0	15,1	3,8	0	55
8	18,5	0,3	14,3	3,9	116	63
9	18,7	0,1	14,7	3,9	100	59
10	19,9	0,2	16,0	3,7	167	60
11	17,5	0,2	15,0	2,3	150	57
12	17,1	0,2	14,0	2,9	135	63
13	19,8	0,4	15,9	3,5	163	62
14	19,1	0,2	16,0	2,9	130	57
15	20,4	0,3	16,4	3,7	160	60
16	19,5	0,3	15,5	3,7	177	56

Приложение С – Количество клубней в расчёте на 1 куст и их масса, опыт с микробиологическими препаратами, ЭБ «Коренево», 2018 г.

№ вар.	Количество клубней, шт./1 куст				Средняя масса клубня > 60 мм, г	Средняя масса клубня (30-60 мм), г
	всего	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм		
1	13,8	0,1	6,8	6,9	50	43
2	14,9	0,1	6,7	8,1	73	43
3	14,2	0,2	7,6	6,4	70	43
4 NPK	15,5	0,2	8,3	7,0	111	39
5	15,6	0,2	9,7	5,7	98	39
6	16,3	0,2	10,0	6,1	100	44
7	16,2	0,2	10,0	6,0	101	45
8	16,3	0,2	10,2	5,9	107	45
9	17,8	0,1	9,6	8,1	95	43
10	15,7	0,2	9,2	6,3	107	46
11	16,0	0,2	10,1	5,7	100	42
12	16,2	0,1	9,3	6,8	95	48
13	16,9	0,2	10,3	6,4	100	44
14	16,9	0,2	9,6	7,1	93	47
15	16,6	0,3	10,6	5,7	105	44
16	15,7	0,2	9,0	6,5	106	45

Приложение Т – Количество клубней в расчёте на 1 куст и их масса, опыт с микробиологическими препаратами, ЭБ «Коренево», 2019 г.

№ вар.	Количество клубней, шт./1 куст				Средняя масса клубня > 60 мм, г	Средняя масса клубня (30-60 мм), г
	всего	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм		
1	8,9	0,2	6,1	2,6	110	57
2	9,1	0,2	6,0	2,9	100	56
3	9,4	0,2	6,1	3,1	107	56
4 NPK	10,0	0,2	6,5	3,3	104	65
5	10,2	0,3	6,6	3,3	130	67
6	10,3	0,3	6,9	3,1	111	67
7	10,5	0,3	7,2	3,0	117	67
8	10,9	0,5	7,7	2,7	124	70
9	10,7	0,5	7,0	3,2	121	67
10	10,9	0,4	7,5	3,0	116	65
11	10,7	0,4	7,3	3,0	123	65
12	10,7	0,5	7,4	2,8	120	68
13	11,1	0,4	7,7	3,0	154	68
14	11,5	0,4	7,7	3,4	129	68
15	11,9	0,4	8,0	3,5	142	66
16	10,7	0,3	6,9	3,5	120	66

Приложение У – Влияние микробиологических препаратов на структуру урожая картофеля сорта Гала, 2017 г.

№ п/п в-та	Масса клубней (кг) с 20 кустов				Фракционный состав по массе, %				Товар- ность, %
	всего	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм	всего	> 60 мм	30-60 мм	<30 мм	
1	11,0	0,12	10,08	0,80	100	1,1	91,6	7,3	92,7
2	11,8	0,26	10,51	1,02	100	2,2	89,1	8,7	91,2
3	13,4	0,24	12,05	1,07	100	1,8	90,2	8,0	92,0
4NPK	15,3	0,48	14,0	0,81	100	3,1	91,5	5,4	94,6
5	16,8	0,27	15,8	0,73	100	1,6	94,0	4,4	95,6
6	19,48	0,24	18,44	0,80	100	1,23	94,66	4,11	95,9
7	17,45	0	16,66	0,786	100	0	95,5	4,5	95,5
8	19,6	0,77	18,1	0,77	100	3,9	92,1	4,0	96,0
9	18,7	0,27	17,3	1,15	100	1,4	92,5	6,1	93,9
10	20,8	0,67	19,4	0,75	100	3,2	93,2	3,6	96,4
11	18,3	0,61	17,2	0,48	100	3,4	94,0	2,6	97,4
12	18,6	0,36	17,6	0,67	100	1,9	94,5	3,6	96,4
13	21,7	1,31	19,7	0,65	100	6,0	90,9	3,1	96,9
14	19,5	0,69	18,2	0,57	100	3,6	93,5	2,9	97,1
15	21,5	1,07	19,7	0,69	100	5,0	91,8	3,2	96,8
16	19,4	0,71	17,5	1,24	100	3,6	90,0	6,4	93,6

Приложение Ф – Влияние микробиологических препаратов на структуру урожая картофеля сорта Гала, 2018 г.

№ п/п в-та	Масса клубней (кг) с 20 кустов				Фракционный состав по массе, %				Товар- ность, %
	всего	> 60 мм	30-61 мм	<30 мм	всего	> 60 мм	30-61 мм	<30 мм	
1	7,45	0,10	5,80	1,55	100	1,3	77,8	20,9	79,1
2	7,68	0,18	6,17	1,33	100	2,3	80,3	17,4	82,6
3	7,83	0,21	6,31	1,31	100	2,7	80,6	16,7	83,3
4NPK	9,73	0,33	7,54	1,86	100	3,4	77,5	19,1	80,9
5	10,00	0,36	8,35	1,29	100	3,6	83,5	12,9	87,1
6	10,41	0,40	8,70	1,31	100	3,8	83,6	12,6	87,4
7	10,64	0,38	8,99	1,27	100	3,6	84,5	11,9	88,1
8	10,91	0,46	9,20	1,25	100	4,2	84,3	11,5	88,5
9	10,41	0,23	8,35	1,83	100	2,2	80,2	17,6	82,4
10	10,19	0,39	8,43	1,37	100	3,8	82,7	13,5	86,5
11	9,96	0,36	8,40	1,20	100	3,6	84,3	12,1	87,9
12	10,82	0,29	9,19	1,34	100	2,7	84,9	12,4	87,6
13	10,69	0,43	9,00	1,26	100	4,0	84,2	11,8	88,2
14	10,73	0,40	9,03	1,30	100	3,7	84,2	12,1	87,9
15	11,00	0,53	9,25	1,22	100	4,8	84,1	11,1	88,9
16	9,78	0,38	8,05	1,35	100	3,9	82,3	13,8	86,2

Приложение X – Влияние микробиологических препаратов на структуру урожая картофеля сорта Гала, 2019 г.

№ п/п В-Га	Масса клубней (кг) с 20 кустов				Фракционный состав по массе, %				Товар- ность,
	всего	> 60 мм	30-61 мм	<30 мм	всего	> 60 мм	30-62 мм	<30 мм	
1	8,32	0,33	7,02	1,87	100	4,0	73,5	22,5	77,5
2	8,86	0,40	6,64	1,82	100	4,5	74,0	21,5	78,5
3	9,09	0,43	6,81	1,85	100	4,7	74,9	20,4	79,6
4NPK	11,0	0,55	8,35	2,10	100	5,0	75,9	19,1	80,9
5	11,68	0,78	8,88	2,02	100	6,7	76,0	17,3	82,7
6	11,95	0,78	9,30	1,87	100	6,5	77,8	15,7	84,3
7	12,27	0,82	9,63	1,82	100	6,7	78,5	14,8	85,2
8	12,97	1,36	10,59	1,02	100	4,9	81,6	13,5	86,5
9	12,18	1,09	9,41	1,68	100	8,9	77,3	13,8	86,2
10	12,27	0,93	9,75	1,59	100	7,6	79,5	12,9	87,1
11	12,05	0,98	9,45	1,62	100	8,1	78,4	13,5	86,5
12	12,73	1,20	9,98	1,55	100	9,4	78,4	12,2	87,8
13	12,80	1,35	10,58	0,87	100	5,5	82,7	11,8	88,2
14	12,41	1,04	10,50	0,87	100	8,4	84,6	7,0	93,0
15	12,59	1,12	10,55	0,92	100	8,9	83,8	7,3	92,7
16	11,32	0,85	9,08	1,39	100	7,5	80,2	12,3	87,2

Приложение Ц – Влияние микробиологических препаратов на содержание сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля

Варианты опыта	Сухое вещество, %			Крахмал, %		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
1. Без удобрений	19,8	20,7	21,5	14,0	14,7	15,7
2. Б/уд + Агринос А 2,5 л/га	19,7	21,2	21,3	14,0	15,4	15,5
3. Б/уд + Агринос А 5 л/га	19,3	22,2	21,7	13,5	16,5	15,9
4. Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	18,3	20,0	20,2	12,6	14,3	14,4
5. Фон + Агринос А (2,5 л/га)	19,2	20,7	20,2	13,5	14,9	14,4
6. Фон + Агринос А (5 л/га)	19,0	20,0	20,7	13,5	14,3	14,9
7. Фон + Агринос А (2,5 л/га) + Агринос В (1,25 л/га)	18,7	20,7	21,0	13,1	14,9	15,3
8. Фон + Агринос А (5 л/га) + Агринос В (2,5 л/га)	18,9	20,6	21,3	13,2	14,8	15,5
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	18,0	20,9	19,9	12,7	15,3	14,2
10. Фон + Экстрасол 2 л/т семян	18,1	19,9	20,1	12,5	14,3	14,3
11. Фон + Байкал 2 л/т семян	18,4	20,3	20,0	13,1	14,6	14,3
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос В (2,5 л/га)	19,5	20,3	20,7	13,7	14,5	14,9
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос В (2,5 л/га);	19,7	20,9	21,0	13,9	15,2	15,2
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Агринос В (2,5 л/га);	18,5	20,7	20,9	13,1	14,9	15,1
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	20,2	21,7	20,9	14,4	15,9	15,1
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос А (5 л/га) + Агринос В (2,5 л/га)	19,1	20,3	20,7	13,5	14,5	14,9
НСР ₀₅	1,1	1,2	0,8	0,9	0,8	0,7

Приложение III – Влияние микробиологических препаратов на содержание витамина С и нитратов в клубнях картофеля

Варианты опыта	Витамин С, мг%			NO ₃ , мг/кг сырых клубней		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
1. Без удобрений	28,3	27,7	25,4	96	164	56
2. Б/уд + Агринос «1» 2,5 л/га	27,0	26,3	25,1	122	160	60
3. Б/уд + Агринос «1» 5 л/га	27,0	26,7	24,9	120	136	59
4. Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	24,5	25,1	23,6	305	261	107
5. Фон + Agrinos «1» (2,5 л/га)	27,7	25,9	24,2	326	223	101
6. Фон + Agrinos «1» (5 л/га)	28,3	25,1	25,0	310	252	92
7. Фон + Agrinos «1» (2,5 л/га) + Agrinos «2» (1,25 л/га)	27,1	27,9	26,3	277	259	85
8. Фон + Agrinos «1» (5 л/га) + Agrinos «2» (2,5 л/га)	28,9	27,2	26,2	229	260	67
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	25,0	28,0	27,5	320	240	113
10. Фон + Экстрасол 2 л/т семян	26,5	25,7	26,3	260	203	91
11. Фон + Байкал 2 л/т семян	25,1	25,8	26,0	273	228	90
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Agrinos «2» (2,5 л/га)	30,5	26,0	26,9	274	174	106
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Agrinos В (2,5 л/га);	30,6	27,2	27,2	252	197	80
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Agrinos «2» (2,5 л/га);	26,0	28,1	27,5	217	168	85
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	28,7	27,8	27,1	198	153	68
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Agrinos «1» (5 л/га) + Agrinos «2» (2,5 л/га)	26,9	25,7	26,6	202	202	66
НСП ₀₅	1,3	1,7	1,6	31	23	16

Приложение III – Влияние микробиологических препаратов на потребительские показатели качества картофеля сорта Гала, 2017 г.

Наименование варианта	Потемнение мякоти через 24 часа		Разва- ри- мость	Вкус	Сумма баллов
	сырой	варёной			
1.Без удобрений	7	9	3	7	26,0
2. Б/уд + Агринос А 2,5 л/га	8	9	3	7	27,0
3. Б/уд + Агринос А 5 л/га	8	9	3	7	27,0
4.Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	7	9	1	6	23,0
5. Фон +Agrinos 1 (2,5 л/га)	7	9	3	7	26,0
6.Фон + Agrinos 1 (5 л/га)	7	9	3	6,5	25,5
7. Фон + Agrinos 1 (2,5 л/га) + Agrinos 2 (1,25 л/га)	9	9	3	7	28,0
8. Фон+ Agrinos 1 (5 л/га) + Agrinos 2 (2,5 л/га)	7	9	3	7	26,0
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	8	9	3	5,5	25,5
10.Фон + Экстрасол 2 л/т семян	9	9	3	6,5	27,5
11.Фон+ Байкал 2 л/т семян	9	9	1	7,5	26,5
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Agrinos 2 (2,5 л/га)	7	9	3	6,5	25,5
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Agrinos 2 (2,5 л/га);	9	9	5	6,5	29,5
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Agrinos 2 (2,5 л/га);	9	9	3	6	27,0
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	7	9	3	9	28,0
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Agrinos 1 (5 л/га) + Agrinos 2 (2,5 л/га)	8	9	3	7	27,0

Приложение Э – Влияние микробиологических препаратов на потребительские показатели качества картофеля сорта Гала, 2018 г.

Наименование варианта	Потемнение мякоти через 24 часа		Разва- ри- мость	Вкус	Сумма баллов
	сырой	варёной			
1.Без удобрений	7	9	7	8	31,0
2. Б/уд + Агринос 1 (2,5 л/га)	5	9	7	7	28,0
3. Б/уд + Агринос 1 (5 л/га)	5	9	5	6,5	25,5
4.Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	5	9	5	5,5	24,5
5. Фон + Агринос 1 (2,5 л/га)	5	9	7	7	28,0
6.Фон + Агринос 1 (5 л/га)	5	9	9	6,5	29,5
7. Фон + Агринос 1 (2,5 л/га) + Агринос 2 (1,25 л/га)	5	9	9	7	30,0
8. Фон+ Агринос 1 (5 л/га) + Агринос 2 (2,5 л/га)	6	9	7	6	28,0
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	6	9	5	6	26,0
10.Фон + Экстрасол 2 л/т семян	6	9	5	6	26,0
11.Фон+ Байкал 2 л/т семян	7	9	7	8	31,0
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос 2 (2,5 л/га)	7	7	3	5,5	22,5
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос 2 (2,5 л/га);	7	9	7	7	30,0
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Агринос 2 (2,5 л/га);	5	9	5	7	26,0
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	5	9	5	7	26,0
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос 1 (5 л/га) + Агринос 2 (2,5 л/га)	7	9	5	8	29,0

Приложение Ю – Влияние микробиологических препаратов на потребительские показатели качества картофеля сорта Гала, 2019 г.

Наименование варианта	Потемнение мякоти через 24 часа		Разва- ри- мость	Вкус	Сумма баллов
	сырой	варёной			
1.Без удобрений	7	9	3	9	28,0
2. Б/уд + Агринос А 2,5 л/га	8	9	3	7	27,0
3. Б/уд + Агринос А 5 л/га	9	9	3	7	28,0
4.Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	7	9	1	7	24,0
5. Фон +Agrinos 1 (2,5 л/га)	7	9	3	7	26,0
6.Фон + Agrinos 1 (5 л/га)	7	9	3	7,5	26,5
7. Фон + Agrinos 1 (2,5 л/га) + Agrinos 2 (1,25 л/га)	9	9	3	7	28,0
8. Фон+ Agrinos 1 (5 л/га) + Agrinos 2 (2,5 л/га)	8	9	3	9	29,0
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	8	9	3	7,5	27,5
10.Фон + Экстрасол 2 л/т семян	9	9	3	7,5	28,5
11.Фон+ Байкал 2 л/т семян	9	9	1	7,5	26,5
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Agrinos 2 (2,5 л/га)	7	9	3	7,5	26,5
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Agrinos 2 (2,5 л/га);	9	9	5	9	32,0
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Agrinos 2 (2,5 л/га);	7	9	3	9	28,0
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	8	9	3	9	29,0
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Agrinos 1 (5 л/га) + Agrinos 2 (2,5 л/га)	8	9	3	7	27,0

Приложение Я – Биологическая активность почвы (БАП) (по разложению льняных полотен через 60 дней) в зависимости от применения различных доз и форм удобрений

№ п/п	Варианты опыта	БАП, %, 2017 г.	БАП, %, 2018 г.	БАП, %, 2019 г.	В среднем
1	Без удобрений	58,0	14,7	46,2	39,6
3	Б/уд + Агринос «1» 5 л/га	68,5	15,4	51,9	45,3
4	Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	23,6	17,5	33,7	24,9
6	Фон + Агринос «1» (5 л/га)	44,1	19,8	37,2	33,7
10	Фон + Экстрасол (2 л/т семян)	53,9	20,1	40,9	38,3
11	Фон+ Байкал (2 л/т семян)	46,0	19,9	35,6	33,8
13	Фон + Экстрасол (2л/т семян) + Агринос «2» (2,5 л/га)	54,4	23,0	43,5	40,3
16	N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос «1 +2» (5 л/га + 2,5 л/га)	32,9	20,8	39,3	31,0
НСР ₀₅		6,1	2,3	5,7	

Приложение А1– Выход питательно ценных компонентов картофеля с единицы площади, среднее за 2017-2019 гг.

Варианты опыта	Товарный урожай, т/га	Выход сухого вещества, ц/га	Выход крахмала, ц/га	Выход витамина С, кг/га
1.Без удобрений	17,1	35,4	25,3	4,6
2. Б/уд + Агринос 1 (2,5 л/га)	17,7	36,6	26,5	4,6
3. Б/уд + Агринос 1 (5 л/га)	19,1	40,3	29,2	5,0
4.Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	23,6	46,0	32,6	5,7
5. Фон +Агринос 1 (2,5 л/га)	25,2	50,4	36,0	6,5
6.Фон+Агринос 1 (5 л/га)	27,8	55,3	39,5	7,3
7. Фон + Агринос 1+2 (2,5+1,25 л/га)	27,0	54,3	38,9	7,3
8. Фон+ Agrinos 1 (5 л/га) + Agrinos 2 (2,5 л/га)	29,7	60,3	43,1	8,1
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	26,9	52,7	37,9	7,2
10.Фон + Экстрасол 2 л/т семян	29,0	56,3	39,7	7,6
11.Фон+ Байкал 2 л/т семян	27,0	53,5	37,8	6,9
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос 2 (2,5 л/га)	28,3	57,2	40,7	7,9
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос 2 (2,5 л/га);	31,0	63,5	45,9	8,8
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Агринос 2 (2,5 л/га);	29,2	58,4	42,0	7,9
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	30,9	64,6	46,7	8,6
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос 1+2 (5+2,5 л/га)	26,8	56,0	38,3	7,1
НСР ₀₅	1,9	3,3	2,8	0,7

Приложение Б1 – Вынос азота, фосфора и калия (кг/ц) клубнями картофеля по годам исследований

Варианты опыта	2016 г.			2017 г.			2018 г.			Среднее		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1. Без удобрений	0,26	0,069	0,27	0,33	0,09	0,34	0,19	0,05	0,20	0,26	0,07	0,27
4. Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	0,37	0,097	0,38	0,48	0,12	0,49	0,26	0,08	0,30	0,37	0,10	0,39
8. Фон + Агринос 1+2 (5 л/га+ 2,5 л/га)	0,36	0,10	0,36	0,48	0,13	0,47	0,25	0,07	0,28	0,36	0,10	0,37
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос 2 (2,5 л/га)	-	-	-	0,47	0,13	0,46	0,23	0,07	0,26	0,35	0,10	0,36
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	-	-	-	0,46	0,13	0,46	0,24	0,08	0,26	0,35	0,10	0,36
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос 1+2 (5+2,5 л/га)	0,33	0,09	0,35	0,44	0,10	0,45	0,22	0,08	0,25	0,33	0,09	0,35
НСР ₀₅	0,03	0,01	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02

K_y – Коэффициент использования NPK из удобрений

$$K_y, \% = \frac{\text{Прибавка} \times \text{Вынос (N+P+K)}}{\sum \text{NPK кг д.в.}} \times 100;$$

$$\sum \text{NPK кг д. в.: } 270=90\text{N}+90\text{P}+ 90\text{K}; 180 = 60\text{N}+60\text{P}+ 60\text{K}$$

$$**\text{Окупаемость 1 кг д. в.} = \frac{(\text{У}_{\text{NPK}} - \text{У}_{\text{б/уд}}), \text{кг}}{\sum \text{NPK кг д.в.}}, \text{ где:}$$

У_{NPK} – урожайность картофеля на вариантах с удобрениями, кг

У_{б/уд} – урожайность картофеля на варианте без удобрений, кг

Приложение В1 – Лежкость клубней картофеля за период 09.17 г. - 04.18 г.

Варианты опыта	Здоровые клубни, %	Общие отходы, %	в том числе:			
			естеств. убыль массы	технич. гниль	абсолют. гниль	ростки
1.Без удобрений	87,1	13,1	10,2	1,4	1,3	0,2
2. Б/уд + Агринос «1» 2,5 л/га	89,4	11,1	8,9	1,0	0,7	0,5
3. Б/уд + Агринос «1» 5 л/га	89,2	11,3	8,5	1,8	0,5	0,5
4.Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	86,7	14,0	10,9	1,5	0,9	0,7
5. Фон +Агринос «1» (2,5 л/га)	89,0	11,5	9,6	0,7	0,7	0,5
6.Фон + Агринос «1» (5 л/га)	90,0	10,7	8,8	0,9	0,3	0,7
7. Фон + Агринос «1+2» (2,5 +1,25 л/га)	88,4	12,4	9,5	1,0	1,1	0,8
8. Фон + Агринос «1+2» (5 +2,5 л/га)	90,6	10,3	7,7	0,7	1,0	0,9
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т се- мян	91,0	10,1	7,7	0,7	0,6	1,1
10.Фон + Экстрасол 2 л/т семян	90,8	9,9	7,4	0,9	0,9	0,7
11.Фон+ Байкал 2 л/т семян	90,0	10,7	7,5	1,0	0,5	0,7
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агри- нос «2» (2,5 л/га)	91,8	9,0	7,0	0,5	0,7	0,8
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос «2» (2,5 л/га);	92,0	8,7	6,7	0,6	0,7	0,7
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Агринос «2» (2,5 л/га);	90,3	10,6	8,4	0,9	0,4	0,9
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	91,9	8,8	6,9	0,7	0,5	0,7
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос «1+2» (5+2,5 л/га)	91,9	8,4	7,5	0,5	0,1	0,3
НСР05	3,5	1,9				

Приложение Г1 – Лежкость клубней картофеля за период 09.18 г. - 04.19 г.

Варианты опыта	Здоровые клубни, %	Общие отходы, %	в том числе:			
			естеств. убыль массы	технич. гниль	абсолют. гниль	ростки
1.Без удобрений	87,8	12,2	9,6	1,3	1,3	0
2. Б/уд + Агринос «1» 2,5 л/га	89,8	10,5	8,8	0,9	0,5	0,3
3. Б/уд + Агринос «1» 5 л/га	89,3	11,2	8,5	2,2	0	0,5
4.Фон - N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀	87,3	13,2	10,8	1,2	0,7	0,5
5. Фон +Агринос «1» (2,5 л/га)	89,4	10,9	9,6	0,5	0,5	0,3
6.Фон + Агринос «1» (5 л/га)	90,4	10,1	8,3	1,3	0	0,5
7. Фон + Агринос «1+2» (2,5 +1,25 л/га)	88,8	11,8	9,4	0,8	1,0	0,6
8. Фон+ Агринос «1+2» (5 +2,5 л/га)	91,0	9,7	8,3	0,4	1,0	0,7
9. Фон + (Азотовит + Фосфатовит), 2 л /т семян	92,3	9,5	7,0	0,3	0,4	1,8
10.Фон + Экстрасол 2 л/т семян	91,2	9,3	7,5	0,6	0,7	0,5
11.Фон+ Байкал 2 л/т семян	90,4	10,1	8,5	0,7	0,4	0,5
12. Фон + (Азотовит + Фосфатовит) + Агринос «2» (2,5 л/га)	92,1	8,5	7,1	0,3	0,5	0,6
13. Фон + Экстрасол 2л/т семян + Агринос «2» (2,5 л/га);	92,6	8,1	6,3	0,5	0,6	0,7
14. Фон + Байкал (2 л/т семян) + Агринос «2» (2,5 л/га);	90,5	10,0	8,4	0,6	0,4	0,5
15. Фон + Экстрасол (2 л/т семян) + Экстрасол 2,0 л/га	92,2	8,3	6,9	0,5	0,4	0,5
16. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + Агринос «1+2» (5+2,5 л/га)	92,1	7,9	7,7	0,2	0	0
НСР05	3,1	1,5				

Приложение Д1 – Расчет экономической эффективности:

Стоимость мин. удобрений: полная доза $N_{90}P_{90}K_{90}$: 562 кг/га x 23,0 руб. = 12926 руб./га; 2/3 полной дозы $N_{60}P_{60}K_{60}$: 375 кг/га x 23,0 руб. = 8625 руб./га;

Стоимость препаратов: Агринос А – 690 руб./л; Агринос В – 518 руб./л; Экстрасол – 300 руб./л; Байкал – 300 руб./л; Азотовит – 700 руб./л, Фосфатовит – 700 руб./л;

Уборка и транспортировка дополнительной продукции: прибавка урожая (кг/га) x 0,9 руб./кг (на 1 кг);

Затраты всего, руб./га: Основные технолог. затраты + Стоим. мин. удобрений + Внесение мин. уд. + Стоим. биопрепаратов + Стоим. обработки клубней биопрепаратами + Стоим. некорневых опрыскиваний биопрепаратами + Уборка и транспортировка дополнительной продукции;

Себестоимость продукции, руб./кг: Затраты всего, руб./га : Урожайность, кг/га;

Стоимость товарной продукции, руб./га: Урожайность товарного картофеля, кг x 10 руб./кг (цена реализации картофеля);

Дополнительные затраты, руб./га: Затраты всего *минус* Основные технолог. затраты;

Стоимость дополнительной продукции, руб./га: Прибавка (кг/га) x 10 руб./кг (цена реализации картофеля);

Условный доход, тыс. руб./га: Стоимость доп. продукции *минус* Доп. затраты;

Окупаемость затрат, руб./руб. – Условный доход : Доп. Затраты;

Рентабельность, %: [(Стоимость всего товарного урожая : Затраты всего) x 100] *минус* 100

Приложение Е1 – Технологические затраты производства продовольственного картофеля, среднее за 2017-2019 гг.

Варианты	Основные технологические затраты, руб./га	Дополнительные затраты					Затраты всего, руб./га
		Мин. удобрения		Биопрепараты		Уборка и транспортировка доп. продукции, руб./га	
		стоимость, руб./га	внесение, руб./га	стоимость, руб./га	внесение, руб./га		
1	151 200	0	0	0	0	0	151 200
2	151 200	0	0	1769	189	960	154118
3	151 200	0	0	3537	279	2080	157096
4. NPK	151 200	13207	1307	0	0	5440	171154
5	151 200	13207	1307	1769	189	6880	174552
6	151 200	13207	1307	3537	279	8880	178410
7	151 200	13207	1307	2432	323	8240	176709
8	151 200	13207	1307	4865	447	9840	180866
9	151 200	13207	1307	4200	308	8560	178782
10	151 200	13207	1307	2130	221	9680	177745
11	151 200	13207	1307	1845	193	7920	175672
12	151 200	13207	1307	5527	475	9040	180756
13	151 200	13207	1307	3457	389	10800	180360
14	151 200	13207	1307	3173	361	9280	178528
15	151 200	13207	1307	2840	363	10720	179637
16. 2/3NPK +Агринос	151 200	8813	873	4865	447	8080	174278

Приложение Ж1 – Экономические показатели производства продовольственного картофеля, среднее за 2017-2019 гг.

Варианты	Условный доход, руб./га			Окупаемость, руб./руб.			Себестоимость, руб./кг			Рентабельность, %		
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2017 г.	2018 г.	2019г.	2017 г.	2018г.	2019 г.
1	-	-	-	-	-	-	6,7	11,6	4,8	48,1	-14,0	54,7
2	8995	7109	11142	2,99	2,46	3,85	6,5	11,0	4,7	53,0	-9,2	61,2
3	37300	7846	15166	4,84	1,52	3,84	5,9	10,9	4,5	69,3	-8,6	63,2
4. NPK	71334	24307	48497	3,15	1,30	6,65	5,5	9,8	4,2	82,9	1,8	77,9
5	101259	39606	47079	3,65	1,77	2,68	5,1	9,0	4,5	97,3	10,6	76,9
6	151404	44893	54647	4,38	1,79	3,13	4,5	8,8	4,1	120,7	25,5	70,1
7	121342	51598	59533	3,96	2,11	2,93	4,8	8,5	4,4	106,7	17,3	83,6
8	153549	54319	72134	4,21	1,96	3,13	4,5	8,4	4,2	120,6	18,5	90,1
9	129724	38801	69729	3,90	1,54	3,26	4,8	9,1	3,8	109,8	10,0	88,7
10	179444	40714	63207	5,05	1,75	3,70	4,3	9,0	3,5	135,1	11,2	88,6
11	134854	40430	48300	4,33	1,79	2,88	4,7	9,0	4,0	113,9	11,1	78,7
12	135509	50047	64776	3,82	1,79	2,79	4,7	8,6	4,1	111,6	16,1	85,0
13	197969	51049	68502	5,07	1,97	3,76	4,1	8,5	3,6	142,3	16,8	91,4
14	157019	51675	57322	4,49	2,04	3,07	4,5	8,5	4,1	123,4	17,3	83,7
15	195024	58922	62743	5,13	2,26	3,71	4,0	8,2	4,0	141,6	21,3	88,2
16. 2/3NPK +Агринос1+2	145536	34681	53549	4,78	1,71	3,71	4,5	9,3	3,9	120,2	8,0	83,

Приложение И1 – Урожайность и товарность клубней картофеля сорта Гала

Варианты	Урожайность, т/га				При- бавка		Товарность (фракции: > 60 мм + 30-60 мм), %			
	2016	2017	2018	Средн.	т/га	%	2016	2017	2018	Средн.
Фон – N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ Mg ₅₃ S ₈₇	38,2	34,1	18,9	30,4	-	-	82,4	86,9	94,1	87,8
Фон + Басфолиар Авант Натур СЛ 0,5л/га х 2 раза	43,8	36,8	22,0	34,2	3,8	12,5	89,5	93,0	95,2	92,6
Фон + Басфолиар Авант Натур СЛ 1,5 л/га х 2 раза	46,0	39,0	24,0	36,3	5,9	19,4	92,1	95,3	95,1	94,2
Фон + Басфолиар Авант Натур СЛ 3,0 л/га х 2 раза	44,8	42,1	25,3	37,4	7,0	23,0	87,9	93,7	96,1	92,6
Фон + Мастер Грин К 0,3 л/га х 2 раза	41,3	36,9	21,4	33,2	2,8	9,2	89,8	92,3	96,0	92,7
Фон + Мастер Грин К 0,6 л/га х 2 раза	41,9	38,0	22,5	34,1	3,7	12,2	93,6	96,5	96,8	95,6
Фон + Мастер Грин К 1,0 л/га х 2 раза	44,6	40,2	23,7	36,2	5,8	19,1	92,7	95,0	95,3	94,3
НСР ₀₅	2,1	1,8	1,3				4,3	4,7	1,9	

Приложение К1 – Содержание фитонутриентов в клубнях с. Гала по годам исследований в зависимости от применения Басфолиар Авант Натур и Мастер Грин К

№ п/п	Содержание сухого вещества, %				Содержание крахмала, %			
	2016	2017	2018	сред- нее	2016	2017	2018	сред- нее
1	19,3	17,5	18,7	18,5	13,4	11,8	12,9	12,7
2	20,3	17,2	18,6	18,7	14,4	11,5	12,8	12,9
3	19,4	17,4	18,7	18,5	13,8	11,7	12,9	12,8
4	20,0	17,9	19,1	19,0	14,0	12,2	13,4	13,2
5	19,3	17,4	18,8	18,5	13,4	11,7	13,0	12,7
6	19,0	17,6	18,6	18,4	13,5	11,8	12,8	12,7
7	19,5	18,5	18,7	18,9	13,7	12,7	12,9	13,1
НСР ₀₅	0,9	0,5	0,6		0,7	0,5	0,4	
№ п/п	Содержание нитратов, мг/кг				Содержание витамина С, мг%			
	2016	2017	2018	сред- нее	2016	2017	2018	сред- нее
1	176	103	174	151	15,4	19,1	22,5	19,0
2	94	89	90	91	15,2	19,5	24,7	19,8
3	116	85	54	85	15,7	19,8	25,4	20,3
4	115	63	77	85	16,1	19,9	24,9	20,3
5	146	91	126	121	16,5	20,1	24,3	20,3
6	119	95	122	112	16,8	21,0	26,4	21,4
7	126	88	101	105	15,7	20,5	25,6	20,6
НСР ₀₅	26	12	17		0,7	1,4	2,7	1,6

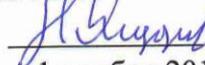
Приложение Л1 – Кулинарная оценка образцов картофеля (сорт Гала), выращенных на различных вариантах опыта с применением препаратов Басфолиар Авант Натур и Мастер Грин К, 2016-2018 гг.

№ п/п	Варианты опыта	Кулинарные свойства в баллах				Сумма
		Вкус	Разваримость	Потемнение мякоти через 24 часа		
				сырой	вареной	
1	Фон – N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ Mg ₅₃ S ₈₇	7,0	3,0	6,5	9,0	25,5
2	Фон + Басфолиар Авант Натур СЛ 0,5 л/га x 2 раза	7,0	5,0	7,0	9,0	28,0
3	Фон + Басфолиар Авант Натур СЛ 1,5 л/га x 2 раза	8,0	7,0	7,0	9,0	31,0
4	Фон + Басфолиар Авант Натур СЛ 3,0 л/га x 2 раза	8,3	7,0	8,0	9,0	32,3
5	Фон + Мастер Грин К 0,3 л/га x 2 раза	7,0	3,0	7,0	9,0	26,0
6	Фон + Мастер Грин К 0,6 л/га x 2 раза	8,3	5,0	7,7	9,0	30,0
7	Фон + Мастер Грин К 1,0 л/га x 2 раза	8,7	5,0	8,0	9,0	30,7
	НСР ₀₅	1,0	1,0	0,5	1,0	

Приложение М1

Утверждаю:

ИП Глава КФХ «Ягудин Н.В.»

 Н.В. Ягудин

1 ноября 2018 г.



АКТ

проведения производственной проверки результатов опыта по использованию органоминеральных удобрений (Басфолиар Авант Натур, Мастер Грин К) на картофеле, проводившегося с участием соискателя ФГБНУ ВНИИКХ Жеворы С.В. в условиях КФХ Ягутина Н.В. Коломенского района Московской области

Настоящим актом подтверждается, что общая площадь производственного опыта в 2018 году составляла 65 га под сортом Удача и 57 га под сортом Жуковский ранний. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Перед посадкой картофеля в почву внесены минеральные удобрения: фон 1 (N₉₀P₉₀K₁₃₅) и фон 2 (N₉₀P₉₀K₁₃₅Mg₅₃S₈₇).

На полях при высоте растений картофеля 25-30 см (сорт Удача) применяли дополнительные обработки смесью гербицидов (Боксер в дозе 3 л/га + Метрибузин 0,3 л/га). Для снятия гербицидного стресса посадок спустя 1 день применяли опрыскивание Басфолиар Авант Натур (3 л/га) и Мастер Грин К (1 л/га), через 10 дней опрыскивание повторили.

Участки, обработанные Басфолиар Авант Натур (3 л/га) и Мастер Грин К (1 л/га), через 7-10 дней после проведения первого опрыскивания визуально отличались от контроля. Отмечено наступление дружного цветения картофеля, обработанные растения имели хороший тургор с глянцевым блеском листьев, в отличие от контроля, который характеризовался наличием 20-25% поникших растений с тусклой зеленью (на некоторых наблюдались ожоги) и отсутствием массового цветения. В дальнейшем эти визуальные различия подтвердились во время пробных копок клубней (30. 07.18):

Доза НРК, гербицида, препарата	Масса клубней, г/куст	Количество клубней, шт./1 куст				Товарность, %
		всего	> 60 мм	30-62 мм	<30 мм	
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ – Фон1	590	14,0	1,0	8,8	4,2	70,0
Фон 1 + Боксер, 3 л + Метрибузин 0,3 л	640	15,8	2,3	9,3	4,2	73,4
Фон 1 + Боксер, 3 л + Метрибузин 0,3 л + Басфолиар 3л x 2 раза	730	16,5	3,0	10,0	3,5	78,8
Фон 1 + Боксер, 3 л + Метрибузин 0,3 л + Мастер 1л x 2 раза	700	16,0	2,8	9,5	3,7	76,9

Продолжение приложения М1

Урожайность картофеля при осенней уборке (21.08.18) представлены в таблице:

Варианты	Урожайность, т/га	Прибавки к фону 1		Прибавки к фону 2	
		т/га	%	т/га	%
сорт Удача					
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ – Фон1	33,0	-	100		
Фон 1 + Басфолиар Авант Натур	36,2	3,2	+9,7		
Фон 1 + Мастер Грин К	35,9	2,9	+8,8		
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ Mg ₅₃ S ₈₇ – Фон 2	37,1	4,1	+12,4	-	100
Фон 2 + Басфолиар Авант Натур	39,7			2,6	+7,0
Фон 2 + Мастер Грин К	38,4			1,3	+3,5
сорт Жуковский ранний					
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ – Фон1	26,9	-	100		
Фон 1 + Басфолиар Авант Натур	29,7	2,8	+10,4		
Фон 1 + Мастер Грин К	29,2	2,3	+8,5		
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅ Mg ₅₃ S ₈₇ – Фон 2	30,9	4,0	+14,9	-	100
Фон 2 + Басфолиар Авант Натур	34,2			3,3	+10,7
Фон 2 + Мастер Грин К	33,6			2,7	+8,7

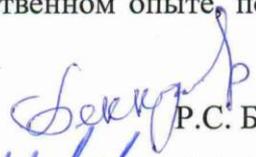
Урожайность картофеля обоих сортов на минеральном фоне 2 (N₉₀P₉₀K₁₃₅Mg₅₃S₈₇) была выше соответствующих значений фона 1 (N₉₀P₉₀K₁₃₅) на 12,4 и 14,9%. Подкормки препаратами Басфолиар Авант Натур и Мастер Грин К – увеличили урожайность сорта Удача на 8,8-9,7% относительно фона 1 и на 3,5-7,0% относительно фона 2.

Урожайность сорта Жуковский ранний от проведения подкормок препаратами повысилась на 8,5-10,4% относительно фона 1 (N₉₀P₉₀K₁₃₅) и на 8,7-10,7% относительно фона 2 (N₉₀P₉₀K₁₃₅Mg₅₃S₈₇).

Условный доход на сорте Удача от применения Басфолиар Авант Натур по фонам удобрений составил 60,9-68,4 тыс. руб./га, от применения Мастер Грин К – 28,0-38,9 тыс. руб./га;

на сорте Жуковский ранний от применения Басфолиар Авант Натур – 51,7-63,0 тыс. руб./га, от применения Мастер Грин К – 30,4-34,3 тыс. руб./га.

Результаты, полученные в производственном опыте, подтверждают выводы диссертационной работы Жеворы С.В.

Главный агроном КФХ «Ягудин Н.В.»  Р.С. Беккулов

Соискатель ФГБНУ ВНИИКХ  С.В. Жевора

Приложение Н1 – Биохимические показатели качества товарных клубней картофеля сорта Удача в зависимости от применения различных марок Агровин, 2016 гг.

№ п/п	Сухое ве- щество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг на 1 кг клубней	Редуцирующие са- хара, %
1	18,4	12,7	22,5	232	0,29
2	18,5	12,7	23,6	167	0,18
3	18,6	12,8	23,7	215	0,19
4	18,4	12,7	25,8	204	0,17
5	18,3	12,4	24,3	231	0,20
6	18,2	12,4	22,3	220	0,21
7	18,1	12,3	26,2	152	0,17
8	18,1	12,3	27,1	185	0,22
9	18,3	12,5	26,8	198	0,24
10	18,7	12,9	26,7	202	0,18
11	18,1	12,3	23,5	219	0,25
12	18,0	12,3	23,6	228	0,24
13	18,3	12,5	24,0	235	0,21
14	18,5	12,7	24,6	223	0,19
НСР ₀₅	0,6	0,4	1,2	29	0,06

Приложение П1 – Биохимические показатели качества товарных клубней картофеля сорта Удача в зависимости от применения различных марок Агровин, 2017 г.

№ п/п	Сухое ве- щество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг%	Нитраты, мг на 1 кг клубней	Редуцирующие са- хара, %
1	19,0	13,1	23,1	286	0,33
2	18,7	12,7	25,8	195	0,26
3	18,4	12,6	25,7	239	0,23
4	18,2	12,4	26,8	220	0,21
5	18,7	12,6	25,5	253	0,26
6	18,2	12,4	22,5	230	0,25
7	18,3	12,5	28,4	178	0,21
8	18,5	12,7	28,3	209	0,26
9	18,9	12,9	27,2	210	0,26
10	19,1	13,5	27,3	230	0,22
11	18,5	12,7	25,7	231	0,29
12	18,4	12,5	25,6	240	0,28
13	18,7	12,9	25,0	249	0,25
14	18,9	13,1	25,2	247	0,23
НСР ₀₅	0,9	0,7	1,4	33	0,08

Приложение Р1 – Распространенность (Р,%) грибных болезней на клубнях картофеля, 2016 г.

	Варианты опыта	Фитофтороз	Парша обыкновенная	Ризоктониоз	Суммарная пораженность	Биол. эффект (БЭ) %
1	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – без обработок	7,1	10,9	6,2	24,2	-
2	Фон + Агровин Са (0,2 кг/га) ЛО	5,3	10,8	4,9	21,0	13,2
3	Фон + Агровин Са (0,4 кг/га) ЛО	5,0	9,9	4,2	19,1	21,1
4	Фон + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	4,5	8,6	3,6	16,7	31,0
5	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,2 кг/га) ЛО	5,1	8,8	4,3	18,2	24,8
6	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	4,6	7,3	4,1	16,0	33,9
7	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,6 кг/га) ЛО	3,7	6,7	2,9	13,3	45,1
8	Фон + Агровин Микро (0,25 л/га) ЛО	5,2	5,5	5,1	15,8	34,7
9	Фон + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	4,7	4,1	4,7	13,5	44,2
10	Фон + Агровин Микро (0,75 л/га) ЛО	4,3	3,4	4,2	11,9	50,8
11	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т)	2,5	4,8	3,5	10,8	55,4
12	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	3,9	7,9	3,9	15,7	35,1
13	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	3,3	3,0	2,1	8,4	65,3
14	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	2,5	2,3	1,8	6,6	72,7
	НСР ₀₅	2,3	1,3	2,1		

Приложение С1 – Распространенность (Р,%) грибных болезней на клубнях картофеля, 2017 г.

	Варианты опыта	Фитофтороз	Парша обыкновенная	Ризоктониоз	Суммарная пораженность	Биол. эффект (БЭ) %
1	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₉₀ – без обработок	4,9	12,7	4,0	21,6	-
2	Фон + Агровин Са (0,2 кг/га) ЛО	4,5	13,0	3,5	21,0	2,8
3	Фон + Агровин Са (0,4 кг/га) ЛО	4,0	11,5	3,4	18,9	12,5
4	Фон + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	4,1	9,8	2,8	16,7	22,7
5	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,2 кг/га) ЛО	4,3	7,2	2,7	14,2	34,3
6	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	4,2	4,9	3,7	12,8	40,7
7	Фон + Агровин Mg-Zn-B (0,6 кг/га) ЛО	2,3	4,3	1,7	8,3	61,6
8	Фон + Агровин Микро (0,25 л/га) ЛО	4,6	2,9	4,5	12,0	44,5
9	Фон + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	4,3	2,5	4,3	11,1	48,6
10	Фон + Агровин Микро (0,75 л/га) ЛО	3,9	2,0	3,8	9,7	55,1
11	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т)	1,9	3,8	3,1	8,8	59,3
12	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Са (0,6 кг/га) ЛО	3,7	6,7	3,5	13,9	35,7
13	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Mg-Zn-B (0,4 кг/га) ЛО	2,7	1,2	0,9	4,8	77,8
14	Фон + Агровин Микро (клубни, 0,5 л/т) + Агровин Микро (0,50 л/га) ЛО	2,3	1,5	1,4	5,2	75,9
	НСР ₀₅	1,5	1,7	1,7		

Приложение Т1 – Урожайность (т/га) и товарность (%) картофеля в зависимости от регуляторов роста растений в богарных условиях, ООО «Агрофирма Краснохолмская» Илекского района Оренбургской области

Сорта	Способ обработки	Регуляторы роста								
		Энергия			Вигор Форте			Атоник		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Удача	Без обработки	<u>15,1</u> 83,1	<u>16,1</u> 84,9	<u>18,4</u> 87,8	<u>15,1</u> 83,1	<u>16,1</u> 84,9	<u>18,4</u> 87,8	<u>15,1</u> 83,1	<u>16,1</u> 84,9	<u>18,4</u> 87,8
	Обработка клубней	<u>15,5</u> 85,0	<u>17,9</u> 89,2	<u>16,3</u> 87,4	<u>17,4</u> 86,8	<u>18,5</u> 87,9	<u>19,9</u> 90,9	<u>15,1</u> 85,9	<u>16,9</u> 88,2	<u>19,6</u> 91,0
	Обработка клубней и растений	<u>15,8</u> 84,1	<u>18,0</u> 87,9	<u>18,9</u> 89,9	<u>17,6</u> 88,9	<u>20,9</u> 91,3	<u>19,5</u> 90,9	<u>16,2</u> 86,9	<u>17,8</u> 88,6	<u>20,6</u> 90,5
Жуковский ранний	Без обработки	<u>12,2</u> 80,1	<u>14,1</u> 82,2	<u>16,4</u> 84,3	<u>12,2</u> 80,1	<u>14,1</u> 82,2	<u>16,4</u> 84,3	<u>12,2</u> 80,1	<u>14,1</u> 82,2	<u>16,4</u> 84,3
	Обработка клубней	<u>13,0</u> 83,1	<u>15,0</u> 85,0	<u>18,1</u> 88,0	<u>14,3</u> 86,1	<u>16,2</u> 88,9	<u>19,0</u> 90,5	<u>13,0</u> 82,9	<u>15,9</u> 86,1	<u>19,0</u> 88,2
	Обработка клубней и растений	<u>14,5</u> 84,8	<u>16,8</u> 86,7	<u>18,4</u> 88,1	<u>16,6</u> 87,9	<u>18,0</u> 89,5	<u>19,4</u> 90,4	<u>15,1</u> 86,6	<u>17,8</u> 87,1	<u>19,2</u> 89,9
НСР ₀₅ 2014г – 1,32; 2015г – 1,44; 2016г – 1,78										
Содержание сухого вещества (в числителе) и крахмала (в знаменателе) в клубнях картофеля в богарных условиях										
Сорта	Способ обработки	Регуляторы роста								
		Энергия			Вигор Форте			Атоник		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Удача	Без обработки	<u>20,6</u> 14,8	<u>20,1</u> 14,3	<u>20,7</u> 14,1	<u>20,6</u> 14,8	<u>20,1</u> 14,3	<u>20,7</u> 14,6	<u>20,6</u> 14,8	<u>20,1</u> 14,3	<u>20,7</u> 15,0
	Обработка клубней	<u>21,3</u> 15,8	<u>20,8</u> 15,0	<u>20,3</u> 14,0	<u>21,8</u> 16,1	<u>21,1</u> 15,1	<u>20,7</u> 14,7	<u>20,9</u> 15,1	<u>20,5</u> 14,7	<u>21,3</u> 15,5
	Обработка клубней и растений	<u>21,8</u> 16,0	<u>21,0</u> 15,0	<u>20,3</u> 14,1	<u>22,0</u> 16,4	<u>21,2</u> 15,3	<u>20,8</u> 14,5	<u>21,3</u> 16,1	<u>20,9</u> 14,9	<u>20,8</u> 14,0
Жуковский ранний	Без обработки	<u>21,2</u> 16,1	<u>20,9</u> 15,6	<u>20,4</u> 14,7	<u>21,2</u> 16,1	<u>20,9</u> 15,6	<u>20,5</u> 14,7	<u>21,2</u> 16,1	<u>20,9</u> 15,6	<u>20,5</u> 14,7
	Обработка клубней	<u>21,6</u> 16,3	<u>21,4</u> 15,9	<u>21,2</u> 15,6	<u>22,3</u> 16,2	<u>22,0</u> 16,0	<u>21,1</u> 15,8	<u>21,4</u> 16,4	<u>21,0</u> 16,0	<u>20,9</u> 15,0
	Обработка клубней и растений	<u>21,9</u> 16,6	<u>21,7</u> 16,1	<u>21,3</u> 15,7	<u>22,7</u> 16,8	<u>22,5</u> 16,3	<u>22,9</u> 16,1	<u>21,9</u> 16,5	<u>21,4</u> 16,0	<u>21,2</u> 15,3
НСР ₀₅		2014г – <u>0,66</u> 0,89			2015г – <u>0,79</u> 0,74			2016г – <u>0,92</u> 1,08		

Приложение У1 – Урожайность (т/га) и товарность (%) картофеля с применением регуляторов роста и дозы м.у. ($N_{165}P_{125}K_{270}$) под планируемую урожайность 50 т/га в орошаемых условиях, ООО «Агрофирма Краснохолмская» Илекского района Оренбургской области

Сорта	Способ обработки	Регуляторы роста								
		Энергия			Вигор Форте			Атоник		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Удача	Без обработки	<u>40,1</u>	<u>42,9</u>	<u>44,1</u>	<u>40,1</u>	<u>42,9</u>	<u>44,1</u>	<u>40,1</u>	<u>42,9</u>	<u>44,1</u>
		91,1	93,2	95,0	91,1	93,2	95,0	91,1	93,2	95,0
	Обработка клубней	<u>45,7</u>	<u>46,1</u>	<u>48,8</u>	<u>48,1</u>	<u>51,3</u>	<u>53,1</u>	<u>45,1</u>	<u>48,0</u>	<u>49,0</u>
		91,4	94,0	95,4	92,2	94,3	98,1	91,9	93,5	96,1
	Обработка клубней и растений	<u>45,7</u>	<u>47,9</u>	<u>49,8</u>	<u>50,3</u>	<u>53,3</u>	<u>55,1</u>	<u>47,5</u>	<u>48,9</u>	<u>51,8</u>
		92,6	94,8	96,0	95,7	96,0	98,7	92,8	95,7	96,1
Жуковский ранний	Без обработки	<u>40,0</u>	<u>37,2</u>	<u>43,4</u>	<u>40,0</u>	<u>37,2</u>	<u>43,4</u>	<u>40,0</u>	<u>37,2</u>	<u>43,4</u>
		91,1	93,2	95,0	91,1	93,2	95,0	91,1	93,2	95,0
	Обработка клубней	<u>41,2</u>	<u>45,0</u>	<u>46,7</u>	<u>45,5</u>	<u>45,9</u>	<u>48,0</u>	<u>43,2</u>	<u>45,0</u>	<u>47,1</u>
		91,1	94,0	94,6	93,0	95,0	96,0	92,0	93,7	96,5
	Обработка клубней и растений	<u>44,9</u>	<u>46,0</u>	<u>48,2</u>	<u>47,0</u>	<u>48,8</u>	<u>52,0</u>	<u>45,9</u>	<u>46,9</u>	<u>48,9</u>
		92,0	93,9	96,1	93,0	94,8	98,0	92,3	94,0	96,1
НСР ₀₅ 2014г – 4,96; 2015г – 4,87; 2016г – 5,18										
Содержание сухого вещества (в числителе) и крахмала (в знаменателе) в клубнях картофеля в орошаемых условиях										
Сорта	Способ обработки	Регуляторы роста								
		Энергия			Вигор Форте			Атоник		
		2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
Удача	Без обработки	<u>19,1</u>	<u>18,8</u>	<u>18,5</u>	<u>19,1</u>	<u>18,8</u>	<u>18,5</u>	<u>19,1</u>	<u>18,8</u>	<u>18,5</u>
		13,2	12,9	12,8	13,2	12,9	12,8	13,2	12,9	12,8
	Обработка клубней	<u>19,3</u>	<u>18,9</u>	<u>18,6</u>	<u>19,3</u>	<u>19,0</u>	<u>18,8</u>	<u>19,0</u>	<u>18,8</u>	<u>18,6</u>
		13,5	13,2	13,0	13,5	13,3	13,1	13,2	13,0	12,8
	Обработка клубней и растений	<u>19,5</u>	<u>19,2</u>	<u>18,9</u>	<u>19,7</u>	<u>19,4</u>	<u>19,1</u>	<u>19,5</u>	<u>19,2</u>	<u>19,2</u>
		13,6	13,4	13,1	13,9	13,7	13,5	14,0	13,7	13,8
Жуковский ранний	Без обработки	<u>19,4</u>	<u>19,2</u>	<u>19,0</u>	<u>19,4</u>	<u>19,2</u>	<u>19,0</u>	<u>19,4</u>	<u>19,2</u>	<u>19,0</u>
		13,6	13,3	13,2	13,6	13,3	13,2	13,6	13,3	13,2
	Обработка клубней	<u>19,6</u>	<u>19,3</u>	<u>19,1</u>	<u>20,0</u>	<u>19,8</u>	<u>19,5</u>	<u>19,6</u>	<u>19,2</u>	<u>19,1</u>
		13,8	13,6	13,3	14,1	13,9	13,7	13,7	13,5	13,4
	Обработка клубней и растений	<u>19,9</u>	<u>19,6</u>	<u>19,3</u>	<u>20,0</u>	<u>20,0</u>	<u>19,8</u>	<u>19,8</u>	<u>19,5</u>	<u>19,3</u>
		14,1	13,7	13,5	14,5	14,3	14,2	14,0	13,8	13,6
НСР ₀₅		2014г – <u>3,96</u> 1,44			2015г – <u>3,87</u> 1,37			2016г – <u>4,18</u> 1,51		

Приложение Ф1 – Расчет экономической эффективности в ценах 2014-2016 гг.:

Стоимость мин. удобрений ($N_{165}P_{125}K_{270}$): 893 кг нитроаммофоски (N-P-K=14-14-23) + 120 кг ам. селитры (34% N) + 140 кг калимага (46% K и 16% Mg) = 17860 + 2065 + 2800 = 22725 руб./га; Смешивание и внесение = 2575 руб./га

Стоимость: Атоника – 3200 руб./л; Энергия-М 25000 руб./кг; Вигор Форте 18000 руб./кг; Стоимость испытуемой дозы Атоника [(30 мл препарата x 3 т семян) + 900 мл/га] x 3,2 руб./мл = 3168 руб.; стоимость испытуемой дозы Вигор Форте [(15 г препарата x 3 т семян) + 50 г/га] x 18,0 руб./г = 1710 руб.; стоимость испытуемой дозы Энергия-М [(4 г препарата x 3 т семян) + 20 г/га] x 25,0 руб./г = 800 руб.

Стоимость одного полива 4300 руб./га

Уборка и транспортировка дополнительной продукции: прибавка (кг/га) x 0,8 руб./кг (на 1 кг);

Затраты всего, руб./га: Основные технолог. затраты + Стоим. мин. удобрений + Внесение мин. уд. + Стоим. обработки клубней регуляторами (950 руб./тонну) + Стоим. некорневых опрыскиваний (370 руб./га) + Стоимость препаратов + Уборка и транспорт. доп. продукции;

Себестоимость продукции, руб./кг: Затраты всего, руб./га : Урожайность, кг/га;

Стоимость продукции, руб./га: Урожайность картофеля, кг x 18 руб./кг (цена реализации картофеля);

Дополнительные затраты, руб./га: Затраты всего - Основные технолог. затраты;

Стоимость дополнительной продукции, руб./га: Прибавка (кг/га) x 18 руб./кг (цена реализации картофеля);

Условный доход, тыс. руб./га: Стоимость доп. продукции - Доп. затраты;

Окупаемость затрат, руб./руб. – Условный доход : Доп. затраты.

Рентабельность, %: [(Стоимость всего товарного урожая : Затраты всего) x 100] минус 100

Приложение X1 – Расчет экономической эффективности поливов и применения регуляторов роста в условиях Южного Урала на сорте картофеля Удача, за 2014-2016 гг.,

Опыт №	Варианты	Товарн. урожай, ц/га	Прибавка, ц/га	Стоим. доп. прод., тыс. руб.	Затраты, руб.						Условный доход, тыс. руб./га	Себестоимость, руб./кг	Окупаемость	Рентабельность, %	
					Основные	стоим. NPK + внесе-ние	стоим. PPP + внесе-ние	стоим поли-вов	уборка доп. про-дукции	допол-нит. за-траты					затраты всего
Опыт VIII - богара	Без обраб.	136	-	-	133808	нет	0	нет	0	0	133808	0	9,84	0	82,9
	Энергия кл.	146	10	18,0	133808	нет	1900	нет	800	2700	136508	15,300	8,13	5,67	92,5
	Вигор Форте кл.	168	32	57,6	133808	нет	2410	нет	2560	4970	138778	52,630	8,26	10,59	117,9
	Атоник кл.	152	16	28,8	133808	нет	1888	нет	1280	3168	136976	25,632	9,01	8,09	99,7
	Энергия кл.+раст.	156	20	36,0	133808	нет	4000	нет	1600	5600	139408	30,400	8,94	5,43	101,4
	ВФ кл.+раст.	179	43	77,4	133808	нет	4910	нет	3440	8350	142158	69,050	7,94	8,27	126,6
	Атоник кл.+раст.	163	27	48,6	133808	нет	6368	нет	2160	8528	142336	40,072	8,73	4,70	106,1
Опыт IX - орошение	N ₁₆₅ P ₁₂₅ K ₂₇₀	394	258	464,4	133808	25300	0	25800	20640	71740	205548	392,66	5,22	5,47	245,0
	Ф+Энергия кл.	438	302	543,6	133808	25300	1900	25800	24160	77160	210968	466,44	4,82	6,05	273,7
	Ф+ВФ кл.	483	347	624,6	133808	25300	2410	25800	27760	81270	215078	543,33	4,45	6,69	304,2
	Ф+Атоник кл.	443	307	552,6	133808	25300	1888	25800	24560	77548	211356	475,052	4,77	6,13	277,3
	Ф+Энергия кл.+раст.	452	316	568,8	133808	25300	4000	25800	25280	80380	214188	488,42	4,74	6,08	279,9
	Ф + Вигор Форте кл. + раст.	512	376	676,8	133808	25300	4910	25800	30080	86090	219898	590,71	4,29	6,86	319,1
	Ф + Ато-ник кл.+раст.	469	333	599,4	133808	25300	6368	25800	26640	84108	217916	515,292	4,65	6,13	287,4

Приложение Ц1 – Расчет экономической эффективности поливов и применения регуляторов роста в условиях Южного Урала на сорте картофеля Жуковский ранний, за 2014-2016 гг.

Опыт №	Варианты	То-варн . уро-жай, ц/га	Прибавка, ц/га	Стоим. доп. прод., тыс. руб.	Затраты, руб.						Услов-ный до-ход, тыс. руб./га	Себе-стои-мость, руб./кг	Окупа-емость	Рента-бель-ность, %	
					Ос-нов-ные	стоим. NPK + внесе-ние	стоим. PPP + внесе-ние	стоим поли-вов	уборка доп. про-дук-ции	допол-нит. за-траты					затраты всего
Опыт VIII - богара	Без обраб.	117	-	-	133808	нет	0	нет	-	0	133808	0	11,41	0	57,4
	Энергия кл.	130	13	23,0	133808	нет	1900	нет	1040	2940	136748	20,060	10,51	6,82	71,1
	Вигор Форте кл.	146	29	52,0	133808	нет	2410	нет	2320	4730	138538	47,270	9,47	9,99	89,7
	Атоник кл.	136	19	34,2	133808	нет	1888	нет	1520	3408	137216	30,792	10,09	9,03	78,4
	Энергия кл.+раст.	142	25	44,3	133808	нет	4000	нет	2000	6000	139808	38,300	9,85	6,38	82,8
	ВФ кл.+раст.	161	44	79,2	133808	нет	4910	нет	3520	8430	142238	70,770	8,83	8,40	103,7
	Атоник кл.+раст.	151	34	61,0	133808	нет	6368	нет	2720	9088	142896	51,912	9,45	5,71	90,2
Опыт IX - орошение	N ₁₆₅ P ₁₂₅ K ₂₇₀	370	253	454,5	133808	25300	0	25800	20240	71340	205148	383,160	5,55	5,37	121,5
	Ф+Энергия кл.	412	295	531,2	133808	25300	1900	25800	23600	76600	210408	454,600	5,10	5,93	152,5
	Ф+ВФ кл.	440	323	580,7	133808	25300	2410	25800	25840	79350	213158	501,350	4,85	6,32	172,4
	Ф+Атоник кл.	424	307	551,9	133808	25300	1888	25800	24560	77548	211356	474,352	4,99	6,12	161,1
	Ф+Энергия кл.+раст.	436	319	572,4	133808	25300	4000	25800	25520	80620	214428	491,780	4,85	6,10	166,9
	Ф + Вигор Форте кл. + раст.	470	353	634,5	133808	25300	4910	25800	28240	84250	218058	550,250	4,64	6,53	191,0
	Ф + Ато-ник кл.+раст.	446	329	591,7	133808	25300	6368	25800	26320	83788	217596	507,912	4,88	6,06	171,9

Приложение Э1 – Урожайность, товарность и биохимические показатели качества продукции сортов картофеля в Архангельской области

Сорт	Урожайность, т/га			Товарность, %			Крахмал, %			Белок, %			Витамин С, мг%		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Ранние															
Удача	35,9	36,8	27,9	83	82	76	11,7	11,2	10,0	1,6	1,3	1,2	25,3	17,9	16,4
Крепыш	33,4	35,5	28,2	82	87	81	11,9	12,4	12,0	1,8	1,4	1,3	23,6	17,6	15,2
Ломоно- совский	35,3	36,5	30,2	83	78	78	12,9	13,5	12,6	1,8	1,6	1,6	22,9	20,8	19,3
Любава	31,7	35,0	26,4	85	86	79	13,6	12,9	13,1	1,5	1,4	1,2	24,7	21,5	16,7
Чароит	34,8	36,4	29,3	80	84	78	14,3	13,8	14,2	1,3	1,2	1,1	29,0	18,7	17,0
Среднеранние															
Арлекин	39,6	42,2	33,0	83	85	78	14,8	15,0	14,3	1,5	1,5	1,3	27,8	23,1	19,9
Бабушка	37,0	39,4	32,5	81	79	75	15,7	14,5	15,1	1,5	1,3	1,2	28,3	24,5	17,3
Браво	37,5	45,1	34,8	81	83	74	15,1	15,9	14,0	1,4	1,5	1,3	24,6	19,0	18,1
Кортни	38,5	42,7	32,8	83	80	82	15,5	14,8	14,1	1,5	1,6	1,4	22,5	19,4	16,7
Памяти Рогачева	38,7	41,0	31,2	83	79	75	14,9	14,2	13,8	1,7	1,6	1,5	26,3	21,6	16,3
Среднепоздние															
Гусар	37,0	41,4	30,2	78	80	75	16,9	16,0	15,1	1,5	1,5	1,3	27,3	23,7	16,4
Колобок	34,8	39,0	26,4	76	78	77	18,9	16,4	15,5	1,3	1,2	1,2	21,1	19,3	14,9
Накра	34,3	38,1	26,0	78	80	78	20,5	19,0	16,0	1,7	1,9	1,5	23,7	21,6	15,5
Фрителла	38,1	37,4	28,9	79	80	79	16,0	15,5	15,3	1,8	1,7	1,7	25,8	23,5	16,6
Югана	35,6	37,2	26,8	77	79	77	19,0	17,8	17,6	1,6	1,5	1,3	27,1	26,7	17,9

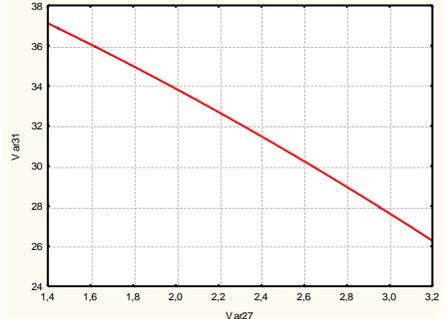
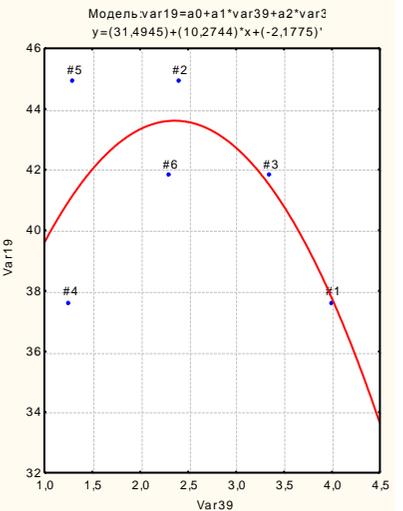
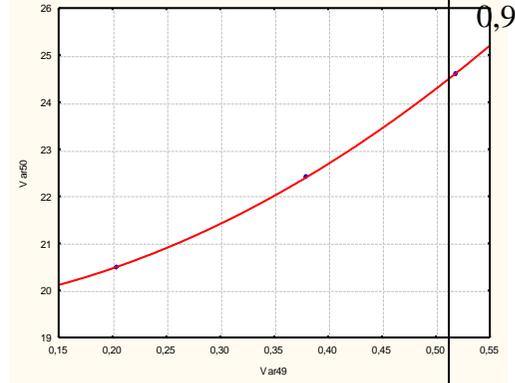
Приложение Ю1 – Урожайность, товарность и биохимические показатели качества продукции сортов картофеля в Московской области

Сорт	Урожайность, т/га			Товарность, %			Крахмал, %			Белок, %			Витамин С, мг%		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Ранние															
Удача	37,6	44,9	41,8	93	86	97	12,0	11,7	11,9	1,3	1,1	1,0	23,7	18,3	15,3
Крепыш	35,4	47,1	42,9	92	98	96	12,7	12,0	11,9	1,5	1,2	1,1	30,3	17,9	16,8
Ломоно- совский	35,9	45,7	42,2	93	88	93	13,5	12,9	12,3	1,5	1,3	1,4	22,5	21,6	18,5
Любава	33,0	43,6	37,3	95	96	94	14,3	13,1	12,9	1,2	1,2	1,1	20,9	18,2	13,1
Чароит	36,1	44,0	42,5	90	94	91	14,7	13,5	13,0	1,1	1,0	0,9	18,2	15,8	14,9
Среднеранние															
Арлекин	41,2	45,7	47,3	93	95	93	16,9	15,8	15,3	1,1	1,1	0,9	23,9	21,5	20,8
Бабушка	38,3	44,0	47,1	90	89	90	16,6	15,5	15,0	1,2	1,1	1,0	29,5	23,7	15,5
Браво	38,9	50,6	54,6	89	93	89	16,1	14,9	15,0	1,3	1,3	1,0	19,7	16,8	15,4
Кортни	41,4	48,3	50,3	91	90	97	16,5	15,5	14,8	1,5	1,2	1,1	18,8	17,1	14,8
Памяти Рогачева	41,1	47,1	48,4	90	89	90	15,5	15,2	14,9	1,9	1,3	1,5	21,7	19,3	15,6
Среднепоздние															
Гусар	37,8	43,1	50,5	90	88	90	17,9	15,3	15,7	1,2	1,3	1,0	29,7	25,5	18,3
Колобок	39,6	48,8	50,7	88	88	92	20,3	19,6	17,5	1,4	1,2	1,0	20,5	19,8	15,1
Накра	39,4	40,9	43,3	95	90	95	21,9	19,8	20,0	1,6	1,5	1,3	19,8	20,1	15,3
Фрителла	41,8	44,0	46,2	90	89	91	20,5	19,0	17,0	1,7	1,5	1,1	23,9	21,9	18,5
Югана	40,9	43,3	44,6	89	89	91	21,0	18,9	18,0	1,3	1,3	0,9	28,3	25,4	23,1

Приложение Я1– Урожайность, товарность и биохимические показатели качества продукции сортов картофеля в Оренбургской области

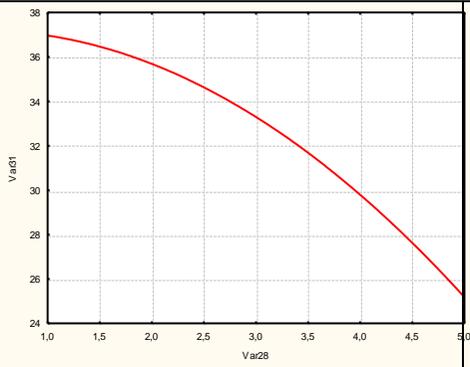
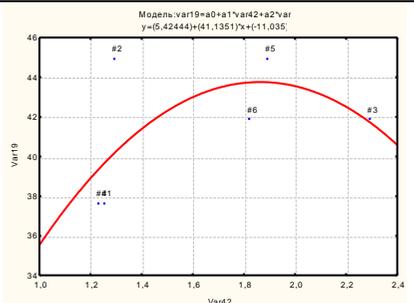
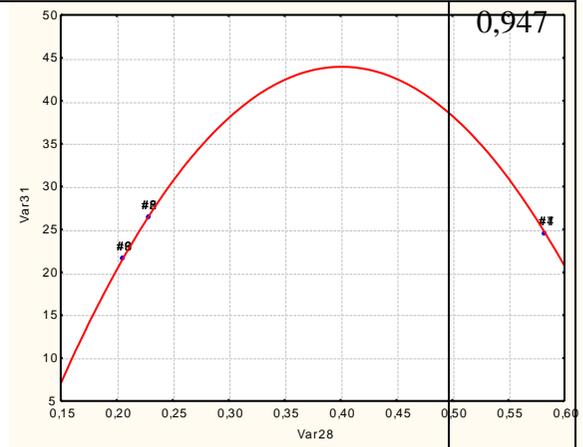
Сорт	Урожайность, т/га			Товарность, %			Крахмал, %			Белок, %			Витамин С, мг%		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Ранние															
Удача	24,6	26,4	21,6	83	83	80	13,0	13,9	13,5	1,5	1,7	2,0	17,4	19,5	26,8
Крепыш	23,7	23,3	19,4	80	82	79	12,9	13,5	14,2	1,7	1,8	2,3	18,8	23,6	29,7
Ломоно- совский	21,4	22,0	19,1	78	79	77	13,5	15,6	15,9	2,1	2,0	2,3	19,6	22,1	23,3
Любава	27,1	26,0	22,0	83	82	80	14,0	14,7	16,3	1,7	1,8	1,8	17,3	26,8	30,5
Чароит	28,7	27,6	20,6	85	84	80	14,8	15,0	15,7	1,8	1,9	2,2	18,5	27,3	31,1
Среднеранние															
Арлекин	29,5	28,2	25,1	85	81	79	15,8	16,1	17,0	1,5	1,7	1,8	21,5	28,7	33,7
Бабушка	27,7	27,5	24,1	83	84	82	14,9	15,7	17,7	1,6	1,7	1,9	23,7	29,3	31,2
Браво	32,1	30,6	25,3	78	79	78	15,7	16,3	17,5	2,0	2,1	2,3	23,1	25,2	29,5
Кортни	30,4	28,9	24,2	82	85	80	15,0	15,6	16,8	1,8	1,9	2,3	26,2	25,7	28,2
Памяти Рогачева	29,9	27,3	21,6	86	84	81	15,9	16,2	17,9	2,2	2,3	2,6	23,4	28,9	32,8
Среднепоздние															
Гусар	23,5	25,1	20,2	80	83	73	16,3	16,8	18,5	1,7	1,8	1,8	25,1	26,0	26,9
Колобок	22,0	23,3	19,8	79	85	72	17,1	17,9	19,3	1,7	1,7	1,8	23,0	22,9	23,7
Накра	25,1	25,5	23,3	79	82	73	20,9	21,3	23,0	2,2	2,3	2,6	23,0	30,1	29,6
Фрителла	26,0	26,8	20,6	82	85	74	18,3	18,5	19,6	2,0	2,2	2,3	26,7	29,8	35,8
Югана	27,1	26,0	23,0	81	84	75	19,7	19,1	21,7	1,7	1,8	2,1	29,3	31,7	36,0

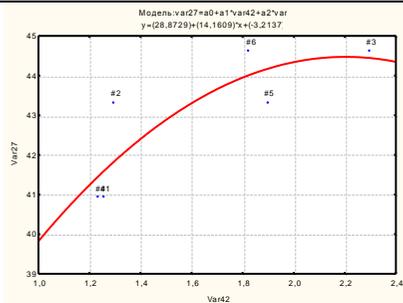
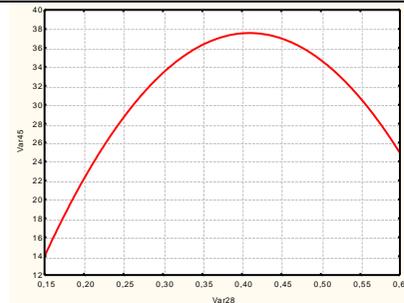
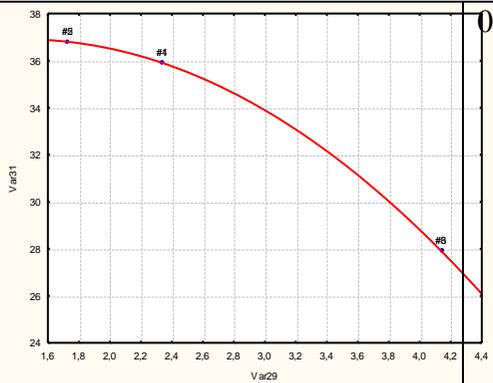
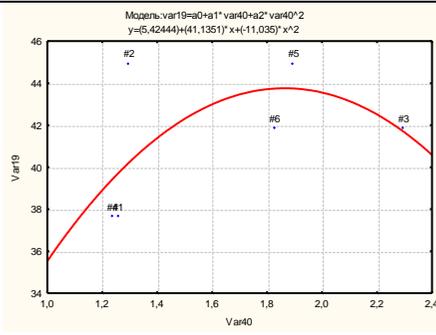
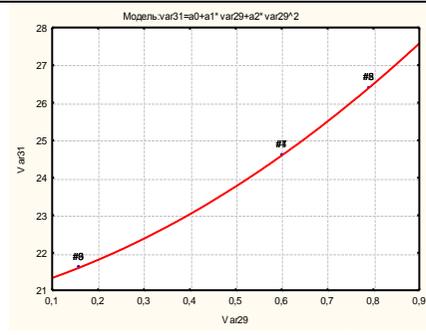
Приложение А2 – Уравнения зависимости между урожайностью сортов картофеля и ГТК при выращивании его в разных зонах Европейской части России

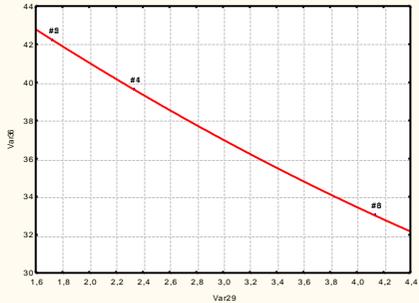
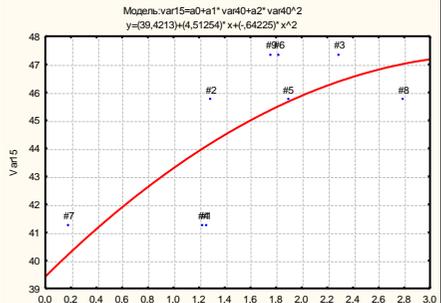
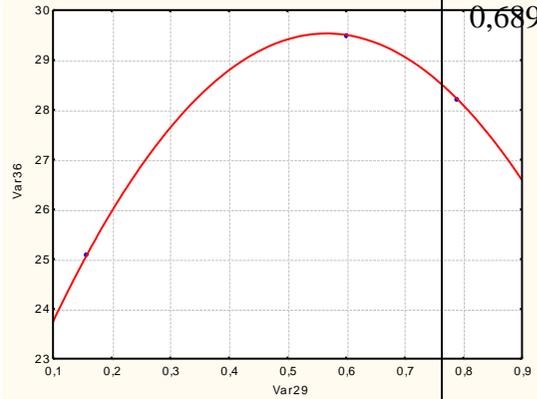
Период вегета- ции	Архангельская область		Московская область		Оренбургская область	
	Уравнение регрессии	r ²	Уравнение регрессии	r ²	Уравнение регрессии	r ²
Май-июль						
Удача	 $y=43,4-3,81x-0,480x^2$	0,992	 $Y = 31,5 + 10,3x - 2,2x^2$	0,686	 $y=19,5+1,3x+16,2x^2$	0,912
Кре- пыш	$y = 66,9 - 29,75x + 5,6x^2$	0,962	$Y = 17,46 + 23,05x - 4,64x^2$	0,721	$y = 60,5 - 236,2x + 303,9x^2$	0,854
Ломо- носов- ский	$y = 51,9 - 13,7x + 2,15x^2$	0,959	$Y = 20,8 + 19,3x - 3,89x^2$	0,722	$y = 49,2 - 171,4x + 217,2x^2$	0,848
Любава	$y = 87,8 - 51,2x + 10,3x^2$	0,972	$Y = 21,1 + 16,4x - 3,37x^2$	0,600	$y = 64,6 - 245,6x + 318,5x^2$	0,953
Чароит	$y = 58,5 - 20,3x + 3,52x^2$	0,963	$Y = 21,6 + 17,97x - 3,57x^2$	0,779	$y = 94,7 - 425,8x + 549,3x^2$	0,832

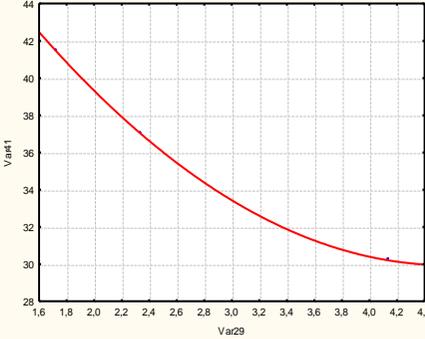
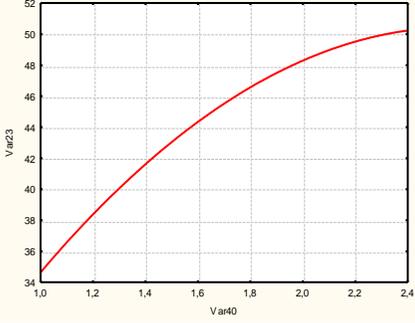
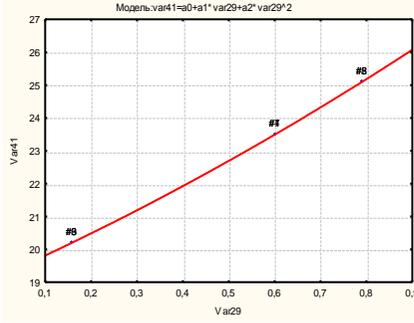
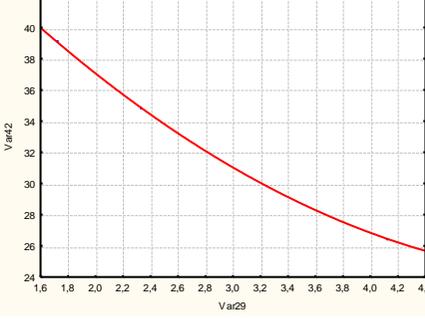
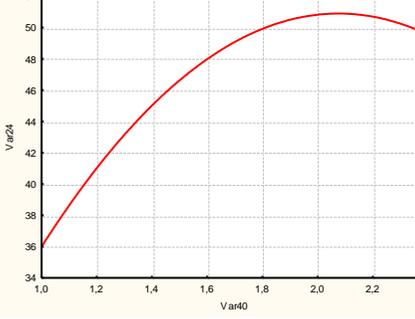
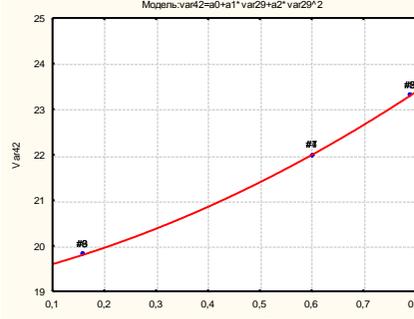
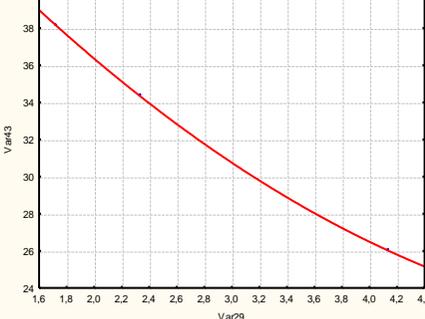
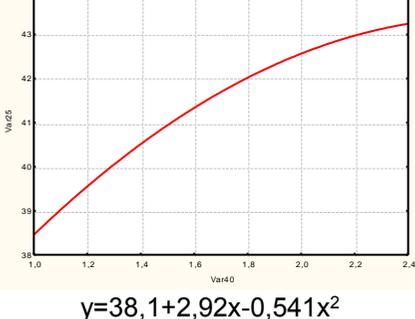
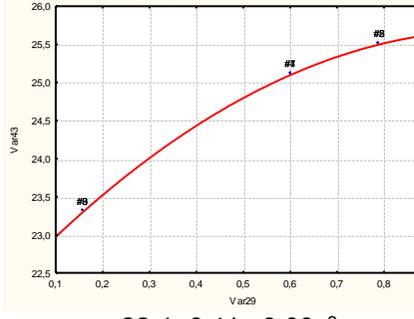
Арлекин	$y = 80,9 - 36,6x + 6,89x^2$	0,953	$Y = 28,6 + 14,7x - 2,85x^2$	0,826	$y = 58,4 - 192,4x + 251,3x^2$	0,964
Бабушка	$y = 77,0 - 36,2x + 7,16x^2$	0,921	$Y = 20,5 + 20,5x - 3,96x^2$	0,818	$y = 59,9 - 205,2x + 263,5x^2$	0,847
Браво	$y = 178,0 - 132,6x + 28,5x^2$	0,892	$Y = 6,51 + 37,9x - 7,35x^2$	0,827	$y = 81,7 - 325,6x + 422,5x^2$	0,862
Кортни	$y = 111,2 - 66,7x + 13,6x^2$	0,914	$Y = 22,9 + 21,7x - 4,22x^2$	0,828	$y = 74,4 - 289,5x + 376,3x^2$	0,943
Памяти Рогачева	$y = 73,3 - 29,8x + 5,26x^2$	0,956	$y = 25,8 + 18,1x - 3,52x^2$	0,828	$y = 82,9 - 354,8x + 464,1x^2$	0,859
Гусар	$y = 112,1 - 68,7x + 13,8x^2$	0,973	$y = 13,3 + 27,3x - 5,19x^2$	0,761	$y = 70,7 - 286,8x + 361,2x^2$	0,838
Колобок	$y = 104,2 - 62,6x + 12,3x^2$	0,929	$y = 16,3 + 27,5x - 5,37x^2$	0,828	$y = 55,8 - 204,1x + 256,4x^2$	0,952
Накра	$y = 96,3 - 55,5x + 10,7x^2$	0,945	$y = 31,9 + 8,27x - 1,57x^2$	0,794	$y = 46,1 - 130,3x + 165,3x^2$	0,918
Фри-телла	$y = 13,9 + 26,8x - 7,36x^2$	0,948	$y = 33,2 + 9,75x - 1,86x^2$	0,787	$y = 85,2 - 368,7x + 469,0x^2$	0,961
Югана	 $y = 55,4 - 15,2x + 1,86x^2$	0,934	 $y = 33,4 + 8,64x - 1,67x^2$	0,818	 $y = 25,6 - 19,8x + 39,8x^2$	0,969

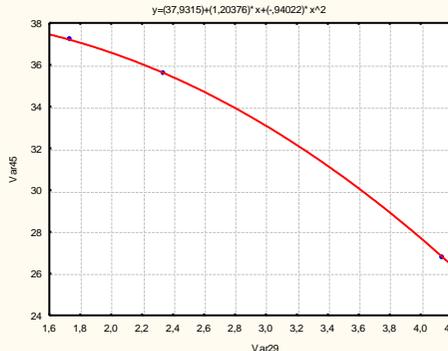
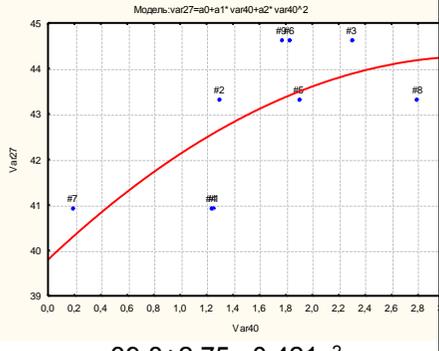
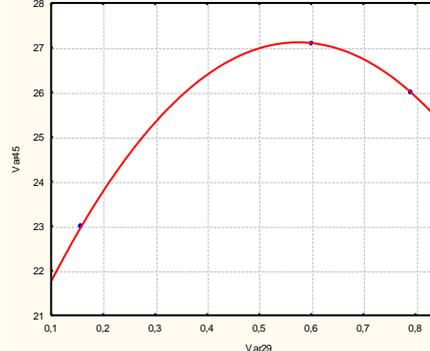
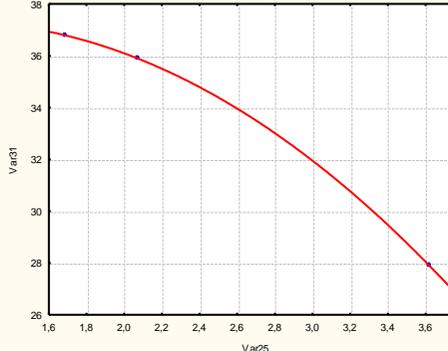
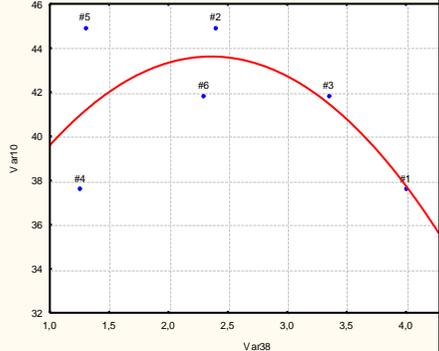
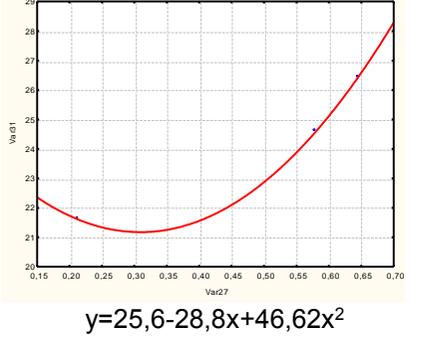
Июнь-июль

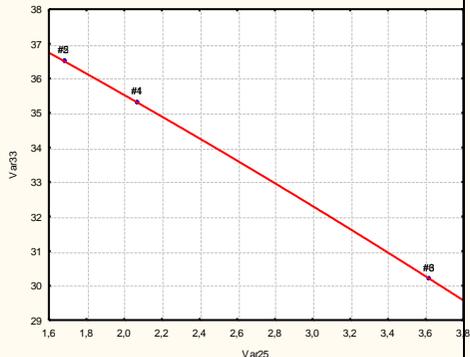
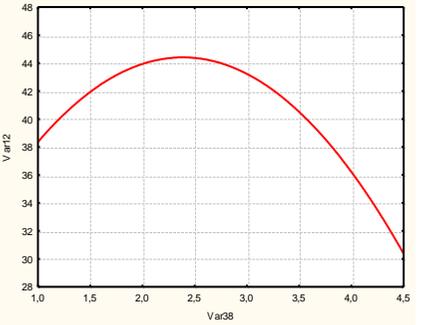
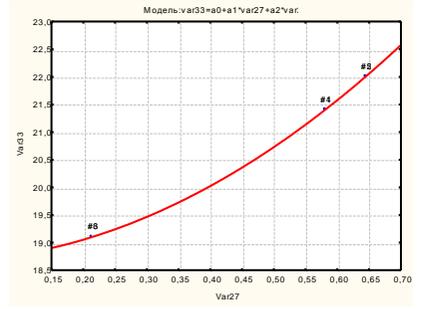
Удача	 $y=37,1+0,39x-0,56x^2$	0,983	 $y=5,42+41,1x-11,03x^2$	0,588	 $y=-50,3+469,9x-586,0x^2$	0,947
Крепыш	$y = 39,9-4,09x+0,33x^2$	0,968	$y=-7,71+55,4x-14,7x^2$	0,627	$y=-38,3+375,8x-462,2x^2$	0,953
Ломоносовский	$y = 38,5-1,55x-0,07x^2$	0,928	$y=-7,71+55,4x-14,7x^2$	0,628	$y=-24,1+282,4x-350,4x^2$	0,962
Любава	$y = 42,8-7,50x+0,86x^2$	0,953	$y=-12,6+59,2x-16,3x^2$	0,505	$y=-36,9+383,2x-468,9x^2$	0,947
Чароит	$y = 39,4-2,55x+0,063x^2$	0,949	$y=0,121+45,0x-11,6x^2$	0,704	$y=-82,9+673,3x-826,7x^2$	0,924
Арлекин	$y = 47,6-5,01x+0,38x^2$	0,928	$y=19,2+26,3x-6,17x^2$	0,830	$y=-20,5+295,6x-360,1x^2$	0,928
Бабушка	$y = 44,9-5,21x+0,55x^2$	0,852	$y=9,73+33,6x-7,63x^2$	0,825	$y=-26,3+328,1x-404,1x^2$	0,964
Браво	$y = 65,5-20,8x+3,12x^2$	0,796	$y=-18,3+68,4x-16,1x^2$	0,828	$y=-52,8+507,7x-621,0x^2$	0,971
Кортни	$y = 52,9-9,93x+1,22x^2$	0,892	$y=0,91+40,2x-9,55x^2$	0,823	$y=-45,0+449,6x-549,4x^2$	0,965
Памяти Рогачева	$y = 45,4-3,81x+0,14x^2$	0,924	$y=12,3+34,9x-8,38x^2$	0,813	$y=-62,1+542,8x-660,5x^2$	0,869

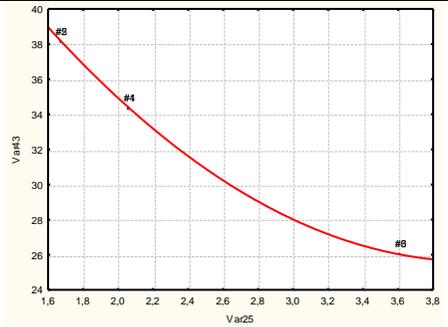
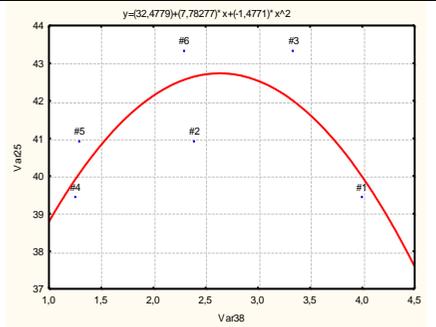
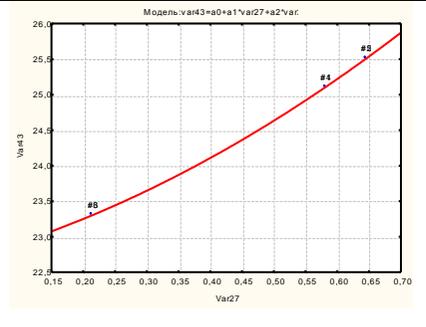
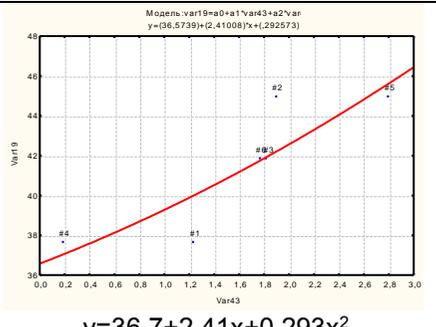
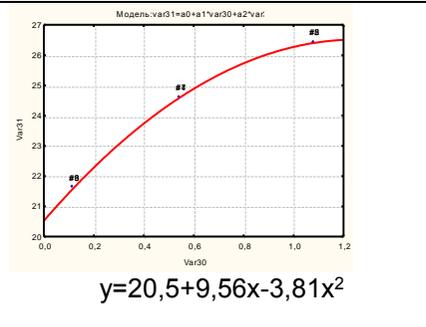
Гусар	$y = 51,8 - 10,1x + 1,18x^2$	0,953	$y = 8,41 + 32,5x - 6,29x^2$	0,846	$y = -53,1 + 479,0x - 596,4x^2$	0,929
Колобок	$y = 48,4 - 8,93x + 0,89x^2$	0,931	$y = -4,58 + 53,4x - 12,87x^2$	0,812	$y = -32,6 + 342,7x - 427,2x^2$	0,933
Накра	$y = 46,4 - 7,82x + 0,72x^2$	0,954	$y = 30,9 + 9,29x - 1,73x^2$	0,843	$y = -9,50 + 214,0x - 265,4x^2$	0,962
Фри-телла	$y = 32,9 + 5,42x - 1,43x^2$	0,961	$y = 30,1 + 13,3x - 2,77x^2$	0,850	$y = -71,7 + 602,1x - 745,5x^2$	0,941
Югана	$y = 39,3 - 1,32x - 0,33x^2$	0,944	 $y = 28,9 + 14,2x - 3,21x^2$	0,825	 $y = -21,1 + 286,5x - 349,6x^2$	0,956
Июнь-август						
Удача	 $y = 34,4 + 3,54x - 1,23x^2$	0,959	 $y = 5,42 + 41,1x - 11,03x^2$	0,593	 $y = 20,9 + 3,50x + 4,304x^2$	0,624
Крепыш	$y = 42,4 - 4,38x + 0,23x^2$	0,942	$y = 33,7 + 0,38x - 0,206x^2$	0,790	$y = 16,1 + 23,9x - 18,69x^2$	0,618

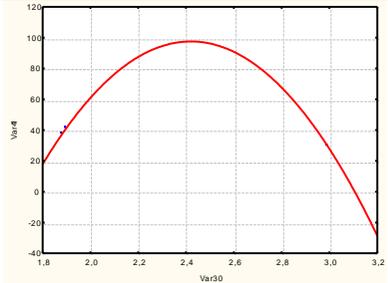
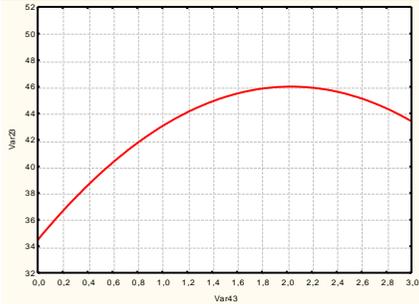
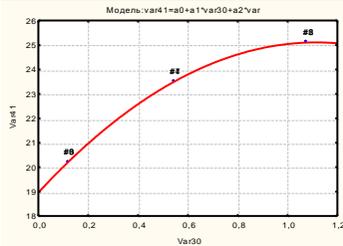
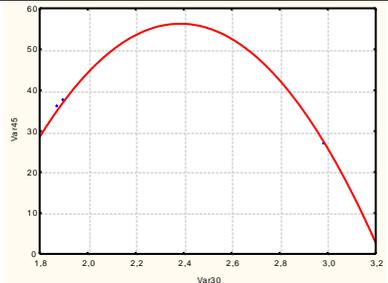
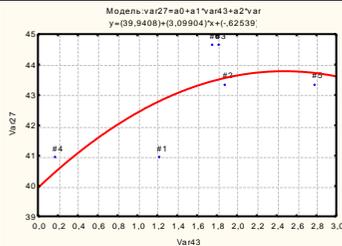
Ломо- носов- ский	$y = 38,4 - 0,50x - 0,359x^2$	0,939	$y = 34,5 + 4,52x - 0,175x^2$	0,691	$y = 18,0 + 7,63x - 3,21x^2$	0,689
Любава	$y = 48,5 - 9,57x + 1,02x^2$	0,928	$y = 32,3 + 2,98x + 0,251x^2$	0,602	$y = 17,6 + 32,3x - 27,4x^2$	0,754
Чароит	$y = 40,2 - 1,89x - 0,179x^2$	0,944	$y = 34,5 + 4,65x - 0,373x^2$	0,626	$y = 14,1 + 47,2x - 38,1x^2$	0,711
Арле- кин	 $y = 50,6 - 5,27x + 0,247x^2$	0,956	 $y = 39,4 + 4,51x - 0,642x^2$	0,721	 $y = 21,0 + 30,1x - 26,5x^2$	0,689
Ба- бушка	$y = 48,6 - 6,36x + 0,59x^2$	0,971	$y = 35,7 + 6,53x - 1,001x^2$	0,703	$y = 21,4 + 19,2x - 14,5x^2$	0,694
Браво	$y = 85,1 - 31,0x + 4,55x^2$	0,926	$y = 34,3 + 1,61x - 1,64x^2$	0,722	$y = 19,4 + 43,3x - 36,8x^2$	0,801
Кортни	$y = 60,9 - 13,2x + 1,54x^2$	0,893	$y = 38,8 + 6,57x - 0,905x^2$	0,727	$y = 18,7 + 40,3x - 34,7x^2$	0,686
Памяти Рога- чева	$y = 46,9 - 3,10x - 0,164x^2$	0,912	$y = 39,0 + 5,38x - 0,710x^2$	0,732	$y = 13,7 + 57,7x - 51,3x^2$	0,662

Гусар	 $y = 59,6 - 13,0x + 1,43x^2$	0,894	 $y = 33,8 + 9,50x - 1,72x^2$	0,624	 $y = 19,2 + 6,26x + 1,56x^2$	0,658
Колобок	 $v y = 54,6 - 10,6x + 0,92x^2$	0,929	 $y = -4,56 + 532,4x - 12,9x^2$	0,811	 $y = 19,3 + 2,70x + 2,98x^2$	0,642
Накра	 $y = 51,6 - 8,96x + 0,67x^2$	0,942	 $y = 38,1 + 2,92x - 0,541x^2$	0,606	 $y = 22,4 + 6,41x - 3,09x^2$	0,651
Фри-телла	$y = 24,9 + 11,7x - 2,6x^2$	0,864	$y = 40,4 + 3,28x - 0,562x^2$	0,657	$y = 17,5 + 21,8x - 12,6x^2$	0,612

Югана	 <p>$y = 37,9 + 1,2x - 0,94x^2$</p>	0,892	 <p>$y = 39,8 + 2,75x - 0,421x^2$</p>	0,603	 <p>$y = 19,3 + 27,3x - 23,8x^2$</p>	0,646
Май-август						
Удача	 <p>$y = 35,6 + 3,21x - 1,47x^2$</p>	0,894	 <p>$y = 31,5 + 10,3x - 2,18x^2$</p>	0,691	 <p>$y = 25,6 - 28,8x + 46,62x^2$</p>	0,829
Крепыш	$y = 48,2 - 9,31x + 1,05x^2$	0,911	$y = 24,2 + 17,9x - 3,75x^2$	0,683	$y = 11,7 + 44,9x - 41,8x^2$	0,884

Ломо- носов- ский	 $y = 41,3 - 2,66x - 0,11x^2$	0,892	 $y = 26,5 + 15,03x - 3,15x^2$	0712	 $y = 18,7 + 0,47x + 7,3x^2$	0,812
Любава	$y = 58,3 - 18,2x + 2,60x^2$	0,861	$y = 27,5 + 11,6x - 2,55x^2$	0,589	$y = 10,0 + 71,4x - 72,4x^2$	0,835
Чароит	$y = 44,3 - 5,17x + 0,286x^2$	0,865	$y = 26,0 + 14,6x - 2,99x^2$	0,734	$y = 4,54 + 94,7x - 91,4x^2$	0,901
Арле- кин	$y = 57,7 - 11,3x + 1,24x^2$	0,926	$y = 30,9 + 12,9x - 2,53x^2$	0,795	$y = 13,2 + 71,8x - 75,3x^2$	0,912
Ба- бушка	$y = 55,6 - 12,4x + 1,67x^2$	0,962	$y = 23,2 + 18,3x - 3,57x^2$	0,794	$y = 11,3 + 81,3x - 81,3x^2$	0,894
Браво	$y = 109,6 - 53,8x + 9,15x^2$	0,944	$y = 12,4 + 33,2x - 6,53x^2$	0,796	$y = 9,21 + 96,2x - 97,8x^2$	0,865
Кортни	$y = 73,5 - 24,5x + 3,65x^2$	0,912	$y = 26,4 + 18,9x - 3,73x^2$	0,765	$y = 8,93 + 91,5x - 93,9x^2$	0,892
Памяти Рога- чева	$y = 52,8 - 7,94x + 0,546x^2$	0,826	$y = 28,9 + 15,6x - 3,09x^2$	0,791	$y = -1,52 + 139,7x - 147,4x^2$	0,876
Гусар	$y = 72,7 - 24,6x + 3,55x^2$	0,862	$y = 15,3 + 25,5x - 4,85x^2$	0,764	$y = 22,9 - 20,7x + 37,4x^2$	0,839
Коло- бок	$y = 66,7 - 21,1x + 2,76x^2$	0,844	$y = 21,1 + 23,8x - 4,71x^2$	0,791	$y = 22,7 - 20,6x + 33,5x^2$	0,856

Накра	 $y = 62,3 - 18,2x + 2,26x^2$	0,831	 $y = 32,5 + 7,78x - 1,48x^2$	0,764	 $y = 22,6 + 2,38x + 3,18x^2$	0,892
Фри-телла	$y = 20,5 + 16,7x - 3,98x^2$	0,892	$y = 34,1 + 8,95x - 1,72x^2$	0,779	$y = 16,8 + 18,7x - 5,04x^2$	0,908
Югана	$y = 41,3 - 1,06x - 0,812x^2$	0,878	$y = 34,6 + 7,71x - 1,50x^2$	0,794	$y = 12,4 + 63,7x - 66,1x^2$	0,856
Июль-август						
Удача	 $y = -219,8 + 226,0x - 47,9x^2$	0,989	 $y = 36,7 + 2,41x + 0,293x^2$	0,861	 $y = 20,5 + 9,56x - 3,81x^2$	0,835
Крепыш	$y = -523,4 + 485,4x - 100,6x^2$	0,912	$y = 33,5 + 4,63x + 0,230x^2$	0,863	$y = 17,5 + 17,5x - 11,3x^2$	0,861
Ломоносовский	$y = -289,2 + 284,0x - 59,3x^2$	0,928	$y = 34,3 + 3,89x + 0,187x^2$	0,864	$y = 18,2 + 8,34x - 4,44x^2$	0,876
Любава	$y = -834,9 + 753,8x - 155,8x^2$	0,929	$y = 34,3 + 3,89x + 0,187x^2$	0,841	$y = 19,6 + 21,6x - 14,6x^2$	0,924
Чароит	$y = 40,4 - 2,75x + 0,063x^2$	0,945	$y = 34,5 + 4,46x - 0,260x^2$	0,853	$y = 16,9 + 33,5x - 21,9x^2$	0,811

Арлекин	$y = -650,3 + 601,4x - 124,7x^2$	0,939	$y = 39,6 + 4,98x - 0,912x^2$	0,862	$y = 23,0 + 19,1x - 13,3x^2$	0,824
Бабушка	$y = -595,1 + 550,2x - 113,8x^2$	0,955	$y = 36,0 + 7,37x - 1,49x^2$	0,713	$y = 22,5 + 14,5x - 9,16x^2$	0,862
Браво	$y = -1930,2 + 1706,2x - 350,9x^2$	0,961	$y = 34,9 + 12,8x - 2,32x^2$	0,765	$y = 22,1 + 28,9x - 19,5x^2$	0,835
Кортни	$y = -1061,3 + 956,1x - 197,4x^2$	0,929	$y = 39,1 + 7,18x - 1,26x^2$	0,774	$y = 21,3 + 26,5x - 18,0x^2$	0,842
Памяти Рогачева	$y = -576,5 + 537,2x - 111,7x^2$	0,908	$y = 39,2 + 5,81x - 0,957x^2$	0,788	$y = 17,7 + 36,2x - 25,3x^2$	0,869
Гусар	 $y = -1117,6 + 1004,2x - 207,5x^2$	0,962	 $y = 34,5 + 11,3x - 2,79x^2$	0,639	 $y = 19,0 + 11,0x - 4,93x^2$	0,852
Колобок	$y = -1073,0 + 964,5x - 199,6x^2$	0,949	$y = 36,7 + 8,81x - 1,44x^2$	0,789	$y = 19,0 + 7,04x - 2,83x^2$	0,857
Накра	$y = -970,0 + 874,8x - 181,2x^2$	0,953	$y = 38,4 + 3,51x - 0,885x^2$	0,626	$y = 22,6 + 6,61x - 3,61x^2$	0,864
Фри-телла	$y = 191,4 - 127,6x + 24,5x^2$	0,932	$y = 40,7 + 3,84x - 0,887x^2$	0,673	$y = 18,3 + 20,4x - 11,6x^2$	0,834
Югана	 $y = -402,9 + 384,9x - 80,7x^2$	0,918	 $y = 39,9 + 3,10x - 0,625x^2$	0,689	$y = 21,1 + 17,7x - 12,1x^2$	0,862

Приложение Б2

Утверждаю:

Глава ООО «АПК «Любовское»
Приморского района Архангельской области

Б.Н. Бондин

« ____ » _____ 2018 г.

АКТ от 12 декабря 2018 г.

проведения производственной проверки результатов опыта по использованию проращивания, регуляторов роста (Энергия М, Вигор Форте, Атоник), сидерата и минеральных удобрений на четырех сортах картофеля, проводившегося с участием и под руководством соискателя ФГБНУ ВНИИКХ Жеворы С.В. в условиях ООО «АПК «Любовское» Приморского района Архангельской области.

Настоящим актом подтверждается, что общая площадь производственного опыта в 2018 году составляла 175 га: 120 га – предшественник ячмень яровой (с. Суздалец); 55 га – люпин однолетний на сидерат. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Сорта картофеля: Удача, Жуковский ранний, Лига и Ломоносовский (I репродукция).

Для предпосадочной обработки клубней применяли регуляторы роста: Энергия М (4 г/т/ 20-30 л воды), Вигор Форте (15 г/т/20-30 л воды), Атоник (30 мл/т/20-30 л воды). Проращивание клубней проводили при естественном освещении и температуре 16-18 °С в помещении в течение 30 дней до посадки. Обработку клубней регуляторами роста проводили одновременно с проращиванием клубней, т.е. за 30 дней до посадки. Полученные результаты представлены в таблицах 1 и 2:

Таблица 1 – Урожайность (т/га) и товарность (%) сортов картофеля после ячменя

Варианты	Жуковский ран.		Удача		Лига		Ломоносовский		
	Урожайность	Товарность	Урожайность	Товарность	Урожайность	Товарность	Урожайность	Товарность	
Без прогревания	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	24,9	82,1	25,5	79,7	26,0	81,5	27,1	80,9
	Фон + Крезацин	27,0	83,3	27,3	81,6	27,8	83,7	29,3	82,4
	Фон + Вигор Форте	27,8	85,6	27,8	83,5	28,1	84,2	29,7	84,0
	Фон + Атоник	27,5	85,1	27,6	82,9	28,6	84,8	30,1	83,9
Прогревание	Фон N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	28,4	85,3	27,5	83,6	28,7	85,2	29,7	84,8
	Фон + Крезацин	30,9	87,8	29,7	84,7	31,0	86,6	32,3	86,3
	Фон + Вигор Форте	32,0	86,9	30,5	85,4	32,3	87,9	32,8	85,9
	Фон + Атоник	31,5	87,5	30,2	86,0	32,0	87,2	33,3	87,0

Таблица 2 – Урожайность (т/га) и товарность (%) сортов картофеля после люпина

Варианты	Жуковский ран.		Удача		Лига		Ломоносовский	
	Урожайность	Товарность	Урожайность	Товарность	Урожайность	Товарность	Урожайность	Товарность
N ₉₀ P ₉₀ K ₁₃₅	28,6	79,3	29,0	76,5	29,7	77,4	31,1	76,8
N ₄₅ P ₄₅ K ₉₀ Фон	25,0	81,9	25,8	83,7	26,1	85,6	26,2	83,6
Фон + Крезацин	26,5	83,0	27,5	85,6	28,3	88,0	28,4	85,2
Фон + Вигор Форте	28,2	82,5	27,3	85,3	29,5	87,7	29,5	86,4
Фон + Атоник	27,3	85,6	28,7	85,9	29,3	88,5	30,2	86,7

От реализации товарной продукции с вариантов комплексной предпосадочной подготовки семенного материала (проращивание в сочетании с регуляторами роста) условный доход составил: по с. Жуковский ранний – 72,9-82,6 тыс. руб./га, с. Удача – 46,8-59,3 тыс. руб./га, с. Лига – 57,8-72,8 тыс. руб./га и с. Ломоносовский – 63,3-78,3 тыс. руб./га;

от половинной дозы удобрений (N₄₅P₄₅K₉₀) и регуляторов роста по люпиновому пару условный доход составил: по с. Жуковский ранний – 13,2-36,4 тыс. руб./га, с. Удача – 32,5-50,1 тыс. руб./га, с. Лига – 42,0-55,6 тыс.

руб./га и с. Ломоносовский – 22,8-50,1 тыс. руб./га – по сравнению с соответствующей урожайностью, полученной на фоне полной дозы (N₉₀P₉₀K₁₃₅) без дополнительной подготовки клубней по предшественнику – ячмень яровой.

Общая прибыль от реализации продукции с комплексной подготовкой семенного материала (проращивание в сочетании с регуляторами роста) и сидерации пашни составила 4 820 тыс. рублей.

Результаты, полученные в производственном опыте, подтверждают выводы диссертационной работы соискателя.

Главный агроном ООО «АПК «Любовское»
Бригадир
Соискатель ФГБНУ ВНИИКХ

О.В. Тюпышева

С.В. Жевора



Приложение В2

Утверждаю:

Директор ОАО «Погарская картофельная фабрика» Погарского района Брянской области



И.И. Дуданов

2018 г.

АКТ от 25 октября 2018 г.

проведения производственной проверки результатов опыта по использованию стабилизированного карбамида (УТЕС 46) на картофеле, проводившегося с участием соискателя ФГБНУ ВНИИКХ Жеворы С.В. в условиях ОАО «Погарская картофельная фабрика»

Настоящим актом подтверждается, что общая площадь производственного опыта в 2018 году составляла 200 га или 40 га под каждым сортом: Удача, Крепыш, Голубизна, Накра, Брянский Надежный. Почва – дерново-подзолистая среднесуглинистая. Перед посадкой картофеля в почву внесены минеральные удобрения в дозах $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$. Дозу традиционных минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$ получали смешиванием 173 кг/га аммофоса + 159 кг карбамида + 422 кг/га калимагнезии (вразброс). Дозу минеральных удобрений $N_{90}P_{90}K_{135}Mg_{53}S_{87}$ со стабилизированным карбамидом получали смешиванием 173 кг/га аммофоса + 159 кг карбамида УТЕС 46 + 422 кг/га калимагнезии (вразброс). Агротехника возделывания и уборки сортов согласно технологической карты предприятия.

Результаты учета продуктивности, урожайности, товарности и крахмалистости сортов представлены в таблице:

НПК	Сорт	Масса клубней, г/куст	Число клубней, шт.	Масса клубня, г	Урожайн. т/га	Товарность, %	Крахмал %	Сбор крахмала, ц/га
традиционные $N_{90}P_{90}K_{135}$	Удача	852	14,7	58	37,5	83,3	12,8	39,9
	Крепыш	866	14,4	60	38,1	83,6	13,1	41,8
	Голубизна	884	14,5	61	38,9	82,2	18,6	59,5
	Накра	895	14,2	63	39,4	82,9	17,9	58,5
	Брянский надежный	870	14,5	60	38,3	83,8	21,5	69,0
$N_{90}P_{90}K_{135}$ (карбамид)	Удача	868	14,7	59	38,2	84,6	12,5	40,4
	Крепыш	875	14,8	59	38,5	84,1	13,0	42,1
	Голубизна	939	14,9	63	41,3	84,7	18,7	65,5
	Накра	945	14,5	65	42,2	86,2	18,0	65,5
	Брянский надежный	918	14,4	64	40,4	90,0	21,3	77,4

Урожайность, товарность и сбор крахмала среднеспелых сортов (Голубизна, Накра) и среднепозднего (Брянский надежный) были

существенно выше на фоне применения удобрений с карбамидом UTEC по сравнению с аналогичными значениями на фоне традиционных минеральных удобрений. На ранних сортах отмечена лишь тенденция улучшения показателей от применения стабилизированного карбамида.

Условный доход от применения в системе удобрений карбамида UTEC составил: на ранних сортах – Удача и Крепыш – 8,4-18,7 тыс. руб./га,
на среднеспелых сортах – Голубизна, Накра – 51,4-63,4 тыс. руб./га,
на среднепозднем сорте – Брянский надежный – 66,8 тыс. руб./га.

Общая прибыль от внедрения стабилизированного карбамида (UTEС 46) на картофеле в 2018 году составила 4 174 тыс. рублей.

Результаты, полученные в производственном опыте, подтверждают выводы диссертационной работы Жеворы С.В.

*Отчет о выполнении
работ по
главному агроному*



ОАО «Погарская картофельная фабрика»

Бригадир

Соискатель ФГБНУ ВНИИКХ

[Handwritten signature]

С.В. Жевора

Приложение В



Подтверждаю:

Глава ИИ КФХ «Павленко С.Н.»

Павленко Сергей Николаевич С.Н. Павленко

» _____ 2018 г.

АКТ от 25 октября 2018 г.

проведения производственной проверки результатов опыта по использованию регуляторов роста (Энергия М, Вигор Форте, Атоник) и орошения на картофеле, проводившегося с участием и под руководством соискателя ФГБНУ ВНИИКХ Жеворы С.В. в условиях КФХ «Павленко С.Н.» в Оренбургской области.

Настоящим актом подтверждается, что общая площадь производственного опыта в КФХ «Павленко С.Н.» в 2018 году составляла 45, 53 и 38 га, соответственно под сортами картофеля: Удача, Жуковский ранний и Захар (I репродукция). Применяли регуляторы роста: Энергия М (4 г/т семян/ 30 л воды; некорневое опрыскивание – 20 г/га), Вигор Форте (15 г/т семян/30 л воды; некорневое опрыскивание – 50 г/га), Атоник (30 мл/т семян/30 л воды; некорневое опрыскивание – 900 мл/га). На орошаемых участках проведено 7 поливов дождевальными машинами барабанного типа RM. Полученные результаты представлены в таблице 1:

Таблица 1 – Урожайность (т/га, в числителе) и товарность (% в знаменателе) сортов картофеля в производственном опыте в КФХ «Павленко С.Н.»

Варианты	Сорт Удача		Сорт Жуковский ранний		Сорт Захар	
	Урожайность/ товарность	Прибавка	Урожайность/ товарность	Прибавка	Урожайность/ товарность	Прибавка
Фон N ₁₆₅ P ₁₂₅ K ₂₇ 0	46,5/89,2	-	47,0/90,5	-	50,6/87,9	-
Фон + Энергия (клубни)	48,7/90,1	2,2	49,5/91,0	2,5	52,7/90,6	2,1
Фон + Вигор Форте (клубни)	49,0/89,7	2,5	50,0/90,6	3,0	53,0/90,1	2,4
Фон + Атоник (клубни)	48,8/90,5	2,3	49,7/91,0	2,7	53,1/90,3	2,5
Фон + Энергия (клубни + растения)	50,4/91,2	3,9	51,1/90,6	4,1	54,3/89,5	3,7
Фон + Вигор Форте (клубни + растения)	50,6/91,6	4,1	51,3/91,2	4,3	54,6/89,3	4,0
Фон + Атоник (клубни + растения)	50,2/92,0	3,7	51,3/91,5	4,3	54,5/89,2	3,9

Бригадир

Соискатель

С.В. Крук

С.В. Жевора

Приложение Д2 – Фрагмент анкеты обследования хозяйств населения

1. Нужно ли создать в населенных пунктах потребительскую кооперацию по закупке сельхозпродуктов:	да	нет
- возложить на кооперацию реализацию всех излишков сельскохозяйственной продукции нормального качества	да	нет
- возложить на кооперацию обязанности по обеспечению хозяйств населения семенным материалом высших категорий картофеля и овощных культур	да	нет
2. Стимулы для заинтересованности в увеличении производства картофеля	да	нет
- ввести льготы на приобретение сертификационного семенного материала картофеля при условии реализации продукции кооперативным пунктам заготовки:	да	нет
- до 10% цены семян при условии реализации до 1000 кг с одного подворья	да	нет
- до 30% при реализации 10 т	да	нет
- ввести временный беспроцентный кредит на приобретение семенного сертифицированного материала районированных отечественных сортов	да	нет
- ввести льготный кредит на покупку минеральных удобрений	да	нет
Другие стимулы (укажите какие)	да	нет

Обработка анкет и расчет коэффициентов корреляции и детерминации производились через программное обеспечение MS Excel с помощью пакета «Анализ данных» по стандартной компьютерной программе

Показатели y и x описаны, матрицы построены, результаты и выводы предоставлены. В программе, имеющейся в каждом компьютере, введены все формулы для расчетов. Ниже приведем одну из формул, которая была использована в расчете.

Коэффициент детерминации зависимости случайной величины y от признаков x определяется по следующей формуле:

$$R^2 = 1 - \frac{V(y|x)}{V(y)} = 1 - \frac{\sigma^2}{\sigma_y^2},$$

Где, $V(y|x) = \sigma^2$ – условная (по признакам x) дисперсия зависимой переменной (дисперсия случайной ошибки модели).

В данном определении используются истинные параметры, характеризующие распределение случайных величин. Если использовать выборочную оценку значений соответствующих дисперсий, то получим формулу для выборочного коэффициента детерминации (который обычно и подразумевается под коэффициентом детерминации):

$$R^2 = 1 - \frac{\hat{\sigma}^2}{\hat{\sigma}_y^2} = 1 - \frac{RSS/n}{TSS/n} = 1 - \frac{RSS}{TSS},$$

где

$$RSS = \sum_{t=1}^n e_t^2 = \sum_{t=1}^n (y_t - \hat{y}_t)^2 \quad \text{— сумма квадратов регрессионных остатков,}$$

$$TSS = \sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2 = n \hat{\sigma}_y^2 \quad \text{— общая дисперсия,}$$

y_t, \hat{y}_t – соответственно, фактические и расчетные значения объясняемой переменной,

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i \quad \text{— выборочное среднее.}$$

В случае линейной регрессии с константой $TSS = RSS + ESS$, где $ESS = \sum_{t=1}^n (\hat{y}_t - \bar{y})^2$ – объяснённая сумма квадратов, поэтому получаем более простое определение в этом случае. Коэффициент детерминации — это доля объяснённой дисперсии в общей:

$$R^2 = \frac{ESS}{TSS}.$$