

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Воронежский государственный аграрный университет
имени императора Петра I»



На правах рукописи

Торопчин Иван Сергеевич

**Агроэкологическое обоснование биологизированной
защиты картофеля от вредных организмов
в лесостепи Центрального Черноземья**

Специальность: 4.1.3 Агрохимия, агропочвоведение,
защита и карантин растений

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор биологических наук, профессор
Илларионов Александр Иванович

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. ВРЕДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ В АГРОЦЕНОЗАХ КАРТОФЕЛЯ И ПРИЕМЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ИХ ПОПУЛЯЦИЙ (аналитический обзор литературы)	11
1.1 Виды вредных организмов в агроценозах картофеля	11
1.2 Ограничение вредных организмов в агроценозах картофеля	19
1.2.1 Профилактические мероприятия	19
1.2.2 Оперативные мероприятия	26
2. МЕСТО, УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	38
2.1 Характеристика района исследований и изучаемого материала	38
2.2 Объекты исследований	42
2.3 Материалы исследований	44
2.4 Схема опыта и методы исследований	57
3. ФИТОСАНИТАРНАЯ ОБСТАНОВКА В АГРОЦЕНОЗЕ КАРТОФЕЛЯ	71
3.1 Зараженность семенного материала картофеля фитопатогенами	71
3.2 Фитофтороз и альтернариоз в агроценозе картофеля в период вегетации	75
3.3 Видовой состав и численность фитофагов в агроценозе картофеля	81
3.4 Видовой состав и численность сорных растений в агроценозе картофеля	86
4. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ	88
4.1 Биологическая эффективность фунгицидов	88
4.2 Биологическая эффективность инсектицидов	93
4.3 Биологическая эффективность гербицидов	98
5. ХОЗЯЙСТВЕННАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ	104
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	113
Рекомендации производству	116
Перспективы дальнейшей разработки темы	117
Список литературы	118
ПРИЛОЖЕНИЯ	143

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования. Картофель (*Solanum tuberosum* L.) – важнейшая продовольственная культура, обеспечивающая питание населения и продовольственную безопасность государства. По данным Росстата [161, 162, 179] в России картофель в хозяйствах всех категорий в 2010 г. возделывали на площади 1948 тыс. га. За последние годы посевные площади под данной культурой существенно сократились и в 2020 г. они уже составили 1188 тыс. га, в 2021 г. – 1107, в 2022 г. – 1102, а в 2023 г. – 1089 тыс. га. Урожайность культуры в этот период варьировала в пределах от 150 до 178 ц/га. Потенциальная возможность этой культуры позволяет получать урожаи в 30-40 т/га и более [35]. В республике Беларусь урожай картофеля получают до 25-30 т/га, а в специализированных хозяйствах – до 40-50 т/га [26].

Центральное Черноземье относится к основным районам картофелеводства. На реализацию генетического потенциала сортов культуры в плане урожайности и качества клубней существенное влияние оказывают различные виды вредных организмов. В результате повреждений насекомыми, поражения возбудителями болезней, конкуренции сорных растений за элементы питания, свет и влагу происходит не только потеря урожая, но и снижается качество клубней, в том числе и в период хранения. Поэтому производство картофеля сопряжено с необходимостью эффективной защиты культуры от фитофагов, фитопатогенов и сорных растений.

Защита картофеля от вредных организмов предусматривает применение профилактических и оперативных мероприятий от всего комплекса вредных организмов, которые нарушают формирование элементов урожая на разных этапах онтогенеза. С экологической точки зрения важно защитные мероприятия осуществлять с применением биологических препаратов и снижать при возможности применение химических пестицидов.

В разработанной Правительством Российской Федерации Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы

[198] отводится важная роль пестицидам биологического происхождения в обеспечении стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции. 3 декабря 2021 г. подписан указ № 687 о продлении до 2030 г. этой Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства [100]. В связи с этим предусматривается интенсификация исследований направленных на разработку технологий рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений [69]. Экологические аспекты защиты сельскохозяйственных культур от вредных организмов в научной литературе обсуждались и ранее [67, 85, 131, 143] и др. Проблема особенно стала актуальной в связи с переходом к производству органической продукции [5, 10, 173]. Это непосредственно касается технологий защиты картофеля, которые в большинстве своем предусматривают многократное применение химических пестицидов для защиты культуры от вредных организмов. При всем стремлении к минимизации применения химических препаратов в агротехнологиях роль этих средств остается пока весьма существенной [17, 37, 175], а иногда и решающей. Наряду с биологическими препаратами значительное количество химических инсектицидов и фунгицидов не только зарегистрировано [45, 182], но и применяется для защиты картофеля от фитофагов и фитопатогенов. Ограничение численности и вредности сорных растений в посадках картофеля осуществляется, главным образом, неоднократным применением химических гербицидов. Это является одним из слабых звеньев в биологизации технологий защиты картофеля. Известны определенные достижения в области разработки и применении биологических и биорациональных гербицидов [17, 18, 42, 218, 219, 220]. Тем не менее, они до настоящего времени не зарегистрированы для применения на территории Российской Федерации. Единственной возможностью без гербицидной технологии является механическое воздействие на сорняки. Однако применение механических обработок решает борьбу с сорняками на посадках картофеля лишь частично. После смыкания растений в рядках использование техники затруднено. Поэтому в настоящее время вопрос биологизации защитных мероприятий картофеля на ос-

нове рационального применения биологических и химических средств в системе защиты культуры от вредных организмов является одним из актуальных.

Степень разработанности темы. Ввиду важности проблемы защиты картофеля от вредных организмов, как в теоретическом, так и практическом отношении изучением различных ее аспектов занимаются многие исследователи. Большинство работ посвящено результатам изучения эффективности профилактических и/или оперативных приемов и средств по снижению плотности популяций отдельных видов вредных организмов в посадках картофеля и носят, как правило, фрагментарный характер. В частности, изучению эффективности биофунгицидов в отношении возбудителей болезней картофеля посвящены работы Васильева С.В. и соавт. [33], Деревягиной М.К. и соавт. [52], Злотникова А.К. и соавт. [82], Лысова А.К. и соавт. [112], Новиковой И.И. [135]; Прищепенко Е.А. и соавт. [164], Пусенковой Л.И. и соавт. [165], Ряховской Н.И. и соавт. [171] и др. Значение микробиометода в ограничении численности фитофагов картофеля показано в работах: Агансоновой Н.Е. и соавт. [2], Бутова А.В. и соавт. [27], Волгарева С.А. и соавт. [40], Доброхотова С.А. и соавт. [53], Кандыбина Н.В. [101]. Результаты изучения биологической эффективности химических инсектицидов в отношении отдельных видов вредных организмов представлены в работах: Долженко В.И. и соавт., [54], Илларионова А.И. и соавт. [97], Орлова В.Н. и соавт. [141], и др., фунгицидов в работах: Васильева С.В. и соавт. [33], Малюги А.А. и соавт., [115], Мельниковой Е.С. и соавт., [117], Пикушовой Э.А. и соавт. [149], Филипас А.С. и соавт. [199] и др., гербицидов в работах: Агароняна А.Г. и соавт. [3], Акопяна А.Х. [4], Курдюковой О.Н. и соавт., [110], Рубцова Л.М. и соавт. [169, 170], Смук В.В. и соавт. [180], Ханкишиева Э.Я. [204], Шпанева А.М. и соавт. [213], и др., нематицидов в работах: Агансоновой Н.Е. [1] Приданникова М.В. [163]. Большинство опубликованных работ носят фрагментарный характер. Разработаны интегрированные системы защиты картофеля от фитопатогенов [102], интегрированная система защиты при выращивании семенного картофеля для отдельных регионов Российской Федерации [113, 186, 195]. Опубликованы работы обобщающего плана Зейрук В.Н. и соавт. [76], научные обзоры: Илларионов А.И. и соавт. [96],

Максимов И.В. и соавт. [114], Павлюшин В.А. [145]. Опубликованы также работы, носящие рекомендательный характер Попов Ю.В. и соавт. [155,157], в которых рассматривается роль различных профилактических приемов и оперативных средств защиты картофеля от вредных организмов. Вместе с тем, к началу наших исследований вопросы разработки систем защиты посадок картофеля от комплекса вредных организмов на основе рационального применения биофунгицидов, биоинсектицидов, гербицидов, а также механических обработок культуры и оценки их эффективности в условиях лесостепи Центрального Черноземья оставались не изученными. Для решения этой весьма важной задачи необходимо проведение исследований в условиях конкретной эколого-географической зоны. Это и обусловило выполнение настоящего диссертационного исследования.

Цель исследований заключалась в агроэкологическом обосновании биологизированной защиты картофеля от вредных организмов на основе рационального и эффективного применения биоинсектицидов, биофунгицидов и гербицидов, а также механических обработок культуры в условиях лесостепи Центрального Черноземья.

Для реализации цели ставились следующие **задачи исследований**:

1. Установить зараженность семенных клубней картофеля возбудителями болезней, их распространенность и развитие;
2. Установить распространенность и развитие фитоторозно-альтернариозного комплекса на картофеле в период вегетации;
3. Изучить сезонную динамику численности доминантных и экономически значимых фитофагов на картофеле;
4. Установить видовой состав, структуру и динамику численности сорных растений в агроценозе картофеля в годы исследований;
5. Определить биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность средств биолого-химической и органической систем защиты культуры от популяций вредных организмов.

Научная новизна результатов исследований. Уточнен видовой состав распространенность и вредоносность доминантных видов фитопатогенов, фито-

фагов и сорных расений на картофеле в условиях лесостепи Центрального Черноземья.

Установлены зараженность фитопатогенами семенного материала картофеля различных сортов, распространенность и степень развития заболеваний в годы исследований. Получены новые знания о распространенности, степени развития и вредоносности фитопторозно-альтернариозного комплекса картофеля в период вегетации. Установлена тесная обратная корреляционная зависимость распространенности и развития листовых болезней картофеля от влаго- и тепло обеспеченности периодов вегетации культуры в годы исследований.

По результатам изучения сорной компоненты картофельного агроценоза выявлено 9 видов сорных растений из 7 ботанических семейств. Уточнены структура и динамика численности сорных растений в посадках картофеля доминирующими видами в годы исследований.

Существенно расширены знания о фенологии и сезонной динамике численности колорадского жука. Установлено, что биологическая эффективность биоинсектицида Спинтор 240, СК (240 г/л *Спиносада*) в отношении колорадского жука достигает уровня химических препаратов. Получены новые знания о продолжительности защитного эффекта и кратности применения биоинсектицидов для обеспечения эффективной защиты культуры от колорадского жука.

Получены новые данные по влиянию гербицидов и механических обработок культуры в виде снижения общей численности и биомассы сорных растений в посадках картофеля. Определена биологическая эффективность гербицидов и механических обработок культуры в отношении отдельных видов сорных растений. Установлено, что практически равный биологический эффект в снижении численности и массы сорных растений достигается как при дробном использовании гербицидов *Просульфокарб* в форме препарата Боксер, КЭ (800 г/л *Просульфокарба*) и *Римсульфурон* в форме препарата Титус, СТС (250 г/кг *Римсульфурана*) в сниженных нормах расхода более чем на 10%, так и при однократном их применении в полных рекомендуемых нормах расхода. Гербицид *Просульфокарб* при дробном его применении не оказывает фитотоксического действия на растения

картофеля. Установлено отсутствие остаточных количеств гербицидов *Просульфокарб*, *Римсульфурон* и *Метрибузин* в клубнях картофеля нового урожая. Безопасность продукта соответствует гигиеническим нормативам ГН 1.2.3539 – 18.

Доказана возможность выращивания картофеля в лесостепи Центрального Черноземья без использования химических пестицидов.

Теоретическая и практическая значимость работы: Полученные результаты исследований дополняют теоретические представления о потенциале биофунгицидов, биоинсектицидов, гербицидов и механических обработок культуры в ограничении численности и вредоносности основного комплекса фитофагов, фитопатогенов и сорных растений при выращивании сортов картофеля ранних и среднеранних сроков созревания.

Предложены разработанные биолого-химическая и органическая системы защиты картофеля от вредных организмов. Производственным опытом подтверждено, что биолого-химическая система защиты позволяет осуществлять защиту картофеля от фитофторозно-альтернариозного комплекса и колорадского жука только применением биопрепаратов, а ограничение плотности популяций и массы сорных растений применением гербицида *Просульфокарб* в форме препарата Боксер, КЭ (800 г/л *Просульфокарба*) – до всходов культуры при норме расхода 5,0 л/га, а после всходов при высоте растений картофеля до 15 см баковой смесью гербицида *Римсульфурон* в форме препарата Титус, СТС (250 г/кг *Римсульфурина*) 0,05 кг/га с Тренд 90, Ж (0,2 л/га).

Доказана возможность выращивания картофеля без применения химических пестицидов по технологии органической системы защиты, в которой ограничение фитофторозно-альтернариозного комплекса и колорадского жука осуществляется применением биопрепаратов, а сорных растений приемами механического их сдерживания.

Апробация работы Основные положения диссертационной работы докладывались в работе: Национальной научно-практической конференции «Теория и практика инновационных технологий в АПК». Секция «Инновационные направления агрономии, агрохимии и экологии», (13-30 апреля 2021 г.), Воронеж:

ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2021 г.; Национальной научно-практической конференции. Секция «Инновационные направления агрономии, агрохимии и экологии» (19-21 апреля 2022 г.). Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022 г.; Международной научно-практической конференции «Тенденции развития технических средств и технологий в АПК», Воронеж, 2022; конференции «Актуальные вопросы развития идей В.В. Докучаева в XXI веке», (14-16 июня 2022 г.). Воронежский ФАНЦ РАН им. В.В. Докучаева 2022 г.; Международной научно-практической конференции «Инновационные направления научных исследований для интенсификации сельскохозяйственного производства» (21-24 июня. 2022 г.) Белгородский ФАНЦ РАН; Национальной научно-практической конференции «Теория и практика инновационных технологий в АПК». Секция «Инновационные направления агрономии, агрохимии и экологии», (1 марта-30 апреля 2023 г.), Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023 г.; Международной научно-практической конференции, посвященной Десятилетию науки и технологий в Российской Федерации «Современные достижения и перспективы развития агрономической науки», (17-18 мая 2023 года), Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023 г.; Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 140-летию классического труда В.В. Докучаева «Русский чернозем» 19 октября 2023 г. – Каменная Степь – 2023; XI Международной научно-практической конференции. Краснодар, 2023 г.

Методология и методы исследования. Методология научных исследований основана на системном подходе к обоснованию и выбору задач для достижения поставленной цели с учётом публикаций отечественных и зарубежных учёных. При выполнении диссертационных исследований были использованы общепринятые в защите растений полевой, лабораторный, аналитический и статистический методы.

Степень достоверности научных результатов Достоверность результатов исследований подтверждается необходимым объемом выполненных наблюдений, измерений и анализов при проведении полевых и лабораторных исследований, использованием гостированных методик, выполнением статистической обработки

полученных данных стандартными методами с помощью типовых компьютерных программ, производственной проверкой результатов исследований и их апробацией в печати.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 14 научных статей, в том числе 4 статьи в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав основного текста, заключения, предложений производству, списка цитируемой литературы. Работа изложена на 174 страницах компьютерного текста, включает 14 таблиц, иллюстрирована 24 рисунками. Список цитируемой литературы включает 227 наименований, в том числе 11 иностранных источников.

Организация исследования и личный вклад соискателя. Диссертант участвовал в методической разработке программы опытов, в выполнении основного объема экспериментальной работы, анализе полученных данных, обобщении результатов исследований, в подготовке публикаций по теме исследований, оформлении диссертационной работы и автореферата, разработке рекомендаций производству.

Благодарности. Выражаю искреннюю благодарность и признательность администрации и ведущим ученым ФГБНУ ВНИИЗР за внимание и поддержку, а также научному руководителю – доктору биологических наук, профессору Илларионову Александру Ивановичу за методическую помощь и научные консультации в ходе выполнения работы по данной теме.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Видовой состав и плотность популяций фитофагов, фитопатогенов и сорных растений в агроценозе картофеля в условиях лесостепи Центрального Черноземья.

2. Биологическая эффективность средств биолого-химической и органической систем защиты картофеля от вредных организмов.

3. Хозяйственная и экономическая эффективность биолого-химической и органической систем защиты картофеля от вредных организмов.

1. ВРЕДНЫЕ ОРГАНИЗМЫ В АГРОЦЕНОЗАХ КАРТОФЕЛЯ И ПРИЕМЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ИХ ПОПУЛЯЦИЙ (аналитический обзор литературы)

1.1 Виды вредных организмов в агроценозах картофеля

В процессе эволюции устойчивые пищевые связи с растениями картофеля сформировали представители фитофагов и фитопатогенов. Картофель повреждают более 40 видов многолетних и специализированных фитофагов. На культуре зарегистрировано более 30 наиболее распространенных болезней разной этиологии.

1.1.1 Болезни картофеля

Из числа фитопатогенов в настоящее время существенное экономическое значение приобрели инфекционные болезни, которые вызываются различными видами возбудителей: микромицетами, бактериями, вирусами, виридами, фитоплазмами, нематодами. Наиболее распространены болезни возбудителями, которых являются микромицеты.

Фитофтороз, вызываемый оомицетом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary [8, 83, 108, 136-140, 156, 157, 200, 218]. Опасное заболевание картофеля, регистрируемое практически во всех регионах России. Пораженность фитофторозом в зависимости от сорта может достигать от 30 до 100% [106]. В среднем в Российской Федерации потери урожая от этой болезни составляют 4 млн. тонн в год [185]. Степень вредоносности заболевания зависит от устойчивости сорта и складывающихся погодных условий вегетационного периода [150]. Картофель в Российской Федерации выращивается в зонах, где чередуются не только сезоны сильного и слабого развития фитофтороза, но и в пределах одного сезона возможно чередование периодов с благоприятными и неблагоприятными для развития болезни погодными условиями [109].

Центральное Черноземье относится к зоне среднего развития фитофтороза (до 50% поражения ботвы). Распространение болезни происходит спорами воз-

душно-капельным путем. Пятна на инфицированных листьях становятся видимыми спустя 3-5 суток после заражения [57, 166, 202]. При повышенной влажности и умеренно теплой погоде пятна быстро разрастаются и охватывают все дольки листа. При наступлении сухой с высокими температурами погоды пятна высыхают [71]. Однако с наступлением влажной погоды болезнь вновь быстро прогрессирует [132]. Распространение болезни в полевых условиях, а также с одного поля на другое происходит зооспорангиями. В зимний период, патоген сохраняется в виде мицелия в инфицированных клубнях, а при жарком сухом лете в стеблях картофеля [57].

Альтернариоз (макроспориоз, сухая пятнистость). Существенный ущерб картофелеводству приносит альтернариоз [51, 109, 139, 140, 156, 157, 216]. Это микозное заболевание, проявляется в фазе бутонизации и развивается в течение всего периода вегетации картофеля [117]. Возбудители болезни – виды микромицетов *Alternaria solani* (Ell. et Mart) Sor. и *A.alternata* (Fr.) Keissl [117]. Основная роль каждого возбудителя зависит от конкретных местных условий [104]. Первый вид считается более патогенным из-за образования альтернариевой кислоты, которая провоцирует возникновение патогенеза на вегетирующих органах [148, 184]. Второй вид является сапротрофом и обнаруживается на растительных остатках [117]. Пятна диаметром 4-15 мм, угловато-округлые, резко ограниченные от здоровой ткани. Пятна расположены преимущественно в центре листовых пластинок, но могут встречаться по краям. При благоприятных условиях для развития альтернариоза пятна сливаются, покрывая весь лист. Ботва полностью отмирает. На черешках и стеблях заболевание развивается в виде штрихов, которые, сливаясь, образуют сплошные темно-коричневые пятна. На клубнях болезнь проявляется в виде твердых, слегка вдавленных пятен неправильной формы, окрашенных в бурый цвет. Пятно уходит вглубь ткани ржаво-коричневым окрашиванием мякоти клубня [129]. Оптимальная температура для развития заболевания находится в пределах 25-27°C. Заболевание наиболее вредоносно в годы с теплым сухим летом при выпадении кратковременных дождей или ночных рос [222]. Распространение болезни происходит с помощью конидий воздушно-

капельным путем. В годы эпифитотий потери урожая могут составлять 20-30%. Ежегодно поражение картофеля этим заболеванием отмечается в Центральном, Северо-Западном, Южном, Северо-Кавказском, Приволжском, Уральском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах [38, 138]. Вредоносность патогена проявляется не только в снижении урожая из-за снижения фотосинтетической поверхности листьев, но и в загрязнении продукции микотоксинами гриба [41, 226, 227].

Парша обыкновенная. Возбудитель болезни – микромицет *Streptomyces scabies* (Thaxter) Waksman et Henrici. Широко распространенное в регионах картофелеводства и высоко вредоносное заболевание картофеля. На клубнях, преимущественно на чичевичках образуются не глубокие неправильно-округлой формы язвочки диаметром до 1 см и более. Они часто могут сливаться и образовывать сплошную корку. Развитию заболевания способствует сухая и жаркая погода в фазу цветения картофеля, щелочная среда и повышенное содержание в почве органических веществ. При поражении клубней обыкновенной паршой снижаются их семенные качества, содержание крахмала, сухих веществ, белков, аминокислот, витаминов [129, 146, 177, 202].

Ризоктониоз (черная парша) – одно из опасных заболеваний, снижающее товарные качества клубней. Возбудитель болезни базидиомицет *Rhizoctonia solani* J.G. Kuhn, телеоморфа – *Thanatephorus cucumeris* (A.V. Frank) Donk.(= *Hypochnus solani*) [33, 64, 107, 129,138,139] и другие. Поражаются ростки, корни, стебли и клубни. В почве до появления всходов верхняя часть ростков коричневеет и загнивает, ростки погибают. Особенно опасно поражение ростков и всходов культуры, приводящее к их изреживанию на 15-20% и снижению продуктивности растений на 10-15%, а в отдельные годы – на 30-40% [129, 202].

Порошистая парша. Возбудитель плазмодиомицет *Spongospora subterranean* (Wallr.) Lagerh. Заболевание достаточно широко распространено в регионах с существенным количеством осадков [58, 60, 133]. Поражаются корни, столоны и клубни. Потери урожая на момент уборки за счет поражения возбудителем клубней могут достигать 30% и еще 15% за период хранения [133].

Серебристая парша. Серебристая парша. Возбудитель заболевания несовершенный гриб *Helminthosporium solani* Dur. Et Mont (= *Spondylocladium atrovirens* Harz.). Поверхность клубней в начале покрывается малозаметными светло-коричневыми не блестящими пятнами различной формы и величины. максимальное развитие болезни наблюдается к концу хранения, к весне. К этому времени пораженная ткань становится слегка вдавленной и приобретает серебристый блеск. На поверхности пятен развивается спороношение и склероции. При поражении серебристой паршой урожайность снижается до 30% и более, ухудшаются семенные качества [8, 74, 129, 151, 205].

Черная ножка. На территории России наиболее распространенное бактериальное заболевание картофеля. Черная ножка – мягкая или мокрая гниль [59, 64, 93] встречается повсеместно. Возбудитель – бактерия *Erwinia carotovora* subsp. *atroseptica* (van Hall) Dye. Центральное Черноземье является зоной средней вредоносности черной ножки картофеля [111]. Потери урожая в зависимости от условий вегетационного периода, состояния семенного материала и других факторов может находиться в пределах от 1-2 до 50-70% [129].

Мокрая бактериальная гниль. Возбудители болезни – бактерии родов *Erwinia*, *Pseudomonas*, *Pectobacterium*, *Bacillus*. Болезнь проявляется в период хранения картофеля. Ткани клубней, пораженные бактериями размягчаются и превращаются в слизистую тягучую серую массу с неприятным запахом. Потери урожая составляют 5-10%, а при неблагоприятных условиях хранения может уничтожаться до 80-90% клубней [129].

Фузариозная сухая гниль. Возбудитель *Fusarium solani* App. Et Wr.

Болезнь начинает проявляться спустя несколько недель после закладки клубней на хранение. На клубне появляются серовато-бурые пятна, ткань под которыми разрыхляется, бурой окраски, в ней образуются пустоты, заполненные мицелием гриба. В дальнейшем кожура клубня становится сухой, сморщивается и приобретает складчатость. Постепенно гниль охватывает весь клубень, он ссыхается, становится твердым и легким. Поверхность клубня покрывается налетом мицелия и подушечками конидиального спороношения гриба [8, 129, 146]. В числе

вредоносных болезней картофеля известна **резиновая гниль** [36].

Фузариозное увядание. В последние годы в ряде регионов Российской Федерации в т. ч. Воронежской и ряда других областей Центрального Черноземья серьезную проблему представляет увядание растений различной этиологии, прежде всего, фузариозное [76, 155]. Возбудители микромицеты рода *Fusarium*: *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum*, *F. avenacium* и др. Симптомы болезни визуально проявляются в фазу цветения. Пораженные растения имеют бледно-зеленую окраску листьев, слабое привядание верхушечных листочков, особенно в жаркую погоду, постепенное или даже быстрое увядание всех листьев нижняя часть стебля буреет, загнивает, покрывается розовым, а затем белым налетом. На срезе наблюдается сплошное побурение проводящих сосудов. Болезнь проявляется очагами, протекает быстро и распространяется сверху вниз по растению. При благоприятных для развития болезни условиях урожай клубней картофеля снижается до 40% [8, 129, 155].

Нематоды. Серьезный ущерб культуре причиняют нематоды. Золотистая картофельная нематода – *Globodera roctochiensis* Behrens – карантинный вредитель. Менее вредоносна стеблевая нематода *Ditylenchus destructor* Thorne [48, 61, 203]. Симптомы болезни проявляются в задержке роста и развития растений, истончении стеблей и корней, измельчении, деформации и пожелтении листьев. Корневая система приобретает «бородатый» вид. Клубни мелкие, 2-3 в кусте, или они совсем отсутствуют [129]. В среднем потери от глободероза составляют 30%, но известны случаи, когда они достигали 90% [73].

Вирусные болезни. Особое место занимают вирусные болезни картофеля, которые встречаются повсеместно, где возделывается картофель и при широком распространении являются причиной потерь урожая и снижения качества клубней. Опасность вирусных болезней картофеля заключается еще и в том, что пораженные растения не возможно вылечить, а возбудители накапливаются в последующих поколениях клубней и являются причиной «вырождения» культуры [129]. В числе распространенных вирусных заболеваний отмечаются также: *обыкновенная или крапчатая мозаика, морщинистая мозаика, полосчатая мозаика,*

курчавость, или черная оспа картофеля, вирусное скручивание листьев. Известны и другие вредоносные вирусные заболевания картофеля: мозаичное закручивание листьев, пестростебельность, складчатая мозаика, готика клубней.

По данным Замалиевой [65] в условиях Татарстана выявлены Y-вирус картофеля (YVK), M-вирус картофеля (MBK), X-вирус картофеля (XVK), S-вирус картофеля (SBK), вирус скручивания листьев картофеля (BSLK), вирус метельчатости верхушки картофеля (BMBK), вирус погремковости табака (ВПТ). Наиболее опасен YVK, поражающий до 80-100% растений. Быстрое распространение его объясняется высокой численностью крушинной, крушинниковой и бобовой тлей, являющихся переносчиками этого вируса.

1.1.2 Фитофаги картофеля

Из насекомых-фитофагов, паразитирующих в агроценозе картофеля, в том числе и в условиях Центрального Черноземья представляют опасность несколько видов фитофагов.

Проволочники – личинки жуков семейства щелкуны (Elateridae, Coleoptera), а также **ложнопроволочники** – личинки жуков чернотелки (Tenebrionidae), повреждающие клубни картофеля [92, 98, 134, 156, 157, 197, 203]. Проволочники – одна из наиболее серьезных фитосанитарных проблем на посадках картофеля. В умеренной зоне на пашне встречается около 25 видов, из которых, по крайней мере, 10 видов сильно вредят посевам. В то же время по утверждению С.Г. Бобинской с соавт. [20] отечественная фауна щелкунов на пахотных землях Российской Федерации и сопредельных стран представлена более чем 75 видами, относящимися к 20 родам. Некоторые виды являются постоянными обитателями агроценозов Центрального Черноземья. К ним относятся виды: щелкун посевной (*Agriotes sputator* L.), щелкун полосатый (*Agriotes lineatus* L.), темный щелкун (*Agriotes obscurus* L.), степной щелкун (*Agriotes gurgistanus* F.), буруногий щелкун (*Melanotus brunnipes* Germ.) и некоторые виды рода *Selatosomus* – (*Selatosomus latus* F., *S. spretus* Mannh.), виды рода *Melanotus* (*Melanotus brunnipes*

Germ., *M. fusciceps* Gyll.), а из среднеазиатских видов *Clon cerambycinus* Sem., *Pleonomus tereticollis* Men. Помимо проволочников в агроценозе могут присутствовать личинки жуков чернотелок – ложнопроволочники: медляк песчаный (*Opatrum sabulosum* L.), медляк степной (*Blaps halophila* F.), медляк широкогрудый (*Blaps lethifera* Mash.), кукурузная чернотелка (*Pedynus fformoralis* L.).

Гусеницы **озимой совки** *Agrotis segetum* Schiff. (Lepidoptera, Noctuidae) [156, 157, 203]. Гусеницы перегрызают всходы возле корневой шейки. На листьях они выгрызают различной формы и размера «окошечки» и сквозные отверстия, или полностью их сгрызают. В клубнях выгрызают дупла с остатками кожуры по краям [129].

Существенный вред семенным посадкам картофеля наносят **Тли** (Homoptera, Aphididae): оранжерейная (*Myzodes persicae* Sulz.), крушинная (*Aphis nasturtii* Kalt.), большая картофельная (*Macroziphum euphorbiae* Thom.), обыкновенная картофельная (*Aulacorthium solani* Kalt.). Они являются переносчиками вирусной инфекции и распространения вирусных заболеваний: скручивание листьев, полосатая и морщинистая мозаика, аукуба-мозаика, курчавость листьев [126, 129, 156, 157, 210].

Особенно вредоносным насекомым продолжает оставаться колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera, Chrysomelidae). Изучению биологии, экологии, динамики численности фитофага, приемам и средствам ограничения его вредоносности посвящены монографии отечественных исследователей [21, 174, 196], научные обзоры [98, 145], информация в ежегодных Обзорах фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации [136-140], а также в многочисленных статьях научных журналов. Жуки и личинки грубо объедают листья, черешки и стебли. Осенью жуки выгрызают полости в клубнях, незащищенных почвой. Урожай клубней снижается на 50-90%, уменьшается их размер, содержание крахмала и белка [129].

На посадках картофеля паразитируют **различные виды клопов** (Hemiptera, Miridae). Наиболее вредоносными являются клоп картофельный (*Calocoris norvegicus* Gmel), клоп луговой, или полевой (*Lygus pratensis* L.), клоп люцерно-

вый обыкновенный, или слепняк люцерновый (*Adelphocoris lineolatus* Goeze), клоп свекловичный, или бурый свекловичный (*Poeciloscytus cognatus* Fieb, *Polymerus cognatus* Fieb) и др. [34].

1.1.3 Сорные растения

Помимо фитофагов и фитопатогенов на величину урожая картофеля и его качество существенное влияние оказывает сорная компонента. На территории Центрального Черноземья встречаются практически все известные группы сорных растений. Наиболее распространенными являются смешанные типы засоренности. Однолетними злаковыми сорняками: просо куриное *Echinochloa crus gali* (L.) Beauv., щетинник зеленый (мышей зеленый) – *Setaria viridis* (L.) Beauv., щетинник сизый, (мышей сизый) – *Setaria glauca* (L.) Beauv., овес пустой, овсюг – *Avena fatua* L.) засорено свыше 50% посевов. Малолетние двудольные сорняки: ярутка полевая *Thlaspi arvense* L., горчица полевая *Sinapis arvensis* L., пастушья сумка *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medic, дескурения Софьи *Descurainia sophia* (L.) Webb ex Prantl, горец почечуйный *Polygonum persicaria* L., горец птичий, спорыш – *Polygonum aviculare* L., марь белая *Chenopodium album* L., пикульник красивый (зябра) – *Galeopsis speciosa* Mill., пикульник обыкновенный – *Galeopsis tetrachit* L., подмаренник цепкий *Galium aparine* L., щирица запрокинутая *Amaranthus retroflexus* L., сурепка обыкновенная *Barbarea vulgaris* R. Br. и др. встречаются на 30-43% посевов. Из многолетних корнеотпрысковых преобладают: бодяк полевой *Cirsium arvense* L, Scop., молочай лозный *Euphorbia waldsteinii* (Sojak) Czer., осот полевой (желтый) *Sonchus arvensis* L., вьюнок полевой *Convolvulus arvensis* L. и др., которыми в той или иной степени засорено свыше половины посевов. На полях хозяйств ЦЧЗ встречаются также многолетние корневищные сорняки – пырей ползучий *Elytrigia repens* L., хвощ полевой (засоренность отмечается на 10% посевов) и др. [9, 72, 157, 189, 207].

Поэтому производство картофеля сопряжено с необходимостью эффективной защиты культуры от фитофагов, фитопатогенов и сорных растений.

1.2 Ограничение вредных организмов в агроценозах картофеля

1.2.1 Профилактические мероприятия

Важная роль в защите картофеля от вредных организмов принадлежит организационно-хозяйственным и агротехническим мероприятиям. Своевременное и качественное выполнение их способствует обеспечению благоприятных условий для роста и развития культуры и в тоже время снижению плотности популяций фитофагов, фитопатогенов и сорных растений в результате ухудшения условий их обитания и нарушения сложившихся взаимоотношений с кормовыми растениями. Эти приемы не только сохраняют, но и активизируют естественные механизмы регуляции численности популяций вредных организмов при минимальном воздействии на агроэкосистемы.

Из организационно-хозяйственных мероприятий важная роль в оптимизации фитосанитарного состояния агроценоза картофеля принадлежит севообороту. Монокультура картофеля способствует формированию стабильных очагов размножения и накопления вредных организмов, превращающихся в их резерваты. Бессменная культура приводила к увеличению количества патогенных грибов родов *Aspergillus*, *Acremonium*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Verticillium* и др. [76]. А при 25% насыщении севооборота картофелем, предшественником которого были овес или овес с горохом проявление патологических признаков у растений снижалось в 1,7 раза, количество полезной энтомофауны увеличивалось в 1,6 раза [76].

Возделывание культуры на одном и том же месте не чаще одного раза в 4 года заметно ограничивает вредоносность таких опасных насекомых как колорадский жук и проволочники [98, 145].

Пораженность картофеля паршой при выращивании по вспашке после зерновых и зернобобовых культур снижалась в 1,5-2 раза, а поврежденность проволочниками в 3-4 раза [155].

По разным оценкам, споры возбудителя порошистой парши картофеля сохраняются в почве от 6 до 13 лет. Поэтому из-за длительного сохранения возбудителя в почве рекомендуется избегать даже коротких севооборотов [58, 60].

Севооборот с интервалом в 4 года является необходимым мероприятием и в отношении ризоктониоза [15]. Севооборот имеет основополагающее значение в защите посевов картофеля от сорняков. При нарушении севооборота засоренность посевов возрастает в 2-5 раз. Севооборот снижает засоренность посевов на более длительное время, чем ежегодная классическая вспашка [24].

Не менее важен выбор оптимального предшественника для культуры – озимые зерновые культуры, многолетние травы, чистый и занятый пары [15, 76, 155].

Пространственная изоляция. В условиях Центрального региона России одним из основополагающих принципов ведения оригинального семеноводства картофеля является изолированность расположения земельных участков, обеспечивающая необходимое пространственное удаление здорового материала от любых возможных источников вирусной инфекции (посадки продовольственного картофеля, дачи, огороды и пр.) Полевое размножение (1-2 поколения) удаление на 500 м от любых других классов семенного картофеля. Питомники суперэлиты и элиты – удаление на 100 м от более низких классов семенных и товарных посадок [7].

Выращивание сортов картофеля, устойчивых к фитопатогенам и фитофагам. Возделывание наиболее устойчивых к видам вредных организмов сортов картофеля рассматриваются как экологическая основа фитосанитарной оптимизации культуры. Имеющаяся информация в научной литературе по оценке устойчивости сортов картофеля к возбудителям болезней и/или фитофагам свидетельствует о перспективности данного направления не только исследований, но и реализации на практике. Так, уже выявлена [76] комплексная устойчивость к нескольким болезням у отечественных и зарубежных сортов картофеля различных групп спелости.

Проведенный анализ полевой устойчивости сортов картофеля к фитофторозу и альтернариозу [155] в условиях ЦЧР (Липецкая ГСС) показал, что существенно слабее поражались сорта Айвори Рассет, Аризона, Бельмонда, Василек,

Великан, ВР 808, Жуковский ранний Лабадиа, Леди Анна, Люсинда, Маниту, Мемфис, Пантер, Пиколо Стар, Ривьера, Сильвана, Сокольский, Сифра, Экселенс.

В результате оценки на устойчивость сортов картофеля к черной ножке установлено, что сорта Аксор, Текес, Улан, Максим – характеризуются как относительно устойчивые, Тамаша, Когалы, Альянс, Жанайсан, Аул, Тохтар, Акколь, Дуняша, Нэрли, Тамыр, Бирлик – среднеустойчивые, а Орбита, Тениз, Танда, Памяти Боброва, Астана, Кустанайские новости, Кокчетавский ранний – восприимчивыми [62].

По мнению Зотеевой и соавт. [84] для создания клонов картофеля, сочетающих устойчивость к фитофторозу с высокими агрономическими характеристиками, выделены источники устойчивости, которые могут быть привлечены в гибридизацию с сортами, обладающими высокими потребительскими свойствами.

Выявлено, что сорта картофеля: Белоснежка и Удача устойчивы к фитофторозу и ризоктониозу; Любава, Розара, Русский сувенир – к фитофторозу и альтернариозу; Чародей – к фитофторозу, альтернариозу и парше обыкновенной; Никулинский – к фитофторозу, альтернариозу и ризоктониозу [15].

Выращивание устойчивых сортов является основой системы борьбы с карантинными организмами - глободерозом [211] и раком [80] картофеля.

Помимо возбудителей болезней выделены сорта с групповой устойчивостью к колорадскому жуку, проволочникам и гусеницам подгрызающих совок рода *Agrotis sp.* К ним относятся: Ред Фэнтази, Неяда Сиреневый туман, Гала, Гусар, Импала, Рябинушка [88].

По мнению Ивановой [89] отбор устойчивых сортов к колорадскому жуку важно проводить по зональному принципу – непосредственно в регионах допуска сортов и их возделывания. Это обусловлено изменчивостью вредителя и биологической разнокачественностью его экотипов в разных агроклиматических зонах, в том числе по пищевым адаптациям.

Наибольшей устойчивостью к колорадскому жуку, среди изученных сортов, показали сорта Жуковский ранний и Adretta, потери урожая которых составили

30,9 и 35,1%. Среднеустойчивыми были Свитанок киевский с потерями урожая 42,5% и Nikita, Sante (потери урожая 43,8 и 44,8%). Также выделился ряд сортов Sante, Зарево и др., которые неся существенные потери вследствие повреждений колорадским жуком, все же имели достаточно высокую урожайность без применения средств защиты растений. [116].

Минаевой и соавт. [122] проведена оценка устойчивости к колорадскому жуку 14 сортов картофеля, выращиваемых в хозяйствах Томской области. К группе устойчивых к колорадскому жуку сортов картофеля отнесены Накру и Леди Клер, к группе среднеустойчивых – Невский, Антонину Кара-топ, Кетский, Ред Скарлет, Розару, Саровский, Солнечный, Юбиляр.

Устойчивость картофеля к колорадскому жуку обусловлена генетическими признаками растений морфологической, органогенетической и биохимической природы, которые выступают как механизмы устойчивости. [90, 125].

Показано [197], что сортовые особенности картофеля являются для личинок щелкунов одним из основных факторов детерминации их поведения при выборе источников пищи и доступной воды. Помимо этого, для личинок более аттрактивны клубни, инфицированные фитопатогенами на ранних этапах патогенеза. Из экзогенных факторов среды на характер заселения посадок картофеля личинками щелкунов и на их миграционную активность наиболее существенно влияют растения-предшественники и режим увлажнения почвы в его сезонной динамике.

Средства иммунологического метода. Значительная роль в повышении устойчивости растений в т. ч. и картофеля к фитопатогенам отводится средствам иммунологического метода [95, 194].

По данным Павловой [142] индукторы болезнеустойчивости - хитозан, салициловая, арахионовая кислоты, применяемые путем предпосадочной обработки миниклубней и двукратного опрыскивания вегетирующих растений, повышают устойчивость сорта Елизавета к заражению вирусом Y, альтернариозу вегетирующих растений, черной парше (ризоктониозу) на клубнях нового урожая с биологической эффективностью 100%, 95% и 73,3% соответственно.

Исследованиями в лабораторных и мелко деляночных полевых опытах

установлено, что хитозар 44,6%, ВРП (44,6 г/кг), фитохит, ВРП (500 г/кг), хитозар У, ВРК (5 г/л) проявляли высокую биологическую эффективность против ризоктониоза картофеля при предпосадочной обработке клубней. Хитозар Ф, ВРК (7г/л) эффективен в защите картофеля от ранней сухости, а его эффективность против фитофтороза находилась пределах от 65 до 100% на фоне низкого и умеренного развития болезни [56].

Биологическая эффективность препаратов на основе Хитозана с добавлением микроэлементов меди или бора против ризоктониоза на столонах и корнях картофеля была достаточно высокой и достигала 75-94%, а развитие склероциев на клубнях нового урожая находилась в пределах от 74 до 88%. Хитозары по эффективности против ризоктониоза не уступали химическим фунгицидам. Достаточно высокую эффективность Хитозары показали против фитофтороза и альтернариоза картофеля. Эффективность трехкратного опрыскивания по схеме: первая танос, вторая и третья – Хитозаром Ф была высокой и не уступала трехкратной обработке синтетическими фунгицидами. Эффективность предпосадочной обработки клубней препаратами хитозар против обыкновенной парши превосходила аналогичную обработку клубней химическими фунгицидами [103].

Отмечена иммунизация растений против ризоктониоза, альтернариоза парши и фитофтороза на ботве и клубнях картофеля при применении полифункционального биопрепарата Альбит [79].

Отмечено защитное действие препаратов рострегуляторов (препараты альбит, рибав-Экстра, мивал-Агро, энергия М, крезацин, гибберсиб) на распространение и степень развития альтернариоза в начальной стадии. Не выявлено влияния РРР на снижение развития и распространения фитофтороза ни в годы с депрессивным характером развития болезни (2012, 2014 гг.), ни в год с ее активным развитием (2013 г.). Отмечено, что в условиях, способствующих развитию ризоктониоза (2012, 2014 гг.), обработка клубней препаратами РРР снижала распространение этой болезни [35].

В Российской Федерации зарегистрированы препараты-индукторы болезнестойчивости картофеля с полифункциональными свойствами на основе как природных, так и синтетических веществ [45, 182].

Средства агротехнического метода. Важная роль в ограничении плотности популяций вредных организмов в агроценозе картофеля принадлежит агротехническим мероприятиям. Прежде всего, это система обработки почвы под картофель. Для картофеля наиболее благоприятна рыхлая, хорошо аэрируемая почва. При выполнении этих требований создаются благоприятные условия для роста и развития растений, снижаются распространённость и развитие болезней, ограничивается плотность популяций фитофагов и сорных растений. Это обеспечивается своевременной и качественной системой обработки почвы – лущением после уборки предшественника и зяблевой вспашкой в рекомендуемые для каждой зоны сроки, а также механическими обработками почвы до появления всходов и после всходов рыхлениями. Установлено, что замена вспашки на дискование приводила к росту вредоносности патогенов, фитофагов и засорённости многолетними сорными растениями [76, 155]. Все виды вспашки нарушают условия перезимовки колорадского жука, а также способствуют механическому уничтожению значительной части кладок яиц, личинок младших возрастов на листьях нижнего яруса растений и предкуколок, куколок и отрождающихся молодых жуков, находящихся в поверхностном слое почвы [145]. Кроме того, при обработке почвы в сухую и теплую погоду в результате иссушения погибают извлечённые обработками на поверхность почвы куколки шелконов, не успевшие при высоких температурах зарыться в почву, а в самых поверхностных иссушённых слоях почвы происходит значительная гибель яиц и молодых личинок шелконов. Извлечённые на поверхность сухой почвы молодые личинки не успевают зарываться в неё и уходить в более влажные слои почвы. Извлечение обработкой на поверхность почвы личинок и куколок делает их более доступными для птиц и хищных насекомых. Кроме того, рыхление почвы облегчает доступ хищным насекомым, как в поверхностные слои почвы, так и в более глубокие слои пахотного горизонта [20]. Глубокое окучивание картофеля накануне смыкания ботвы (клубни на

глубине 10-12 см меньше поражаются фитофторой, чем на глубине 3-5 см), а рыхление междурядий на уплотненных почвах после уничтожения ботвы профилактирует удушения клубней и поражения их резиновой гнилью [25].

Внесение органических и минеральных удобрений, содержащих микроэлементы, способствует не только увеличению урожая культуры и улучшению его качества, но и повышению устойчивости растений к болезням и вредителям. На низком фоне элементов минерального питания растения ослаблены и плохо переносят повреждения в связи с низкой способностью к восстановлению утраченной ассимиляционной поверхности листьев. Норму внесения удобрений зависит от агрохимических показателей почвы и планируемого урожая [76, 155].

Внесение в почву жидкого хелатного удобрения Изагри Фосфор (0,5 мл/м²) до посадки микрорастений и дополнительное опрыскивание растений этим же удобрением (0,3 мл/м²) в фазе бутонизации и Изагри Калием (0,3 мл/м²) при клубнеобразовании увеличивало устойчивость растений к болезням и выход стандартной семенной фракции мини-клубней размером 7-60 мм [128].

Выращивание сидератов из семейства Капустные (горчица сарепская, белая, редька обыкновенная) в качестве биофумигантов против ряда почвенных грибных патогенов, в том числе и *Spongospora subterranean* и картофельных цистообразующих нематод (*Globodera pallida*). В почве вторичные метаболиты растений (глюкозинолаты) разрушаются до летучих соединений (изотиоцианатов), которые и оказывают фумигирующий эффект на фитопатогенов и нематод [58, 60].

В борьбе с проволочниками, совками, листогрызущими вредителями и сорной растительностью эффективна аммиачная вода (или мочевины) [76]. О высокой смертности проволочников от вносимой в почву аммиачной воды сообщалось и ранее [130, 206, 208].

Внесение аммиачной воды под картофель одновременно с его окучиванием способствует уничтожению предкуколок, куколок и имаго колорадского жука [145].

Создание сверхранних и ранних приманочных посадок картофеля способ-

ствуется концентрации на них колорадского жука, выходящего с мест зимовки, с целью его уничтожения еще до появления всходов картофеля основного срока посадки. Предуборочное уничтожение ботвы и тщательная уборка клубней сокращают возможности полноценного наживочного питания для значительной части жуков молодых (летних) поколений в период подготовки к зимней диапаузе. Это ухудшает их физиологическое состояние и в результате вызывает гибель во время зимовки [145].

Важно использовать агротехнические приемы сохранения влаги в верхнем слое почвы – это удаление почвенной корки, усиливающей испарение, мульчирование и др. при недостатке влаги резкие перепады температуры воздуха ослабляют иммунный статус культуры, что облегчает возбудителям увядания грибной и бактериальной природы поражать такие растения [155].

Предпосадочная подготовка семенного материала картофеля требует тщательной переборки клубней после длительного хранения, калибровки и прогрева, обработки препаратами, а посадку проводить при температуре почвы 5-7°C на глубину 6-8 или 8-10 см (в зависимости от типа почвы) [75].

1.2.2 Оперативные мероприятия

Не умаляя значение профилактических приемов и средств, тем не менее, они не всегда обеспечивают надежную защиту культуры от вредных организмов. Поэтому во многих случаях сокращение плотности популяций фитофагов, фитопатогенов и сорных растений до приемлемого уровня без применения средств оперативных методов в настоящее время не представляется возможным.

Средства биологического метода. Средства биологического метода включают живые многоклеточные организмы - энтомофаги и акарифаги, микробиологические продукты (на основе живых микроорганизмов, спор и продуктов их жизнедеятельности) и биохимические (на основе, как биологических веществ-метаболитов, полученных путем микробиологического синтеза, так и различных продуктов, включая экстракты из различного сырья растительного и животного

происхождения). В энтомопатогенных препаратах (инсектицидах) используются бактерии *Bacillus thuringiensis*, грибы *Beauveria bassiana*, *Verticillium lecanii*, нематоды *Steinernema carpocapsae*, *Steinernema feltiae*. Биофунгициды, как правило, создаются на основе грибов-антагонистов рода *Trichoderma*, бактерий pp. *Bacillus*, *Pseudomonas*, актиномицетов р. *Streptomyces* и других микроорганизмов [147].

Хорошо известно о том, что энтомофаги могут снижать численность колорадского жука [49] и проволочников [20]. Для защиты семенного безвирусного картофеля от тли в теплицах рекомендуется применение афидофагов: наездник *Aphidius colemani* и коровки р. *Harmonis* в стадии личинки [16].

Установлено [2], что новый подвид энтомопатогенных нематод обладает высокой биологической эффективностью в отношении проволочников и перспективен для создания нового биопрепарата. В Ленинградской области период защитного действия энтомопатогенных нематод *Steinernema feltiae protense* subsp. N. при норме расхода 500 тыс. инвазионных личинок/м² против проволочников рода *Agriotes* на картофеле (по показателю снижения поврежденности клубней) – 2 месяца. Снижение поврежденности клубней достигало 97,7% при внесении нематод, как при посадке клубней, так и в фазу бутонизации культуры.

Биологическая эффективность биопрепарата Немабакт на основе гриба *Metarhizium anisoplia* в отношении проволочников находилась на уровне 60-70%. Для снижения численности проволочников Немабакт можно вносить и после уборки раннего картофеля, в июле, одновременно с посевом горчицы белой. При применении биопрепаратов и заделке растений горчицы в почву достигается более высокая гибель проволочников, чем при независимом проведении этих мероприятий [53].

Тем не менее, энтомофаги не всегда в состоянии сдерживать развитие вредителей ниже экономически значимого уровня. Поэтому существует необходимость в использовании оперативных защитных мероприятий с помощью микробиологических препаратов.

Значительная роль в ограничении численности колорадского жука отводится биопрепаратам, созданных на основе энтомопатогенных микроорганизмов [101,

144, 145]. В условиях лесостепи ЦЧЗ биологическая эффективность микробиологического инсектицида Битоксибациллин (д.в. споро-кристаллический комплекс *Bacillus thuringiensis*, var. *Thuringiensis* и экзотоксин БА–1500 ЕА/мг) против колорадского жука при учете на 14-е сутки после применения составляла 45-49% [27]. В лабораторных исследованиях выполненных Бойковой и соавт. [23] установлена высокая эффективность нового образца препаративной формы биоинсектицида на основе штамма *Bacillus thuringiensis* ВТ16 Т100 против центрального экотипа колорадского жука (воронежская популяция). После обработки водной суспензией в концентрации 1.0% и 0.5% преимагинальная гибель особей составила 89-100%. Одновременно авторами также выявили разную чувствительность личинок и имаго колорадского жука, принадлежащего к южному, северному и центральному экотипу. Это обуславливает, по мнению авторов, необходимость строго соблюдения принципа зонального подхода при разработке биологических и интегрированных систем защиты картофеля от колорадского жука с использованием биоинсектицидов.

В настоящее время в Российской Федерации зарегистрированы для ограничения численности и вредоносности колорадского жука различные коммерческие препараты [45, 182]. Из них однокомпонентные микробиологические инсектициды на основе микромиета *Beauveria bassiana* в форме препарата Биослип БВ, Ж (титр не менее 1×10^8 КОЕ/мл ОРВ). Применяется опрыскиванием растений в период вегетации с интервалом 7-10 дней; *Bacillus thuringiensis* в форме препарата Биослип БТ, П (титр не менее 1×10^{10} КОЕ/г). Применяется опрыскиванием растений в период вегетации против каждого поколения вредителя с интервалом 7-10 дней; *Bacillus thuringiensis*, var. *Thuringiensis*, штамм 98, в форме препарата Битоксибациллин, П (БА – 1500 ЕА/мг, титр не менее 20 млрд. спор/г). Применяется опрыскиванием растений в период массового отрождения личинок каждого поколения вредителя с интервалом 6-10 дней. Двухкомпонентный инсектицид на основе *Bacillus thuringiensis* В-82 + *Bacillus subtilis* В-76 в форме препарата Инсектобактерин, СП (титр не менее 10^9 + титр не менее 10^9 КОЕ/г). Применяется опрыскиванием растений в период вегетации с интервалом 5-10 дней. И наконец,

трехкомпонентный – на основе *Bacillus thuringiensis*+*Streptomyces sp.*+*Beauveria bassiana* в форме препарата Биостоп, Ж (БА-2000 ЕА/мл, титр не менее $10^9 + 10^8 + 10^8$ КОЕ/мл). Препарат применяется методом опрыскивания растений в период массового отрождения личинок каждого поколения вредителя с интервалом 6-10 дней.

Для ограничения численности и вредоносности колорадского жука рекомендуется применение биоинсектицида *Аверсектина С* в форме препаратов: Фитоверм, КЭ (2 г/л), Фитоверм М, КЭ (2 г/л), Фитоверм, КЭ (10 г/л), Фитоверм, КЭ (50 г/л), Фитоверм Форте, КЭ (10 г/л) опрыскиванием растений в период вегетации. В условиях лесостепи ЦЧЗ биологическая эффективность против колорадского жука *Аверсектина С* в форме препарата Фитоверм, КЭ (2 г/л) – 63-67%; *Авертина N* в форме препарата Акарин, ВЭ (2 г/л) 65-69% [27].

Перспективно использование энтомопатогенных нематод для ограничения численности колорадского жука. На основе нематоды *Steinernema feltiae* был создан высокоэффективный биопрепарат против колорадского жука и проволочников энтонем-F [50, 91].

Для ограничения численности и вредоносности колорадского жука зарегистрирован для применения на территории Российской Федерации биоинсектицид *Спиносад* в форме препарата Спинтор 240, СК (240 г/л спиносада) [45, 182].

Исследованиями, выполненными в 2001-2003 гг. Долженко и соавт. [54] в трех почвенно-климатических зонах установлена достаточно высокая биологическая эффективность (92-100%) биоинсектицида *Спиносад* в форме препарата Спинтор 240, СК в отношении личинок колорадского жука.

Исследованиями Попова и соавт. [158, 159, 160] установлено, что однократное применение биоинсектицида *Спиносад* в форме препарата Спинтор 240, СК при норме расхода 0,125 л/га обеспечивало защиту картофеля от личинок колорадского жука на уровне 100% в течение первых 7 суток после применения препарата. При учете численности фитофага на 14 день после обработки инсектицидом растений биологическая эффективность несколько снизилась и уже находилась в пределах 100-97%. Мониторингом фитофага в последующие дни после

применения инсектицида установлено постепенное снижение его эффективности. Так, на 21-й день эффективность снижалась до 93, а на 28-й день – 75%. Достаточно близкие результаты по уровню биологической эффективности получены при использовании биоинсектицида Энтолек, Ж (*Lecanicillium lecanii*) при норме расхода 0,2 л/га.

На основе микромицета *Metarhizium anisopliae* P-72 зарегистрирован инсектицид под названием Метаризин, Ж (титр не менее 10^8 КОЕ/мл) для защиты картофеля от проволочников методом внесения в почву при посадке [45, 182].

В отношении возбудителей болезней в научной литературе имеется ряд сообщений по эффективности биофунгицидов. Установлено [8], что минимальное распространение и развитие фитофтороза было в варианте с препаратом Селест Топ; обработка клубней препаратами Ризоплан и Зеребра Агро позволило получить прибавку урожая 39,6 и 38,7% соответственно к контролю. Отмечена высокая отзывчивость картофеля на применение препаратов Силиплант и Селест Топ.

Для ограничения вредоносности возбудителей болезней картофеля в Российской Федерации зарегистрирован целый ряд биофунгицидов, применяемых предпосадочной обработкой клубней [45, 182].

Средства химического метода. Решающим методом ограничения численности и вредоносности фитофагов, фитопатогенов и сорных растений в настоящее время остаётся химический метод.

Использование инсектицидов. Для ограничения популяции колорадского жука зарегистрированы препараты [45, 182] из различных классов химических соединений [94]. В числе хорошо известных следует отметить однокомпонентные препараты из класса синтетических пиретроидов (*Альфа-циперметрин, Бета-циперметрин; Гамма-цигалотрин; Лямбда-цигалотрин; Дельтаметрин; Циперметрин; Эсфенвалерат*) и комбинированные (*Циперметрин+ перметрин;*). Созданы препараты при комбинации действующих веществ фосфорорганических соединений и синтетических пиретроидов (*Малатион+ циперметрин; Диметоат+ бета-циперметрин*).

Представлены однокомпонентные препараты для защиты картофеля на основе действующих веществ из класса неоникотиноидов (*Ацетамиприд*; *Имидаклоприд*, *Клотианидин*), а также в комбинации с синтетическими пиретроидами *Имидаклоприд + альфа-циперметрин*; *Имидаклоприд+лямбда-цигалотрин*; *Имидаклоприд+ бифентрин*; *Альфа-циперметрин+имидаклоприд+клотианидин*; *Лямбда-цигалотрин+ацетамиприд*) и тетраминовой кислоты (*Спиротетрамат +имидаклоприд*). Зарегистрированы также препараты на основе действующих веществ из класса фенилпиразолов (*Фипронил*), производных бензоилмочевины (*Люфенурон*), антранил диамидов (*Хлорантранилипрол*). Применение препаратов на основе этих действующих веществ осуществляется опрыскиванием растений в период вегетации в соответствии с существующими регламентами.

Защиту культуры от колорадского жука, проволочников и ложнопроволочников рекомендуется осуществлять способом опрыскивания препаратами на основе *Тиаметоксама*, а также *Тиаметоксам +хлорантранилипрол* дна борозды во время посадки.

Достигается защита картофеля от колорадского жука и проволочников также обработкой клубней перед посадкой или во время посадки комбинированными препаратами на основе действующих веществ: *Имидаклоприд + бифентрин*; *Имидаклоприд +пенцикурон*; *Тиаметоксам+имидаклоприд+фипронил*; *Тиаметоксам+дифеноконазол+флудиоксонил*; *Тиаметоксам+седаксан+флудиоксонил*; *Клотианидин + пенфлуфен*.

Обработка клубней и дна борозды при посадке картофеля комбинированными препаратами на основе действующих веществ: *Имидаклоприд+фипронил*; *Ацетамиприд + флудиоксонил + ципроконазол*.

Для защиты картофеля от проволочников зарегистрированы препараты на основе *Тефлутрина* и *Диазинона* внесением в почву при посадке, *Бифентрина* опрыскиванием дна борозды во время посадки.

Применение Престижа снижало повреждение клубней проволочниками на 19,8% по сравнению с контролем [29].

Низкая биологическая эффективность ФОС и пиретроидов против колорадского жука обусловлена сформированной резистентностью популяции к этим препаратам [187].

В условиях лесостепи ЦЧЗ биологическая эффективность *Тиаметоксама* в форме препарата Актара, ВДГ (250 г/кг) против колорадского жука составляла 98-100% [27].

Эффективность имидаклоприда, тиаметоксама, клотианидина и бифентрина достаточна для контроля численности проволочников в изученных нормах расхода на колосовых культурах (70–80%). Представленные регламенты применения смеси имидаклоприда с клотианидином позволяют снижать численность проволочников до 79% [81].

Афидофауна на семенных посадках картофеля представлена большим количеством видов тлей. Исследована чувствительность к инсектицидам двух видов тлей – персиковой (астраханская популяция) и обыкновенной картофельной (ленинградская популяция). Предполагается развитие множественной резистентности в популяции персиковой тли к органофосфатам, перитроидам, неоникотиноидам. Обыкновенная картофельная тля пока сохраняет чувствительность к этим группам инсектицидов кроме актары [87].

Эффективную защиту картофеля от колорадского жука в течение длительного срока без проведения наземных опрыскиваний обеспечивала предпосадочная обработка клубней имидаклопридом в форме инсектофунгицида Престиж, КС (290 г/л) в норме расхода 1,0 л/т. Биологическая эффективность инсектицида против колорадского жука при данной норме расхода находилась в пределах от 91,4 до 100% [97, 99].

Использование фунгицидов. Ограничение вредоносности возбудителей болезней осуществляется однокомпонентными, а также комбинированными химическими фунгицидами [45, 182].

Предпосадочная обработка клубней картофеля препаратом Престиж в сочетании с ранним сроком удаления ботвы позволяет защитить семенные посадки от

вирусных и грибных болезней, способствуя повышению выхода стандартной семенной фракции [13].

В отношении ризоктониоза эффективны препараты Максим и Престиж. Квадрис довольно слабо действует на возбудителя [15].

Протравливание семян картофеля препаратом Максим при норме расхода 0,4 л/т подавляло развитие ризоктониоза на стеблях растений в 1,86-1,95 раза. Прибавки урожая картофеля сорта Кузовок составила 4,3, а сорта Розара – 5,3 т/га [28].

Протравливание семенных клубней препаратом ТМТД плюс – эффективный прием увеличения урожайности картофеля на 3,2-5% и сохранности растений в течение вегетации за счет подавления развития ризоктониоза [30].

Предпосадочная обработка клубней инсектофунгицидом Селест Топ в сочетании с дополнительным однократным внесением нематодного препарата Это-нем-Е по малому гребню либо в период бутонизации до смыкания рядков обеспечивали необходимый по ГОСТу качество клубней (не более 2% поврежденных почвообитающими вредителями [40].

Изучено влияние препаратов разного механизма действия на патогенность фитогоры. В полевых опытах изучено пять схем применения биопрепарата Картофин химического фунгицида трансламинарного действия Консенто, системного – Ридомил Голд МЦ, контактного – Абига Пик. Доказано, что в годы с депрессивным развитием болезни можно заменять на биологические фунгициды [52].

Обработка клубней перед закладкой на хранение препаратами (Максим, КС, Вист шашки, Картофин, СП, Силиплант, Ж, Эпин-Экстра, Р, Циркон, Р, и др.) сократила их пораженность болезнями в 1,3-1,9 раза и улучшила сохранность по сравнению с контролем после окончания хранения. Наилучший результат получен при обработке клубней препаратом Максим, 0,2 л/т, при использовании шашек Вист, 10 г/т, совместно с препаратами картофин, 7,5 г/т и Силиплант, 30 мл/т. Биологическая эффективность составила 46,6 и 37,2% соответственно. Общие потери снизились на 7,6 и 6,3% [76].

В условиях Московской области фунгициды Эместо Квантум, Консенто и луна Транквилити показали более высокую эффективность в борьбе с болезнями картофеля, чем ранее применявшиеся фунгициды Престиж, Ридомил Голд МЦ и Абига Пик. Повышение валовой и товарной урожайности, качества клубней убедительно продемонстрировали преимущество этих препаратов в интегрированной системе защиты картофеля [78].

Пораженность фитофторозом в зависимости от сорта составляла 30-100%. Применение фунгицидов Сектин Феномен, ВДГ, 1,25 кг/га (1-е опрыскивание); второе – Инфинито, КС, 1,6 л/га; третье и четвертое – Консенто, КС, 2 л/га; пятое – Пеннкоцеб, СП, 1,6 кг/га; шестое – Инфинито, КС, 1,4 л/га. Пораженность составила от 0 до 30%, а в контроле 25-100% [106].

Защитное действие фунгицидов усиливается добавлением к ним микроудобрений, регуляторов роста растений. Так по данным Попова и соав. [155] биологическая эффективность пенцикурона (компонент препарата Престиж) в фазе полных всходов составляла 43-57%, а при добавлении микроудобрения Биостм Старт, 1 л/т увеличивалась до 70-76%. Этими же авторами установлено, что все испытанные смесевые варианты пестицидов для обработки клубней обладали высокой биологической эффективностью против фитофагов (70-100%), болезней – до 65%, повышали урожайность, товарность клубней и рентабельность мероприятия.

Предпосадочная обработка семенных клубней фунгицидами ТМТД и Максим снижали поражение стеблей растений ризоктониозом на 18,-31 и 9,7-59,1% , а инсектофунгицидом Престиж – на 11-55,7%. и существенно повышала урожайность картофеля [123].

Использование гербицидов. Потери от сорных растений оцениваются разными исследователями по-разному. В среднем они составляют 20-30% [105].

Ограничение плотности популяций сорных растений является не только мероприятием позволяющим культуре максимально использовать элементы питания, влагу и другие важные экологические потребности, но и профилактировать формирование резерваций фитопатогенов, фитофагов и переносчиков вирусов.

Утверждается, что засоренные участки картофеля в 1,5 раза интенсивнее заселяются цикадками, что способствует большему распространению фитоплазмозов [22].

Для ограничения численности и вредоносности однолетних и многолетних однодольных и двудольных сорных растений на картофеле в Российской Федерации зарегистрирован широкий ассортимент однокомпонентных и комбинированных препаратов [45, 182].

Гербицид Артист почвенного применения приводил к 100% гибели щирицы запрокинутой, проса куриного, вьюнка полевого, пикульника, горца [105].

Десикация картофеля. Предуборочное удаление ботвы картофеля – общепринятый прием, позволяющий обеспечить максимальный сбор клубней качественной семенной фракции и предотвратить распространение вредоносных патогенов [6, 124, 127]. Десикацию проводят за 2 недели до уборки одним из препаратов – Суховой, ВР, 2л/га, Реглон Форте, ВР, 1,2-1,8 л/га, Баста, 2-2,5 л/га. На 6-7 день применяют ботводробитель. Скашивание ботвы снижает количество зараженных, особенно фитофторозом, клубней, уменьшает количество семян и растительных остатков сорняков (виды осота, вьюнок полевой, щирица, куриное просо и др.), способствует укреплению кожуры, утолщению суберинового слоя и более раннему образованию раневой перидермы, что ускоряет созревание клубней и сокращает сроки уборки [77].

Применение дескантов за 10 дней до уборки при норме расхода препарата 2 л/га, рабочей жидкости – 300 л/га способствовало снижению пораженности клубней нового урожая болезнями и увеличению здорового картофеля на 17 в варианте с Реглон Супер, ВР и на 59,3 в варианте с препаратом Суховой, ВР [32].

Одними из перспективных десикантов для картофеля являются препараты на основе *Карфентразон-этила*, *Глюфосината аммония*, *Диквата (дибромид)* [11, 45, 182].

Вместе с тем широкое применение пестицидов оказывает влияние не только на вредные организмы, но и ведет к негативным последствиям в экологическом отношении, поэтому необходим поиск альтернативных путей борьбы с вредными

организмами. В настоящее время больше внимание уделяется разработке экологически безопасным технологиям защиты от вредных организмов при выращивании сельскохозяйственных культур, что связано с общими экологическими проблемами. Использование пестицидов против вредных организмов следует обосновывать данными фитосанитарного мониторинга и учитывать уровень вредоносности, что снижает возможность неоправданных химических обработок [55, 68].

Заключение

Анализ современной научной литературы свидетельствует о том, что в агроценозе картофеля паразитируют и наносят поражения фитопатогены грибной, бактериальной и вирусной этиологии, а также фитогельминты. В числе фитофагов картофеля основную долю видов составляют специализированные виды, но есть и представители группы многоядных вредителей. Неотъемлемым представителем картофельного агроценоза является сорный компонент. Величина ущерба, наносимого культуре вредными организмами, зависит не только от видового состава в агроценозе и их численности, но и степени устойчивости растений к биотическим и абиотическим стрессовым факторам, складывающихся в конкретной почвенно-климатической зоне.

Арсенал современной защиты картофеля от вредных организмов располагает методами и средствами профилактического и оперативного плана.

Ввиду важности проблемы, как в теоретическом, так и практическом отношении ее разработкой занимаются многие исследователи. Абсолютное большинство опубликованных работ посвящены результатам изучения эффективности отдельных профилактических и/или оперативных приемов и средств на снижение плотности популяций конкретного вида фитофага, фитопатогена или сорных растений. Значительно меньшее число публикаций посвящено изучению эффективности гербицидов на посадках картофеля. Единичные публикации, в которых представлены результаты исследований по оценке влияния иммуноиндукторов на повышение устойчивости сортов культуры от вредных организмов, а также изу-

чению тактики применения баковых смесей химических препаратов с микробиологическими препаратами, рост стимуляторами, микроудобрениями в соответствующих условиях выращивания культуры. Большинство опубликованных работ носят фрагментарный характер. Известны работы обобщающего плана, а также работы, носящие рекомендательный характер. В них рассматриваются роль различных профилактических приемов и оперативных средств защиты картофеля от вредных организмов.

Несмотря на большое число публикаций в научной литературе к началу наших исследований вопросы разработки систем защиты посадок картофеля от комплекса вредных организмов на основе рационального применения биофунгицидов, биоинсектицидов, гербицидов, а также других приемов технологии возделывания культуры и оценки их эффективности в условиях лесостепи Центрального Черноземья оставались не изученными. Для решения этой весьма важной задачи необходимо проведение исследований в условиях конкретной эколого-географической зоны. Это и обусловило выполнение настоящего диссертационного исследования.

2. МЕСТО, УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Характеристика района исследований и изучаемого материала

Центральное Черноземье расположено в двух природных зонах: лесостепной и степной европейской части России и объединяет Белгородскую, Воронежскую, Курскую, Липецкую и Тамбовскую области [183]. Значительная растянутость региона с запада на восток и с севера на юг обуславливает естественное разнообразие условий.

Рельеф территории разнообразен. Большая часть (Белгородская и Курская области, основная часть Воронежской и Липецкой областей) составляет приподнятая равнина (Средне-Русская возвышенность) сильно расчлененная глубокими речными долинами, балками и оврагами, что определяет преобладание на этой части территории долинно-балочного и овражно-балочного типов рельефа, с интенсивным смывом и размывом почв. Левобережная часть реки Дон (Тамбовская, и часть Воронежской и Липецкой областей), приуроченная к Окско-Донской низменности представляет собой сравнительно плоскую равнину, слабо расчлененную неглубокими балками, степными западинами и блюдцами. Исключение составляет Калачская возвышенность, где местность приподнята над уровнем моря и более расчленена оврагами, чем остальная часть левобережья [183].

Лесостепная зона включает подзоны: северная, типичная и южная. Степная зона занимает территорию на крайнем юге и юго-востоке Воронежской и юго-востоке Белгородской областей.

Значительные климатические различия в пределах региона определили формирование неоднородного почвенного покрова. В лесостепной зоне почвенный покров представлен следующими типами и подтипами почв: дерново-подзолистыми, серыми лесными почвами, оподзоленными, выщелоченными и типичными черноземами. В степной зоне сформировались обыкновенные и южные черноземы.

В северной лесостепи преобладают дерново-подзолистые и серые лесные почвы, в типичной лесостепи – выщелоченные и типичные черноземы, в южной –

обыкновенные черноземы, а в степной зоне – обыкновенные маломощные и южные черноземы.

Черноземы обыкновенные в пределах зоны получили широкое распространение в Воронежской и Белгородской областях. Черноземы обыкновенные сформировались в условиях недостаточного увлажнения и очень редко испытывают глубокое промачивание. Содержание гумуса в них меньше, чем в черноземах типичных, меньшей мощности гумусовый слой.

Черноземы южные занимают небольшие площади в южных районах Воронежской области, содержание гумуса в которых в верхнем слое целины и залежи доходит только 6-6,5%.

Серые лесные почвы распространены неравномерно. Больше их в Курской области более 20% пашни, в Липецкой и Белгородской областях – чуть более 6%, а в Тамбовской и Воронежской областях от 0,5 до 1,7%. Имеется также большое количество почвенных разновидностей [183].

Климат Центрального Черноземья характеризуется умеренной континентальностью, которая увеличивается в направлении с северо-запада на юго-восток и проявляющаяся в резких колебаниях температуры и относительной влажности воздуха, неравномерном распределении осадков в течение года и по годам, наличием выраженных засушливо-суховейных периодов. Самым тёплым месяцем в году является июль, самым холодным – январь. Среднемесячная температура июля изменяется от 18°С на крайнем северо-западе Тамбовской области до 22°С на крайнем юго-востоке Воронежской области. Годовое количество осадков колеблется от 550-575 мм в северо-западных районах до 420 мм – в юго-восточных. Продолжительность вегетационного периода в среднем составляет 190 дней. Атмосферные осадки являются единственным источником поступления влаги в почву. Поэтому урожай сельскохозяйственных культур в значительной мере зависит от рационального их использования. К неблагоприятным метеорологическим явлениям относятся засуха и суховеи. Повторность засух – 1 раз в 4 года, причём в северо-западных районах – несколько реже, в юго-восточных – чаще. При атмосферной засухе, возникающей при отсутствии осадков в условиях повышенных температур

и большой сухости воздуха, в почве может быть некоторый запас доступной растениям влаги. Иногда эти два типа засух наблюдаются одновременно, образуя смешанную засуху, которая весьма опасна для растений. Чаще она наблюдается на юго-востоке ЦЧР (юг Воронежской и Тамбовской областей) [179].

Данные агрометеорологической станции ВНИИСС Рамонского района Воронежской области о погодных условиях вегетационных периодов в годы исследований представлены в Приложении А стр. 144.

Температура воздуха в первой декаде апреля 2019 г. составила: $6,7^{\circ}\text{C}$, что было практически на уровне среднего многолетнего показателя для данного периода. Во второй декаде месяца температура воздуха достигала $9,9^{\circ}\text{C}$, что на $2,1^{\circ}\text{C}$ ниже, а в третьей декаде температура воздуха превысила средний многолетний показатель на $2,9^{\circ}\text{C}$ и составила $14,9^{\circ}\text{C}$. Количество осадков выпало 30 мм, что составило 98,7% месячной нормы. Средняя температура воздуха за май составила $16,2-20,9^{\circ}\text{C}$, что на $1,1-2,6^{\circ}\text{C}$ выше месячной нормы.

В мае выпало всего 1,4 мм осадков, что составляло только 3% месячной нормы. Дефицит влаги стал ощущаться еще до появления всходов картофеля, но наиболее сильно он проявился в конце мая-июне. Среднесуточная температура воздуха в июне составляла $23,4-24,2^{\circ}\text{C}$, что на $2,4-5,2^{\circ}\text{C}$ выше климатической нормы. Осадки отсутствовали. Средняя суточная температура воздуха в июле составляла $19,7-20,9^{\circ}\text{C}$, что на $1,6-3,4^{\circ}\text{C}$ ниже средних многолетних показателей месяца. Осадки выпадали не равномерно только в первой и третьей декадах месяца в количестве 70,3 мм, что составило 98,4% месячной нормы. Август был сухим и несколько прохладнее. Средняя суточная температура воздуха составила $18,6-23,6^{\circ}\text{C}$, что на $1-2,7^{\circ}\text{C}$ ниже климатической нормы месяца. Осадки были в первой декаде месяца в количестве 0,4 мм, что составило 0,8% от средних многолетних показателей для месяца.

Вегетационный период 2020 г. характеризовался пониженными температурами по сравнению со средними многолетними показателями и дефицитом влаги в апреле и мае. Средняя суточная температура воздуха в апреле составляла $5,2-10,3^{\circ}\text{C}$, что на $1,5-4,8^{\circ}\text{C}$ ниже климатической нормы месяца. В течение апреля

осадки выпадали неравномерно в количестве 15,9 мм, что составило 30,1% месячной нормы. Первая и вторая декады июня характеризовались повышенными значениями температуры, а в третьей декаде температура была на уровне средних многолетних значений. Дефицит влаги отмечался во второй и третьей декаде июня. Показатели июля и августа по температуре были близки уровню средних многолетних. Дефицит осадков отмечался во второй декаде июля и в течение всего августа.

В вегетационный период 2021 года показатели температуры были близки таковым средних многолетних значений. Количество же осадков было в дефиците в третьей декаде апреля, второй и третьей декаде мая и июня, второй и третьей декаде июля и весь август. Высокие температуры и дефицит осадков оказывали существенное негативное влияние на течение физиологических процессов растений картофеля, а следовательно, и компенсаторных свойств культуры на воздействие биотических факторов. Это, несомненно, отражалось на реализации потенциала продуктивности культуры.

Метеоданные в период вегетации 2022 г. имели свои особенности по отношению к среднемноголетним показателям, которые имели неустойчивый температурный и влажностный режим. Май был прохладным. Среднедекадные температуры на 2-3^oC ниже средних многолетних и влажным. За 3-ю декаду выпало осадков в 1,6 раза больше обычного. Дальнейшие погодные условия вегетации в июне характеризовались умеренными температурами с периодическим выпадением осадков. Уже с 25 июня установилась жаркая (до 30 °C) и сухая погода. В 1-ю декаду июля температуры превысили среднюю многолетнюю, осадки отсутствовали. Такие погодные условия существенно ухудшили состояние растений, которые испытывали температурный стресс и недостаток влагообеспеченности. Тем не менее, с 15 июля температуры воздуха понижаются и выпадают обильные осадки, что спасло ситуацию. Такой характер погоды сохранялся до конца вегетации и замедлял созревание растений.

Метеоусловия в период вегетации 2023 г. в целом были благоприятными для роста растений картофеля и закладки его урожая, но имели свои характерные

особенности. В апреле температура воздуха соответствовала среднемноголетним показателям, что способствовало нормальному прогреванию почвы, но количество осадков в конце II и особенно III декаде существенно превысило норму. Первая и часть второй декады мая оказались сухими. Выпавших затем осадков вполне хватило для формирования к началу июня всходов картофеля. Некоторый дефицит влаги при умеренных температурах воздуха сохранялся до III декады июня, но затем обильные осадки, включая начало июля, полностью его компенсировали, что способствовало как активному росту растений картофеля, так и закладке клубней. Такие метеоусловия сдерживали численность колорадского жука, но усиливали засоренность и были потенциально благоприятными для проявления фитофтороза. Невысокие температуры воздуха и обильные осадки июля способствовали его проявлению к концу месяца.

2.2 Объекты исследований

Исследования проводили на возделываемых в регионе сортах картофеля: Жуковский ранний (I репродукция), Ред Скарлетт (I репродукция), Лабадиа (I репродукция), Маяк (I репродукция).

Жуковский ранний – сорт ранних сроков созревания. От всходов до уборки урожая проходит 55-65 дней, урожайность средняя – 450 ц/га, с потенциалом до 600 ц/га, товарность клубней 92%, лёжкость средняя, содержание крахмала 10-12%. В процессе варки не рассыпается или слабо рассыпается. Клубни округло-овальной формы. Окраска кожуры розового цвета. Цвет мякоти клубня чисто белый, средний вес клубня 100-120 граммов. Сорт показывает хорошую устойчивость к раку картофеля, нематоды, парше. Обладает средней устойчивостью к ризоктониозу, вирусным болезням, бактериозу. Устойчивость к засухе и холоду – повышенная. Товарность клубней – 92%; степень сохранности – 96% [46].

Ред Скарлетт – ранний сорт, столовый для жарки, клубни крупные массой 56-102 г, удлиненно-овальной формы, окраска кожуры – красная. Средняя урожайность 164-192 ц/га, Максимальная урожайность 270 ц/га, устойчив к засухе, умеренно устойчив к вирусу (PVY) Y, устойчив к скручиванию листьев, к раку и

золотистой нематоде, восприимчив к фитофторозу листьев, умеренно восприимчив к фитофторозу клубней, умеренно восприимчив к парше обыкновенной. Период от всходов до уборки урожая – 70-80 дней. Товарность – 82-96%. Лежкость – 98% [46].

Лабадия – среднеранний сорт столового типа. Содержание крахмала – 12-16%. средняя масса зрелого корнеплода 100-150 г., цвет кожицы желтый, цвет мякоти светло-желтый, лежкость клубней – 97%. Лабадия – высокоурожайный сорт. В среднем, с 1 га посадок можно собрать от 290 до 462 центнеров. Товарность 89-95%. Лежкость 97%. Лабадия имеет относительно сильный иммунитет, который защищает ее от нематоды, морщинистой мозаики и рака картофеля. В то же время культура подвержена таким заболеваниям как полосчатая мозаика и вирус скручивания листьев. Восприимчив сорт к фитофторозу ботвы и клубней [46].

Маяк – среднеранний, столового назначения сорт. Растение средней высоты до высокого, промежуточного типа, полупрямостоячее. Лист среднего размера, зеленый до темно-зеленого. Волнистость края средняя. Венчик крупный. Интенсивность антоциановой окраски внутренней стороны средняя. Товарная урожайность 117-393 ц/га, на уровне и на 150 ц/га выше стандарта Невский. Максимальная урожайность 401 ц/га, на 167 ц/га выше стандарта (Пермский край). Клубень овальный с очень мелкими глазками. Кожица красная. Мякоть светло-желтая. Масса товарного клубня 97-153 г. Содержание крахмала 14,6-17,3%. Вкус хороший. Товарность 88-91%. Лежкость 96%. Сорт устойчив к возбудителю рака картофеля, золотистой картофельной цистообразующей нематоде. По данным оригинатора, среднеустойчив к возбудителю фитофтороза, устойчив к морщинистой и полосчатой мозаике [46].

Объектами исследований также были: колорадский жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say.), фитофтороз картофеля (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), альтернариоз картофеля (*Alternaria solani* (Ell. et Mart.) Sor. и *A. alternate* (Fr.) Keissl.), парша картофеля обыкновенная (*Streptomyces scabies* Waks. et Heur.), серебристая парша (*Spondylo cladium atrovirens* (Harz.), черная парша картофеля (*Rhizoctonia solani* Kuhn.).

Сорные растения:

- однолетние однодольные: Щетинник сизый или малый, (мышей сизый, брица) *Setaria glauca* (L.) Beauv. (*Setaria pallidifusca*) Schum. Мятликовые (Злаковые) Poaceae Barnhart (Gramineae Juss.);

Ежовник обыкновенный (просо куриное, петушье просо) *Echinochloa crusgalli* L. Beauv. (*Panicum crusgalli* L.), Мятликовые (Злаковые) Poaceae Barnhart (Gramineae Juss.).

- однолетние двудольные яровые ранние:

Марь белая, марь обыкновенная *Chenopodium album* L. Маревые Chenopodiaceae Vent.;

Горец вьюнковый, гречишка вьюнковая (повитель) *Fallópia convólulus* L. A. Love Гречишные (Спорышевые) Polygonaceae Juss;

Горец шероховатый, гречишка развесистая (горчак, плюшка)

Polygonum scabrum Moench (*P. tomentosum* Schrank.), Гречишные (Спорышевые) Polygonaceae Juss.;

Однолетние двудольные яровые поздние:

Щирица запрокинутая (обыкновенная, колосистая), подснекольник, краснуха) *Amaranthus retroflexus* L. Щирицевые Amaranthaceae;

- двудольные однолетние зимующие:

Аистник цикutowый (цапельник, журавельник) *Erodium cicutarium* (L.) L'Her. ex Ait, Гераниевые Geraniaceae;

Ярутка полевая (талабан полевой, денежник) *Thlaspi arvense* Linn. Капустные (Крестоцветные) Brassicaceae (Cruciferae);

- многолетние двудольные – Бодяк полевой *Cirsium arvense* (L.) Scop. Астровые (Сложноцветные) Asteraceae Dumort, (Compositae Giseke) [201].

2.3 Материалы исследований

В исследованиях использовали биологические и химические препараты.

2.3.1 Микробиологические фунгициды

БисолбиСан – (*Bacillus subtilis* Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл). Полифункциональный микробиологический фунгицид и бактерицид контактного действия. Оказывает стимуляцию ростовых процессов за счет синтеза фитогормонов, аминокислот, витаминов и других физиологически активных соединений. Индуцирует системную устойчивость к широкому кругу патогенных микроорганизмов. *Bacillus subtilis* обладает уникальным противомикробным действием. 4-5% ее генома кодируют вещества противомикробного характера. Выделено 66 таких веществ – полипептидов. Спектр действия этих веществ охватывает бактерии, вирусы и микромицеты, что позволяет противостоять большинству патогенов [17]. Совместим при приготовлении баковых смесей с большинством химических средств защиты растений, удобрений и регуляторов роста растений. Не совместим с бактерицидами сплошного спектра действия – Фитолавин, соединениями меди и др. [19].

В Российской Федерации БисолбиСан зарегистрирован для ограничения вредоносности альтернариоза и фитофтороза картофеля опрыскиванием растений в период вегетации по схеме: первое профилактическое, последующее через 10-15 дней при норме расхода препарата 2 л/га. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Для ограничения вредоносности ризоктониоза препарат рекомендуется применять способом обработки клубней перед посадкой при норме расхода препарата 2 л/т и расходе рабочей жидкости 10 л/т. Класс опасности для человека – 4, для пчел - [45, 182].

2.3.2 Биоинсектициды

Спинтор 240, СК (240 г/л *Спиносада*) – инсектицидный препарат на основе смеси спиносина А и спиносина Д. Продукт ферментации биосубстрата почвенного актиномицета *Saccaropolyspora Spinoza* Mertz. e. Jau [54]. Инсектицид контактно-кишечного действия. Нарушает передачу нервных импульсов, ингибируя никотин-ацетилхолиновые рецепторы нервной системы насекомых. Спинтор 240

СК совместим с большинством инсектицидов, фунгицидов и биологических препаратов. [181].

В Российской Федерации Спинтор 240, СК (240 г/л *Спиносада*) зарегистрирован для ограничения численности и вредоносности колорадского жука на картофеле методом опрыскивания растений в период вегетации при норме расхода препарата 0,125-0,150 л/га и расходе рабочей жидкости 200-400 л/га. Защитное действие препарата продолжается 1-2 недели. Класс опасности для человека – 3, для пчел – 1 [45, 182].

Энтолек, Ж Инсектоакарицид биологического происхождения контактно-кишечного действия. Представляет собой комплекс действующих веществ с одной стороны смеси авермектинов группы В1, В2, которые являются продуктом жизнедеятельности бактерии *Streptomyces avermitilis*, а с другой продукты метаболизма энтомопатогенного гриба *Lecanicillium lecanii* (Zimmerm.) Zare & W.Gams BL-2 БИМ F-456 Д, титр не менее 2 млрд. спор/мл. Препарат эффективен против насекомых, клещей и нематод. Норма расхода препарата 15-20 мл/га при расходе рабочей жидкости 200 л/га. Класс опасности для человека – 2, для пчел – 1 [215].

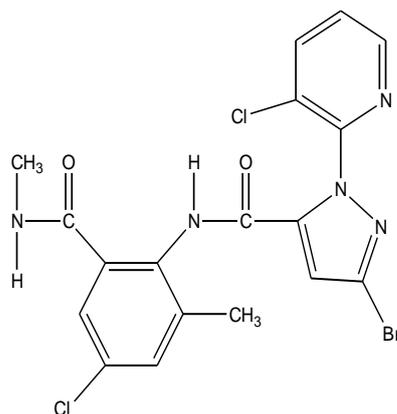
2.3.3 Химические инсектициды

Хлорантранилипрол

Название по ИЮПАК: 3-бром-4'-хлор-1-(3-хлор-2-пиридил)-2'-метил-6'-(метилкарбамоил) пиразол-5-карбоксамид

Химическая формула $C_{18}H_{14}BrCl_2N_5O_2$; *Молекулярная масса* 483,15;

Структурная формула:



Физические свойства. Действующее вещество инсектицида представляет собой почти белый не летучий порошок с температурой плавления 209°С низко растворимый в воде и высоко растворимый в органических растворителях (метанол, этилацетат, ацетон, ксилол). Растворимость в воде при 20°С составляет 1,02 мг/л. Давление паров при 25°С составляет $6,3 \cdot 10^{-09}$ МПа.

Химические свойства. Хлорантранилипрол устойчив к водному гидролизу.

Превращение в объектах окружающей среды. Хлорантранилипрол устойчив в почве. Период полураспада (T_{50}) в почве в полевых условиях составляет 210 суток.

Экотоксичность. Хлорантранилипрол высоко токсичен для водных беспозвоночных; умеренно токсичен для рыб, пчел, почвенных червей и низко токсичен для млекопитающих и птиц [94].

Хлорантранилипрол – инсектицид контактно-кишечного действия из нового класса химических соединений – антранил диамидов. Обладает выраженными системными свойствами.

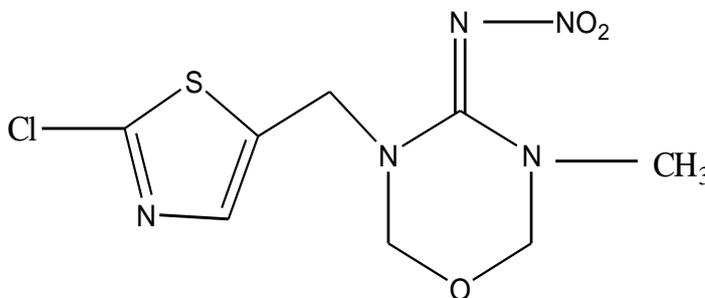
В Российской Федерации для ограничения численности и вредоносности колорадского жука *Хлорантранилипрол* в форме препарата Кораген, КС (200 г/л *Хлорантранилипрола*) зарегистрирован при норме применения 0,04-0,05 л/га опрыскиванием в период вегетации. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Класс опасности для человека 3, для пчел – 3 [45, 182].

Тиаметоксам

Название по ИЮПАК: (EZ)-3-(2-хлор-1,3-тиазол-5-илметил)-5-метил-1,3,5-оксадиазинан-4-илиден(нитро)амин

Молекулярная формула: C₈H₁₀ClN₅O₃S; *Молекулярная масса* 291,7;

Структурная формула:



Физические свойства. Действующее вещество инсектицида представляет собой кристаллический не летучий порошок с температурой плавления 139,1°С высоко растворимый в воде и органических растворителях (ацетон, этилацетат, гексан, толуол). Растворимость в воде при 20°С составляет 4100 мг/л.

Химические свойства. Тиаметоксам очень устойчивый продукт к водному гидролизу при 20°С и рН от 1 до 7. T₅₀ при 20°С и рН = 9 составляет 11,5 суток.

Превращение в объектах окружающей среды. Тиаметоксам среднеустойчив в почве. Период полураспада в почве (T₅₀) в полевых условиях составляет 39, а T₉₀ 296,5 суток.

Экотоксичность. Тиаметоксам высоко токсичен для пчел, водных ракообразных, донных микроорганизмов; умеренно токсичен для птиц, млекопитающих, водных беспозвоночных, почвенных червей и низко токсичен для рыб [94].

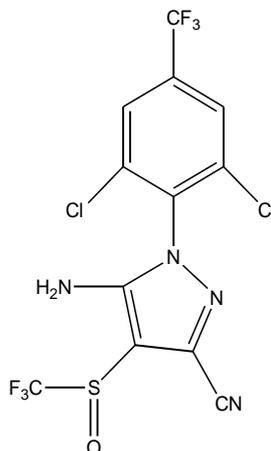
Тиаметоксам – контактно-кишечный инсекто-акарицид с системными свойствами из класса неоникотиноидов. В Российской Федерации *Тиаметоксам* в форме препарата **Круйзер, СК** (350г/кг *Тиаметоксама*) зарегистрирован для ограничения численности и вредоносности колорадского жука способом обработки клубней при норме расхода препарата 0,2-0,22 л/т и расходе рабочей жидкости – 2-10 л/т. Класс опасности для человека – 3, для пчел - [45, 182].

Фипронил

Название по ИЮПАК: 5-амино-1-(2,6-дихлор- α,α,α -трифтор-*p*-толил)-4-трифторметилсульфинилпиразол-3-карбонитрил

Химическая формула $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$; *Молекулярная масса* 437,15;

Структурная формула:



Физические свойства. Действующее вещество инсектицида представляет собой белый летучий порошок с температурой плавления $203^{\circ}C$. Давление пара при $25^{\circ}C$ составляет 0,002 МПа. Продукт низко растворим в воде и гексане, но высоко растворим в органических растворителях (метанол, толуол, ацетон). Растворимость в воде при $20^{\circ}C$ составляет 3,78 мг/л.

Химические свойства. Фипронил очень устойчивый продукт к водному гидролизу при pH от 5 до 7. T_{50} при $20^{\circ}C$ и pH = 9 составляет примерно 11 суток.

Превращение в объектах окружающей среды. Фипронил среднеустойчив в почве. Период полураспада в почве (T_{50}) в полевых условиях составляет 65 суток.

Экотоксичность. Фипронил высоко токсичен для млекопитающих, птиц, пчел, водных ракообразных, донных микроорганизмов; умеренно токсичен для водных беспозвоночных, рыб, почвенных червей [94].

Фипронил – контактно-кишечный инсектицид из класса фенилпиразолов. В Российской Федерации Фипронил в форме препарата **Регент**, ВДГ (800 г/кг Фипронила) зарегистрирован для ограничения численности и вредоносности колорадского жука опрыскиванием растений картофеля в период вегетации при норме

применения препарата 0,02-0,025 кг/га. Расход рабочей жидкости – 200-400 л/га. Класс опасности для человека 2, для пчел-1 [45, 182].

2.3.4 Химические фунгициды

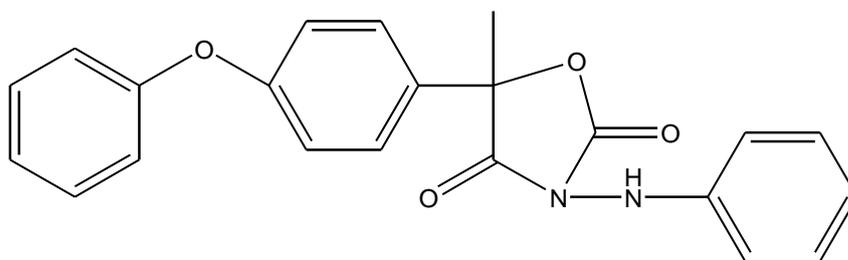
Танос, ВДГ (250 г/кг *Фамоксадона* + 250 г/кг *Цимоксанила* г/кг). Двухкомпонентный фунгицид защитного и лечебного (куративного) действия на основе действующих веществ из класса оксазолидиндионы (*Фамоксадон*) и класса мочевины (*Цимоксанил*).

Фамоксадон

Название по ИЮПАК: (RS)-3-анилино-5-метилл-5-(4-феноксифенил)-1,3-оксазолидин-2,4-дион

Химическая формула $C_{22}H_{18}N_2O_4$; *Молекулярная масса* 374,39

Структурная формула:



Физические свойства. Действующее вещество фунгицида представляет собой светлый летучий порошок с температурой плавления 141,8°C низко растворимый в воде, но высоко растворимый в органических растворителях (ацетон, толуол, этилацетат). Растворимость в воде при 20°C составляет 0,11 мг/л.

Химические свойства. *Фамоксадон* не устойчив к водному гидролизу. Период гидролиза (T_{50}) при 20°C и pH = 7 составляет 2, при pH = 5 – 41 сутки, а при pH = 9 – 1,5 часа.

Превращение в объектах окружающей среды. *Фамоксадон* не устойчив в почве. Период полураспада (T_{50}) составляет в полевых условиях 20 суток.

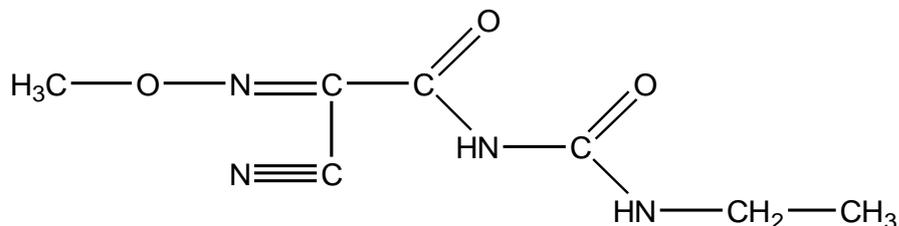
Экотоксичность. Фамоксадон высоко токсичен для рыб, водных беспозвоночных, умеренно токсичен для пчел, почвенных червей, донных микроорганизмов и низко токсичен для млекопитающих и птиц [94].

Цимоксанил

Название по ИЮПАК: 1-[(*EZ*)-2-циано-2-метоксииминоацетил]-3-этилмочевина

Химическая формула $C_7H_{10}N_4O_3$; *Молекулярная масса* 198,18

Структурная формула:



Физические свойства. Действующее вещество фунгицида представляет собой белый или бледно-розовый кристаллический летучий продукт с температурой плавления $161^{\circ}C$ высоко растворимый в воде и в органических растворителях (этилацетат, толуол, ацетон). Растворимость в воде при $20^{\circ}C$ составляет 780 мг/л.

Химические свойства. Цимоксанил не устойчив к водному гидролизу. Период гидролиза (T_{50}) при $20^{\circ}C$ и $pH = 7$ составляет 1,1 суток. Фунгицид стабилен при $pH = 4$ и 5 и $20^{\circ}C$.

Превращение в объектах окружающей среды. Цимоксанил не устойчив в почве. Период полураспада в почве (T_{50}) в полевых условиях составляет 3,5 суток.

Экотоксичность. Цимоксанил умеренно токсичен для млекопитающих, птиц, рыб, водных беспозвоночных, донных микроорганизмов пчел, почвенных червей [94].

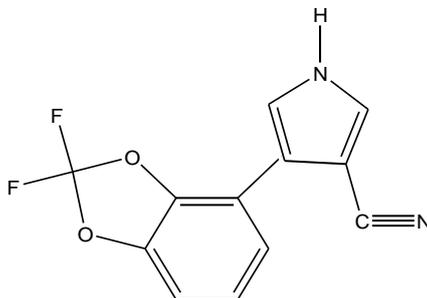
В Российской Федерации **Танос**, ВДГ (250 г/кг *Фамоксадона* + 250 г/кг *Цимоксанила* г/кг) зарегистрирован для ограничения вредоносности фитофтороза и альтернариоза картофеля. Применять препарат рекомендуется способом опрыскивания растений в период вегетации в фазы: начало смыкания рядков, бутонизация, конец цветения, рост ягод и клубней при норме расхода препарата 0,6 кг/га. Расход рабочей жидкости – 400 л/га. Класс опасности для человека – 3, для пчел – 3 [45, 182].

Флудиоксонил

Название по ИЮПАК: 4-(2,2-дифтор-1,3-бензодиоксол-4-ил)-1*H*-пиррол-3-карбонитрил

Химическая формула $C_{12}H_6F_2N_2O_2$: *Молекулярная масса* 248,19;

Структурная формула:



Физические свойства. Действующее вещество фунгицида представляет собой желтый кристаллический летучий продукт с температурой плавления 199,8°C низко растворимый в воде, но высоко растворимый в органических растворителях (ацетон, метанол, толуол, октанол). Растворимость в воде при 20°C составляет 1,8 мг/л.

Химические свойства. Флудиоксанил устойчив к водному гидролизу при pH от 5 до 9.

Превращение в объектах окружающей среды. Флудиоксанил неустойчив в почве. Период распада в почве (T_{50}) в полевых условиях составляет 20,5 суток.

Экотоксичность. Флудиоксанил умеренно токсичен для птиц, рыб, пчел, водных беспозвоночных, водных ракообразных, донных микроорганизмов, почвенных червей; низко токсичен для млекопитающих [94].

Флудиоксанил – контактный фунгицид защитного действия из класса фенилпирролов.

В Российской Федерации Флудиоксанил в форме препарата **Максим**, КС (25 г/л Флудиоксонила) зарегистрирован для предпосевной обработки клубней семенного картофеля с целью ограничения вредоносности возбудителей ризоктониоза и фузариоза при норме расхода 0,4 л/т. Для ограничения вредоносности фузариоза, фомоза, альтернариоза, антракноза, мокрой гнили, парши серебристой осуществляется опрыскивание клубней перед закладкой на хранение при норме расхода препарата 0,2 л/т. в любом из вариантов применения препарата расход рабочей жидкости – до 10 л/т. Класс опасности для человека – 3, для пчел – [45, 182].

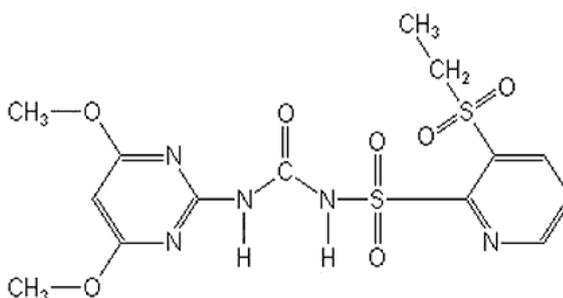
2.3.5 Гербициды

Римсульфурон

Название по ИЮПАК: 1-(4,6-диметоксипиримидин-2-yl)-3-(3-этилсульфонил-2-пиридилсульфонил) мочевины

Химическая формула $C_{14}H_{17}N_5O_7S_2$; *Молекулярная масса* 431,44

Структурная формула:



Физические свойства. Действующее вещество гербицида представляет собой бесцветный летучий кристаллический продукт с температурой плавления 172°C высоко растворимый в воде и в органических растворителях (ацетон, мета-

нол, дихлорметан, этилацетат). Растворимость в воде при 20°C составляет 7300 мг/л.

Химические свойства. Римсульфурон не устойчив к водному гидролизу. Период гидролиза (T_{50}) при 20°C и pH = 7 составляет 7,2 суток, при pH = 5 – 4,7 суток, а при pH = 9 – 4,2 часа.

Превращение в объектах окружающей среды. Римсульфурон не устойчив в почве. Период полураспада в почве (T_{50}) в полевых условиях составляет 10,8, а T_{90} – 45,8 суток.

Экотоксичность. Римсульфурон умеренно токсичен для пчел и почвенных червей; низко токсичен для млекопитающих, птиц, рыб, водных беспозвоночных [94].

Римсульфурон – противодно- и двудольный послевсходовый гербицид широкого спектра действия. Избирательный с системными свойствами он подавляет многолетние (пырей ползучий) и однолетние злаковые (просо куриное, щетинник, овсюг) и некоторые двудольные сорные растения (виды горцев, пикульников, ромашек, осот полевой) [94].

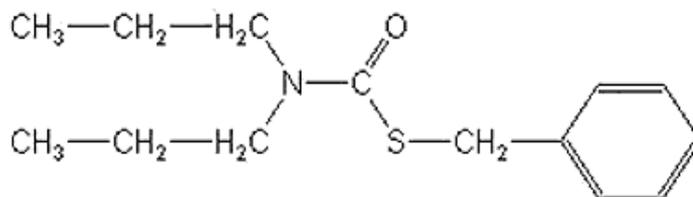
В Российской Федерации *Римсульфурон* в форме препарата **Титус**, СТС (250 г/кг *Римсульфурана*) зарегистрирован для химической прополки различных сельскохозяйственных культур, в том числе, и картофеля. Опрыскивание посадок картофеля рекомендуется осуществлять после окучивания культуры, в ранние фазы развития (1-4 листа) однолетних сорняков и при высоте пырея 10-15 см в смеси с 200 мл/га ПАВ Тренд-90, Ж. Норма расхода препарата 0,05 кг/га. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га. Класс опасности для человека – 3, для пчел – 3 [45, 182].

Просульфокарб

Название по ИЮПАК: S-бензил дипропил (тиокарбаматы)

Химическая формула $C_{14}H_{21}NOS$; *Молекулярная масса* 251,39

Структурная формула:



Физические свойства. Действующее вещество гербицида представляет собой бледно-соломенного цвета летучую жидкость низко растворимую в воде, но высоко растворимую в органических растворителях (этилацетат, н-гептан, ацетон, ксилол). Растворимость в воде при 20°C составляет 13,2 мг/л.

Химические свойства. *Просульфокарб* очень устойчив к водному гидролизу при 20°C и pH = 7. Гербицид стабилен при pH от 5 до 9.

Превращение в объектах окружающей среды. *Просульфокарб* не устойчив в почве. Период полураспада в почве (T_{50}) в полевых условиях составляет 9,8, а T_{90} – 33 суток.

Экотоксичность. Гербицид низко или умеренно токсичен для млекопитающих, птиц, рыб, водных беспозвоночных, пчел, донных микроорганизмов, почвенных червей [94].

Просульфокарб – противодно- и двудольный, почвенный, избирательный гербицид с системными свойствами широкого спектра действия.

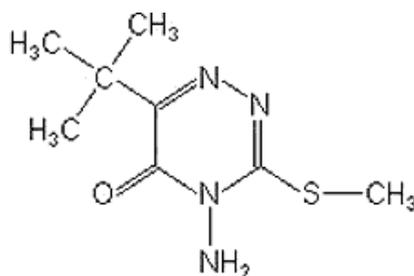
В Российской Федерации *Просульфокарб* в форме препарата **Боксер, КЭ** (800 г/л *Просульфокарба*) зарегистрирован для подавления однолетних двудольных и некоторых злаковых сорных растений опрыскиванием почвы до всходов культуры при норме расхода препарата 3-5 л/га. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га. Класс опасности для человека – 3, для пчел – 3 [45, 182].

Метрибузин

Название по ИЮПАК: 4-амино-6-трибутил-4,5-дигидро-3-иетилтио-1,2,4-триазин-5-оне

Химическая формула $C_8H_{14}N_4OS$; *Молекулярная масса* 214,29

Структурная формула



Физические свойства. Действующее вещество гербицида представляет собой белый летучий кристаллический продукт с температурой плавления 125°C высоко растворимый в воде и в органических растворителях (н-гептан, ксилол, ацетон, этилацетат). Растворимость в воде при 20°C составляет 1165 мг/л.

Химические свойства. Метрибузин очень устойчив к водному гидролизу при 20°C и pH = 7.

Превращение в объектах окружающей среды. Метрибузин не устойчив в почве. Период полураспада в почве (T_{50}) в полевых условиях составляет 19 суток.

Экотоксичность. Метрибузин умеренно токсичен для млекопитающих, птиц, пчел, водных беспозвоночных, почвенных червей и низко токсичны для рыб и птиц [94].

Метрибузин – противодно- и двудольный избирательный гербицид широкого спектра действия. Подавляет однолетние двудольные и злаковые сорные растения [94].

В Российской Федерации *Метрибузин* в форме препарата **Зенкор Ультра**, КС (600 г/л *Метрибузина*) зарегистрирован для химической прополки картофеля опрыскиванием почвы до всходов культуры при норме расхода препарата 0,8-1,6 л/га. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га или опрыскиванием картофеля при высоте ботвы до 5 см с нормой расхода препарата 0,8-0,9 л/га. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га, или опрыскиванием почвы до всходов культуры с последующей обработкой при высоте ботвы 5 см с нормой применения 0,6-1,2 + 0,35 л/га. Расход рабочей жидкости – 200-300 л/га. Класс опасности для человека – 3, для пчел – 3 [45, 182].

2.4 Схема опыта и методы исследований

Исследования проводились на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений МСХ РФ (Рамонский район Воронежской области). Картофель размещался по чистому пару. Агрохимическая характеристика почвы опытного участка представлена в Таблице 1.

Таблица 1. – Агрохимическая характеристика почвы опытного участка

Почва	P ₂ O ₅ , мг/кг почвы	K ₂ O, мг/кг почвы	Кис- лот- ность, рН _{KCl}	Содер- дер- жание гуму- са, %	Н _r мг- экв/ 100 г почвы	сумма обмен- ных осно- ваний мг- экв./ 100 г почвы	Сте- пень насы- щен- ности осно- вани- ями, %
Чернозем выщелочный, среднегумусный, среднетяжелосуглинистого состава	116	146	5,3	6,54	4,3	35	89

Почва опытного участка имеет среднюю степень обеспеченности подвижным фосфором и высокую калием, среднее содержание гумуса в пахотном слое, высокую сумму обменных оснований. Реакция почвенного раствора слабокислая. По степени насыщенности почвы основаниями чернозем выщелоченный относится к почвам слабонасыщенным основаниями. Мощность гумусового горизонта 70 см.

Обработка почвы включала послеуборочное лушение предшественника, зяблевую вспашку на 25-27 см., весеннюю пред посадочную культивацию на глубину 14-16 см с боронованием и окучиванием. Под вспашку зяби вносили полупрепевший навоз из расчета 20 т/га совместно с минеральными удобрениями (N₆₀ P₉₀ K₉₀). Схема полевого опыта представлена в Таблице 2.

Таблица 2 – Схема полевого опыта

Варианты опыта			
обработка клубней препаратами перед посадкой	защита растений в период вегетации		
	инсектициды	фунгициды	гербициды
1	2	3	4
1. Контроль	Кораген, КС (200 г/л <i>Хлорантранилипрола</i>), 0,04 л/га	-	-
химическая система защиты (эталон)			
2. Круйзер, КС, (350 г/л <i>Тиаметоксама</i>) 0,2 л/т + Максим, КС (25 г/л <i>Флудиоксанила</i>), 0,4 л/т	Регент, ВДГ, (800 г/кг <i>Фипронила</i>), 0,025 л/га,	Танос, ВДГ, (250 г/кг <i>Фамоксидона</i> + 250 г/кг <i>Цимоксанила</i>), 0,6 кг/га	1. до всходов культуры (после первого окучивания) Зенкор Ультра, КС (600 г/л <i>Метрибузина</i>), 1,0 л/га; 2. по всходам культуры (после второго окучивания) Зенкор Ультра, КС (600 г/л <i>Метрибузина</i>), 0,35 л/га
биолого-химическая система защиты			
3. БисолбиСан, Ж, (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл). 2 л/т	Спинтор, СК (240 г/л <i>Спиносада</i>), 0,125 л/га	БисолбиСан, Ж, (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл), 2 л/га	1. до всходов культуры (после первого окучивания) Боксер, КЭ (800 г/л <i>Просульфокарба</i>), 5,0 л/га; 2. по всходам культуры (после второго окучивания) Титус, СТС (250 г/кг <i>Римсульфурина</i>), 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га
4. БисолбиСан, Ж (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл), 2 л/т	Энтолек, Ж (<i>Lecanicillium lecanii</i>), 0,2 л/га	БисолбиСан, Ж (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл), 2 л/га	1. до всходов культуры (после первого окучивания) Боксер, КЭ (800 г/л <i>Просульфокарба</i>), 5,0 л/га; 2. по всходам культуры (после второго окучивания) Титус, СТС (250 г/кг <i>Римсульфурина</i>), 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га
5. БисолбиСан, Ж, (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл). 2 л/т	Спинтор, СК (240 г/л <i>Спиносада</i>), 0,125 л/га	БисолбиСан, Ж, (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл), 2 л/га	1. до всходов культуры (после первого окучивания) Боксер, КЭ (800 г/л <i>Просульфокарба</i>), 3,0 л/га; 2. по всходам культуры (после второго окучивания) Боксер, КЭ (800 г/л <i>Просульфокарба</i>), 1,5 л/га+Титус, СТС (250 г/кг <i>Римсульфурина</i>), 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
6. БисолбиСан, Ж (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл), 2 л/т	Энтолек, Ж (<i>Lecanicillium lecanii</i>), 0,2 л/га	БисолбиСан, Ж (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл), 2 л/га	1. до всходов культуры (после первого окучивания) Боксер, КЭ (800 г/л <i>Просульфокарба</i>), 3,0 л/га; 2. по всходам культуры (после второго окучивания) Боксер, КЭ (800 г/л <i>Просульфокарба</i>), 1,5 л/га+Титус, СТС (250 г/кг <i>Римсульфурина</i>), 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га
органическая система защиты			
7. БисолбиСан, Ж (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл), 2 л/т	Спинтор, СК (240 г/л <i>Спиринтозада</i>), 0,125 л/га	БисолбиСан, Ж (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл), 2 л/га	3-х кратное окучивание картофеля
8. БисолбиСан, Ж (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл), 2 л/т	Энтолек, Ж (<i>Lecanicillium lecanii</i>), 0,2 л/га	БисолбиСан, Ж (<i>Bacillus subtilis</i> Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл), 2 л/га	3-х кратное окучивание картофеля

2.4.2 Определение зараженности семенных клубней патогенами

Определение зараженности клубней фитопатогенами, распространенности и развития болезней семенного картофеля проведено методами клубневого анализа [47, 121].

Семенные клубни анализировались за 10 дней до закладки полевого опыта. Образцы семенного картофеля тщательно промывались в проточной воде и высушивались. После этого с целью активизации микробиоты клубни помещались в термостат и выдерживались там, в течение 7 суток при температуре 24°C и относительной влажности 90%. По окончании экспозиции в термостате клубни извлекали и осуществляли их визуальный осмотр. Отбирались клубни, соответствующие и несоответствующие стандарту по размеру. На каждом клубне устанавливалось наличие симптомов возбудителей болезней и степень их развития, затем рассчитывались количественные показатели: процент клубней с симптомами болезней к общему числу клубней в образце (200 клубней) и доля поражения ими поверхности каждого клубня.

Для внешнего осмотра клубней использовалась лупа или бинокляр. Для идентификации возбудителя болезни образцы помещали во влажные камеры, готовили микропрепараты и просматривали их под микроскопом.

Развитие ризоктониоза и парши обыкновенной на клубнях картофеля определяли визуально по шкале в баллах [121]:

- 0 – отсутствие на клубнях склероциев ризоктонии и парши обыкновенной;
- 1 – склероции ризоктонии и парша занимают до 10% поверхности клубней;
- 2 – склероции ризоктонии и язвы парши занимают до 20% поверхности клубня;
- 3 – склероции ризоктонии и язвы парши занимают до 35% поверхности клубня;
- 4 – склероции ризоктонии и язвы парши занимают до 50% поверхности клубня;

5 – склерозии ризоктонии и язвы парши занимают до 50% поверхности клубня.

Использовали также иллюстрационную шкалу оценки степени поражения клубней паршой обыкновенной (Рисунок 1), а для оценки степени поражения клубней ризоктониозом шкалу (Рисунок 2).

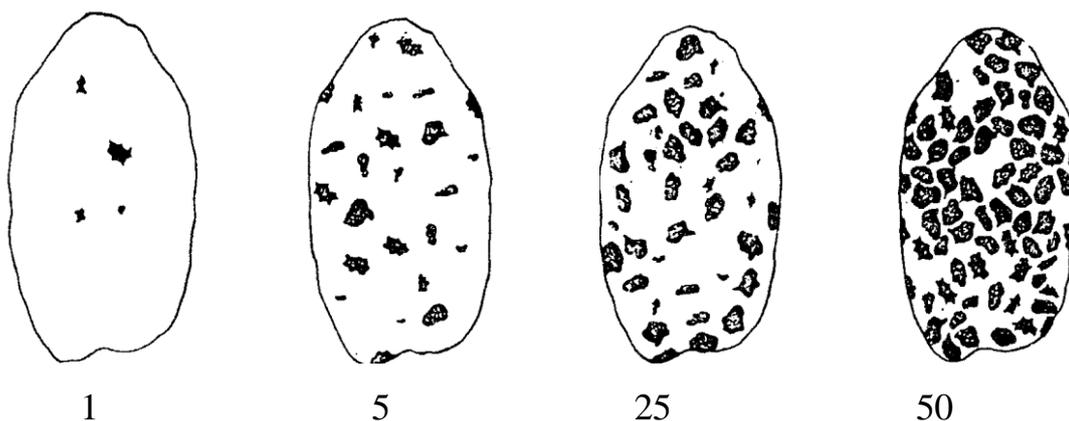


Рисунок 1 – Шкала оценки степени поражения клубней паршой обыкновенной, %

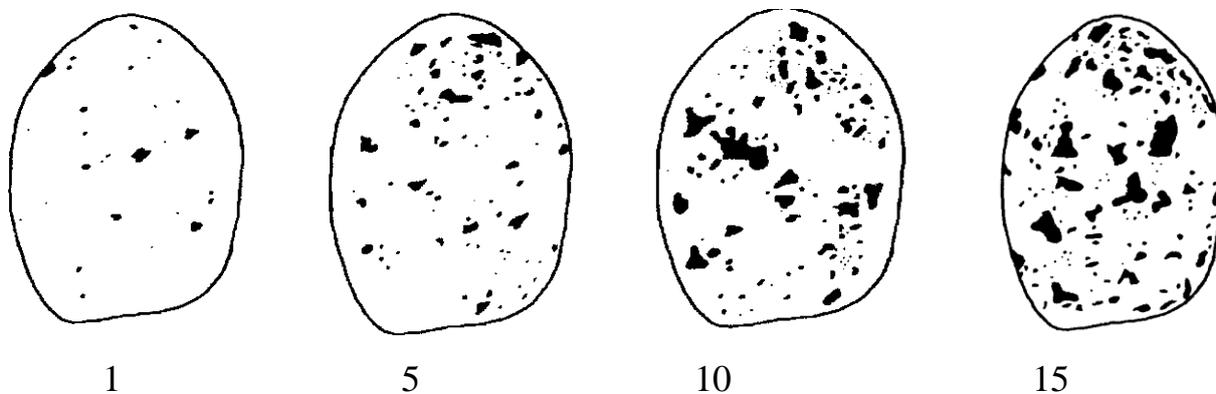


Рисунок 2 – Шкала оценки степени поражения клубней ризоктониозом, %

При учете серебристой парши просматривали 100 клубней, вычисляли процент пораженных клубней и степень поражения [121].

Степень поражения определяли по шкале в баллах:

0 – признаков поражения нет;

1 – поражено до 10% поверхности клубня;

- 2 – поражено до 20% поверхности клубня;
- 3 – поражено до 35% поверхности клубня;
- 4 – поражено до 50% поверхности клубня;
- 5 – поражено более 50% поверхности клубня.

Распространенность болезней в образцах рассчитывалась по формуле [121].

$$P = \frac{n}{N} \cdot 100 \quad (1);$$

Где:

P – распространенность болезни, %;

n – количество больных клубней в пробах;

N – общее количество клубней в пробах;

Развитие болезней в образцах рассчитывалось по формуле [121].

$$R = \frac{\sum a \cdot b}{N \cdot k} \cdot 100 \quad (2);$$

Где:

R – развитие болезни;

a – число больных клубней;

b – балл поражения;

N – общее количество учтенных клубней;

k – высший балл шкалы учета.

Для закладки опытов использовали посадочный материал, соответствующий требованиям к семенному картофелю [44].

Пораженность болезнями и поврежденность клубней почвообитающими вредителями учитывалась также после уборки опыта. Полный фитопатологический анализ отобранных с опытных делянок клубней (по 25 штук с каждого варианта и повторности опыта) проводилась через 3-4 недели после уборки, что способствовало проявлению симптомов болезней. Число больных или поврежденных клубней выражали в процентах к общему количеству в образце.

При наличии разных заболеваний и повреждений на одном клубне учитыва-

ли только одно – наиболее вредоносное. Учитывали также ранжирование болезней по их вредоносности. Болезни располагаются в следующем порядке: кольцевая гниль, черная ножка, мокрые бактериальные гнили, фитофтороз фомоз, ооспороз сухие гнили (стеблевая нематода, фузариозная гниль), клубни подмороженные, ризоктониоз, парша обыкновенная, парша порошистая парша серебристая, механические повреждения, повреждения вредителями. Наличие пораженных и поврежденных клубней выражали в процентах от общего числа клубней в образце.

2.4.3 Определение биологической эффективности пестицидов

Подготовленный заранее семенной материал картофеля за день до посадки обрабатывался препаратами в соответствии со схемой опыта с помощью ранцевого опрыскивателя Birhmeier Flox. Применяемые баковые смеси препаратов в лабораторных условиях предварительно проверялись на совместимость.

Фунгициды наносились с целью ограничения развития и распространения фузариоза, ризоктониоза, парши, фитофтороза и альтернариоза (на начальных этапах вегетации). Обработка клубней инсектицидом *Тиаметоксам* в форме препарата Круйзер, КС (350 г/л) направлена против почвообитающих фитофагов и колорадского жука в фазы «всходы» «начало активного роста».

2.4.4 Определение биологической эффективности фунгицидов и инсектицидов при обработке вегетирующих растений

Исследования проводились в течение 2019-2023 гг. на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института защиты растений (ФГБНУ ВНИИЗР) Рамонского района Воронежской области (Рисунок 3).

Посадку картофеля осуществляли картофелесажалкой КСН-4. Окучивание осуществляли культиватором окучником КОН-2,8. Первое окучивание на биологизированных участках осуществлялось до всходов культуры и обработки гербицидом. После появления всходов культуры перед второй гербицидной обработкой

проводилось повторное окучивание.



Рисунок 3 – Опытное поле ФГБНУ ВНИИЗР, Рамонский район Воронежской области

Против колорадского жука в период вегетации при достижении экономического порога вредоносности (ЭПВ) [214] на вариантах проводились инсектицидные обработки в соответствии со схемой опытов.

Производственную проверку исследований осуществляли на базе КФХ «Науменко Д.В.» Рамонского района Воронежской области в 2022 г. Акт производственной проверки представлен в Приложении С стр. 172.

Учет распространенности и развития фитофторозно-альтернариозного комплекса в период вегетации проводился перед обработкой препаратом растений, на 10-й и 20-й день после нее. Развитие болезней листьев устанавливалось по визуальной 5-балльной шкале поражения ботвы фитофторозом, альтернариозом. Использовались следующие градации (Рисунок 4) [121, 129]:

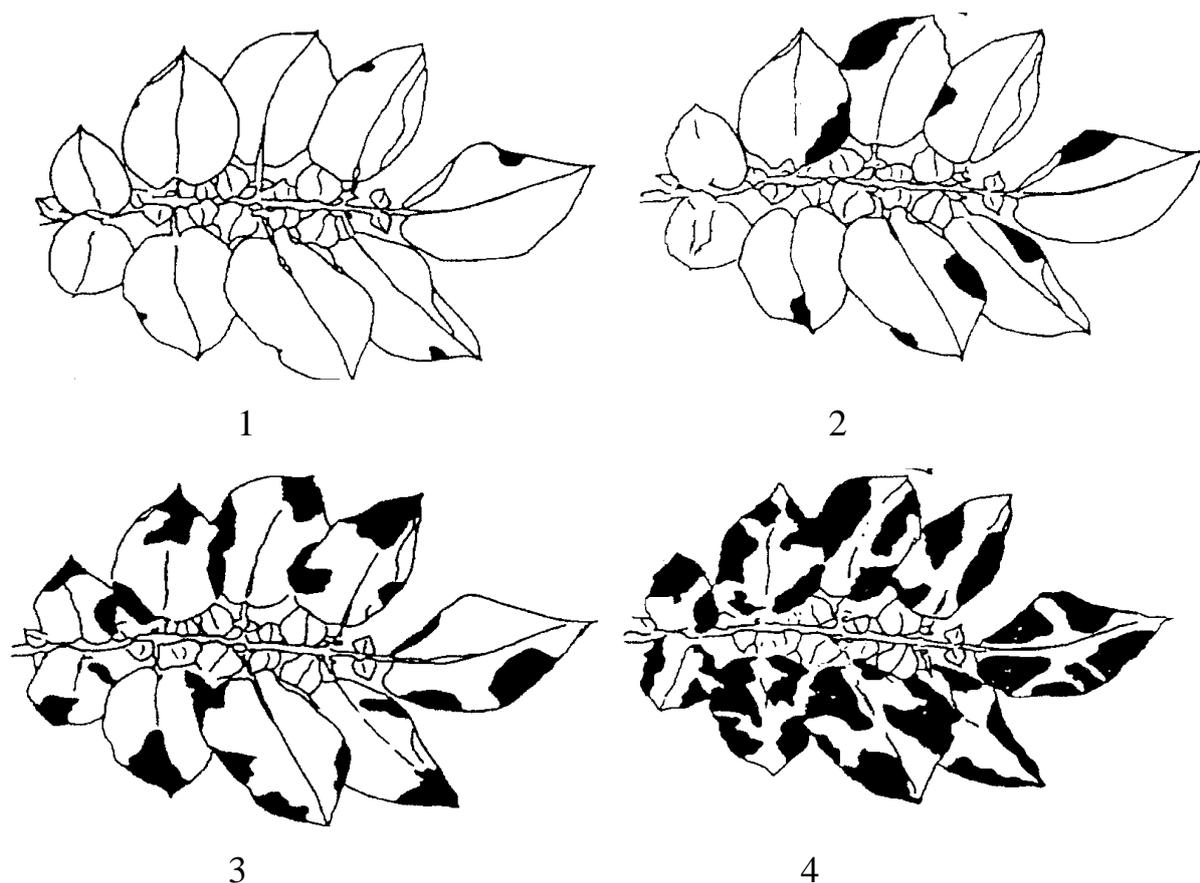


Рисунок 4 – Шкала для оценки степени поражения растений фитопфторозом

- 0 – отсутствие поражения;
- 1 – поражено до 10% поверхности листьев;
- 2 – от 11 до 25%;
- 3 – от 26 до 50%;
- 4 – поражено свыше 50%;
- 5 – отмирание всей поверхности листьев.

Учеты заселенности посадок картофеля колорадским жуком начинали с фазы появления всходов. Их проводили один раз в декаду, а с момента массового отрождения личинок вредителя – один раз в пятидневку с целью определения сроков выполнения защитных мероприятий.

Учеты численности и поврежденность растений колорадским жуком проводились 5 раз в вегетационный период по 50-и растениям в шахматном порядке на каждой делянке, начиная с фазы появления всходов. В эти же сроки учитывались число яйцекладок на каждом растении и личинок жука первого поколения. При

достижении ЭПВ учеты проводились до обработки, затем на 3-й, 7-й, 14-й, 21-й и 28-й день после нее [129].

Заселенность растений картофеля определяли по формуле [120]:

$$P = n \cdot 100 / N \quad (3);$$

Где:

P – общая заселенность, %;

n – количество заселенных растений, экз.;

N – количество обследованных растений, экз.;

Степень повреждения листовой поверхности картофеля колорадским жуком оценивали по шкале в баллах:

1 – повреждено до 5% поверхности листьев;

2 – повреждено от 6 до 25% поверхности листьев;

3 – повреждено от 26 до 50% поверхности листьев;

4 – повреждено от 51 до 75% поверхности листьев;

5 – повреждено более 75% поверхности листьев.

Биологическую эффективность инсектицидов определяли по снижению численности фитофага относительно исходной с поправкой на контроль по формуле Эббота [120]:

$$\mathcal{E} = K - B / K \cdot 100 \quad (4);$$

Где:

Э – биологическая эффективность инсектицида, %;

K – численность вредителя до обработки;

B – численность вредителя на варианте на дату учета.

Учет численности тли проводили в те же сроки, что и колорадского жука. С 50 кустов отбирали по 2 листа произвольно с разных ярусов и вели подсчет имаго и личинок тли. Одновременно подсчитывали количество кустов, заселенных тлями, независимо от их численности и выражали в процентах к числу осмотренных.

Мониторинг личинок жуков-щелкунов и чернотелок, а также гусениц озимой совки осуществляли экспресс-методом [129].

2.4.5 Определение биологической эффективности гербицидов

Для комплексной оценки биологической и хозяйственной эффективности гербицидов и механических окучиваний в сочетании с фунгицидными и инсектицидными обработками в период вегетации они накладывались на варианты полевого опыта.

Расход рабочей жидкости при внесении препаратов до всходов культуры из расчета 300 л/га, по вегетации – 250 л/га.

Учет засоренности проводили количественно-весовым методом на 4-х «скользящих» учетных площадках по 0,25 м² [119].

1-й учет – исходная засоренность;

2-й учет – через 30 дней после обработки гербицидами;

3-й учет – через 45 дней после обработки гербицидами;

4-й учет – перед уборкой урожая.

Масса сорных растений определялась через 30 и 45 дней после обработки гербицидами.

Биологическую эффективность применения гербицидов рассчитывали по отношению к контролю [119] по формуле:

$$\mathcal{E} = (K - B) / K \cdot 100, (5)$$

где: \mathcal{E} – биологическая эффективность гербицида, %;

K – количество или масса сорняков в контроле, экз./м² или г/м²;

B – количество или масса сорняков в варианте с гербицидом, экз./м² или г/м².

В течение всего периода проведения опыта проводили глазомерные наблюдения за состоянием культурных растений для выявления признаков их повреждения гербицидами. Основными параметрами, на которые обращали внимание: изменение окраски растений, появление пятен, «ожогов» и деформаций на их

надземных частях, замедление роста растений и нарушение сроков прохождения ими фаз развития.

Внесение средств защиты растений в полевом опыте в период вегетации проводилось ранцевым опрыскивателем «Solo 425» с 1,5 м штангой (Рисунки 5 и 6).



Рисунок 5 – Внесение гербицидов ранцевым опрыскивателем «Solo 425» по вариантам опыта после проведения окучивания до всходов культуры



Рисунок 6 – Внесение средств защиты растений ранцевым опрыскивателем «Solo 425» по вариантам опыта в период вегетации культуры

Исследования по определению содержания остаточных количеств гербици-

да *Просульфокарб* в образцах картофеля проведены в Испытательном лабораторном центре ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф.Эрисмана» Роспотребнадзора (отчет представлен в Приложении О стр. 160). Исследования по определению содержания остаточных количеств гербицидов *Римсульфурон* и *Метрибузин* в образцах картофеля проведены методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ- детектором в Центре биологической регламентации пестицидов ВИЗР (отчеты представлены в Приложении П стр. 166 и в Приложении Р стр. 169).

Математическую обработку полученных урожайных данных полевых опытов осуществляли методом дисперсионного анализа [118] с использованием компьютерной программы.

В качестве комплексного показателя влаго- и тепло обеспеченности использовали гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК). Его расчет проводили по формуле [12]:

$$K = R \cdot 10 / \Sigma t \text{ (6);}$$

Где:

R – сумма осадков в миллиметрах за период с температурами выше 10°C;

Σt – сумма температур (°C) за то же период.

Уборка и учет урожайности проводился при полном созревании растений картофеля на каждой делянке. Товарные и нетоварные клубни отбирались и взвешивались отдельно.

Структурный анализ урожая (выход товарных и стандартных клубней) проводили на каждой делянке с площади 4,2 м².

2.4.6 Расчет экономической эффективности технологических схем защиты картофеля от вредных организмов

Основным условием для получения экономического эффекта от защитных мероприятий является превышение стоимости сохраненной продукции (за счет снижения потенциальных потерь) в денежных единицах над затратами на проведение обработки: $У_{сх} \text{ (руб./га)} > З_{щ} \text{ (руб./га)}$ [43, 202]. Чем выше величина сохра-

ненной продукции над затратами, тем больше условно чистый доход и рентабельность защитного мероприятия.

В полевом опыте, когда есть контрольный вариант без обработки, величина сохраненного урожая в денежных единицах равна:

$$Y_{\text{сх (руб. га)}} = (Y_{\text{В}} - Y_{\text{К}}) \cdot Ц \cdot Э_{\text{Б}}, \quad (7);$$

Где:

$Y_{\text{В}}$ и $Y_{\text{К}}$ урожайность в варианте с обработкой и без обработки (контроль);

$Ц$ – цена реализации;

$Э_{\text{Б}}$ – биологическая эффективность.

Затраты на обработку ($Z_{\text{щ}}$) складываются из стоимости фитосанитарного обследования ($Z_{\text{ф}}$), стоимости гектарной нормы препарата ($Z_{\text{п}}$), стоимости обработки клубней и опрыскивания ($Z_{\text{о}}$), стоимости уборки, транспортировки и доработки сохраненного урожая ($Z_{\text{у}}$), а также других затрат ($Z_{\text{и}}$), если они есть: $Z_{\text{щ}} = Z_{\text{ф}} + Z_{\text{п}} + Z_{\text{о}} + Z_{\text{у}} + Z_{\text{и}}$.

Условно чистый доход находиди вычитанием: $D_{\text{у}} = Y_{\text{сх}} - Z_{\text{щ}}$. (8);

Рентабельность обработки рассчитывали по формуле:

$$P_{\text{н}}\% = \frac{Y_{\text{сх}} - Z_{\text{щ}}}{Z_{\text{щ}}} \cdot 100, \quad (9)$$

Окупаемость затрат равна: $O_{\text{з}} = \frac{Y_{\text{сх}}}{Z_{\text{щ}}}$ (10);

Экономическая оценка применения препаратов проводилась с учетом кратности обработок.

Вследствие использования вариантов с механическими обработками (окучивание культуры) проводился более расширенный анализ затрат, с учетом расхода топлива, амортизации техники, оплаты труда и других экономических показателей.

3. ФИТОСАНИТАРНАЯ ОБСТАНОВКА В АГРОЦЕНОЗЕ КАРТОФЕЛЯ

Регулярный мониторинг фитосанитарного состояния агроэкосистем необходим для выявления вредных организмов, учета плотности их популяций, степени развития и распространения, корректной оценки фитосанитарной ситуации и принятия оперативного решения [66, 155, 176].

3.1 Зараженность семенного материала картофеля фитопатогенами

Одним из первостепенных условий получения высоких и стабильных урожаев является использование высококачественного посадочного материала [102, 155, 186]. Семенной картофель должен иметь не только стандартный размер и соответствующую форму клубней, но и быть не зараженным выше допустимых норм грибной, бактериальной и вирусной инфекцией. Без выполнения этих условий эффективность защитных мероприятий существенно снижается. В оптимальном случае он не должен нести существенный инфекционный потенциал, тем более превышать установленные требования ГОСТ 33996-2016 [44].

Наши исследования посадочного материала картофеля из различных хозяйств Центрального Черноземья позволили выявить, что семенные клубни, поступающие для выращивания картофеля, не всегда соответствуют необходимым требованиям [152, 154, 155, 157].

Анализ семенного картофеля сорта Жуковский ранний (I – репродукция) показал, что он имел не высокий инфекционный потенциал (Таблица 3).

Таблица 3 – Зараженность возбудителями болезней семенных клубней картофеля сорта Жуковский ранний (I – репродукция), Елецкая опытная станция по картофелю

Виды болезней	Процент пораженной площади клубня				P _%	R _%
	1	5	10	30		
Ризоктониоз	87	19	-	-	53	0,9
Фузариозная столонная гниль	-	-	-	-	1	-
Мокрая гниль	-	-	-	-	0,5	-

Из данных таблицы следует, что ризоктониоз на клубнях картофеля, несмотря на высокую распространенность (53%), имел слабое развитие (0,9%). Это заболевание учитывается при развитии от 10% и более поверхности клубней. Существенно меньше требований, предъявляемых к семенному картофелю, была зараженность мокрыми гнилями (1% ~ 1%) и сухими фузариозными гнилями (1% ~ 1%).

Симптомы проявления болезней на клубнях картофеля представлены на Рисунках 7-9.



Рисунок 7 – Симптомы парши обыкновенной на клубнях картофеля



Рисунок. 8– Симптомы парши серебристой на клубне картофеля

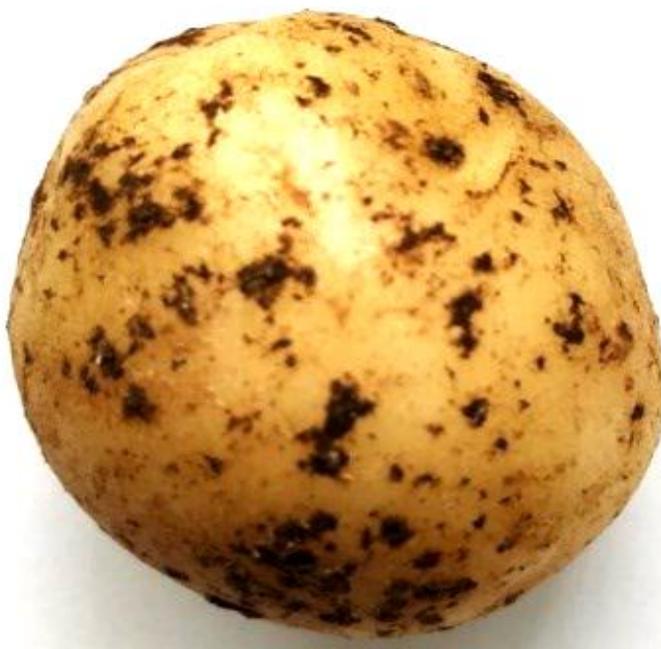


Рисунок 9 – Симптомы ризоктониоза на клубне картофеля

По данным клубневого анализа уровни пораженности семенных клубней патогенами сорта Лабадиа (I – репродукция), использованных в дальнейшем для посадки не превышали требований, устанавливаемых ГОСТ 33996-2016 (Таблица 4). Тем не менее, были отмечены мокрые гнили (0,5%), которые также не превышали показателей, предъявляемых к стандарту (1%).

Таблица 4 – Зараженность возбудителями болезней семенных клубней картофеля сорта Лабадиа (I – репродукция)

Виды болезней	P%	R%
Парша серебристая	10	8
Парша обыкновенная	7	3
Ризоктониоз	5	2
Мокрая бактериальная гниль	0,5	-

Клубневой анализ семенного материала картофеля сорта Ред Скарлетт (I репродукция) в 2020 г. показал, что уровень зараженности болезнями не превышал допуски ГОСТ для РСІ. Несмотря на широкую распространенность парши сереб-

ристой (до 50%) и ризоктониоза на клубнях (до 87%) развитие болезней не превысило 1/3 поверхности клубней для парши серебристой и 1/10 для ризоктониоза. Тем не менее, размер клубней по наибольшему поперечному диаметру оказался значительно меньше допуссаемого ГОСТ 33996-2016.

Семенной материал сорта Ред Скарлетт (Елецкая опытная станция по картофелю), представленный как элита, фактически не соответствовал требованиям, предъявляемым ГОСТ 33996-2016 по зараженности болезнями. Это касается, прежде всего, наличия мокрой гнили в семенном материале, количество которой существенно превышало установленный для этой категории процент.

Результаты клубневого анализа сорта Маяк (I – репродукция), проведенного перед закладкой деляночного опыта, выявили достаточно высокие уровни распространенности поверхностной инфекции, а также наличие мокрой гнили (Таблица 5).

Таблица 5 – Пораженность болезнями семенных клубней картофеля сорта Маяк (I – репродукция)

Наличие клубней, пораженных болезнями	P%	R%
Парша серебристая	15	>1/3
Парша обыкновенная	3	до 1/3
Ризоктониоз	2	до 1/4
Мокрая бактериальная гниль	0,7	-

Примечание – R% площадь пораженной поверхности клубней

Количественные требования, устанавливаемые ГОСТ 33996-2016 по площади пораженной поверхности, были превышены по парше серебристой, но при этом мягких или сильно сморщенных клубней не наблюдалось. По числу мокрых гнилей (0,7%) стандарт не был превышен (1%).

Все выявленные превышения по зараженности возбудителями болезней являются причиной ослабления ростовых процессов, снижения продуктивности, ухудшения фитосанитарного состояния посадок, что, в конечном итоге, отражается на экономических показателях производства культуры.

Проблема усугубляется еще и тем, что в процессе вегетации происходит по-

степенное накопление инфекции, включая семенные клубни высоких репродукций. Причем этот процесс может идти достаточно интенсивно. Все это вызывает необходимость применения эффективных средств защиты для обработки клубней как низких, так и высоких репродукций [155].

При уровнях зараженности клубней патогенами, которые не превышают требования, устанавливаемые ГОСТ, открываются возможности применения биологических фунгицидов для обеззараживания семенного материала.

3.2 Фитофтороз и альтернариоз в посадках картофеля в период вегетации

Распространенность и развитие фитофторозно-альтернариозного комплекса на растениях картофеля в достаточно сложных гидротермических условиях вегетационных периодов лет исследований (Таблица 6).

Таблица 6 – Распространенность и развитие фитофторозно-альтернариозного комплекса в контроле по фазам культуры в период вегетации картофеля

Годы	распространенность R, %		развитие R, %		ГТК май-август
	цветение	созревание	цветение	созревание	
2019	10	24	4,3	13,5	0,38
2020	10	24	5	12	0,63
2021	1,0	5	0,01	2	0,71
2022	2	7	0,7	1,7	1,21
2023	0,1	10	0,1	0,3	1,11

Вследствие высоких температур и дефицита осадков 2019 года наблюдалось не только ослабление ростовых процессов, но и сдерживание проявления листовых болезней. В фазу бутонизации симптомов фитофтороза и альтернариоза не отмечено. Выпавшие в начале июля осадки способствовали проявлению болезней. Первые признаки фитофтороза проявлялись на нижних листьях куста картофеля в виде небольших расплывчатых пятен бурого цвета, окаймленных светло-зеленой

зоной.

На стеблях и черешках листьев образуются продольные бурые загнивающие пятна или штрихи. В местах поражения образуются перетяжки, что приводит к изломам черешков листьев и стеблей.

Симптомы альтернариоза сначала проявляются на нижних, а затем и на верхних листьях, черешках и стеблях в виде сухих коричневых пятен, как правило, в форме концентрических кругов или «мишени».

К фазе цветения распространенность фитофторозно-альтернариозного комплекса в контроле составила 10,1%, а развитие – 4,3%. Более высокие уровни распространенности (23-25 %) и развития (11-16 %) были отмечены только в период созревания картофеля.

Погодные условия мая 2020 г. отличались обильными осадками и невысокими температурами (на 3-7°C ниже средних многолетних). В отличие от погодных условий мая первый летний месяц, особенно во второй его половине осадки практически отсутствовали, и это происходило при высоких дневных температурах воздуха. В III-декаде июня температуры соответствовали средним многолетним, но количество осадков оставалось в дефиците. Такая же картина с осадками повторилась во II-декаде июля, что способствовало преждевременному процессу созревания растений и сдерживало распространенность и развитие листовых болезней. К концу II-декады июля началось созревание растений картофеля. К началу третьей декады июля уровни распространенности в контрольном варианте составили 23-25%, развитие болезни – 11-13%. Учитывая начавшийся процесс созревания, такие низкие уровни развития не могли оказать какого-либо негативного влияния на продуктивность картофеля. В III-декаде июля наблюдалось некоторое увеличение показателей распространенности и развитие фитофторозно-альтернариозного комплекса, которое проходило на фоне естественного усыхания листьев и созревания растений картофеля.

Погодные условия вегетационного периода 2021 года способствовали росту и развитию растений картофеля. Прошедшие во 2-ой декаде июня осадки значительно превысили многолетнюю норму, что следовало расценивать как фактор

вероятного нарастания болезней листьев. К началу июля общее состояние растений на опытных участках оценивалось как хорошее (по 5-бальной шкале), чему способствовали, прежде всего, выпавшие ранее осадки. Дальнейшее резкое повышение дневных температур (до 30°C и выше) и отсутствие осадков исключало сильное проявление листовых болезней – фитофтороза и альтернариоза, распространенность и развитие которых к середине июля составило 1,0 и 0,01% соответственно. К концу 2-декады июля ситуация в отношении болезней листьев мало изменилась – 1-3% развития, при распространенности 4-6%. Стали заметны негативные признаки пожелтения и увядания листьев растений, связанные, прежде всего, с повышенными температурами воздуха и отсутствием осадков.

Погодные условия вегетации 2022 г можно охарактеризовать как контрастные. В мае отмечались пониженные температуры и повышенная влажность. Общее состояние растений по 5-бальной шкале оценивалось как хорошее (в среднем 4,8 балла). Июнь характеризовался умеренными температурами с периодическим выпадением осадков, что благоприятствовало росту и прохождению фаз онтогенеза картофеля. В это же время на нижних листьях проявились слабые признаки побурения тканей, обусловленные наличием инфекции, благоприятным температурным и влажностным периодом (Рисунок 10). С 25 июня установилась жаркая (до 30°C) и сухая погода. В первую декаду июля температуры превысили средние многолетние, отсутствовали осадки. Такие погодные условия остановили нарастание фитофторозно-альтернариозного комплекса на листьях. С 15 июля понижаются температуры воздуха и выпадают обильные осадки, что сохраняется до конца вегетации и замедляет созревание растений. Тем не менее, и к уборке урожая развитие фитофторозно-альтернариозного комплекса оставалось слабым (1,6-2%).

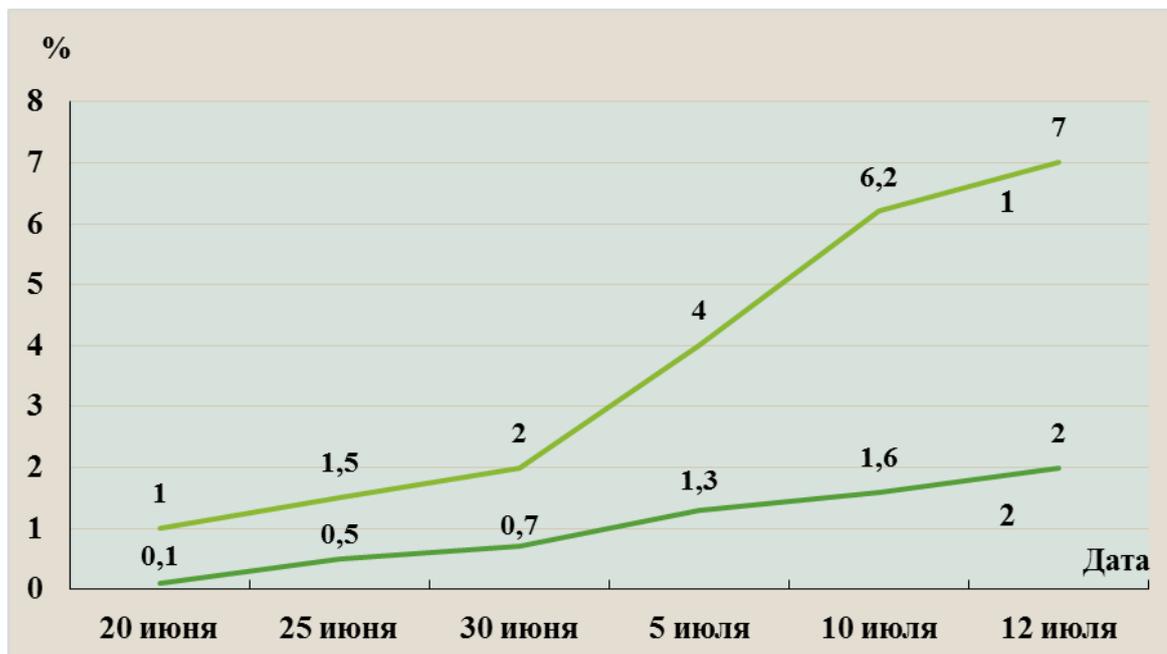


Рисунок 10 – Динамика распространённости (1) и развития (2) фитопфторозно-альтернариозного комплекса в период вегетации картофеля сорта Лабадия (2022 г.)

Обильные осадки конца июня – начала июля 2023 г. оказались благоприятными не только для роста и закладки клубней, но и для развития болезней листьев. В фазу цветения в контрольных вариантах отмечены первые признаки фитопфтороза. Распространённость и развитие заболевания постепенно увеличивались. Так, если в фазу «цветения» эти показатели оценивались в 0,1%, то в фазу «начало созревания» уже 10,3 и 0,3% соответственно, а в фазу «созревания» – 25 и 3,5%.

Наши данные мониторинга развития и распространённости фитопфторозно-альтернариозного комплекса согласуются с опубликованными ранее исследованиями [41, 57, 136-140, 202, 226, 227] в этой области.

Установлена тесная обратная корреляционная зависимость распространённости болезней от влаго- и тепло обеспеченности культуры в 2019-2023 гг. в фазу цветения культуры (Рисунок 11) и в фазу начала созревания картофеля (Рисунок 12).

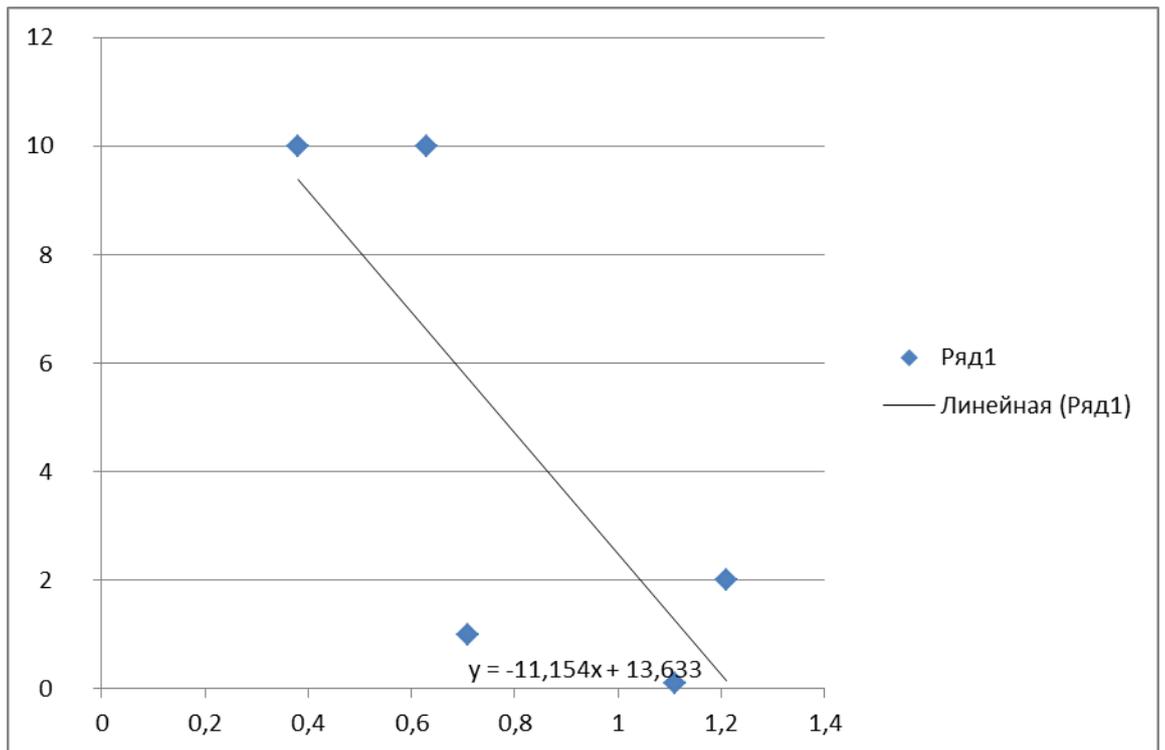


Рисунок 11 – Корреляционная зависимость распространенности болезней в фазу цветения культуры от влаго- и тепло обеспеченности в 2019-2023 гг. (коэффициент корреляции – (-0,78)

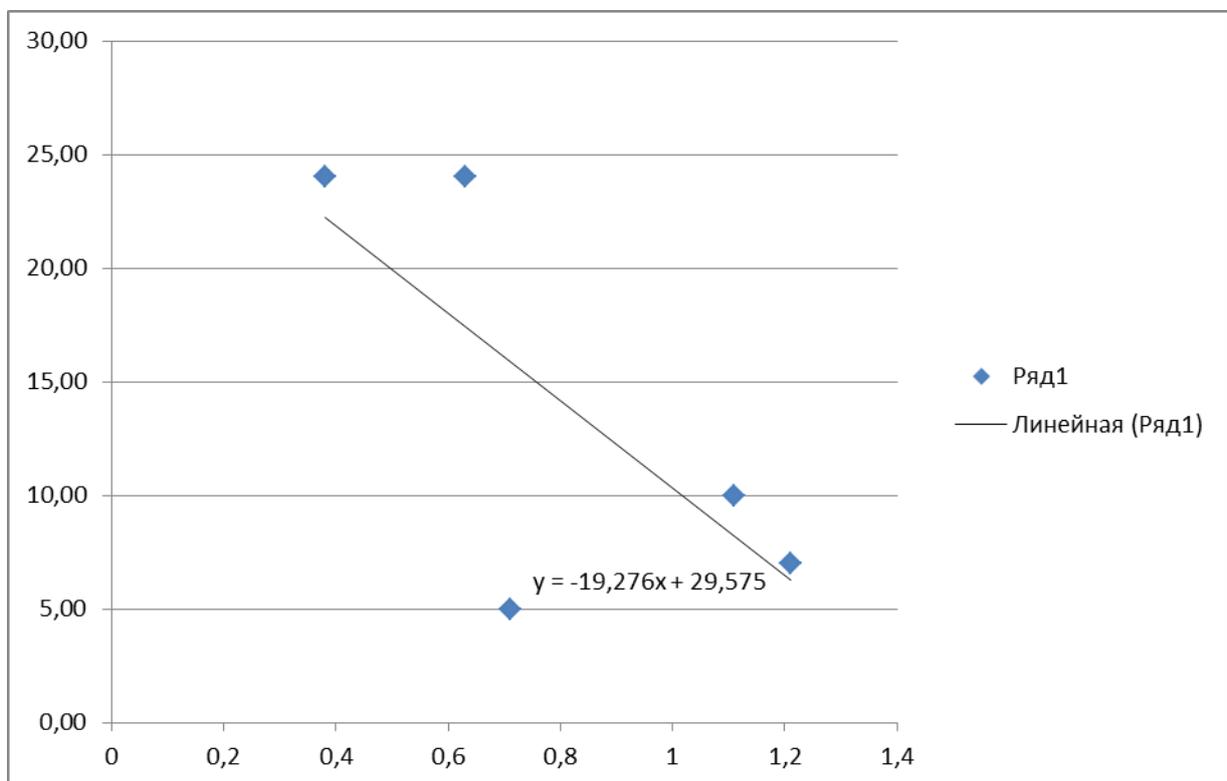


Рисунок 12 – Корреляционная зависимость распространенности болезней в фазу начала созревания культуры от влаго- и тепло обеспеченности в 2019-2023 гг. (коэффициент корреляции – (- 0,72)

Тесная обратная корреляционная зависимость развития болезней от влаго- и тепло обеспеченности культуры в 2019-2023 гг. установлена также в фазу цветения культуры (Рисунок 13) и в фазу начала созревания картофеля (Рисунок 14).

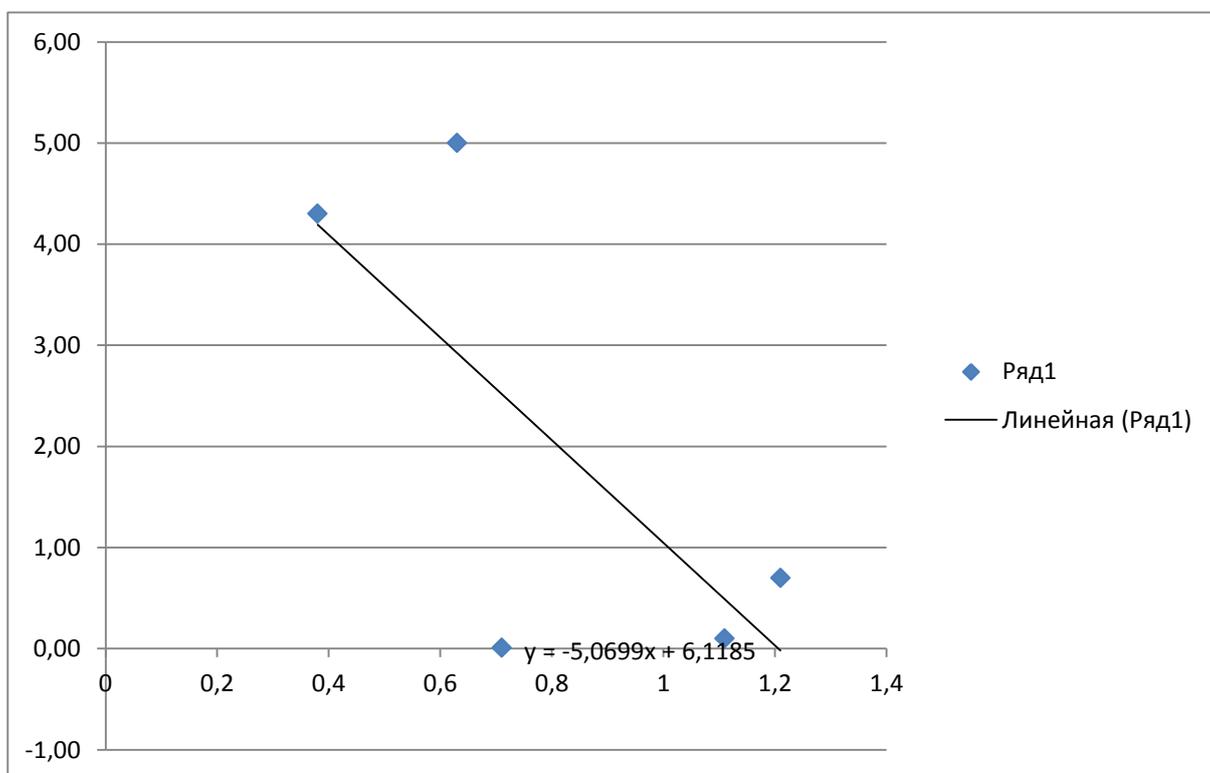


Рисунок 13 – Корреляционная зависимость распространенности болезней в фазу цветения культуры от влаго- и тепло обеспеченности в 2019-2023 гг. (коэффициент корреляции – (-0,72))

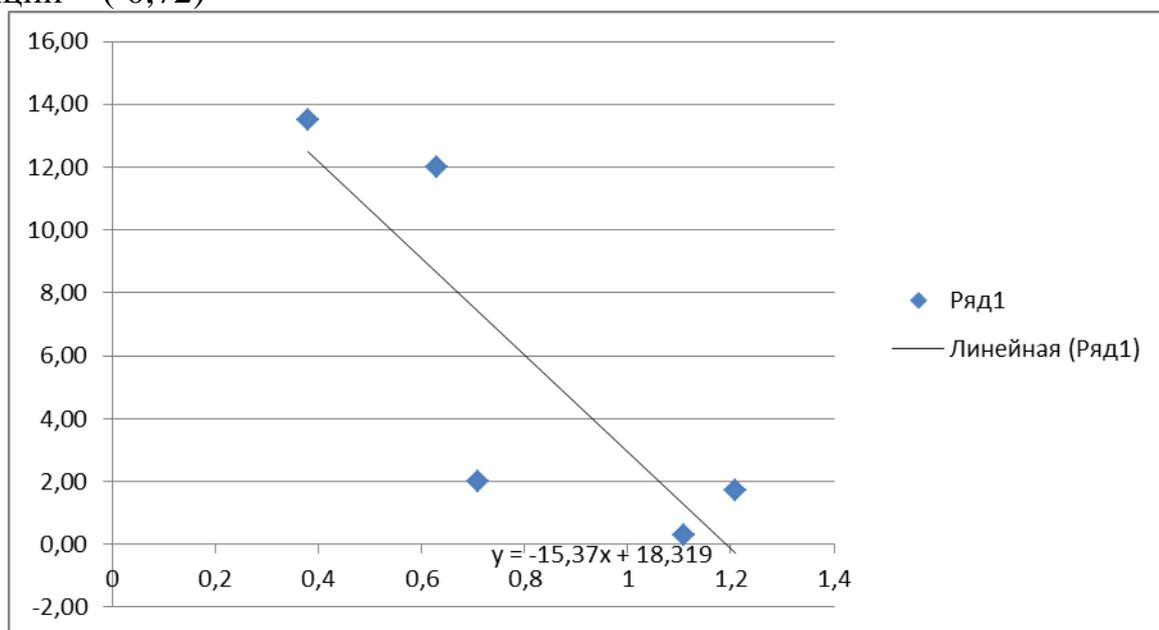


Рисунок 14 – Корреляционная зависимость развития болезней в фазу начала созревания культуры от влаго- и тепло обеспеченности в 2019-2023 гг. (коэффициент корреляции – (-0,84))

Таким образом, в годы исследований не отмечено высокой степени распространенности и развития фитофтороза и альтернариоза в посадках картофеля. Патологический процесс сдерживался высокими температурами и дефицитом осадков. Более высокие уровни распространенности (23-25%) и развития (11-16%) отмечались только в период созревания картофеля. При слабом уровне распространенности и развития этих заболеваний в складывающихся погодных условиях они не имели практического значения.

3.3 Видовой состав и численность фитофагов в агроценозе картофеля

Мониторинг агроценоза картофеля позволил установить видовой состав и численность видов фитофагов (Таблица 7).

Таблица 7 – Видовой состав и численность фитофагов в агроценозе картофеля в годы исследований (2019-2023 гг)

Виды фитофагов	Численность фитофагов	Экономический порог вредоносности (ЭПВ)
Колорадский жук	3,7-25,2 экз./растение	10-20 личинок на куст при 5-10% заселенных растений
Личинки шелкоунов и чернотелок	0,3 личинки/м ²	до посадки 5 личинок/м ²
Озимая совка	0,0	5-10 гусениц/м ²
Тли	0,0	-

В течение всех лет наших исследований из фитофагов на опытных посадках картофеля имел экономическое значение только колорадский жук. Численность проволочников и ложнопроволочников не достигала экономического порога (ЭПВ). Гусениц озимой совки и характерных типов ее повреждения клубней картофеля нами не обнаруживались в течение всех лет исследований. Не получили распространения в посадках картофеля и виды тли, что было обусловлено с одной стороны – удаленностью опытного поля от потенциальных мест зимовки вредителя, а с другой – неблагоприятными погодными условиями для распространения

тлей: низкими в апреле, мае среднесуточными температурами воздуха, а также засушливым периодом в фазу бутонизации-цветения культуры.

3.3.1 Особенности фенологии колорадского жука и сезонной динамики его численности в посадках картофеля

Одним из наиболее вредоносных объектов на картофеле является колорадский жук. Колорадский жук обладает феноменальной экологической пластичностью, высокой степенью адаптационного полиморфизма на генетической основе и широкими пределами индивидуальных норм реакций на условия окружающей среды [145]. По нашим данным [158, 159] (Рисунок 15) за последние годы фенология колорадского жука изменилась. Выход жука из зимовки стал более растянутым, увеличился срок откладки яиц самками первой и второй генераций и, как следствие, продолжительность личиночных стадий. В многолетнем аспекте динамики популяция данного вредителя стала появляться на посадках в более поздние сроки, распределяясь по полю группами, на листьях наблюдается снижение числа откладываемых самками яиц. К обычным срокам до начала проведения защитных обработок (уровень ЭПВ) количество имаго и личинок на растениях уменьшалось до 4 раз. В последние годы в посадках картофеля не наблюдается резких всплесков численности колорадского жука до 40 и более экз. на растение со 100% заселением к фазе всходов в начале июня, что было свойственно этому вредителю ранее.

В условиях 2019 года колорадский жук имел 2 разделенные генерации. Особый интерес представляет формирование популяции имаго 1-го поколения, выходящего из зимовки. Наблюдение за процессом заселения фитофагом посадок картофеля показало, что этот процесс начинался с момента появления всходов (15.05). К 23.05 численность вредителя составила 0,8 имаго на куст. Поведение имаго, выходящего из зимовки в условиях 2019 г., указывает на наличие как минимум двух различающихся фенологических групп вредителя, первая из

которых выходит из зимовки и заселяет посадки раньше, а вторая группа соответственно позже.

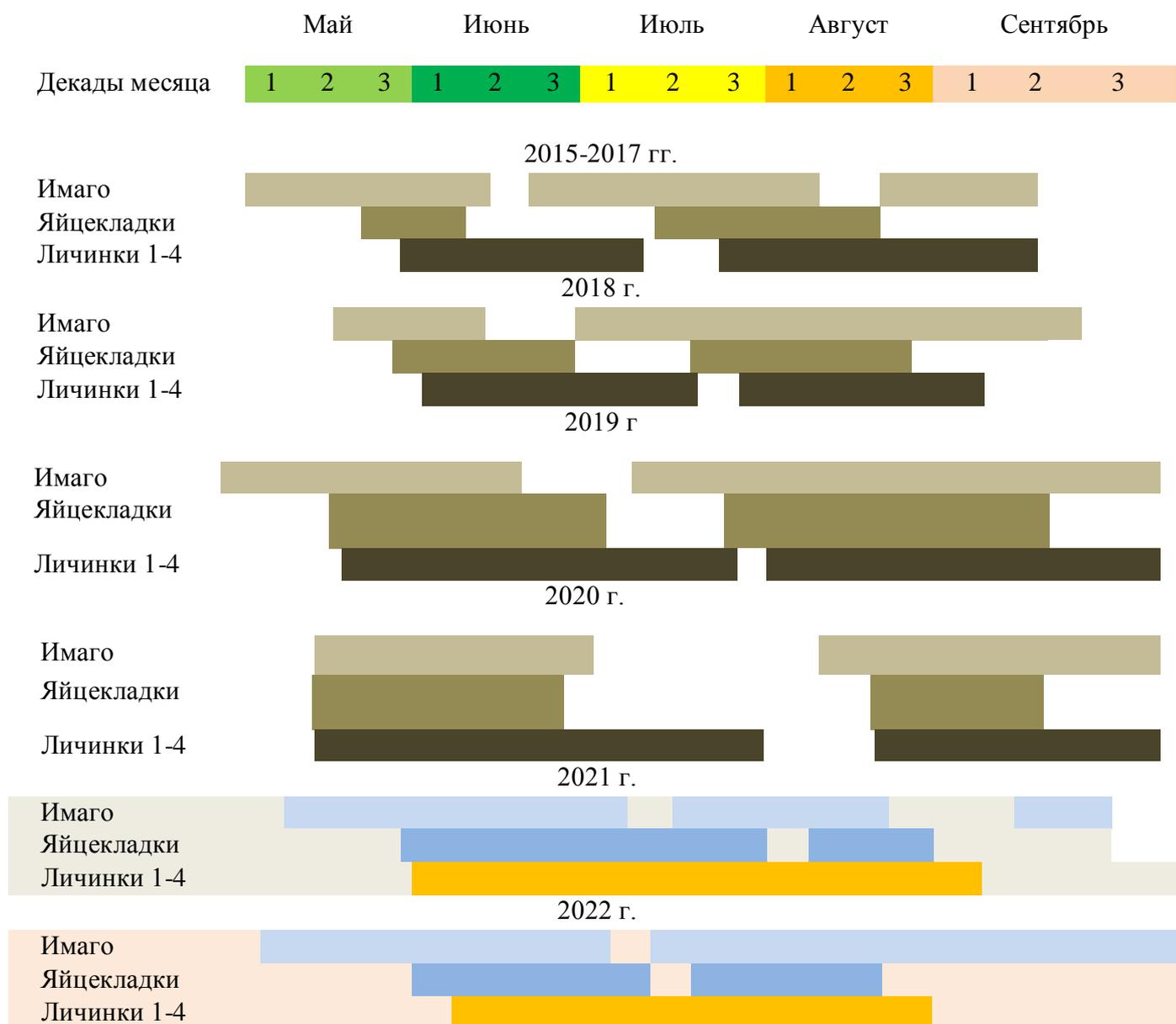


Рисунок 15 – Особенности фенологии популяции колорадского жука (Рамонский район, Воронежская область)

В вегетационном периоде 2020 года первые имаго колорадского были обнаружены только 11 мая, что гораздо позднее обычных сроков. Жук сформировал две генерации, причем 2-я по численности была значительно меньше, вышедшей из зимовки. Вероятно, большая часть популяции вредителя сформировала только первую генерацию. Первые отродившиеся личинки были

отмечены 10 июня, а уже 12.06 численность личинок на контрольных делянках составила 1,2 экз./растение (наблюдались личинки только 1-го возраста). К 15 июня численность личинок достигла порога вредоносности – 4,7 экз./растение при 38% заселенности культуры. К этому моменту на делянках наблюдались все стадии развития колорадского жука. Численность личинок варьировала от 3,7 до 5,6 экз. на растение, но уже на 3-й день на контроле наблюдалась максимальная численность вредителя – 25,2 личинки на растение при более чем 90% их заселенности. Личинки первого возраста питались на контрольных растениях до середины третьей декады июня, что можно считать окончанием срока их отрождения из яйцекладок.

В 2021 г. неравномерный температурный и влажностный режим апреля-мая способствовал удлинению времени появления всходов и заселения зимующими стадиями колорадского жука. В зависимости от сроков посадки появление имаго и яйцекладок на всходах варьировало от 10 до 20 дней. На опытных посадках первые яйцекладки отмечены в начале I декады июня, а личинки колорадского жука – в конце I, начале II декады июня.

В прохладных и влажных условиях вегетации 2022 г. перезимовавшие имаго, как и в 2021 году продолжительно выходили из зимовки, начиная с первой декады мая и до конца июня. Вредитель развивался в 2 поколениях и присутствовал на растениях и послеуборочных остатках со 2-й декады июля до конца сентября.

Погодные условия вегетационного периода 2023 г. не способствовали значительному росту популяции данного вредителя. Максимальная численность личинок (9 экз./куст) на контроле была достигнута в первой генерации 21 июня (Рисунок 16).

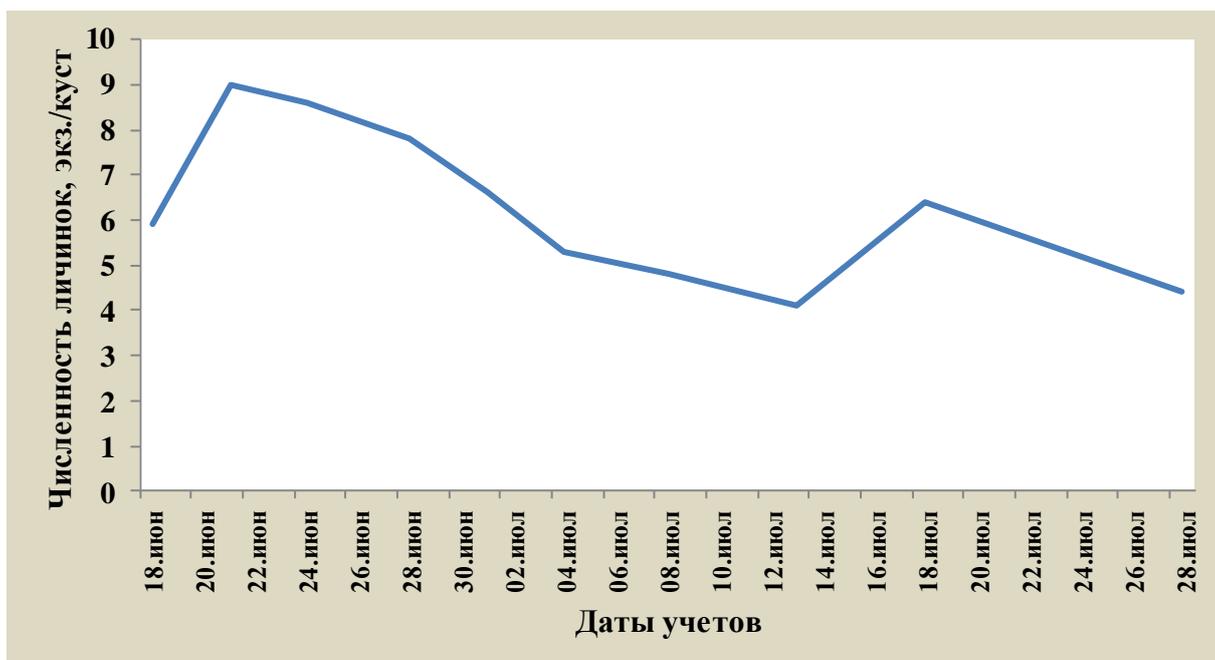


Рисунок 16 – Динамика численности личинок колорадского жука на контрольных участках в 2023 г.

После чего на фоне снижения численности имаго, наблюдался рост численности яйекладок фитофага. При рассмотрении максимальной численности личинок в ретроспективе, то выясняется, что такая низкая численность фитофага наблюдается редко. Близкие показатели были отмечены нами лишь в 2018 году [155]. Это значительно снижает поврежденность растений и, соответственно, их вредоносность (Рисунок 17).

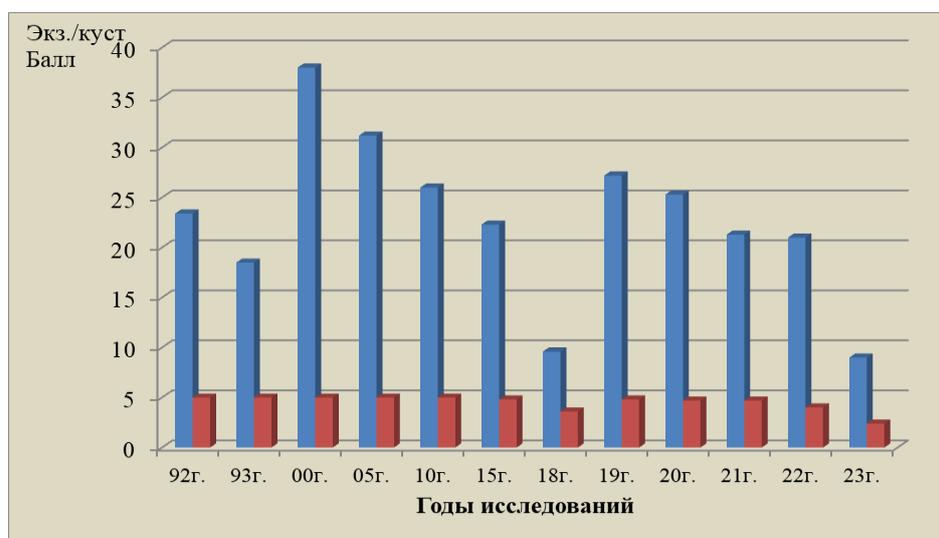


Рисунок 17 – Численность личинок и поврежденность растений в многолетнем аспекте (контроль)

Максимальная поврежденность растений колорадским жуком в контроле в погодных условиях 2023 года составила 2,4 балла.

3.4 Видовой состав и численность сорных растений в посадках картофеля

В результате мониторинга видового состава и численности сорных растений установлено, что в годы исследований в посадках картофеля они были представлены различными видами не паразитного типа (Таблица 8). Виды сорных растений относятся к разным классам растений (однодольные и двудольные), по продолжительности жизни – к под типам однолетники и двулетники, к биогруппам – однолетники (яровые ранние и яровые поздние), двулетники – факультативные (зимующие), многолетние двудольные. Данные мониторинга свидетельствуют о том, что в годы исследований в сложившихся погодных условиях вегетационных

Таблица 8 – Видовой состав и численность сорных растений, экз./м²

Виды сорных растений	Годы исследований				
	2019	2020	2021	2022	2023
однолетние злаковые яровые поздние сорные растения					
Щетинник сизый или малый, (мышей сизый, брица)	94,0	149,8	101,9	187,3	225,5
Ежовник обыкновенный (просо куриное, петушее просо)					
однолетние двудольные яровые ранние сорные растения					
Марь белая, марь обыкновенная	6,8	7,3	11,1	14,0	6,0
Горец вьюнковый, гречишка вьюнковая (повитель)	3,3	19,6	2,0	6,7	4,5
Горец шероховатый, гречишка развесистая (горчак, плюшка)	-	14,2	-	8,0	22,5
однолетние двудольные яровые поздние сорные растения					
Щирица запрокинутая (обыкновенная, колосистая, подснекольник, краснуха)	33,9	14,4	29,0	19,3	29,0
однолетние зимующие сорные растения					
Аистник цикутовый (цапельник, журавельник)	-	2,4	2,0	-	2,0
Ярутка полевая	-	9,6	-	4,7	-
многолетние двудольные					
Бодяк полевой	-	-	1,3	2,0	9,5

периодов основными засорителями посадок картофеля были однолетние злаковые сорные растения – щетинник сизый и ежовник обыкновенный. Заметно меньше по численности на единице площади занимали однолетние двудольные виды: марь белая, щирица запрокинутая, горец вьюнковый, горец шероховатый, аистник цикоутовый, ярутка полевая и многолетние двудольные – бодяк полевой.

Засоренность посадок картофеля носила смешанный характер. В структуре сорной компоненты в годы исследований основную долю занимали однолетние злаки. Так, в 2019 г. доля злаков составляла 68,1%, в 2020 г. – 68,9%, в 2021 г. – 69,2%, в 2022 г. – 77,4%, а в 2023 г. – 75,4%.

Плотность популяций сорных растений в разные годы находилась в пределах от 138,0 до 299,0 экз./м², что по 5-ти балльной шкале оценивается баллом 5 (более 100 экз./м²) – очень сильная [202].

4. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ СРЕДСТВ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

4.1 Биологическая эффективность фунгицидов в отношении возбудителей фитофторозно-альтернариозного комплекса

Высокие температуры и дефицит влаги в вегетационный период 2019 года сдерживали проявления листовых болезней. В фазу бутонизации картофеля была проведена первая обработка растений биофунгицидами, которая носила, как анти-стрессовый, так и фитосанитарный характер. Выпавшие в начале июля осадки способствовали проявлению слабых симптомов болезней. К фазе цветения распространенность фитофторозно-альтернариозного комплекса в контроле составила 10,1%, а развитие – 4,3%.

Обработка растений биофунгицидом *Bacillus subtilis* в форме препарата БисолбиСан, Ж (*Bacillus subtilis* Ч-13, титр не менее 100 млн. КОЕ/мл), при норме расхода 2 л/га оказывала сдерживающее действие в отношении распространенности (Рисунок 18) и развития болезней листового аппарата (Рисунок 19), но значительно уступала в этом химическому фунгициду (эталон).

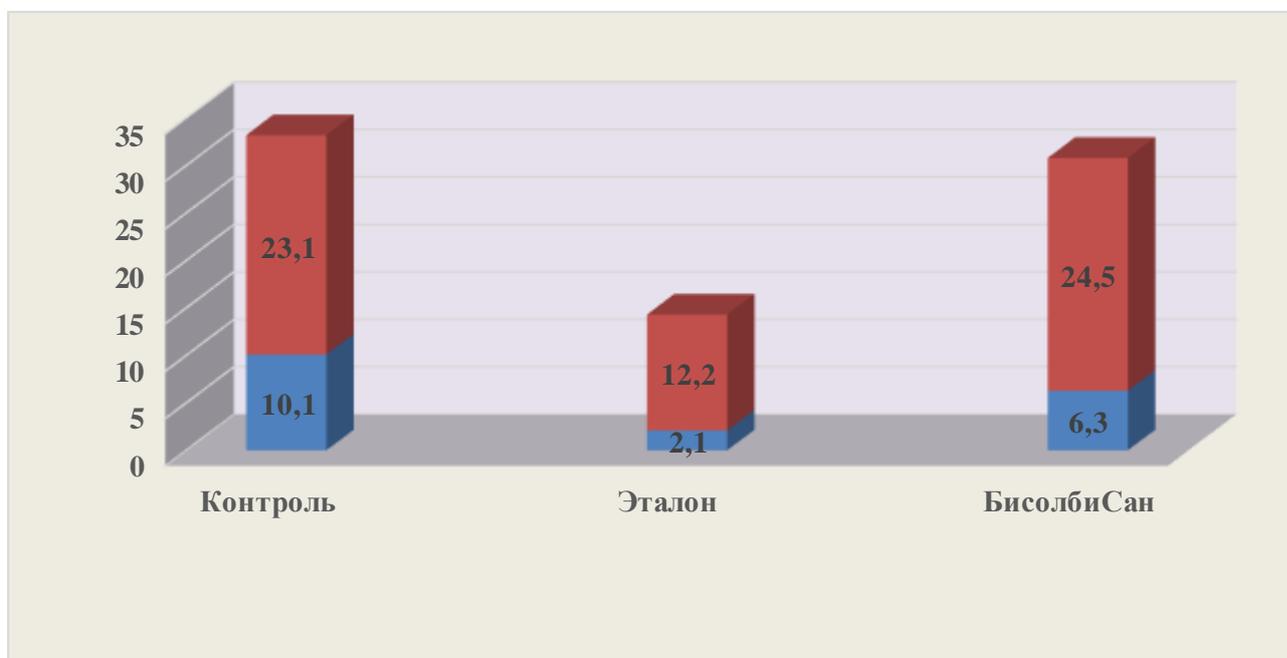


Рисунок 18 – Распространенность фитофторозно-альтернариозного комплекса (нижний ряд – цветение; верхний ряд – начало созревания) в период вегетации картофеля сорта Жуковский ранний (I репродукция) 2019 г.

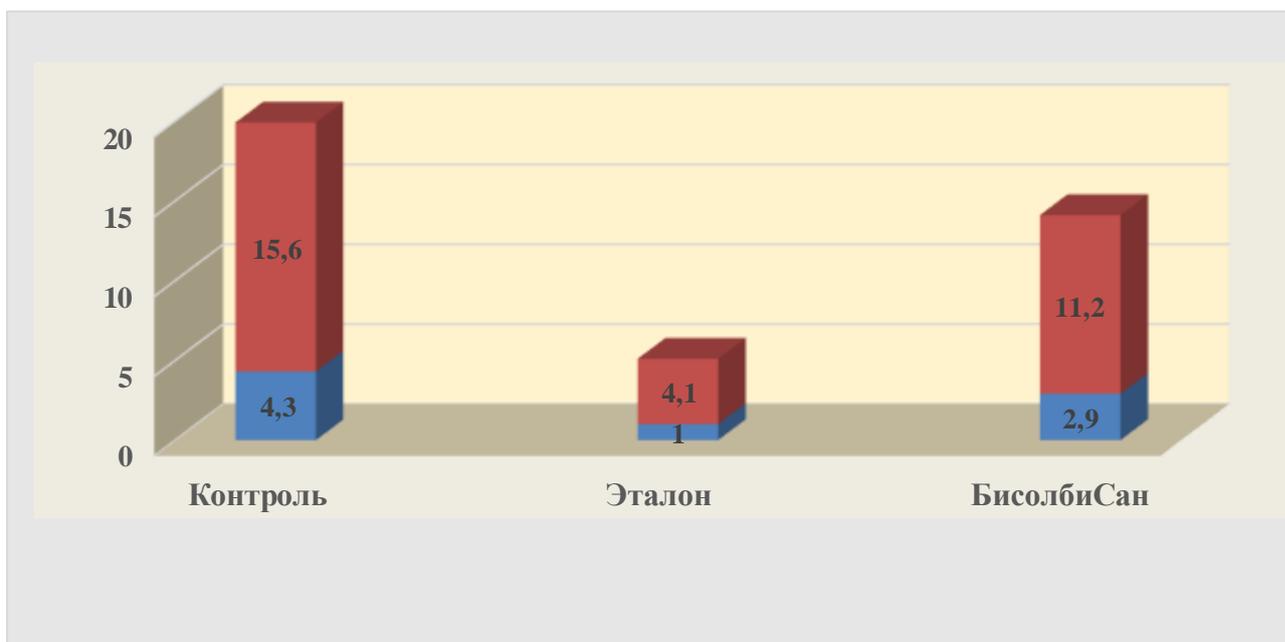


Рисунок 19 – Развитие фитофторозно-альтернариозного комплекса (нижний ряд – цветение; верхний ряд – начало созревания) в период вегетации картофеля сорта Жуковский ранний (I репродукция) 2019 г.

Так как растения картофеля вступили в фазу созревания, а развитие болезни было слабым в условиях продолжающейся засухи вторая обработка фунгицидами оказалась нецелесообразной.

В вегетационный период 2020 года высокие дневные температуры воздуха, и дефицит осадков в первый и второй летние месяцы способствовало преждевременному процессу созревания растений и сдерживало распространённость и развитие листовых болезней. К началу третьей декады июля уровни распространённости в контрольном варианте без обработки химическим фунгицидом (защищен инсектицидом) составила 25%, в варианте с биофунгицидом 23% (Рисунок 20) с обработкой химическим фунгицидом (эталон) – 18%, развитие болезни (Рисунок 21) – 13, 11% и 8% соответственно.

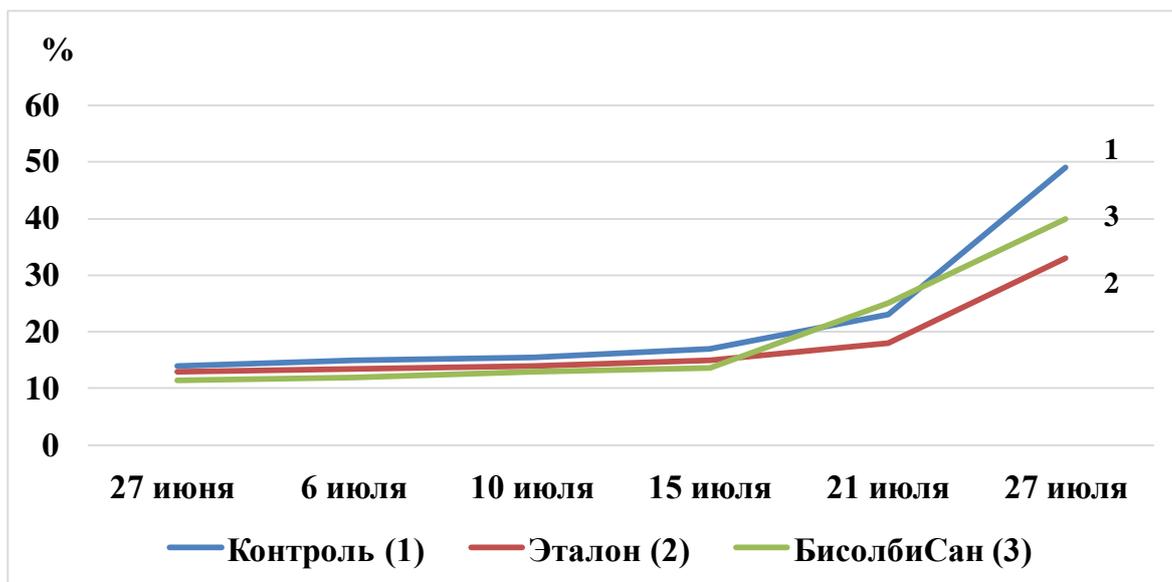


Рисунок 20 – Динамика распространности фитофторозно-альтернариозного комплекса в период вегетации картофеля сорта Ред Скарлетт (I репродукция) по вариантам опыта 2020 г.

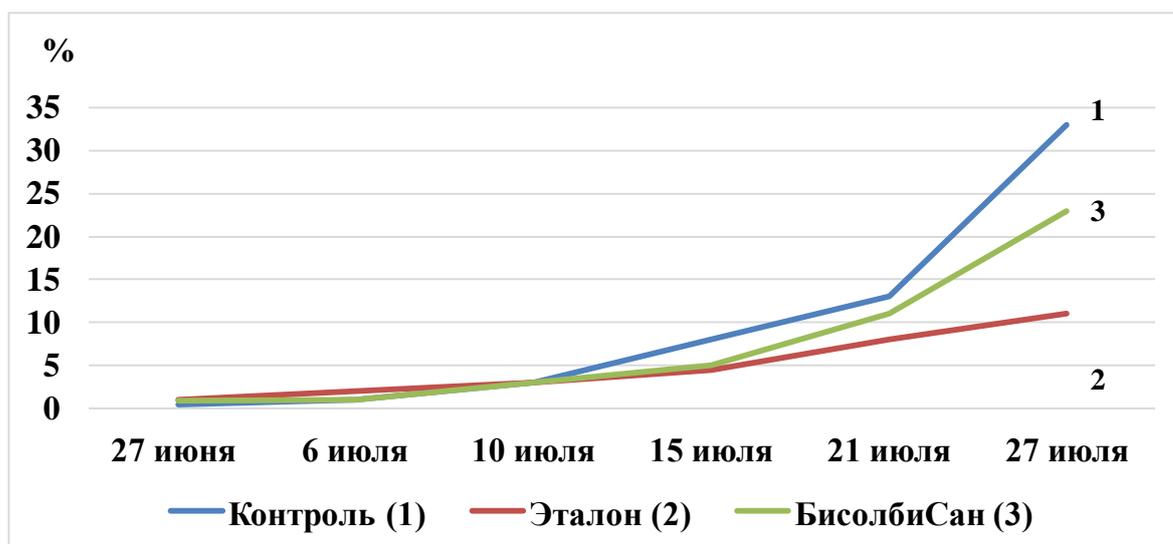


Рисунок 21 – Динамика развития фитофторозно-альтернариозного комплекса в период вегетации картофеля сорта Ред Скарлетт (I репродукция) по вариантам опыта 2020 г.

Учитывая начавшийся процесс созревания, такие низкие уровни развития не могли оказать какого-либо негативного влияния на продуктивность картофеля. В III-декаде июля наблюдалось некоторое увеличение показателей распространности и развития фитофторозно-альтернариозного комплекса, которые проходили на фоне естественного усыхания листьев и созревания растений картофеля. Биологическая эффективность для биопрепарата составляла 30-44%, а химического фунгицида – 67-85%.

Погодные условия вегетационного периода 2021 года способствовали росту и развитию растений картофеля. Прошедшие во 2-ой декаде июня осадки значительно превысили многолетнюю норму, что следовало расценивать как фактор вероятного нарастания болезней листьев. В начале бутонизации картофеля проведена 1-ая защитно-стимулирующая обработка химическим и биологическим фунгицидами против листовых болезней, которая в большей степени имела профилактический характер. К началу июля общее состояние растений на опытных участках оценивалось как хорошее (по 5-бальной шкале), чему способствовали, прежде всего, выпавшие ранее осадки. Вследствие вероятности проявления болезней листьев была проведена вторая защитно-стимулирующая обработка. Дальнейшее резкое повышение дневных температур (до 30°C и выше) и отсутствие осадков исключало сильное проявление листовых болезней – фитофтороза и альтернариоза, распространенность и развитие которых к середине июля составило 1,0 и 0,01% соответственно. К концу 2-декады июля ситуация в отношении болезней листьев мало изменилась – 1-3% развития, при распространенности 4-6%. Стали заметны негативные признаки пожелтения и увядания листьев растений, связанные, прежде всего, с повышенными температурами воздуха и отсутствием осадков.

Погодные условия вегетационного периода 2022 г. высокие температуры до 30°C и дефицит осадков практически полностью остановили нарастание фитофторозно-альтернариозного комплекса на листьях.

Обильные осадки конца июня – начала июля 2023 г. оказались благоприятными не только для роста и закладки клубней, но и вероятного развития болезней листьев. Возникла необходимость проведения защитной обработки. Первая фунгицидная обработка была проведена до проявления видимых симптомов заболеваний 5 июля. В фазу цветения в контроле без обработки отмечены первые слабые признаки заболеваний. В это же время проведена повторная обработка биологическими фунгицидами. Результаты представлены на Рисунках 22 и 23.

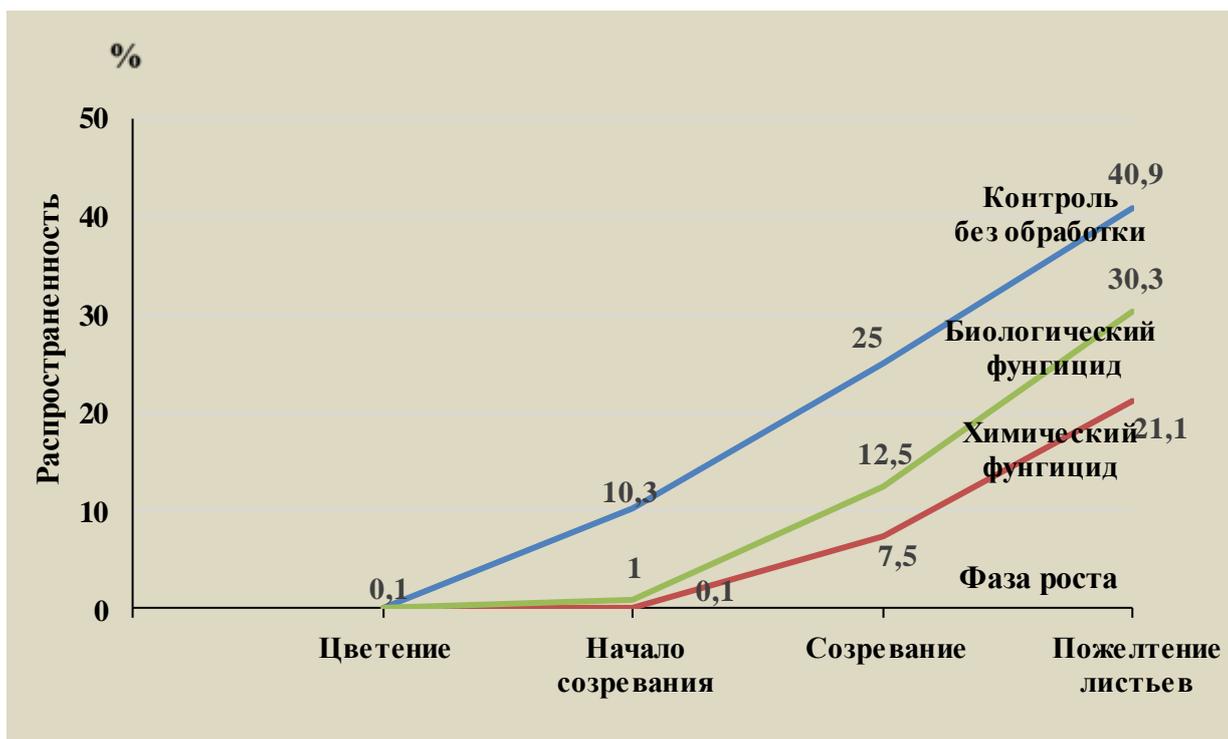


Рисунок 22 – Распространенность фитопфторозно-альтернариозного комплекса на картофеле сорта Маяк (1 репродукция) при обработке фунгицидами

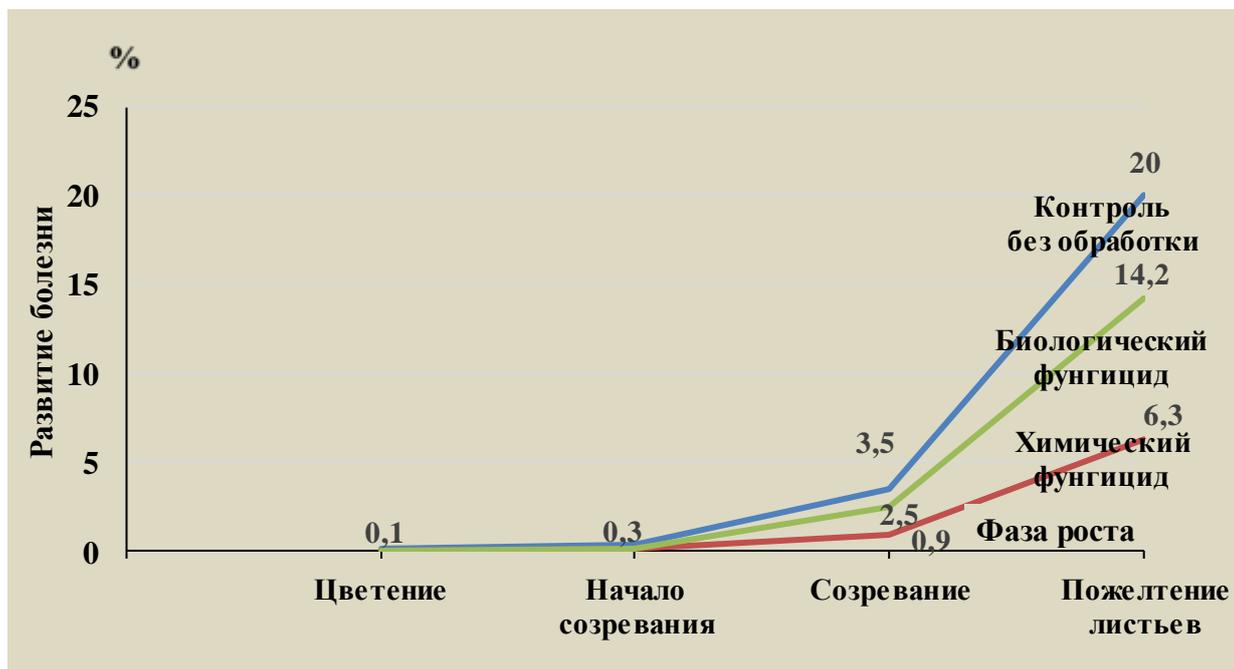


Рисунок 23 – Развитие фитопфторозно-альтернариозного комплекса на картофеле сорта Маяк (1 репродукция) при обработке фунгицидами

Так как растения были близки к началу созревания, при незначительном поражении болезнями, химические фунгициды повторно не применялись. По биологической эффективности против болезней биологический фунгицид уступал

химическому эталону, несмотря на двукратную обработку, тем не менее, оказывал сдерживающее действие на патологический процесс. К периоду созревания культуры биофунгицид снижал, прежде всего, распространенность на 56,3%, и несколько слабее развитие болезней на 30%. В тоже время химический препарат снижал распространенность и развитие болезней соответственно на 65,9% и 74,3%. В начале созревания в необработанном варианте (контрольном) распространенность повысилась до 10%, развитие до 0,3%, чему способствовали активно выпадающие осадки. К концу июля (25.07) в контроле распространенность составила 25%, развитие 3,5%, в обработанных вариантах эти показатели были меньше – 7,5-12,5 и 0,9-2,5% соответственно. Максимальные уровни распространенности и развития болезней были достигнуты в первой декаде августа в начале пожелтения и усыхания ботвы.

Таким образом, биологическая эффективность биофунгицида за годы исследований по снижению распространенности и развития болезней варьировала в пределах 30-56%, а химического эталона – 67-85%.

4.2 Биологическая эффективность инсектицидов

Стабильную вредоносность имеет колорадский жук. Основным средством защиты против него остаются инсектициды, так как другие приемы в условиях Центрального Черноземья не позволяют сдерживать вредителя на экономически безопасном уровне. Тактика ограничения плотности популяции колорадского жука в настоящее время на посадках картофеля сводится к минимизации химических обработок в период вегетации за счет использования инсектицидов для обработки семенного материала, обладающих системными свойствами и пролонгированным действием [21]. В списке инсектицидов, разрешенных для обработки клубней, преобладают препараты из класса неоникотиноидов (имидаклоприд и тиаметоксам) [45, 182]. Вместе с тем, отсутствие биологических инсектицидов для обработки клубней приводит к необходимости использования химических средств, которые не обеспечивают полной защиты от колорадского жука. По окончании за-

щитного действия инсектицидных протравителей, которое колеблется в зависимости от агроклиматических условий от 30 до 50 дней [99, 158, 159], возникает необходимость в проведении дополнительных инсектицидных обработок в период вегетации. Следует отметить, что защитный срок неоникотиноидов заметно снизился из-за проблем с формированием резистентной популяции фитофага [167, 168, 221, 223, 224].

Результаты исследований по сравнительной эффективности биологических и химических инсектицидов представлены в Таблице 9.

Таблица 9 – Биологическая эффективность инсектицидов в отношении личинок колорадского жука в годы исследований

Инсектициды	Исходная численность личинок, экз./куст	Снижение численности личинок, %				
		сутки учета после обработки				
		3	7	14	21	28
2019 г.						
Контроль Кораген, КС, 0,04 л/га	5,6	100	100	100	100	100
Регент, ВДГ, 0,025 кг/га (эталон)	5,2	100	100	100	100	100
Спинтор 240, СК, 0,125 л/га	5,0	100	100	100	100	96
Энтолек, Ж, 0,2 л/га	5,2	90	100	75	97	100
2020 г.						
Контроль Кораген, КС, 0,04 л/га	4,1	100	100	100	100	100
Регент, ВДГ, 0,025 кг/га (эталон)	5,6	100	100	100	100	100
Спинтор 240, СК 0,125 л/га	4,2	100	100	100	100	91
Энтолек, Ж, 0,2 л/га	4,4	92	100	70	96	84
2021 г.						
Контроль Кораген, КС, 0,04 л/га	4,8	100	100	100	100	100
Регент, ВДГ, 0,025 кг/га (эталон)	5,0	100	100	100	100	100
Спинтор 240, СК, 0,125 л/га	4,0	95	100	100	100	100
Энтолек, Ж, 0,2 л/га	4,0	90	100	75	95	98
2022 г.						
Контроль Кораген, КС, 0,04 л/га	4,5	100	100	100	100	100
Регент, ВДГ, 0,025 кг/га (эталон)	4,8	100	100	100	100	100
Спинтор 240, СК, 0,125 л/га	4,5	100	100	100	100	84,0
Энтолек, Ж, 0,2 л/га	4,6	80,0	74,0	70,0	100	100
2023 г.						
Контроль Кораген, КС, 0,04 л/га	6,0	100	100	100	100	100
Регент, ВДГ, 0,025 кг/га (эталон)	5,7	100	100	100	100	100
Спинтор 240, СК, 0,125 л/га	5,7	99	97	82	60	100
Энтолек, Ж, 0,2 л/га	6,0	87	79	34	100	90

В вегетационные периоды 2019-2020 гг. для защиты картофеля сорта Жуковский ранний от колорадского жука требовалась одно опрыскивание биоинсектицидом *Спиносад* в форме препарата Спинтор 240, СК в минимально рекомендуемой норме расхода 0,125 л/га. По отношению к исходной численности личинок перед обработкой препарат показал достаточно высокую эффективность. Эффективность биоинсектицида Энтолек, Ж, 0,2 л/га на третьи сутки после применения составляла 90-92% и возрастала до 100% к учету численности фитофага на 7-е сутки. На 14-е сутки эффективность препарата снижалась до 70-75%, что вызывало необходимость повторной обработки культуры биопрепаратом.

В химической системе защиты картофеля (эталон) несмотря на обработку семенных клубней перед посадкой инсектицидом Круйзер, КС, (350 г/кг *Тиаметоксама*) 0,2 л/т в период вегетации возникла необходимость применения инсектицида *Фипронил* в форме препарата Регент, ВДГ (800 г/кг *Фипронила*) 0,025 л/га.

Растения контрольного варианта были обработаны инсектицидом *Хлорантранилипрол* в форме препарата Кораген, КС (200 г/л *Хлорантранилипрола*), 0,04 л/га. Однократное применение этих инсектицидов обеспечивало наибольшее снижение численности и вредоносности фитофага, эффективность которых относительно контроля составляла не менее 100%.

В 2021 г. неравномерный температурный и влажностный режим апреля-мая способствовал удлинению времени появления всходов и заселения зимующими стадиями колорадского жука. В зависимости от сроков посадки появление имаго и яйцекладок на всходах варьировало от 10 до 20 дней, что усложняло борьбу с вредителем. На опытных посадках первые яйцекладки отмечены в начале I декады июня, а личинки колорадского жука – в конце I, начале II декады июня. Необходимость защитных обработок возникла к началу III декады и через 3 дня после 1-ой обработки биологическая эффективность в опыте составляла 90-100%. В варианте с биоинсектицидом Спинтор 240, СК при норме расхода 0,125 л/га она при однократной обработке практически не уступала химическому инсектициду *Фипронил* в форме препарата Регент, ВДГ, 0,025 кг/га. При применении биоинсектицида Энтолек, Ж, 0,2 л/га численность личинок вредителя начинала увеличивать-

ся спустя 12-14 дней после первой обработки, что обуславливала необходимость повторной обработки биоинсектицидом, которая обеспечивала уже контроль численности на уровне, незначительно уступающем химическим инсектицидам.

В условиях вегетационного периода 2022 года при пониженных температурах и повышенной влажности выход перезимовавших имаго из мест зимовки, как и в вегетационном периоде 2021 года было достаточно растянутым, начиная с первой декады мая и до конца июня. Вредитель развивался в 3 поколениях и присутствовал на растениях и на послеуборочных остатках со 2-й декады июля до конца сентября. На эффективность применяемых в период вегетации инсектицидов оказали влияние более поздние сроки заселения вредителем культуры. Энтолек, Ж, 0,2 л/га для защиты картофеля был применен двукратно при достижении пороговой численности, включая первую декаду июля. Эффективность снижения численности к исходной на момент обработки составила 80-74%. Инсектицид Спинтор, 240 обеспечил эффективную защиту растений при однократной обработке (эффективность 100-84%) Однократное применение инсектицида Кораген, КС снижало численность вредителя на контроле по дням учетов на 100-91% по отношению к численности личинок вредителя на момент обработки. Применение биоинсектицида Спинтор 240, СК, 0,125 л/га по эффективности против личинок колорадского жука существенно не уступало эталону.

В условиях вегетационного периода 2023 года для защиты растений картофеля биологическим инсектицидом потребовалось 3 обработки в вариантах с применением Энтолек, Ж и две обработки биоинсектицидом Спинтор 240, СК. Повторные обработки проводились при снижении эффективности применения того или иного инсектицида ниже 75%. Период защитного действия биоинсектицида Спинтора, СК против колорадского жука составлял не менее 14 дней, а Энтолек, Ж – 10 дней. Эффективность химических инсектицидов в эталоне и контроле не зависела от складывающихся погодных условий вегетационного периода.

Динамика поврежденности растений колорадским жуком и ее изменение в вариантах опыта (Рисунок 24) свидетельствуют о том, что наибольшему сниже-

нию этого показателя способствовало применение биоинсектицида Спинтора, СК и химических инсектицидов Корагена, КС, Регента, ВДГ.

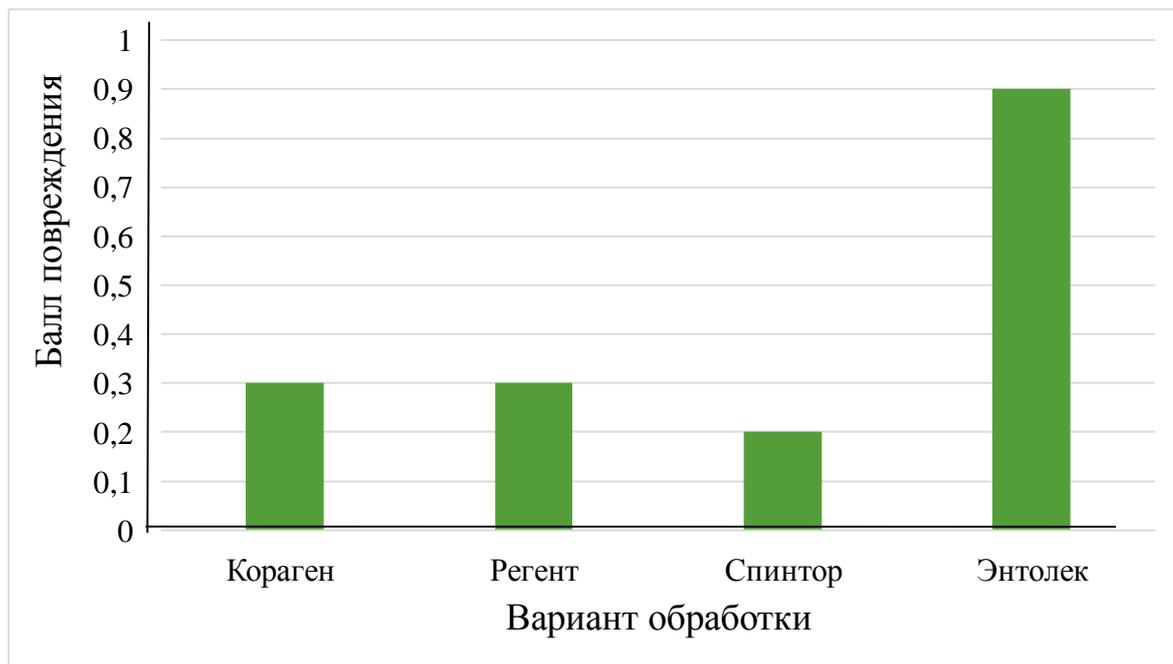


Рисунок 24 – Поврежденность растений картофеля личинками колорадского жука при применении биологических и химических инсектицидов

Их эффективность по снижению поврежденности растений относительно контроля составляло не менее 91%. Чуть ниже этот показатель при трехкратном применении Энтолека, Ж (84%).

Таким образом, в условиях лесостепи Центрального Черноземья при защите картофеля сортов ранних сроков созревания высокую биологическую эффективность в отношении личинок колорадского жука обеспечивал биоинсектицид *Спиносад* в форме препарата Спинтор 240, СК при норме расхода 0,125 л/га. В погодных условиях вегетационных периодов 2019-2022 гг. необходимый биологический эффект от применения препарата Спинтор 240, СК достигался при однократном его применении. Практически такой же результат, но при двукратном применении получен при использовании биоинсектицида Энтолек, Ж при норме расхода 3 кг/га. Однако в погодных условиях вегетационных периодов 2023 г. необходимый уровень защиты культуры достигался уже при двукратном применении биоинсектицида спинтор 240, СК и при трехкратном применении биоинсек-

тицида Энтолек, Ж в тех же нормах расхода. Биологическая эффективность химических инсектицидов практически не зависела от складывающихся погодных условий вегетационных периодов лет исследований. *Хлорантранилипрол* в форме препарата Кораген, КС и *Фипронил* в форме препарата Регент, ВДГ контролировали численность вредителя при однократной обработке с эффективностью 100%.

Наши данные по биологической эффективности биоинсектицида Спинтор 240, СК в отношении колорадского жука не противоречат результатам исследований Долженко В.И. и соавт. [54].

4.3 Биологическая эффективность гербицидов

4.3.1 Влияние гербицидов и механических обработок на общую засоренность посадок картофеля

Для комплексной защиты посадок картофеля от вредных организмов наряду с обработкой клубней и вегетирующих растений картофеля инсектицидами и фунгицидами были наложены варианты защиты культуры от сорной растительности. Ограничение численности и вредоносности сорняков осуществляли как применением гербицидов, так агротехническим приемом в виде окучиваний культуры в соответствии со схемой опытов. Ранее нами было установлено [158, 159] применение гербицида *Просульфокарб* в форме препарата Боксер, КЭ до всходов культуры при норме расхода 5 л/га показал низкую биологическую эффективность по снижению общего количества сорных растений (49,8%) и массы однолетних злаковых (51,1%). Вместе с тем гербицид проявил высокую эффективность в снижении биомассы двудольных (86,0%). Поэтому для повышения эффективности гербицида в систему защиты культуры от сорных растений наряду с применением *Просульфокарба* в форме препарата Боксер, КЭ при норме расхода 5 л/га до всходов культуры включена дополнительная обработка. После всходов картофеля при высоте растений до 15 см применялась баковая смесь гербицида *Римсульфурон* в форме препарата Титус, ВДГ при норме расхода 0,05 кг/га и ПАВ Тренд 90, Ж (0,2 л/га). С одной стороны это увеличивало химическую нагрузку на агроценоз, а с другой существенный рост биологической эффективности гербицидов, как в

плане снижения общей численности сорных растений, так и снижения массы злаковых видов сорняков. Применение гербицидов по такой схеме в вегетационный период 2019 г. позволяло снизить общее количество сорняков на 80,0%, биомассу двудольных – на 96,8%, а биомассу злаковых сорных растений – на 94,8%. Эти показатели биологической эффективности не уступали таковым при детальном применении эталона гербицида *Метрибузин* в форме препарата Зенкор Ультра, КС.

Числовые значения эффективности гербицидов по отдельным годам исследований представлены в таблице 1 Приложения Б стр. 146.

Высокие и устойчивые результаты биологической эффективности получены и в опытах 2020-2022 гг. при применении гербицидов по схеме варианта – Боксер, КЭ (800 г/л, *Просульфокарба*) – 5,0 л/га до всходов (после первого окучивания), а Титус, СТС (250 г/кг *Римсульфурина*) – 0,05 кг/га + ПАВ Тренд 90, Ж – 0,2 л/га по всходам (после второго окучивания).

В условиях вегетационного периода 2023 г. в связи с пониженными температурами и растянутостью появления всходов однолетних злаковых сорных растений гербицид, взятый в качестве эталона, был малоэффективен. Внесение гербицида Боксер, КЭ (5,0 л/га) с последующей обработкой по вегетации Титус, СТС (0,05 кг/га) + ПАВ Тренд 90, Ж (0,2 л/га) было эффективнее детального применения эталона *Метрибузин* в форме препарата Зенкор Ультра, КС (0,8 л/га – до всходов и 0,35 л/га – по всходам) по снижению общего количества и биомассы сорных растений.

Особый интерес представляет детальное внесение гербицидов в агроценоз картофеля. До всходов культуры после первого окучивания – Боксер, КЭ (800 г/л, *Просульфокарба*) – 3,0 л/га с последующей обработкой по вегетации культуры баковой смесью гербицидов – Боксер, КЭ (800 г/л, *Просульфокарба*) – 1,5 л/га + Титус, СТС (250 г/кг *Римсульфурина*) – 0,025 кг/га + 0,2 л/га Тренд 90, Ж. Такая схема применения гербицидов позволила не только снизить более чем на 10% гербицидную нагрузку на агроценоз, что очень важно с экологической точки зрения, но и сохранить показатели биологической эффективности на достаточно вы-

соком уровне. Снижение количества сорных растений по варианту составляет за 2019-2023 годы исследований в среднем 88,4%, биомассы двудольных сорняков 93,8%, а однолетних злаковых – 97,1%. Высокая биологическая эффективность дробного применения гербицидов была подтверждена и в производственном опыте.

Изучение эффективности механических окучиваний картофеля против сорной растительности проводилось в опытах в течение пяти лет.

В сложившихся погодных условиях вегетационного периода 2019 г. была получена достаточно высокая биологическая эффективность механических обработок. Хотя в посадках картофеля в контроле произрастало 138,0 экз./м² сорных растений из них однолетних злаковых 68,1%, однолетних двудольных 31,9%. В условиях 2019 года этот агротехнический прием не уступал по эффективности гербицидам в снижении общего количества сорных растений и биомассы злаков, но имел не высокие показатели по влиянию на биомассу двудольных. Это было обусловлено отсутствием осадков с третьей декады мая по июль и отсутствием вследствие этого нарастания новой волны сорняков.

В последующие годы исследований погодные условия складывались так, что обуславливали недружное проростание и появление всходов сорных растений из-за дефицита влаги. Поэтому эффективность механических окучиваний в ограничении численности и вредоносности сорных растений уступала применению гербицидов. В 2020 г. основная масса сорной растительности появилась в первой декаде июня после потепления и прошедших дождей. Механические окучивания культуры в этих условиях были менее эффективны в снижении численности и бимассе сорных растений, по сравнению с применением гербицидов. Защита посадок картофеля с помощью механических окучиваний в 2021 и 2022 гг. вследствие большого запаса семян и слабой конкуренции со стороны культуры в условиях недостатка влаги, а также растянутостью появления всходов однолетних сорных растений показала не высокую эффективность.

Установленные тенденции биологической эффективности гербицидов и окучиваний картофеля в виде снижения общего количества сорных растений и их

биомассы по отношению к контролю сохраняются и в показателях средних значений за годы исследований (Таблица 10).

Таблица 10 – Биологическая эффективность гербицидов и окучиваний картофеля, % (средние значения за 2019-2023 гг.)

Варианты опыта	Общее количество сорных растений, экз.		Масса сорных растений, г/м ²			
	экз./м ²	снижение	двудольные	снижение	злаковые	снижение
Контроль	208,7	-	471,9	-	905,9	-
1. до всходов культуры Зенкор Ультра , КС – 1,0 л/га; 2. по всходам культуры Зенкор Ультра , КС – 0,35 л/га (эталон)	56,9	72,7	33,9	92,8	222,5	75,4
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 5,0 л/га; 2. по всходам культуры Титус , СТС – 0,05 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	38,0	81,8	36,5	92,3	78,2	91,4
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 3,0 л/га; 2. по всходам культуры Боксер , КЭ – 1,5 л/га + Титус , СТС – 0,025 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	24,2	88,4	29,2	93,8	26,2	97,1
Трехкратное окучивание культуры	84,8	59,4	168,6	64,3	362,9	59,9

4.3.2 Влияние гербицидов и механических обработок на отдельные виды сорных растений в агроценозе картофеля

В течение всех лет исследований в вариантах с применением гербицидов отмечалась наиболее высокая эффективность в отношении однолетних двудольных сорных растений, присутствующих в посадках картофеля (Таблица 11).

Она составила в среднем 95,1%. В тоже время биологическая эффективность гербицидов в отношении однолетних злаков была в среднем 80,9%. Эффективность гербицидных вариантов, как правило, находилась на уровне эталона, а по некоторым видам сорных растений и превышало его.

Анализом биологической эффективности гербицидов и механических окучиваний культуры в отношении видов сорных растений установлена достаточно широкая линейка их чувствительности к защитным мероприятиям. По снижению

количества отдельных видов сорных растений механические обработки культуры уступали применению гербицидов.

Таблица 11 – Биологическая эффективность гербицидов и окучиваний картофеля в отношении видов сорных растений, % (средние значения за 2019-2023 гг.)

Варианты опыта	Виды сорных растений							
	Щетинник сизый, Ежовник обыкновенный	Щирица запрокинутая	Марь белая	Горец вьюнковый	Горец шероховатый**	Аистник Цикутовый**	Ярутка полевая***	Бодяк полевой**
Контроль*	151,7	25,1	9,0	7,2	14,9	2,1	7,2	4,3
1. до всходов культуры Зенкор Ультра , КС – 1,0 л/га; 2. по всходам культуры Зенкор Ультра , КС – 0,35 л/га (эталон)	66,4	93,6	92,2	81,9	83,2	100	95,7	46,5
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 5,0 л/га; 2. по всходам культуры Титус , СТС – 0,05 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	76,9	98,0	88,9	86,1	91,2	100	100	44,2
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 3,0 л/га; 2. по всходам культуры Боксер , КЭ – 1,5 л/га + Титус , СТС – 0,025 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	86,1	99,0	85,6	84,7	94,6	100	100	47,4
Трехкратное окучивание куль- туры	54,6	68,9	82,2	70,8	86,6	52,4	81,9	58,1

* в контроле представлены данные о количестве сорняков в экз./м²;

** средние значения количества и эффективности по трем годам исследований;

*** средние значения количества и эффективности по двум годам исследований

Наиболее эффективно (93,6-100%) гербициды подавляли щирицу запрокинутую, аистник цикутовый и ярутку полевую. Достаточно высокий эффект (81,9-94,6%) показали гербициды в отношении видов горцев и мари белой. В отношении злаков более эффективным (86,1%) оказалось дробное применение гербицидов. Несколько ниже (76,9%) в отношении данных сорных растений была эффективность варианта с гербицидом Боксер, КЭ – 5,0 л/га (до всходов), а Титус, СТС – 0,05 кг/га + ПАВ Тренд 90, Ж – 0,2 л/га (по всходам).

Наиболее слабый эффект из вариантов с применением гербицидов в отношении данных видов злаков, который составил 66,4%, получен на эталоне Зенкор Ультра, КС (1,0 л/га до всходов и 0,35 л/га – по всходам). При всех прочих равных условиях, в отношении многолетника – бодяка полевого, биологическая эффективность гербицидов оказалась не высокой и находилась в пределах от 44,2 до 47,4%.

Механические окучивания культуры оказались более эффективными в ограничении численности бодяка полевого, чем гербициды.

Эффективность окучиваний культуры в ограничении численности однолетних злаков в среднем за годы исследований составила 54,6%. Что касается биологической эффективности приема окучиваний культуры в отношении двудольных сорных растений, то в среднем за годы исследований она была на уровне 71,6%.

Таким образом, высокая эффективность в снижении численности и биомассы сорной растительности в посадках картофеля установлена как при внесении гербицида *Просульфокарб* в форме препарата Боксер, КЭ по схеме (до всходов культуры Боксер, КЭ – 5,0 л/га, а по всходам культуры Титус, СТС – 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж – 0,2 л/га, так и дробном внесении гербицидов по схеме (до всходов после первого окучивания культуры обработка гербицидом Боксер, КЭ при норме расхода 3,0 л/га, а после второго окучивания культуры при высоте растений картофеля до 15 см баковой смесью гербицидов *Просульфокарб* в форме препарата Боксер, КС (1,5 л/га) и *Римсульфурон* в форме препарата Титус, СТС (0,025 кг/га) с Тренд 90, Ж (0,2 л/га). Тем не менее, с точки зрения снижения гербицидной нагрузки на агроценоз более чем на 10%, преимущество имеет схема дробного применения гербицидов.

5. ХОЗЯЙСТВЕННАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ КАРТОФЕЛЯ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

5.1 Хозяйственная эффективность

Одним из основных показателей эффективности применения препаратов любой природы в защите растений является урожайность культуры.

Уровень урожайности товарных клубней картофеля в вариантах различных технологических систем защиты культуры по годам был не однозначным (Таблица 12).

Таблица 12 – Урожайность товарных клубней картофеля при разных системах защиты культуры в полевом опыте в годы исследований

Системы защиты картофеля	Варианты опыта	Урожайность клубней, т/га					
		2019	2020	2021	2022	2023	среднее значение
Контроль	1. Контроль Кораген, КС – 0,04 л/га	7,3	5,3	6,1	6,8	7,5	6,6
Химическая (эталон)	2. Круйзер, КС – 0,2 л/т + Максим, КС – 0,4 л/т; Регент, ВДГ – 0,025 кг/га; Танос, ВДГ – 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС – 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС – 0,35 л/га	16,7	10,1	12,9	14,3	14,0	13,6
Биолого-химическая	3. БисолбиСан, Ж – 2,0 л/т, га; Спинтор 240, СК – 0,125 л/га; Боксер, КЭ – 5,0 л/га; Титус, СТС – 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж – 0,2 л/га	16,6	9,0	11,4	13,9	14,7	13,1
	4. БисолбиСан, Ж – 2,0 л/т, га; Энтолек, Ж – 0,2 л/га; Боксер, КЭ – 5,0 л/га; Титус, СТС – 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж – 0,2 л/га	15,1	8,6	10,0	12,6	13,9	12,0
	5. БисолбиСан, Ж – 2 л/т, га; Спинтор 240, СК – 0,125 л/га; Боксер, КЭ – 3,0 л/га; Боксер, КЭ – 1,5 л/га + Титус, СТС – 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж – 0,2 л/га	17,3	9,4	11,8	14,1	15,1	13,5
	6. БисолбиСан, Ж – 2,0 л/т, га; Энтолек, Ж – 0,2 л/га; Боксер, КЭ – 3,0 л/га; Боксер, КЭ – 1,5 л/га + Титус, СТС – 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж – 0,2 л/га	15,5	8,7	10,0	12,8	14,1	12,2
Органическая	7. БисолбиСан, Ж – 2,0 л/т, га; Спинтор 240, СК – 0,125 л/га; трехкратное окучивание	14,9	7,6	9,9	11,8	14,5	11,7
	8. БисолбиСан, Ж – 2,0 л/т, га; Энтолек, Ж – 0,2 л/га; трехкратное окучивание	14,5	7,4	9,6	10,8	14,2	11,3
НСР ₀₅ , т		0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	0,9

Так, в опытах 2019 года показатель урожайности клубней картофеля сорта Жуковский ранний в вариантах всех трех технологических систем защиты существенно отличалась от контроля. Уровень сохраненного урожая в химической системе по сравнению с контролем составил 7,8 т/га, в биолого-химической – в пределах 6,2-8,4, а в вариантах органической технологической системы этот показатель составлял 5,6-6,0 т/га.

Установлены существенные различия в урожайности культуры между отдельными вариантами биолого-химической технологической системы защиты. В частности это наблюдается в вариантах, отличающихся только видом препарата, который использовали для ограничения численности и вредоносности колорадского жука. Так, урожайность в вариантах с биоинсектицидом Спинтор 240, СК достоверно выше по сравнению с вариантами, где применялся биоинсектицид Энтолек, Ж. Средняя же урожайность клубней картофеля по вариантам биолого-химической системы защиты практически не отличается от показателя урожайности культуры в эталоне.

Что касается урожайности картофеля в вариантах органической технологической системы защиты, в которой для ограничения вредоносности фитопатогенов и фитофага использовали биопрепараты, а против сорных растений трехкратное окучивание культуры, то следует отметить, что отличий в показателях между вариантами не наблюдалось. Вместе с тем показатели урожайности клубней органической технологической системы защиты существенно уступали уровню урожайности эталона, а также вариантам с биоинсектицидом Спинтор 240, СК биолого-химической системы. Одновременно они достаточно близки к показателям урожайности вариантов с биоинсектицидом Энтолек, Ж II биолого-химической системы.

Показатель товарности клубней находился на достаточно высоком уровне и составлял порядка 90% по всем вариантам опыта

Пониженные температуры мая 2020 г. несколько замедлили прорастание клубней картофеля и в дальнейшем появление всходов, поэтому плотность посадок была сформирована позднее обычных сроков. Неустойчивая погода июня по

температурным показателям и осадкам во многом снизила первоначальный положительный эффект абиотических факторов на растения картофеля. К фазе цветения в начале июля выпавшие осадки улучшили состояние растений и способствовали увеличению массы заложенных клубней, но дальнейшие неблагоприятные условия погоды не позволили реализовать продуктивность растений картофеля. В результате во время уборки насчитывалось 5-7 клубней на куст, но около половины, из которых были мелкими и не соответствовали требованиям стандарта, что существенно снизило не только урожайность, но и товарность продукции.

Показатели урожайности культуры вегетационного периода 2020 года, установленные в вариантах биолого-химической технологической системы защиты культуры от вредных организмов, практически не имели достоверных различий с показателем урожайности при применении химической технологической системы. Здесь величина сохраненного урожая товарных клубней по сравнению с контролем защищенным инсектицидом от колорадского жука составляла от 3,3 до 4,1 т/га.

Урожайность в вариантах органической технологической системы защиты вследствие нарастания новых волн сорняков уступала уровню урожайности эталона и вариантам № 3 и № 5 биолого-химической технологической системы, но очень была близка уровню урожайности вариантов № 4 и № 6 биолого-химической системы.

В вегетационном периоде 2021 г. обильные осадки в первых декадах июня способствовали не только активному росту растений картофеля и закладке клубней (5-6 шт. на куст), но также и сорняков, особенно злаковых. Несмотря на это дефицит осадков в конце III декады июня-июле (сумма осадков за этот период – 28 мм, средняя многолетняя – 92 мм) и высокие температуры воздуха (на 2,7°C выше среднемноголетних) обусловили низкую урожайность и товарность клубней (54%). Кроме того, полностью подавить злаковые сорняки с помощью окучивания не удалось, и вредоносность их была высокой, особенно в условиях дальнейшего засушливого периода.

В связи со сложившимися агрометеорологическими условиями 2021 г. проведена ранняя уборка опытных участков (3-6 августа). В целом в условиях полевого опыта при высоких температурах воздуха, недостатке влаги и преждевременном усыхании растений в ответственные периоды формирования массы клубней в июле урожайность по вариантам опыта составила от 9,6 до 12,9 т/га. Наибольшие показатели достигнуты в эталоне (при применении средств химической защиты) и вариантах биолого-химической системы защиты. В целом урожайность картофеля сорта Лабадиа (I репродукция) в опыте в условиях богары оказалась невысокой. Наличие мелкой фракции клубней картофеля негативно влияло на показатель товарности, которая варьировала по вариантам опыта в пределах от 48 до 54%. Существенные показатели уровня сохраненного урожая по сравнению с контролем защищенным инсектицидом помимо эталона (химической технологической системы) получены в вариантах биолого-химической и органической технологических систем защиты.

С точки зрения формирования урожайности картофеля на неполивных участках в вегетационный период 2022 г. можно отнести к благоприятным за последние годы. Данная культура, являясь в целом влаголюбивой, была обеспечена ею с самых ранних фаз онтогенеза. Относительно прохладная температура хотя и сдерживала появление всходов, но одновременно препятствовала интенсивному испарению. С другой стороны, обилие влаги способствовало активному росту сорной растительности уже после активного роста культуры и смыкания рядков, когда механические и гербицидные обработки по вариантам опыта были завершены. Особенно высокая засоренность была в вариантах биолого-механической системы защиты. Тем не менее, результаты статистического анализа и расчет $НСР_{05}$ свидетельствуют о том, что по урожайности культуры вегетационного периода 2022 года варианты биолого-химической технологической системы защиты от вредных организмов практически не уступали урожайности эталона (химической технологической системы). Величина сохраненного урожая товарных клубней по сравнению с контролем защищенным инсектицидом от колорадского жука составляла от 5,8 до 7,5 т/га.

Варианты органической системы защиты культуры достаточно близки по уровню урожайности вариантам № 3 и № 5 и не имеют существенных различий с вариантами № 4 и № 6 биолого-химической системы защиты.

В условиях вегетационного периода 2023 г. обеспеченность влагой с ранних этапов онтогенеза картофеля благоприятствовала нормальному росту растений и закладке урожая. В ответственный период образования клубней в III декаде июня – I декаде июля выпали обильные осадки, количество которых более чем 2-кратно превысило среднедекадные нормы, при этом температуры оставались умеренными. Периодические осадки выпадали и в последующие декады, в том числе сильные в III декаде июля, что способствовало постепенному процессу созревания картофеля, одновременно увеличивая время оттока ассимилянтов и накопление их в клубнях. Все представленные варианты защиты культуры по урожайности имели статистически существенное превышение по отношению к контролю. В отношении вариантов биолого-химической и органической систем защиты к эталону (химическая система) дисперсионный анализ не выявил существенных различий, т.е. варианты обработок в конкретных условиях года по урожайности статистически значимо не отличались друг от друга. Тем не менее, в эталоне получена более высокая товарность клубней, которая составила 85,3% против 80,6% в биолого-химической и 74,9% органической системе защиты культуры от вредных организмов.

Таким образом, все варианты полевого многокомпонентного опыта по урожайности имели значительное преимущество по отношению к контрольному варианту. В течение всех лет исследований при выращивании разных сортов культуры варианты биолого-химической системы защиты, включающие применение биофунгицидов для предпосадочной обработки клубней, обработку растений в период вегетации биоинсектицидами для ограничения численности и вредоносности колорадского жука, биофунгицидами для снижения вредоносности фитофтороза и альтернариоза, а также использование гербицидов против сорных растений, оказались на уровне с показателями урожайности эталона (химической технологической системы).

Показатели средней урожайности за этот период, установленные в органической системе защиты, достаточно близки к таковым биолого-химической системы.

5.1.1 Санитарно-гигиеническая оценка клубней картофеля

Результаты определения остаточных количеств действующих веществ гербицидов в клубнях нового урожая картофеля представлены в Таблице 13.

Таблица 13 – Результаты анализа проб картофеля на содержание остаточных количеств гербицидов

Название препарата и его норма расхода	Действующее вещество препарата	Остаточные количества, мг/кг	МДУ мг/кг
Боксер, КЭ, 5л/га	<i>Просульфокарб</i>	Не обнаружены	0,1
Боксер, КЭ, 4,5л/га			
Титус, СТС, 0,05 кг/га	<i>Римсульфурон</i>	Не обнаружены	0,01
Титус, СТС, 0,025 кг/га			
Зенкор Ультра, КС, 1,35 л/га	<i>Метрибузин</i>	Не обнаружены	0,1

Проведенные исследования по изучению остаточных количеств гербицидов в клубнях нового урожая картофеля позволили установить, что остаточные количества действующих веществ *Просульфокарб*, *Римсульфурон* и *Метрибузин* не обнаружены. Это свидетельствует о том, что получаемый урожай клубней картофеля с помощью применения гербицидов *Просульфокарб* в форме препарата Боксер, КЭ (800 г/л *Просульфокарба*), *Римсульфурон* в форме препарата Титус, СТС (250 г/кг *Римсульфурона*) и *Метрибузин* в форме препарата Зенкор Ультра, КС (600 г/л *Метрибузина*) полностью соответствует санитарно-гигиеническим нормативам ГН 1.2.3539 – 18.

5.2 Экономическая эффективность

Расчет экономической эффективности различных систем защиты культуры от вредных организмов показал (таблица 14), что, как правило, величины таких экономических показателей, как уровень рентабельности и окупаемости затрат в конкретных условиях года зависят не только от величины сохраненного урожая и его стоимости, но и от уровня затрат на производство продукции. Поэтому даже в эталоне (химическая система защиты), имеющего наибольшие величины сохраненного урожая, оказались не самые высокие показатели рентабельности и, соответственно, окупаемости затрат.

При практически равных уровнях урожайности и близких величинах сохраненного урожая клубней в химической (эталон) и биолого-химической системах защиты наиболее высокая сумма затрат получена в эталоне за счет высоких цен на химические препараты, используемые в этой системе защиты.

По соотношению стоимости полученной от величины сохраненного урожая и суммарных затрат наибольший экономический эффект получен в вариантах биолого-химической и органической системы защиты при использовании биоинсектицида Спинтор 240, СК, 0,125 л/га и биофунгицидом БисолбиСан, Ж, 2 л/т, га. При этом этот экономический эффект получен независимо от способа ограничения численности и вредоносности сорной растительности.

Таблица 14. Экономические показатели производства клубней картофеля при разных системах защиты культуры в полевых опытах (средние значения за 2019-2023 гг.)

Системы защиты	Варианты систем	Показатели						
		Урожайность, т/га	Величина сохраненного урожая, т/га	Стоимость сохраненного урожая, руб.	Сумма затрат, руб.	Условно чистый доход, руб.	Рентабельность, %	Окупаемость затрат, руб./руб.
Контроль	Кораген, КС, 0,04 л/га	6,6	-	-	-	-	-	-
Химическая (эталон)	Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т; Регент, ВДГ, 0,025 кг/га; Танос, ВДГ, 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС, 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га	13,6	7,0	161100	40937	120163	295,8	3,96
Биолого-химическая	БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж 0,2 л/га	13,1	6,5	149600	38060	11540	293	3,9
	БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж 0,2 л/га	12,0	5,4	123800	36570	87230	238	3,4
	БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж 0,2 л/га	13,5	6,9	159100	37215	121885	330	4,3
	БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ, 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж 0,2 л/га	12,2	5,6	127600	32005	95595	300	3,8
органическая	БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; трехкратное окучивание	11,7	5,1	118200	23370	94830	347	5,0
	БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; трехкратное окучивание	11,3	4,7	107600	23800	83800	347	4,5

По рентабельности производства продукции и окупаемости затрат эти варианты не уступали эталону, а в некоторых случаях превышали его. Экономически оправданными были и другие биологизированные варианты.

В производственном опыте по показателям рентабельности производства клубней картофеля, окупаемости затрат и себестоимости продукции наиболее экономически выгодной оказалась химико-биологическая система защиты. Защитная система хозяйства уступала ей, несмотря на отсутствие различий в урожайности, что было обусловлено необходимостью дополнительной обработки против злаковых сорных растений гербицидом Фюзилад Супер, КЭ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате пятилетних исследований можно сделать следующее заключение:

1. Установлено, что семенные клубни картофеля сортов Жуковский ранний (I репродукция), Ред Скарлетт (I репродукция), Лабадиа (I репродукция), Маяк (I репродукция), взятые для исследований имели потенциал патогенов парши серебристой, парши обыкновенной, ризоктониоза, мокрой бактериальной гнили, уровни распространенности и развития, которых не превышали требований ГОСТ 33996-2016. В контрастные по абиотическим факторам годы исследований не отмечено высокой степени распространенности и развития фитофтороза и альтернариоза в посадках картофеля. Установлена тесная обратная корреляционная зависимость распространенности и развития листовых болезней картофеля от влаго- и тепло обеспеченности периодов вегетации культуры в годы исследований. Патологический процесс сдерживался высокими температурами и дефицитом осадков. Более высокие уровни распространенности (23-25%) и развития (11-16%) отмечались только в период начала созревания картофеля. Колорадский жук развивался в двух генерациях. Выход жука из зимовки стал более растянутым, заселение растений в более поздние сроки, увеличился период откладки яиц самками и продолжительность личиночных стадий. Численность проволочников не достигала экономического порога вредоносности. В агроценозе культуры произрастали однолетние однодольные, а также однолетние и многолетние двудольные сорные растения. В структуре сорной компоненты основную долю занимали однолетние злаки, доля которых в годы исследований составляла от 68,1% до 79,6%. Плотность популяций сорных растений в разные годы находилась в пределах от 138,0 до 299,0 экз./м²

2. Биологическая эффективность биофунгицида БисолбиСан, Ж в отношении клубневых и листовых фитопатогенов за годы исследований варьировала при применении биофунгицида в пределах 30-56%, а эталона (химического фунгицида) Танос, ВДГ – 67-85%.

3. Биологическая эффективность в отношении личинок колорадского жука составляла 100-91% при применении биоинсектицида Спинтор 240, СК в норме расхода препарата 0,125 л/га, а биоинсектицида Энтолек, Ж – 100-73% в норме расхода 0,2 л/га. На сортах ранних и среднеранних сроков созревания в погодных условиях 2019-2022 гг. необходимый уровень защиты культуры достигался однократным применением биоинсектицида Спинтор 240, СК или двукратным препаратом Энтолек, Ж. На сорте среднераннего срока созревания в погодных условиях 2023 г. для защиты культуры необходимо было двукратное применение биоинсектицида Спинтор 240, СК или трехкратное препарата Энтолек, Ж. Химические инсектициды Кораген, КС 0,04 л/га и Регент, ВДГ 0,025 л/га, контролировали численность вредителя в период вегетации при однократной обработке с эффективностью 100%.

4. Высокая эффективность в снижении численности (82%) и биомассы двудольных сорных растений (92%), злаков (91%) в посадках картофеля установлена при внесении гербицида Боксер, КЭ до всходов культуры при норме расхода 5,0 л/га, а по всходам культуры гербицида Титус, СТС при норме расхода 0,05 кг/га с Тренд 90, Ж – 0,2 л/га. При дробным внесении гербицидов до всходов культуры обработка гербицидом Боксер, КЭ при норме расхода 3,0 л/га, а после всходов культуры при высоте растений картофеля до 15 см баковой смесью гербицидов Боксер, КЭ при норме расхода 1,5 л/га и препарата Титус, СТС при норме расхода 0,025 кг/га с Тренд 90, Ж (0,2 л/га). Высокая биологическая эффективность дробного применения гербицидов была подтверждена и в производственном опыте. Гербицид Боксер, КЭ при дробном его применении не оказывает фитотоксического действия на растения картофеля. Снижение количества сорных растений в варианте дробного внесения гербицидов в агроценоз составило за годы исследований в среднем 88,4%, биомассы двудольных сорняков 93,8%, а однолетних злаковых – 97,1%.

5. В среднем за годы исследований снижение общей численности сорных растений при применении трехкратного окучивания растений картофеля составило 59,4%, массы двудольных 64,3%, а массы однолетних злаков – 59,9%.

6. По уровню средней урожайности картофеля за пять лет исследований при выращивании разных сортов культуры варианты биолого-химической системы защиты, не уступали урожайности эталона (химической технологической системы). В тоже время средняя урожайность за пять лет, установленная в органической системе защиты существенно ниже эталона, но достаточно близка к урожайности биолого-химической системы. Гербициды *Просульфокарб*, *Римсульфурон* и *Метрибузин* не обнаружены в опытных образцах клубней картофеля нового урожая. Безопасность продукта соответствует гигиеническим нормативам ГН 1.2.3539 – 18.

7. По соотношению стоимости полученной от величины сохраненного урожая и суммарных затрат наибольший экономический эффект получен в вариантах биолого-химической и органической системы защиты при использовании биоинсектицида Спинтор 240, СК и биофунгицида БисолбиСан, Ж, 2 л/т, га. При этом этот экономический эффект получен независимо от способа ограничения численности и вредоносности сорной растительности. По рентабельности производства продукции и окупаемость затрат эти варианты не уступали, а в органической системе превышали показатели эталона.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

На основе результатов пятилетних исследований рекомендуем осуществлять защиту картофеля ранних (Жуковский ранний, Ред Скарлетт) и средне-ранних (Лабадия, Маяк) сортов созревания в условиях лесостепи Центрального Черноземья, используя средства биолого-химической или органической технологической системы.

Биолого-химическая технологическая система защиты включает:

1. Биофунгицид БисолбиСан, Ж для обработки семенных клубней при посадке картофелесажалкой КСМ – 4 или другой марки с аналогичными функциями в норме расхода 2 л/т и опрыскивания растений в период вегетации (фаза бутонизации) при норме расхода 2 л/га с целью ограничения вредоносности фитопатогенов;

2. До всходов культуры после первого окучевания против сорных растений применение гербицида Боксер, КЭ при норме расхода 5,0 л/га, а по всходам картофеля после второго окучевания опрыскивание гербицидом Титус, СТС при норме расхода 0,05 кг/га с Тренд 90, Ж, 0,2 л/га.

3. Для ограничения численности и вредоносности колорадского жука при достижении численности фитофагом уровня ЭПВ – одно-двукратное опрыскивание растений биоинсектицидом Спинтор 240, СК, при норме расхода 0,125 л/га.

Органическая система защиты картофеля включает:

1. Одно-двукратное опрыскивание растений биоинсектицидом Спинтор 240, СК в норме расхода 0,125 л/га для ограничения численности и вредоносности колорадского жука при достижении фитофагом уровня ЭПВ.

2. Биофунгицид БисолбиСан, Ж 2 л/т, га для обработки семенных клубней при посадке картофелесажалкой КСМ – 4 или другой марки с аналогичными функциями в норме расхода 2 л/т и опрыскивания растений в период вегетации (фаза бутонизации) при норме расхода 2 л/га с целью ограничения вредоносности фитопатогенов.

3. Ограничение плотности популяций сорных растений осуществлять трехкратным окучиванием культуры (1-е до всходов культуры, 2-е после всходов при высоте растений до 15 см, 3-е до начала смыкания рядков растений).

Перспективы дальнейшей разработки темы

Дальнейшая разработка темы диссертационного исследования связана с обоснованием биологизированной и органической систем ограничения плотности популяций вредных организмов картофеля с оценкой эффективности новых биологических и химических препаратов, баковых смесей и тактики их применения, а также совершенствования механических приемов борьбы с сорняками в системе севооборота на различных сортах культуры.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агансонова Н.Е. Нематицид Видат 5 Г против золотистой картофельной нематоды / Н.Е. Агансонова // Защита и карантин растений. 2022. – № 9. – С. 25–26.
2. Агансонова Н.Е. *Steinernema feltiae protense* subsp. N. – новый перспективный подвид для борьбы с проволочниками на картофеле / Н.Е. Агансонова, Л.Г. Данилов // Защита и карантин растений. 2013. – № 2. – С. 30–31.
3. Агаронян А.Г. Совместное применение гербицидов и стимулятора роста на полях картофеля / А.Г. Агаронян, С.М. Саргисян, Н.Г. ТерБалаян // Защита и карантин растений. – 2020. – № 12. – С. 23–24.
4. Акопян А.Х. Эффективность Урагана Форте на полях под картофелем в Армении / А.Х. Акопян // Защита и карантин растений. – 2018. – № 3. – С. 32.
5. Алехин В.Т. Проблемы перехода к органическому земледелию / В.Т. Алехин // Защита и карантин растений. – 2019. – № 3. – С. 10–11.
6. Анисимов Б.В. Качество семенного картофеля и уровень мировых стандартов / Б.В. Анисимов // Картофель и овощи. – 2002. – № 5. – С.3.
7. Анисимов Б.В. Минимизация рисков вирусного заражения при выращивании семенного картофеля / Б.В. Анисимов, Е.А. Симаков, Е.Г. Блинков [и др.] // Защита и карантин растений. – 2016. – № 3. – С. 33–37.
8. Анисимов Б.В. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / Б.В. Анисимов, Г.Л. Белов, Ю.А. Варицев [и др.]. – Москва: Картофелевод, 2009. – 272 с.
9. Артохин К.С. Сорные растения : [справочное и учебно-методическое пособие] / К.С. Артохин .— Изд. 3-е, перераб. и доп. — Москва : Печатный Город, 2010 .— 272 с.
10. Асатурова А.М. На пути к органическому земледелию/ А.М. Асатурова, Г.В. Волкова//. – Защита и карантин растений. – 2018. – № 12. – С. 3–6.
11. Бабаков В.П. Карфентразонэтил – перспективный препарат для десикации картофеля / В.П. Бабаков // Защита и карантин растений. – 2017. – № 7. – С. 16–17.

12. Баздырев Г.И. Интегрированная защита растений от вредных организмов: учебное пособие/Г.И. Баздырев, Н.Н. Третьяков, О.О. Белошапкина. – Москва: ИНФРА-М, 2023. – 302 с. [электронный ресурс] (дата обращения 10.04.2024г.).

13. Башлакова О.Н. Эффективность Престижа на семенном картофеле / О.Н. Башлакова, Е.А. Будина // Защита и карантин растений. – 2016. – № 4. – С. 50–51.

14. Белов Г.Л. Бактериальные болезни картофеля и методы их диагностики / Г.Л. Белов, В.Н. Зейрук, С.В. Васильева // Защита и карантин растений. – 2016. – № 3. С. – 30–32.

15. Белов Г.Л. Перспективный анализ развития основных болезней картофеля в Центральном регионе России / Г.Л. Белов, В.Н. Зейрук, С.В. Васильева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2017. – № 12. – С. 37–39.

16. Белякова Н.А. Превентивная колонизация насекомых-энтомофагов в теплицах при выращивании безвирусного картофеля / Н.А. Белякова, Ю.Б. Поликарпова // Защита и карантин растений. – 2018. – № 12. – С.12–15.

17. Берестецкий А.О. Биорациональные средства защиты растений / А.О. Берестецкий // Защита и карантин растений. – 2017. – № 8. – С. 9–14.

18. Берестецкий А.О. Перспективы разработки биологических и биорациональных гербицидов / А.О. Берестецкий // Вестник защиты растений – 2017. – № 1. – С. 5–12.

19. БисолбиСан. Описание фунгицида и бактерицида контактного действия : [сайт] URL: <https://bisolbi-sk.ru/product/bisolbisan/> (дата обращения 31.03.2023 г.). – (электронный ресурс).

20. Бобинская С.Г. Проволочники и меры борьбы с ними: монография / С.Г. Бобинская, Т.Г. Григорьева, С.А. Персин. – Ленинград: Колос, 1965. – 224 с.

21. Богданов-Катьков Н.Н. Колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) и его карантинное значение: монография / Н.Н. Богданов-Катьков. – Москва, Ленинград: Сельхозгиз, 1947. – 198 с.

22. Богоутдинов Д.З. Роль сорных растений в резервации возбудителей болезни пасленовых культур / Д.З. Богоутдинов // Вестник защиты растений. – 2012. – № 1 – С. 74–75.

23. Бойкова И.В. Биологическая эффективность новых препаративных форм биоинсектицида на основе *Bacillus thuringiensis* против колорадского жука / И.В. Бойкова, И.И. Новикова, С.Р. Фасулати, В.А. Павлюшин // Вестник защиты растений. – 2012. – № 4. – С. 57–60.

24. Булавин Л.А. Агротехнические приемы защиты посевов от сорняков в Беларуси / Л.А. Булавин, Т.М. Булавина, А.П. Гвоздов [и др.] // Защита и карантин растений. – 2020. – № 9. – С.13–19.

25. Бусько И.И. Как защищают картофель в Белоруссии / И.И. Бусько, Д.Д. Фицура // Защита и карантин растений. – 2016. – № 8. – С. 24–27.

26. Бусько И.И. Защита картофеля в Республике Беларусь / И.И. Бусько, Д.Д. Фицура, И.В. Леванцевич // Защита и карантин растений. – 2020. – № 8. – С. 6–11.

27. Бутов А.В. Химические и биологические средства борьбы с колорадским жуком / А.В. Бутов, О.Ю. Боева // Защита и карантин растений. – 2013. – № 5. – С.20–21.

28. Васильев А.А. Влияние протравливания и сроков посадки клубней на продуктивность картофеля / А.А. Васильев // Защита и карантин растений. – 2021. – № 2. – С. 42–43.

29. Васильев А.А. Протравливание семенных клубней повышает урожай картофеля / А. А. Васильев // Защита и карантин растений. – 2014. – № 2. – С. 20–22.

30. Васильев А. А. Эффективность применения ТМТД - плюс на картофеле / А.А. Васильев, А.К. Горбунов // Защита и карантин растений. – 2019. – № 10. – С. 24–26.

31. Васильев А.А. Фитосанитарное состояние картофеля в Челябинской области / А.А. Васильев, Т.Т. Дергилева, Н.В. Глаз // Защита и карантин растений. – 2017. – № 6. – С. 14–17.

32. Васильева С.В. Десикация картофеля / С.В. Васильева, В.Н. Зейрук, Г.Л. Белов, В.А. Барков // Защита и карантин растений. – 2020. – № 9. – С. 19–21.
33. Васильева С.В. Защита картофеля от фомозно-фузариозных гнилей / С.В. Васильева, В.Н. Зейрук, М.К. Деревягина, Г.Л. Белов // Защита и карантин растений. – 2021. – № 5. – С. 17–20.
34. Васильева С.В. Клопы-слепняки в посадках картофеля / С.В. Васильева, В.Н. Зейрук, Г.Л. Белов, М.К. Деревягина // Защита и карантин растений. – 2022. – № 1. – С. 34–35.
35. Васильева С.В. Эффективность применения регуляторов роста растений на картофеле / С.В. Васильева, В.Н. Зейрук, М.К. Деревягина [и др.] // Агрохимия. – 2019. – № 7. – С. 45–51.
36. Васильева С.В. Резиновая гниль картофеля / С.В. Васильева, В.Н. Зейрук, Ю.А. Масюк // Защита и карантин растений. – 2020. – № 4. – С. 42–44.
37. Власенко Н.Г. Экологизация защиты растений в условиях интенсификации / Н.Г. Власенко, И.Г. Бокина // Главный агроном. – 2018. – № 9. – С. 7–10.
38. Воловик А.С. Вредоносность заболеваний картофеля / А.С. Воловик, Б.П. Литун // Защита растений. – 1975. – №7. – С. 4–5.
39. Вьюгин С.М. Результаты обработки картофеля регуляторами роста / С.М. Вьюгин, Г.В. Вьюгина // Защита и карантин растений. – 2012. – № 11. – С. 45–46.
40. Волгарев С.А. Эффективная тактика защиты семенных посадок картофеля от проволочников / С.А. Волгарев, Л.Г. Данилов, Г.П. Иванова // Защита и карантин растений. – 2017. – № 1. – С. 27–29.
41. Ганнибал, Ф.Б. Мониторинг альтернариозов сельскохозяйственных культур и идентификация грибов рода *Alternaria* / Ф.Б. Ганнибал. - Санкт-Петербург: Всероссийский НИИ защиты растений, 2011. – 70 с.
42. Голубев А.С. Перспективные направления использования биологических и биорациональных гербицидов в растениеводстве России / А.С. Голубев, А.О. Берестецкий // Сельскохозяйственная биология. – 2021. – Т. 56. – № 5. – С. 868–884.

43. Гончаров Н.Р. Методические подходы к экономической оценке эффективности мероприятий по защите растений в условиях отдельного эксперимента / Н.Р. Гончаров // Вестник защиты растений. – 2017. – № 3. – С. 44–53.

44. ГОСТ 33996-2016 «Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества» : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 01-01-2018 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Москва : Стандартинформ, 2020. –31 с.

45. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации (по состоянию на 14 марта 2024 г.); в 2 ч. Ч. I. Пестициды [Электронный ресурс] // Министерство сельского хозяйства Российской Федерации. – Москва. – 2024. – 866 с. Архив. URL: <https://mcx.gov.ru/search/?q=каталог+пестицидов&test=test> (дата обращения: 9.04.2024).

46. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – Москва: ФГБНУ «Росинформагротех», 2023 – 631 с.

47. ГОСТ 59551-2021 «Картофель семенной. Отбор проб и методы диагностики фитопатогенов» : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 03-06-2021 / Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии. – Изд. Официальное. – Москва : Стандартинформ, 2021. – 23 с.

48. Григорьев В.В. Золотистая картофельная нематода на территории Новгородской области / В.В. Григорьев, Л.А. Филичкина // Защита и карантин растений. – 2019. – № 1. – С. 27–28.

49. Гусев Г.В. Энтомофаги колорадского жука: монография / Г.В. Гусев. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 173 с.

50. Данилов Л.Г. Биологические препараты на основе энтомопатогенных нематод (*Rhabditida*, *Steinernematidae*) / Л.Г. Данилов, В.А. Павлюшин, В.Г. Айрапетян, Т.Ю. Нащеккина, В.С. Турицин // Фитосанитарное оздоровление экосистем. Материалы второго Всероссийского съезда по защите растений. Санкт-Петербург, 5-10 декабря 2005, Т. 2. – СПб., РАСХН, ВИЗР, – 2005. С. 37–38.

51. Денискина Н.Ф. Устойчивость сортов картофеля раннего к альтернариозу в Центральном регионе / Н.Ф. Денискина, О.Н. Ивашова, М.Е. Дыйканова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2021. – № 5. – С. 40–42.

52. Деревягина М.К. Влияние химических и биологических препаратов на патогенность *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary / М.К. Деревягина, С.В. Васильева, Г.Л. Белов, В.Н. Зейрук // Защита и карантин растений. – 2020. – № 12. – С. 16–19.

53. Доброхотов С.А. Биологическая борьба с вредителями и болезнями растений в органическом земледелии / С.А. Доброхотов, А.И. Анисимов / Главный агроном. – 2018. – №3. – С. 6–9.

54. Долженко В.И. Эффективность Спинтора против колорадского жука / В.И. Долженко, Т.В. Долженко // Картофель и овощи. – 2007. – № 4. – С. 30–31.

55. Долженко Т.В. Экологичность применения новых инсектицидов на картофеле / Т.В. Долженко, О.В. Долженко // Агро XXI. – 2013. – № 4-6. – С. 28–30.

56. Евстигнеева Т.Е. Эффективность препаратов на основе хитозана против болезней картофеля / Т.Е. Евстигнеева, Т.А. Шелабина, А.И. Родионенков, С.Л. Тютюрев // Вестник защиты растений. – 2003. – № 1. – С. 26–31.

57. Еланский С.Н. Видовой состав и структура популяций возбудителей фитофтороза и альтернариоза картофеля и томата: специальность 03.02.12 «Микология»: диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук / Сергей Николаевич Еланский; Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. – Москва, 2012. – 325 с.

58. Ерохова М.Д. Вебинар по порошистой парше картофеля (*Spongospora subterranea*): эпидемиология патогена и методы борьбы / М.Д. Ерохова // Защита и карантин растений. – 2020. – № 9. – С. 52.

59. Ерохова М.Д. «Черная ножка» картофеля / М.Д. Ерохова // Защита и карантин растений. – 2019. – № 3. – С. 22–23.

60. Ерохова М.Д. Порошистая парша картофеля / М.Д. Ерохова, М.А. Кузнецова // Защита и карантин растений. – 2021. – № 6. – С. 28–30.

61. Ерохова М.Д. *Ditylenchus destructor* – опасный вредитель картофеля в условиях устойчивой интенсификации сельского хозяйства / М.Д. Ерохова, М.А. Кузнецова // *Защита и карантин растений*. – 2022. – № 11. – С. 28–30.
62. Ертаева Б.А. Оценка сортов картофеля на устойчивость к черной ножке / Б.А. Ертаева // *Вестник защиты растений*. – 2016. – № 3. – С. 71–72.
63. Жукова М.И. Предпосадочная обработка клубней картофеля / М.И. Жукова // *Защита и карантин растений*. – 2017. – № 4. – С. 9–13.
64. Жукова М.И. Фитосанитарный аспект испытания сортовых и семенных качеств картофеля / М.И. Жукова, Г.М. Середа, О.Н. Зубкевич [и др.] // *Защита и карантин растений*. – 2013. – № 4. – С. 13–18.
65. Замалиева Ф.Ф. Борьба с вирусными болезнями картофеля / Ф.Ф. Замалиева // *Защита и карантин растений*. – 2013. – № 3. – С. 17–21.
66. Захаренко В.А. Мониторинг фитосанитарного состояния агроэкосистем как инструмент повышения эффективности защиты растений / В.А. Захаренко // *Защита и карантин растений*. – 2018. – № 6. – С. 14–17.
67. Захаренко В.А. Интегрированное управление фитосанитарным состоянием агроэкосистем в России/ В.А. Захаренко // *Матер. межд. конф. «Современные системы и методы фитосанитарной экспертизы и управления защитой растений: ВНИИФ. Большие Вяземы, Московская обл.* – 2015. – С. 21–25.
68. Захаренко В.А. Особенности проявления рисков химического загрязнения, связанных с применением пестицидов / В.А. Захаренко // *Защита и карантин растений*. – 2017. – № 6. – С. 3–7.
69. Захаренко В.А. Фундаментальная наука подключается к решению актуальных проблем защиты растений / В.А. Захаренко // *Защита и карантин растений*. – 2019. – № 8. – С. 9–10.
70. Захаренко В.А. *Справочник по защите растений* / В.А. Захаренко, А.Ф. Ченкин, В.А. Черкасов [и др.]. – Москва: Агропромиздат, 1985. 415 с.
71. Захарова Т.И. Вредоносность фитофтороза при поражении ботвы картофеля / Т.И. Захарова // *Микология и фитопатология*. – 1971. – Т. 1. – №5. – С. 81–83.

72. Защита растений в устойчивых системах землепользования: учебно-практическое пособие (в 4 книгах) / под общ. ред. Д. Шпаара. – Торжок: ООО «Вариант», 2003. – книга 1. – 392 с.

73. Защита растений в устойчивых системах землепользования: учебно-практическое пособие (в 4 книгах.) / под общ. ред. Д. Шпаара. Минск: [б. и.], 2004. книга 4. – 347 с.

74. Зезюлина, Г.А. Биологические особенности возбудителя серебристой парши картофеля / Г.А. Зезюлина // Защита картофеля. – 2000. – №2. – С. 26 – 28.

75. Зейрук В.Н. Подготовка и посадка семенного материала картофеля / В.Н.Зейрук, Б.В. Анисимов, С.В. Васильева // Защита и карантин растений. – 2020. – № 1. – С. 32–35.

76. Зейрук В.Н. Адаптивно-экологические аспекты защиты картофеля / В.Н. Зейрук, С.В. Васильева, Г.Л. Белов [и др.] // Защита и карантин растений. – 2021. – № 3. – С. 30–34.

77. Зейрук В.Н. Пути сокращения потерь при подготовке к уборке и хранению картофеля / В.Н. Зейрук, С.В. Васильева, Г.Л. Белов [и др.] // Защита и карантин растений. – 2021. – № 10. – С. 23–26.

78. Зейрук В.Н., Васильева С.В., Колесова Е.А. и др. Оценка эффективности различных схем защиты картофеля фунгицидами/ В.Н. Зейрук, С.В. Васильева, Е.А. Колесова [и др.] // Защита и карантин растений. 2022. № 3. С. 18–21.

79. Зейрук В.Н. Результаты многолетнего применения полифункционального биопрепарата на картофеле / В.Н. Зейрук, А.К. Злотников, М.С. Гинс [и др.] // Защита и карантин растений. – 2020. – № 11. – С.13–15.

80. Зейрук В.Н. Оценка устойчивости гибридов картофеля к раку и нематоды / В.Н. Зейрук, В.В. Мананков, С.В. Васильева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2019. – № 12. – С. 42–43.

81. Зеленская О.М. Оценка эффективности неоникотиноидных протравителей против личинок жуков-щелкунов в посевах зерновых колосовых культур / О.М. Зеленская, В.Н. Орлов // Вестник защиты растений. – 2017. – № 4. – С. 54–57.

82. Злотников А.К. Влияние Альбита на качество урожая сельскохозяйственных культур / А.К. Злотников, К.М. Злотников, А.Э. Людонкаева [и др.] // Защита и карантин растений. – 2016. – № 2. – С. 41–44.

83. Зотеева Н.М. Устойчивость к фитофторозу клонов картофеля в расщепляющихся гибридных популяциях / Н.М. Зотеева // Вестник защиты растений. – 2020. – №3. – С. 192–196.

84. Зотеева Н.М. Оценка устойчивости сортов картофеля из коллекции вир к *Phytophthora infestans* в лабораторном изучении / Н.М. Зотеева, О.С. Косарева // Вестник защиты растений. – 2021. – №2. – С. 113–119.

85. Зубков А.Ф. Экологическая безопасность – в экологической целесообразности использования средств защиты растений / А.Ф. Зубков // Матер. междунауч. практ. конф. «Химический метод защиты растений. Состояние и перспективы экологической безопасности». – СПб., РАСХН, ВИЗР, 2004. – С. 134–137.

86. Ибрагимов Т.З. Фитосанитарная экспертиза поля и система поддержки принятия решений / Т.З. Ибрагимов, С.С. Санин // Защита и карантин растений. – 2015. – № 5. – С. 18–21.

87. Иванова Г.П. Чувствительность к инсектицидам тлей - переносчиков вирусной инфекции на семенных посадках картофеля / Г.П. Иванова, Т.И. Васильева // Защита и карантин растений. – 2021. – № 2. – С. 19–25.

88. Иванова О.В. Оценка сортов картофеля на групповую устойчивость к основному грызущим насекомым в полевых условиях / О.В. Иванова, С.Р. Фасулати // Защита и карантин растений. – 2021. – № 3. – С. 42–44.

89. Иванова О.В. Принципы и методы отбора устойчивых к колорадскому жуку форм картофеля и овощных пасленовых культур / О.В. Иванова, С.Р. Фасулати // Защита и карантин растений. – 2016. – № 10. – С. 12–16.

90. Иванова О.В. Устойчивость картофеля к колорадскому жуку и специфика ее структуры у сортов различных групп спелости / О.В. Иванова, С.Р. Фасулати // Защита и карантин растений. – 2015. – № 6. – С. 40–43.

91. Ивахненко О.А. Оценка эффективности энтомопатогенных нематод с другими биоагентами против щелкуна кубанского / О.А. Ивахненко, Т.С. Иванова

// Фитосанитарное оздоровление экосистем. Материалы второго Всероссийского съезда по защите растений. Санкт-Петербург, 5-10 декабря 2005. – Т. 2. – СПб., РАСХН, ВИЗР, 2005. – С. 49–50.

92. Иващенко И.И. Влияние вредоносности шелкоунов на урожайность сельскохозяйственных культур. Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов / И.И. Иващенко // Материалы IV междунар. науч.- практ. конферен., (Краснодар, 13-17 июня 2007 г.). – Краснодар, 2007. – С. 167–169.

93. Игнатов А.Н. Распространение в России черной ножки картофеля, вызываемой бактериями р. *Dickeya*. / А.Н. Игнатов, А.Н. Карлов, Ф.С. Джалилов [и др.] // Защита и карантин растений. – 2014. – № 11. – С. 41–43.

94. Илларионов А.И. Современные методы защиты растений [Электронный ресурс]: учебное пособие / А.И. Илларионов; Воронежский государственный аграрный университет Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2018 <URL: <http://catalog.vsau.ru/elib/books/b145960.pdf>>.

95. Илларионов А.И. Иммунологический метод защиты растений: современное состояние и перспективы его практического использования / А.И. Илларионов, А.А. Деркач // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. – Т.15. – № 3. – С. 65–78.

96. Илларионов А.И. Методы и средства интегрированной защиты картофеля от вредных организмов/ А.И. Илларионов, А.А. Деркач, И.С. Торопчин// Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2023. – Т.16. № 3 (78). С. 53-68.

97. Илларионов А.И. Влияние имидаклоприда на динамику численности и структуру колорадского картофельного жука (*Leptinotarsa decemlineata* Say) в условиях лесостепи Воронежской области / А.И. Илларионов, С.И. Максименков // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – № 1. – С. 40–50.

98. Илларионов А.И. Вредители картофеля в условиях Центрального Черноземья и меры контроля их вредоносности / А.И. Илларионов, С.И. Максименков //

Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2010. – №.– 4. – С. 32–42.

99. Илларионов А.И. Эффективность имидаклоприда против колорадского жука в условиях лесостепи Воронежской области / А.И. Илларионов, С.И. Максименков //Агрехимический вестник. – 2012. – № 4. – С. 15–16.

100. Информационный Бюллетень МСХ РФ. № 1, 2022. С. 1-6.

101. Кандыбин Н.В. Микробиометод и колорадский жук / Н.В. Кандыбин // Защита и карантин растений. – 2001. – № 6. – С. 25–26.

102. Кваснюк Н.Я. Интегрированная система защиты от фитофтороза, грибных, вирусных и бактериальных болезней/ Н.Я. Кваснюк, Б.И. Гуревич, К.А. Можаяева [и др.] // Практическое руководство. – Москва, ФГНУ «Росинформагротех». – 2006. – 72 с.

103. Ключникова Е.В. Использование хитозаров в защите картофеля от комплекса клубневой и аэрогенной инфекции / Е.В. Ключникова // Вестник защиты растений. – 2004. – № 2. – С. 68–76.

104. Козловский, Б.Е. Альтернариоз на картофеле становится более вредоносным / Б.Е. Козловский, А.В. Филиппов // Защита и карантин растений. – 2007. – №5 – С. 12–13.

105. Котиков М.В. Эффективность применения нового гербицида почвенного действия Артист на посадках картофеля / М.В. Котиков // Защита и карантин растений. – 2019. – № 6. – С. 18–19.

106. Котиков М.В. Эффективность современной схемы защиты картофеля от фитофтороза на разных сортах / М.В. Котиков, Е.Е. Котикова, А.С. Косенков // Защита и карантин растений. – 2016. – № 4. – С. 27–28.

107. Кузнецова М.А. Ризоктониоз – опаснейшее заболевание картофеля / М.А. Кузнецова, М.Д. Ерохова // Защита и карантин растений. – 2021. – № 4. – С. 31–34.

108. Кузнецова М.А. Современное состояние популяции *Phytophthora infestans* и защита картофеля от фитофтороза / М.А. Кузнецова, Н.В. Стацюк, Б.Е. Козловский [и др.] // Защита и карантин растений. – 2013. – № 7. – С. 12–15.

109. Кузнецова М.А. Опасное заболевание картофеля /М.А. Кузнецова, Н.В. Стацюк, А.Н. Рогожин, К.В. Боровский // Защита и карантин растений. – 2020. – № 2. – С 7–13.

110. Курдюкова О.Н. Контроль многолетних сорняков в посадках картофеля / О.А. Курдюкова, Н.И. Конопля. – 2014. – № 2. – С. 39–40.

111. Лазарев А.М. Ареал и зоны вредоносности черной ножки картофеля *Erwinia carotovora subsp. atroseptica* (Van hall) Dye / А.М. Лазарев // Вестник защиты растений. – 2012. – № 3. – С. 70–72.

112. Лысов А.К. Перспективный биофунгицид для защиты картофеля / А.К. Лысов, О.Д. Морозов, Н.И. Наумова, В.В. Букреев // Защита и карантин растений. – 2022. – № 10. – С. 17–18.

113. Лысов А. К. Интегрированная защита при выращивании семенного картофеля / А. К. Лысов, А. В. Хютти, Т. В. Корнилов // Защита и карантин растений. – 2020. – № 9. – С. 32–37.

114. Максимов И.В. Стимулирующий рост растений микроорганизмы как альтернатива химическим средствам защиты от патогенов (обзор) / И.В. Максимов, Р.Р. Абизгильдина, Л.И. Пусенкова // Прикладная биохимия и микробиология. – 2011. – Т. 47. – № 4. – С. 373–385.

115. Малюга, А.А. Агротехнические и химические меры борьбы с ризоктониозом картофеля / А.А. Малюга, Н.Н. Енина, О.В. Щеглова. – Новосибирск: Сибирский научно-исследовательский институт земледелия и химизации сельского хозяйства, 2010. – 24 с.

116. Малюга А.А. Устойчивость сортов картофеля к колорадскому жуку в лесостепи Приобья / А.А. Малюга, Н.С. Чуликова, Н.А. Омельченко // Защита и карантин растений. – 2013. – № 12. – С. 17–19.

117. Мельникова Е.С. Пути снижения вредоносности альтернариоза картофеля / Е. С. Мельникова, Е.А. Мелькумова, М.А. Кузнецова // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2011. – №4. – С. 30–32.

118. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) : учебник для студентов высш. с.-х. учеб. заведений по агроном. специальностям / Б.А. Доспехов. – Изд. 6-е, стер., перепечатка с 5 изд. 1985 г. — Москва : Альянс, 2011 .— 352 с.

119. Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний гербицидов / А.С. Голубев, Т.А. Маханькова. – ФГБНУ ВИЗР. – Санкт-Петербург. – 2020. – 80 с.

120. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов и родентицидов в сельском хозяйстве /под ред. В.И. Долженко. – Санкт-Петербург : Всероссийский НИИ защиты растений, 2009. – 321 с.

121. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве /под ред. В.И. Долженко. – Санкт-Петербург : Всероссийский НИИ защиты растений, 2009. – 379 с.

122. Минаева О.М. Оценка устойчивости к колорадскому жуку сортов картофеля, наиболее широко возделываемых в Томской области / О.М. Минаева, Н.Н. Терещенко, Т.И. Зюбанова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2020. – № 7. – С. 23–25.

123. Мирсаидова Г.А. Протравливание семенных клубней картофеля должно быть обязательным на Южном Урале / Г.А. Мирсаидова , А.А. Васильев // Защита и карантин растений. – 2013. – № 2. – С. 26–27.

124. Молявко А.А. Сроки удаления ботвы на семеноводческих посевах картофеля / А.А. Молявко // Защита и карантин растений. – 2016. – № 1. – С. 22–24.

125. Молявко А.А. Механизмы устойчивости картофеля к колорадскому жуку / А.А. Молявко, А.В. Марухленко , Н.П. Борисова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2021. – № 2. – С. 18–20.

126. Молявко А.А. Мониторинг популяций тлей – переносчиков вирусов картофеля / А.А. Молявко, А.В. Марухленко , Н.П. Борисова, В.Н. Зейрук // Защита и карантин растений. – 2021. – № 8. – С. 20–22.

127. Молявко А.А. Десикация – путь к снижению поражения картофеля болезнями / А.А. Молявко, А.В. Марухленко, Л.А. Еренкова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2019. – № 8. – С. 18–20.

128. Молявко А.А. Влияние хелатных удобрений на устойчивость картофеля к фитофторозу / А.А. Молявко, А.В. Марухленко, Л.А. Еренкова, Н.П. Борисова // Защита и карантин растений. – 2018. – № 8. – С. 44–45.

129. Мониторинг вредителей и болезней картофеля (Методические указания) / Ю.В. Бухонова, Н.Г. Михина, В.Т. Алехин // ФГБНУ «ВНИИЗР». – Воронеж. – изд-во «Роза ветров», 2019. – 140 с.

130. Надворный В.Г. Действие аммиачной воды на почвенную мезофауну / В.Г. Надворный // Химия в сельском хозяйстве. – 1968. – Т. 6. – № 5. – С. 5–9.

131. Надыкта В.Д. Основные результаты исследований ВНИИБЗР в области биологической защиты растений / В.Д. Надыкта // Современные мировые тенденции в производстве и применении биологических и экологически малоопасных средств защиты растений : Сб. материалы науч. практ. конф. – Краснодар. – 2012. – С. 20–22.

132. Наумова Н.А. Фитофтора картофеля : монография / Н.А. Наумова. – Ленинград: Сельхозиздат, 1961. – 182 с.

133. Никитин М.М. Выявление и идентификация возбудителя порошистой парши картофеля методом ПЦР в реальном времени / М.М. Никитин, К.О. Дейч, Е.А. Павлова [и др.] // Защита и карантин растений. – 2018. – № 3. – С. 11–14.

134. Новожилов К.В. Проволочники в агробиоценозе картофеля / К.В. Новожилов, С.А. Волгарев // Защита и карантин растений. – 2007. – № 4. – С. 23–25.

135. Новикова И.И. Микробиологическая защита растений – основа фитосанитарной оптимизации агроэкосистем / И.И. Новикова // Защита и карантин растений. – 2017. – № 4. – С. 3–6.

136. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2018 году и прогноз развития вредных объектов в 2019 году. Российский сельскохозяйственный центр ; [сост.: Д.Н. Говоров [и др.] ; общ. ред.: Д.Н. Говоров, А.В. Живых] .— Москва, 2019 .— 523 с.

137. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2019 году и прогноз развития вредных объектов в 2020 году. Российский сельскохозяйственный центр ; [сост.: Д.Н. Говоров [и др.] ; общ. ред.: Д.Н. Говоров, А.В. Живых] .— Москва, 2020 .— 512 с.

138. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2020 году и прогноз развития вредных объектов в 2021 году. Российский сельскохозяйственный центр ; [сост.: Д.Н. Говоров [и др.] ; общ. ред.: Д.Н. Говоров, А.В. Живых] .— Москва, 2021 .— 512 с.

139. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2021 году и прогноз развития вредных объектов в 2022 году. Российский сельскохозяйственный центр ; [сост.: Д.Н. Говоров [и др.] ; общ. ред.: Д.Н. Говоров, А.В. Живых] .— Москва, 2022 .— 477 с.

140. Обзор фитосанитарного состояния посевов сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2022 году и прогноз развития вредных объектов в 2023 году / Российский сельскохозяйственный центр ; [сост.: Д. Н. Говоров [и др.] ; общ. ред.: Д. Н. Говоров, А. В. Живых] .— Москва, 2023 .— 559 с.

141. Орлов В.Н. Эффективность протравителей против проволочников на пропашных культурах / В.Н. Орлов, О.М. Зеленская // Защита и карантин растений. – 2018. – № 1. – С. 16–18.

142. Павлова Н.А. Биологическая эффективность некоторых индукторов болезнеустойчивости в системе оздоровления и защиты картофеля от болезней в оригинальном семеноводстве /Н.А. Павлова // Вестник защиты растений. – 2015. – № 3. – С. 21–26.

143. Павлюшин В.А. Биологизация защиты растений – необходимое условие для развития растениеводства / В.А. Павлюшин // Главный агроном. – 2018. – № 7. – С. 6–9.

144. Павлюшин В.А. Биологическая защита растений от колорадского жука / В.А. Павлюшин // Защита и карантин растений. – 2000. – № 10. – С. 19-21.

145. Павлюшин В.А. Колорадский жук: распространение, экологическая пластичность, вредоносность и меры контроля / В.А. Павлюшин, Г.И. Сухоручен-

ко, С.Р. Фасулати, Н.А. Вилкова. – Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2009. – № 3. – 32 с.

146. Пересыпкин В.Ф. Сельскохозяйственная фитопатология / В.Ф. Пересыпкин, 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Агропромиздат, 1989. – 480 с.

147. Петровский А.С. Микробиологические препараты в растениеводстве. Альтернатива или партнерство? / А.С. Петровский, С.Д. Каракотов // Защита и карантин растений. – 2017. – № 2. – С. 14–18.

148. Пидопличко Н.М. Грибы-паразиты культурных растений / Н.М. Пидопличко // Определитель. – Т. 2: Грибы несовершенные. – Киев: Наукова Думка, 1977. – С. 171-177.

149. Пикушова Э.А. Токсичность протравителей к патогенным микромицетам / Э.А. Пикушова, Л.А. Шадрина, Т.А. Долбилова // Защита и карантин растений. – 2016. – № 7. – С. 42–45.

150. Попкова К.В. Фитофтора картофеля / К.В. Попкова. – Москва: Колос, 1972. – 174 с.

151. Попкова К.В. Серебристая парша картофеля и ее вредоносность в условиях Московской области / К.В. Попкова, Н.Ю. Костенко // Защита растений. – 1981. – №3. – С. 97–101.

152. Попов Ю.В. Зараженность семенного картофеля грибными болезнями и ее значение в выборе препарата для обработки клубней / Ю.В. Попов // Защита и карантин растений. – 2019. – № 10. – С. 34–37.

153. Попов Ю.В. Защита картофеля должна быть не только экономически, но и экологически обоснованной / Ю.В. Попов, В.Ф. Рукин // Защита и карантин растений. – 2020. – № 3. – С. 27–32.

154. Попов Ю.В. Мониторинг вредных организмов на картофеле / Ю.В. Попов, В.Ф. Рукин, Е.И. Хрюкина // Защита и карантин растений. – 2016. – № 9. – С. 31–35.

155. Попов Ю.В. Оптимизация защиты картофеля от вредных организмов / Ю.В. Попов, Е.И. Хрюкина, В.Ф. Рукин. Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2018. – № 1. – 36 с.

156. Попов Ю.В. Особенности борьбы с вредными организмами на картофеле в ЦЧР / Ю.В. Попов, В.Ф. Рукин, Е.И. Хрюкина // Защита и карантин растений. – 2015. – № 4. – С. 31–35.

157. Попов Ю.В. Фитосанитарное состояние картофеля и его оптимизация в ЦЧР/Рекомендации по защите культуры/ Ю.В. Попов, Е.И. Хрюкина, В.Ф. Рукин. – Воронеж: издательство «Истоки», 2014. – 75 с.

158. Попов Ю.В. Биологические приемы защиты картофеля от вредных организмов в условиях ЦЧР/Ю.В. Попов, В.Ф. Рукин, И.С.Торопчин //Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции. – Ч. IV. Секция «Инновационные направления агрономии, агрохимии и экологии», 13-30 апреля 2021 г. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2021. – С. 12-20.

159. Попов Ю.В. Биологическая направленность защиты картофеля от вредных организмов в условиях ЦЧР/ Ю.В. Попов, В.Ф. Рукин, И.С.Торопчин //Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2022. Т.15. № 4 (74). С. 52-67.

160. Попов Ю.В. Эффективность биологических приемов защиты картофеля от вредных организмов в условиях лесостепи ЦЧР/Ю.В. Попов, В.Ф. Рукин, И.С. Торопчин/ Докучаевское наследие: сохранение и воспроизводство плодородия черноземных почв.- Сборник научных докладов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 140-летию классического труда В.В. Докучаева «Русский чернозем» 19 октября 2023 г. – Каменная Степь – 2023. – С. 62–67.

161 Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2022 году (предварительные данные) – Москва: Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) Главный межрегиональный центр: [сайт] URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29_cx_predv_2022.xlsx. (дата обращения 17.04.2023 г.). – Текст : электронный.

162. Посевные площади, валовые сборы и урожайность сельскохозяйственных культур в Российской Федерации в 2023 году (предварительные данные) – Москва: Федеральная служба государственной статистики (РОССТАТ) Главный межрегиональный центр: [сайт] URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/29_cx_predv_2022.xlsx. (дата обращения 23.01.2024 г.). – Текст : электронный.

163. Приданников М.В. Нематицид Видат 5 Г для борьбы со стеблевой нематодой картофеля / М.В. Приданников // Защита и карантин растений. – 2020. – № 8. – С. 13–15.

164. Прищепенко Е.А. Влияние предпосадочной обработки клубней картофеля на пораженность фитофторозом и урожайность культуры / Е.А. Прищепенко, Л.М.Х. Биккинина // Защита и карантин растений. – 2020. – № 4. – С. 21–23.

165. Пусенкова Л.И. Биопрепараты для защиты картофеля от болезней/ Л.И. Пусенкова, В.М. Глез, В.Н. Зейрук [и др.] // Защита и карантин растений. – 2009. – №10. –С. 26–28.

166. Рогожин А.Н. Распределение и жизнеспособность конидий *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary в атмосфере над пораженными посадками картофеля / А.Н. Рогожин, А.В. Филиппов // Микология и фитопатология. – 1983. – Т. 17. – №3. – С. 225–227.

167. Рославцева С.А. Резистентность к инсектицидам в популяциях колорадского жука / С.А. Рославцева // Агрехимия. – 2008. – № 1. – С. 87–92.

168. Рославцева С.А. О резистентности колорадского жука к инсектицидам / С.А. Рославцева, Н.Г. Михина // Защита и карантин растений. – 2001. – № 6. – С. 27–28.

169. Рубцов Л.М. Изменение сорного компонента в посадках картофеля под влиянием гербицидов / Л.М. Рубцов, Т.А. Асеева // Защита и карантин растений. – 2019. – № 7. – С. 44–45.

170. Рубцов Л.М. Влияние гербицидов и фунгицидов на продуктивность картофеля в Приамурье / Л.М. Рубцов, Н.И. Донец, Т.П. Наумцева // Защита и карантин растений. – 2016. – № 6. – С. 21–22.

171. Ряховская Н.И. Эффективность биофунгицидов против ризоктониоза на картофеле в условиях Камчатского края / Н.И. Ряховская, В.В. Гайнатулина, М.А. Макарова // Вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 3. – С. 25–27.

172. Салахова И.И. Скрининг микроорганизмов-антагонистов фитопатогенов сельскохозяйственных культур Республики Татарстан / И.И. Салахова. – Казань: Казанский (Приволжский) Федеральный Университет, 2015. – 36 с.

173. Санин С.С. Органическое землепользование: фитосанитарные экологические и экономические барьеры / С.С. Санин // Защита и карантин растений. – 2019. – № 1. – С. 3–6.

174. Санин В.А. Колорадский жук / В.А. Санин. – Москва: Колос, 1976. – 112 с.

175. Санин С.С. Фитосанитарные проблемы интенсивного растениеводства / С.С. Санин // Защита и карантин растений –. 2013. – № 12. – С. 3–8.

176. Санин С.С. Фитосанитарная экспертиза–основа рациональной и экологически обоснованной защиты растений / С.С. Санин // В сб. Фитосанитарная оптимизация агроэкосистем. – Т. 1. Санкт-Петербург. – 2013. – С. 272–274.

177. Седова В.И. Обыкновенная парша картофеля / В.И. Седова // Защита и карантин растений. – 1999. – № 5. – С. 18.

178. Сельское хозяйство в России. 2021: Стат. сб./Росстат. С 29. Москва: 2021. – 100 с.

179. Система ведения сельского хозяйства в Центрально-Черноземной зоне / Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы .— Воронеж : Центрально-Черноземное книжное издательство, 1980 .— 415 с.

180. Смук В.В. Борьба с сорняками на посадках картофеля, размещенных по пласту многолетних трав / В.В. Смук, А.М. Шпанев // Защита и карантин растений. – 2017. – № 1. – С. 18–21.

181. Спинтор 240 : [сайт] URL: <https://fungicides.ru/insektitsidy/spintor.html>. (дата обращения 1.04. 2023 г.). – Текст : электронный.

182. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации, 2022 год: [справочное издание]. Москва: 2022. 879 с. Приложение к журналу «Защита и карантин растений» № 4. 2022.

183. Справочник агронома (Центрально-Черноземный регион) / Г.В. Коренев [и др.] ; Воронеж. гос. аграр. ун-т ; под ред. Г.В. Коренева .— Воронеж : ВГАУ, 1996 .— 314 с.

184. Станчева Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур: [пер. с болг.] / Й. Станчева. – Т. 4: Болезни технических культур. – София: Изд-во Pensoft, 2003. – С. 19-21.

185. Стаценко А.П. Ранняя диагностика инфекции в клубнях / А.П. Стаценко, Д.А. Капустин // Картофель и овощи. – 2014. – № 4. – С. 25.

186. Сухорученко Г.И. Система интегрированной защиты репродуктивного семенного картофеля/ Г.И. Сухорученко, Г.П. Иванова, С.А. Волгарев [и др.] // ФБГНУ ВИЗР, Санкт-Петербург. – 2016. – 64 с.

187. Сухорученко Г.И. Формирование резистентности к инсектицидам в популяциях колорадского жука из разных регионов европейской части России / Г.И. Сухорученко, Т.И. Васильева, Г.П. Иванова // Защита и карантин растений. – 2017. – № 8. – С. 3–8.

188. Торопчин И.С. Эффективность приемов и инновационных средств при защите картофеля от сорных растений/ И.С. Торопчин// В сборнике: Наука, образование и бизнес: новый взгляд или стратегия интеграционного взаимодействия. Сборник научных трудов по материалам II Международной научно-практической конференции, посвященной памяти первого Президента Кабардино-Балкарской Республики Валерия Мухамедовича Кокова. г. Нальчик, Кабардино-Балкарский ГАУ 20-22 октября 2022, Нальчик. – 2022. – Ч. 2. – С. 152-155.

189. Торопчин И.С. Эффективность современных гербицидов в сочетании с микроудобрениями, рост стимуляторами и механическими обработками почвы против сорных растений на картофеле/ И.С. Торопчин, А.И. Илларионов//Теория и практика инновационных технологий в АПК: материалы национальной научно-практической конференции. Секция: «Инновационные направления агрономии,

агрохимии и экологии» (19 – 21 апреля 2022 г.). Ч. VII. – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2022. – С. 105-109.

190. Торопчин И.С. Использование гербицидов и их смесей для защиты картофеля/ И.С. Торопчин//Защита и карантин растений. – 2023. – № 9. – С. 20-22.

191. Торопчин И.С. Биологическая эффективность гербицидов на картофеле в комбинации с механическими окучиваниями культуры в условиях лесостепи Центрального Черноземья/ И.С. Торопчин, А.И. Илларионов// Современные достижения и перспективы развития агрономической науки: материалы международной научно-практической конференции, посвященной Десятилетию науки и технологий в Российской Федерации (17-18 мая 2023 г.) – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. – С. 165–169.

192. Торопчин И.С. Сравнительная эффективность биоинсектицидов против колорадского жука в условиях лесостепи Центрального Черноземья/ И.С. Торопчин, Ю.В. Попов, В.Ф. Рукин, А.И. Илларионов// Современные достижения и перспективы развития агрономической науки: материалы международной научно-практической конференции, посвященной Десятилетию науки и технологий в Российской Федерации (17-18 мая 2023 г.) – Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2023. – С. 3–7.

193. Трускинов Э.В. Обследование коллекции картофеля ВИР с целью выявления сортов с полевой устойчивостью к вирусным болезням / Э.В. Трускинов, Я.Б. Хрусталева, Л.В. Королева, О.С. Косарева // Вестник защиты растений. – 2011. – № 3. – С. 41–44.

194. Тулинов А.Г. Применение препарата Вэрва Ель на посадках картофеля / А.Г. Тулинов // Защита и карантин растений. – 2017. – № 2. – С. 41.

195. Ульяненко Л.Н. Интегрированная система защиты семенных посадок картофеля в Калужской области / Л.Н. Ульяненко, А.С. Филипас, Н.Р. Гончаров [и др.] // Защита и карантин растений. – 2015. – № 1. – С. 23–25.

196. Ушатинская Р.С. Колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) / Р.С. Ушатинская. – Москва: Наука, 1981. – 375 с.

197. Фасулати С.Р. Сравнительная повреждаемость сортов картофеля личинками жуков-щелкунов в различных агроэкологических условиях / С.Р. Фасулати, О.В. Иванова // Вестник защиты растений. – 2019. – 2. – С. 33–40.

198. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. – Москва: МСХ РФ, 2017. – 45 с. : [сайт] URL: <https://mcx.gov.ru/upload/iblock/1e9/1e97bd2630e613804cf5ef016063bd60.pdf> (дата обращения 31.04.2023 г.). – Текст : электронный.

199. Филипас А.С. Витавакс 200ФФ в борьбе с ризоктониозом картофеля / А.С. Филипас, П.С. Семешкина, Л.М. Ульяненко // Защита и карантин растений. – 2013. – № 2. – С. 31–32.

200. Филиппов А.В. Фитофтороз картофеля / А.В. Филиппов. Приложение к журналу «Защита и карантин растений». – 2012. – № 5. – 27 с.

201. Фисюнов А.В. Сорные растения : Альбом / А.В. Фисюнов .— Москва : Колос, 1984 .— 320 с.

202. Фитосанитарная диагностика / А.Ф. Ченкин, В.А. Захаренко, Г.С. Белозерова [и др.] Под ред. А.Ф. Ченкина. – Москва. – Колос, 1994. – 323 с.

203. Фролов А.А. Картофелеводство – возрожденная отрасль Брянской области / А.А. Фролов, Н.И. Рожнов // Защита и карантин растений. – 2018. – № 5. – С. 3–6.

204. Ханкишиев Э.Я. Эффективность применения гербицидов на картофеле / Э.Я. Ханкишиев, Ф.А. Агаев // Защита и карантин растений. – 2019. – № 4. – С. 32–33.

205. Хробрых Н.Д. Серебристая парша и устойчивость к ней сортов картофеля : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Надежда Дмитриевна Хробрых. – Ленинград, 1953. – 16 с.

206. Чанов Г.Т. Аммиачная вода - не только удобрение / Г.Т. Чанов, Н.Н. Михайлов // Защита растений. – 1968. – № 12. – С. 26–27.

207. Чесалин Г.А. Сорные растения и борьба с ними / Г.А. Чесалин . – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Колос, 1975 . – 256 с.

208. Чмырь П.Г. К изучению влияния аммиачной воды на почвообитающих вредителей и дождевых червей / П.Г. Чмырь, Б.Е. Гушин // Труды ВНИИ защиты растений. – Т. 1. – Воронеж: Центрально-Черноземное книжное изд-во, 1971. – С. 130–136.

209. Шабанов А.Э. Эффективность защитно-стимулирующих обработок при ранней посадке картофеля / А.Э. Шабанов, А.И. Киселев // Защита и карантин растений. – 2021. – № 8. – С. 18–19.

210. Шаманин А.А. Изучение видового состава тлей-переносчиков вирусов на посадках картофеля в Архангельской области / А.А. Шаманин, В.А. Корелина, Л.А. Попова, М.Н. Берим // Вестник защиты растений. – 2017. – № 4. – С. 63–67.

211. Шестеперов А.А. Возделывание нематодоустойчивых сортов картофеля в очагах глободероза в фермерских и личных подсобных хозяйствах / А.А. Шестеперов, О.Г. Грибоедова, Е.А. Колесова А. И. Володин // Защита и карантин растений. – 2019. – № 12. – С. 35–38.

212. Шпанев А.М. Картирование полей на заселенность проволочниками / А.М. Шпанев, О.Г. Гусева, В.В. Нейморовец [и др.] // Картофель и овощи. – 2014. – № 9. – С. 24–25.

213. Шпанев А.М. Проволочники в севооборотах с многолетними травами / А.М. Шпанев, В.В. Смуk // Защита и карантин растений. – 2019. – № 10. – С. 16–19.

214. Экономические пороги вредоносности вредителей, болезней и сорных растений в посевах сельскохозяйственных культур / В.Т. Алехин, В.В. Михайликова, Н.Г. Михина: справочник. – Москва, ФГБНУ «Росинформагротех», 2016. – 76 с.

215. Энтолек. [сайт] URL:

[<https://procvetok.by/uploads/files/Content/instruktsii/PDF/Entolek.pdf>].

(дата обращения 31.03.2023 г.). – Текст : электронный.

216. Ягнешко Д.И. Альтернариоз картофеля / Д.И. Ягнешко // Защита картофеля. – 2000. – №3. – С. 21–22.

217. Ash G. J. The science, art and business of successful bioherbicides / G. J. Ash // *Biol. Control.* – 2010. – Vol. 52. – P. 230–240.

218. Fry W. Plant diseases that changed the world. *Phytophthora infestans*: The plant (and R gene) destroyer/ W. Fry // *Mol. Plant Pathol.* – 2008. – Vol. 9. – № 3. – P. 385-402.

219. Harding D. P. Controlling weeds with fungi, bacteria and viruses: a review / D.P. Harding, M.N. Raizada // *Front. Plant Sci.* – 2015. – Vol. 6. – 659. doi: 10.3389/fpls.2015.00659

220. Hershenthorn J. Weed biocontrol with fungi: past, present and future / J. Hershenthorn, F. Casella, M. Vurro // *Biocontrol Sci. Technol.* – 2016. – Vol. 26. – № 10. – P. 1313–1328.

221. Jian-Zhou Zhao Inheritance and Synergism of Resistance to Imidacloprid in the Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) / Zhao Jian-Zhou, B. Bishop, E. Grafius // *Journal of Economic Entomology.* – 2000, – Vol. 93. – № 5. – P. – 1508–1514.

222. Kapsa, J. Occurrence of early blight (*Alternaria* ssp.) at potato crops and results of its chemical control in Polish experiences. Proceedings of the 8th workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. / J. Kapsa, J. Osowski // Jersey: PPO-Special Report. – 2004. – № 10. – P. 101–107.

223. Mota-Sanchez D. Resistance and cross-resistance to neonicotinoid insecticides and spinosad in the Colorado potato beetle / D. Mota-Sanchez, R. Hollingworth, E. Grafius, D. Moyer // *Pest Management Science.* – 2006. – Vol. 62. – №1. – P. 30–37.

224. Olson E. Baseline Susceptibility to Imidacloprid and Cross Resistance Patterns in Colorado Potato Beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) Populations / E. Olson, G. Dively, J. Nelson // *Journal of Economic Entomology.* – 2000. – Vol. 93. – №2. – P. 447–458.

225. Stack M.E., Mutagenicity of the *Alternaria* Metabolites Alternotoxins I, II, and III / M.E. Stack, M.J. Prival // *Appl. Environm. Microbiol.* – 1986. – 52 (4). – P. 718–722.

226. Visconti A. Alternaria toxins. In: Mycotoxins in grains, compounds other than aflatoxins / A. Visconti A. Sibilio // St. Paul: Eagan Press. – 1994. – P. 315–336.

227. Yekeler H. Analysis of toxic effects of Alternaria toxins on esophagus of mice by light and electron microscopy / H. Yekeler, K. Bitmis, N. Ozcelik, M.Z. Doymaz, M. Calta // Toxicol. Pathol. – 2001. – № 29. – P. 492–497.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1 – Метеорологические данные вегетационных периодов 2019-2023 гг.
агрометеостанции ВНИИСС Рамонского района Воронежской области

Показатели	Месяцы и декады														
	Апрель			Май			Июнь			Июль			Август		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
2019 г.															
Температура воздуха, °С															
а) средние многолетние	6,9	12,0	12,0	15,0	15,9	19,8	18,4	19,9	21,0	21,3	23,8	23,7	21,3	22,6	20,2
б) текущего года	6,7	9,9	14,9	16,2	18,5	20,9	23,6	24,2	23,4	19,7	20,4	20,9	18,6	23,6	22,2
Осадки, мм															
а) средние многолетние	10,1	11,0	9,3	12,0	21,4	12,4	27,8	27,9	24,0	24,3	20,9	24,0	19,5	13,3	14,3
б) текущего года	6,3	15,9	7,8	0,9	0,5	0	0	0	0	31,3	0	39,0	0,4	0	0
Влажность воздуха, %															
а) средние многолетние	75	68	66	62	62	62	68	70	72	71	70	70	70	75	80
б) текущего года	67	55	54	57	57	55	48	52	48	55	57	64	63	55	60
2020 г.															
Температура воздуха, °С															
а) средняя многолетняя	6,3	10,0	11,8	17,3	18,6	19,9	19,7	21,3	22,8	20,7	23,9	24,1	24,0	22,9	20,1
б) текущего года	6,5	5,2	10,3	14,7	11,7	14,8	22,1	24,5	22,1	25,5	20,9	21,8	21,3	18,9	20,9
Осадки, мм															
а) средние многолетние	18,5	17,0	17,3	13,3	22,8	23,1	9,7	30,4	25,2	18,2	31,4	16,9	12,7	27,0	42,6
б) текущего года	0	15,5	0,4	21,1	15,0	14,0	18,4	4,6	0,7	19,2	0,6	14,7	3,2	2,5	0
Влажность воздуха, %															
а) средняя многолетняя	76	59	59	72	64	59	52	66	64	65	66	65	61	62	60
б) текущего года	41	58	50	63	62	61	61	51	58	50	57	49	52	57	46
2021 г.															
Температура воздуха, °С															
а) средние многолетние	6,3	10,0	11,8	17,3	18,6	19,9	19,7	21,3	22,8	20,7	23,9	24,1	24,0	22,9	20,1
б) текущего года	5,7	12,2	9,0	13,0	18,9	19,3	16,6	21,4	27,1	24,0	27,3	24,1	26,8	25,0	22,1

Осадки, мм															
а) средние многолетние	18,5	17,0	17,3	13,3	22,8	23,1	9,7	30,4	25,2	18,2	31,4	16,9	12,7	27,0	42,6
б) текущего года	26,5	36,7	6,8	23,4	10,2	6,0	14,8	43,0	8,0	14,6	0	5,0	4,7	0	10,7
Влажность воздуха, %															
а) средние многолетние	76	59	59	72	64	59	52	66	64	65	66	65	61	62	60
б) текущего года	69	56	63	61	57	50	68	60	51	55	46	55	42	48	47
2022 г.															
Температура воздуха, °С															
а) средние многолетние	5,8	9,0	11,6	13,1	16,0	17,6	19,2	21,3	20,8	22,9	23,0	22,7	20,7	22,1	20,4
б) текущего года	7,7	11,4	11,8	11,0	13,0	14,4	20,8	21,0	22,3	23,6	20,3	20,7	22,7	22,2	22,9
Осадки, мм															
а) средние многолетние	19,7	20,4	13,1	16,8	17,0	23,4	14,8	19,8	19,7	15,1	29,6	15,4	8,4	15,2	37,1
б) текущего года	26,1	34,8	0,0	6,0	14,5	38,2	5,7	21,5	11,5	0,0	40,8	51,4	17,4	3,5	0,0
Влажность воздуха, %															
а) средние многолетние	71,0	60,0	57,0	61,0	61,0	62,0	60,0	64,0	64,0	58,0	60,0	60,0	65,0	66,0	69,0
б) текущего года	69,0	69,0	57,0	43,0	57,0	59,0	60,0	55,0	56,0	49,0	65,0	71,0	63,0	63,0	44,0
2023 г.															
Температура воздуха, °С															
а) средние многолетние	6,4	9,9	11,9	15,4	16,8	19,1	19,4	21,0	22,9	22,8	22,6	23,0	23,0	22,6	21,1
б) текущего года	7,4	9,6	10,9	11,1	17,7	18,8	18,8	18,1	18,2	21,8	19,6	20,7	23,8	23,4	18,0
Осадки, мм															
а) средние многолетние	19,2	20,8	12,1	17,4	18,5	25,8	13,6	17,3	17,9	13,5	29,8	19,3	9,41	10,9	17,61
б) текущего года	2,7	25,8	51,0	0,0	0,0	13,7	5,7	0,0	46,0	36,5	14,3	46,8	2,0	21,0	5,0
Влажность воздуха, %															
а) средние многолетние	66	60	56	56	61	61	59	61	61	59	63	64	58	58	56
б) текущего года	65	46	73	53	41	61	49	55	67	69	62	67	69	66	76

Таблица 1 – Биологическая эффективность гербицидов и окучиваний картофеля в виде снижения общего количества сорных растений и их массы по отношению к контролю, % (за период 2019-2023 гг.)

Варианты опыта	Общее количество сорных растений, экз.		Масса сорных растений, г/м ²			
	экз./м ²	снижение	двудольные	снижение	злаковые	снижение
1	2	3	4	5	6	7
2019 г.						
Контроль	138,0	-	354,7	-	624,5	-
1. до всходов культуры Зенкор Ультра , КС – 1,0 л/га; 2. по всходам культуры Зенкор Ультра , КС – 0,35 л/га (эталон)	41,5	69,9	39,5	88,9	105,5	83,1
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 5,0 л/га; 2. по всходам культуры Титус , СТС – 0,05 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	27,6	80,0	11,5	96,8	32,2	94,8
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 3,0 л/га; 2. по всходам культуры Боксер , КЭ – 1,5 л/га + Титус , СТС – 0,025 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	25,3	81,7	28,5	92,0	30,4	95,1
Трехкратное окучивание культуры	32,0	76,8	123,5	65,2	62,7	90,0
2020 г.						
Контроль	217,3	-	603,2	-	794,2	-
1. до всходов культуры Зенкор Ультра , КС – 1,0 л/га; 2. по всходам культуры Зенкор Ультра , КС – 0,35 л/га (эталон)	40,0	81,6	21,7	96,4	214,7	73,0

1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 5,0 л/га; 2. по всходам культуры Титус , СТС – 0,05 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	19,5	91,0	3,0	99,5	18,3	97,7
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 3,0 л/га; 2. по всходам культуры Боксер , КЭ – 1,5 л/га + Титус , СТС – 0,025 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	13,7	93,7	8,8	98,5	12,7	98,4
Трехкратное окучивание культуры	81,5	62,5	354,4	41,2	401,8	49,4
2021 г.						
Контроль	147,3	-	256,0	-	556,5	-
1. до всходов культуры Зенкор Ультра , КС – 1,0 л/га; 2. по всходам культуры Зенкор Ультра , КС – 0,35 л/га (эталон)	61,7	58,1	1,0	99,6	184,5	66,8
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 5,0 л/га; 2. по всходам культуры Титус , СТС – 0,05 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	48,0	67,4	0,5	99,8	33,0	94,1
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 3,0 л/га; 2. по всходам культуры Боксер , КЭ – 1,5 л/га + Титус , СТС – 0,025 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	32,0	78,3	0,0	100	13,0	97,7
Трехкратное окучивание культуры	94,0	35,6	53,5	79,1	452,0	18,8
2022 г.						
Контроль	242,0	-	626,7	-	982,7	-
1. до всходов культуры Зенкор Ультра , КС – 1,0 л/га; 2. по всходам культуры Зенкор Ультра , КС – 0,35 л/га (эталон)	48,4	80,0	30,8	95,1	190,0	80,7
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 5,0 л/га; 2. по всходам культуры Титус , СТС – 0,05 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	30,0	87,6	61,3	90,2	55,2	94,4

1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 3,0 л/га; 2. по всходам культуры Боксер , КЭ – 1,5 л/га + Титус , СТС – 0,025 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	19,1	92,1	50,5	91,9	35,3	96,4
Трехкратное окучивание культуры	69,3	71,4	200,0	68,1	383,5	61,0
2023 г.						
Контроль	299,0	-	519,0	-	1571,5	
1. до всходов культуры Зенкор Ультра , КС – 1,0 л/га; 2. по всходам культуры Зенкор Ультра , КС – 0,35 л/га (эталон)	92,7	69,0	76,5	85,3	418,0	73,4
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 5,0 л/га; 2. по всходам культуры Титус , СТС – 0,05 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	65,0	78,3	106,3	79,5	252,5	83,9
1. до всходов культуры Боксер , КЭ – 3,0 л/га; 2. по всходам культуры Боксер , КЭ – 1,5 л/га + Титус , СТС – 0,025 кг/га + Тренд 90 , Ж – 0,2 л/га	31,0	89,6	58,0	88,8	39,5	97,5
Трехкратное окучивание культуры	147,0	50,8	111,5	78,5	514,5	67,3

Таблица 1 – Урожайность товарных клубней картофеля сорта Жуковский ранний 2019 г.

Варианты опыта	Повторение				
	1	2	3	4	среднее
1. Контроль Кораген, КС, 0,04 л/га	7,8	6,8	6,6	8,0	7,3
химическая система защиты					
2. Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т; Регент, ВДГ, 0,025 кг/га; Танос, ВДГ, 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС, 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га	17,1	17,7	15,8	16,2	16,7
биолого-химическая система защиты					
3. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	16,8	16,1	16,8	16,7	16,6
4. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га Боксер, КЭ, 5,0 л/га Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	14,9	15,3	15,6	14,6	15,1
5. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	18,4	16,5	17,5	16,8	17,3
6. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	16,1	15,1	15,6	15,2	15,5
органическая система защиты					
7. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; трехкратное окучивание	15,1	14,5	15,6	14,4	14,9
8. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; трехкратное окучивание	14,5	14,2	14,3	15,0	14,5
НСР ₀₅	0,8 т				

Таблица 1 – Урожайность товарных клубней картофеля сорта Ред Скарлетт 2020
Г.

Варианты опыта	Повторение				
	1	2	3	4	среднее
1. Контроль Кораген, КС, 0,04 л/га	5,1	5,2	5,4	5,5	5,3
химическая система защиты					
2. Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т; Регент, ВДГ, 0,025 кг/га; Танос, ВДГ, 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС, 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га	8,2	10,3	10,6	11,3	10,1
биолого-химическая система защиты					
3. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	8,3	8,6	8,9	10,2	9,0
4. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га Боксер, КЭ, 5,0 л/га Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	6,6	7,8	9,6	10,2	8,6
5. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	8,4	8,6	9,6	10,9	9,4
6. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	6,2	7,9	9,7	10,8	8,7
органическая система защиты					
7. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; трехкратное окучивание	5,7	8,4	7,3	8,9	7,6
8. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; трехкратное окучивание	5,5	6,8	8,1	9,2	7,4
НСР ₀₅	1,0 т				

Таблица 1 – Урожайность товарных клубней картофеля сорта Лабадиа 2021 г.

Варианты опыта	Повторение				
	1	2	3	4	среднее
1. Контроль Кораген, КС, 0,04 л/га	5,1	6,3	6,8	6,0	6,1
химическая система защиты					
2. Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т; Регент, ВДГ, 0,025 кг/га; Танос, ВДГ, 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС, 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га	11,3	14,0	13,4	12,7	12,9
биолого-химическая система защиты					
3. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	9,0	12,2	11,8	12,6	11,4
4. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га Боксер, КЭ, 5,0 л/га Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	9,2	9,0	11,0	10,7	10,0
5. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	8,5	13,0	12,9	12,8	11,8
6. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	8,7	10,2	10,3	10,8	10,0
органическая система защиты					
7. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; трехкратное окучивание	7,8	10,8	9,9	10,9	9,9
8. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; трехкратное окучивание	8,4	9,8	10,4	9,8	9,6
НСР ₀₅	1,1 т				

Таблица 1 – Урожайность товарных клубней картофеля сорта Лабадиа 2022 г.

Варианты опыта	Повторение				
	1	2	3	4	среднее
1. Контроль Кораген, КС, 0,04 л/га	8,3	6,6	5,8	6,4	6,8
химическая система защиты					
2. Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т; Регент, ВДГ, 0,025 кг/га; Танос, ВДГ, 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС, 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га	13,3	15,2	14,3	14,5	14,3
биолого-химическая система защиты					
3. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	12,2	14,7	14,3	14,2	13,9
4. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га Боксер, КЭ, 5,0 л/га Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	11,7	13,7	13,1	11,8	12,6
5. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	12,4	15,4	14,6	14,0	14,1
6. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	11,9	14,2	12,9	12,3	12,8
органическая система защиты					
7. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; трехкратное окучивание	10,5	13,1	12,9	10,7	11,8
8. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; трехкратное окучивание	9,6	11,7	11,7	10,1	10,8
НСР ₀₅	1,2 т				

Таблица 1 – Урожайность товарных клубней картофеля сорта Маяк 2023 г.

Варианты опыта	Повторение				
	1	2	3	4	среднее
1. Контроль Кораген, КС, 0,04 л/га	7,8	5,9	8,0	8,4	7,5
химическая система защиты					
2. Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т; Регент, ВДГ, 0,025 кг/га; Танос, ВДГ, 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС, 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га	12,5	15,9	13,5	14,2	14,0
биолого-химическая система защиты					
3. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	13,3	16,9	15,1	13,5	14,7
4. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га Боксер, КЭ, 5,0 л/га Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	13,1	13,4	14,6	14,5	13,9
5. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	13,3	16,9	15,2	14,9	15,1
6. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	14,1	15,1	13,9	13,1	14,1
органическая система защиты					
7. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; трехкратное окучивание	13,1	16,9	12,4	15,7	14,5
8. БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; трехкратное окучивание	13,8	15,6	13,3	13,9	14,2
НСР ₀₅	1,4 т				

Таблица 1 – Экономическая эффективность различных технологических систем защиты картофеля от вредных организмов в 2019 г.

Варианты опыта	Показатели						
	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Стоимость сохраненного урожая, руб.	Сумма затрат, руб.	Условно чистый доход, руб.	Рентабельность, %	Окупаемость затрат, раз
1	2	3	4	5	6	7	8
химическая система защиты (эталон)							
Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т; Регент, ВДГ, 0,025 кг/га; Танос, ВДГ, 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС, 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га	16,7	10,6	159000	51737	107263	207	3,1
биолого-химическая система защиты							
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	16,6	10,5	157500	50000	107500	215	3,2
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	15,1	9,0	135000	47250	87750	186	2,9
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	17,3	11,2	168000	49995	118005	236	3,4
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	15,5	9,4	141000	43345	97655	225	3,3
органическая система защиты							
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; трехкратное окучивание	14,9	8,8	132000	34350	97650	284	3,8
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; трехкратное окучивание	14,5	8,4	126000	34900	91100	261	3,6

Таблица 1 – Экономическая эффективность различных технологических систем защиты картофеля от вредных организмов в 2020 г.

Варианты опыта	Показатели						
	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Стоимость сохраненного урожая, руб.	Сумма затрат, руб.	Условно чистый доход, руб.	Рентабельность, %	Окупаемость затрат, раз
1	2	3	4	5	6	7	8
химическая система защиты (эталон)							
Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т; Регент, ВДГ, 0,025 кг/га; Танос, ВДГ, 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС, 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га	10,1	4,8	96000	34337	61663	180	2,8
биолого-химическая система защиты							
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	9,0	3,7	74000	29600	44400	150	2,5
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	8,6	3,3	66000	30150	35850	119	2,2
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	9,4	4,1	82000	28695	53305	186	2,9
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	8,7	3,4	68000	25345	42655	168	2,7
органическая система защиты							
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; трехкратное окучивание	7,6	2,3	46000	14850	31150	210	3,1
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; трехкратное окучивание	7,4	2,1	42000	16000	26000	163	2,6

Таблица 1 – Экономическая эффективность различных технологических систем защиты картофеля от вредных организмов в 2021 г.

Варианты опыта	Показатели						
	Урожайность, т/га	Прибавка урожая, т/га	Стоимость сохраненного урожая, руб.	Сумма затрат, руб.	Условно чистый доход, руб.	Рентабельность, %	Окупаемость затрат, раз
1	2	3	4	5	6	7	8
химическая система защиты (эталон)							
Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т; Регент, ВДГ, 0,025 кг/га; Танос, ВДГ, 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС, 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га	12,9	6,8	204000	40337	163663	406	5,1
биолого-химическая система защиты							
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	11,4	5,3	159000	34400	124600	362	4,6
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	10,0	3,9	117000	31950	85050	266	3,7
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	11,8	5,7	171000	33495	137505	411	5,1
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	10,0	3,9	117000	26845	90155	336	3,5
органическая система защиты							
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; трехкратное окучивание	9,9	3,8	114000	19350	94650	489	5,9
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; трехкратное окучивание	9,6	3,5	105000	20200	84800	420	5,2

Таблица 1 – Экономическая эффективность различных технологических систем защиты картофеля от вредных организмов в 2022 г.

Показатели							
Варианты опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожаю, т/га	Стоимость сохраненного урожая, руб.	Сумма затрат, руб.	Условно чи- стый доход, руб.	Рентабельность, %	Окупаемость затрат, раз
1	2	3	4	5	6	7	8
химическая система защиты (эталон)							
Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т; Регент, ВДГ, 0,025 кг/га; Танос, ВДГ, 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС, 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га	14,3	7,5	187500	42437	145063	342	4,4
биолого-химическая система защиты							
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	13,9	7,1	177500	39800	137700	346	4,5
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	12,6	5,8	145000	37650	107350	285	3,9
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	14,1	7,3	182500	38295	144205	377	4,8
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	12,8	6,0	150000	33145	116855	353	4,5
органическая система защиты							
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; трехкратное окучивание	11,8	5,0	125000	22950	102050	445	5,4
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; трехкратное окучивание	10,8	4,0	100000	21700	78300	361	4,6

Таблица 1 – Экономическая эффективность различных технологических систем защиты картофеля от вредных организмов в 2023 г.

Показатели							
Варианты опыта	Урожайность, т/га	Прибавка урожаю, т/га	Стоимость сохраненного урожая, руб.	Сумма затрат, руб.	Условно чи- стый доход, руб.	Рентабельность, %	Окупаемость затрат, раз
1	2	3	4	5	6	7	8
химическая система защиты (эталон)							
Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т; Регент, ВДГ, 0,025 кг/га; Танос, ВДГ, 0,6 кг/га; Зенкор Ультра, КС, 1,0 л/га; Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га	14,0	5,3	159000	35837	123163	344	4,4
биолого-химическая система защиты							
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	14,7	6,0	180000	36500	143500	393	4,9
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ, 5,0 л/га; Титус, СТС, 0,05 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	13,9	5,2	156000	35850	120150	335	4,4
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; Боксер, КЭ, 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	15,1	6,4	192000	35595	156405	439	5,4
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; Боксер, КЭ 3 л/га; Боксер, КЭ, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га	14,1	5,4	162000	31345	130655	417	5,2
органическая система защиты							
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Спинтор 240, СК, 0,125 л/га; трехкратное окучивание	14,5	5,8	174000	25350	148650	586	6,9
БисолбиСан, Ж, 2 кг/т, га; Энтолек, Ж, 0,2 л/га; трехкратное окучивание	14,2	5,5	165000	26200	138800	530	6,3

Таблица 1 – Цена на картофель для расчета экономической эффективности (2019-2023 гг.)

Год	Закупочная цена (тыс. руб./ т.)
2019	15
2020	20
2021	30
2022	25
2023	30

ОТЧЕТ
Исследования по определению содержания
просульфокарба в образцах картофеля

Москва – 2023

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель д.б.н.	НИР,	Федорова Н.Е.
Ответственный исполнитель	испол-	
Ведущий специалист		Добрев С.Д.
Исполнители: к.т.н., н.с.		Ивченкова А.А.
техник 1 категории		Ремез Л.А.

1. Нормативные ссылки

СТБ EN 15662-2017 «Продукция пищевая растительного происхождения. Определение остатков пестицидов с применением ГХ-МС и/или ЖХ-МС/МС после экстракции/разделения ацетонитрилом и очистки с применением дисперсионной ТФЭ. Метод QuEChERS.»

2. Определения

Валидация метода – процесс определения характеристик и показателей метода в соответствии с его сферой применения: специфичности, точности (смещение), чувствительности (нижнего предела количественного определения), повторяемости и внутрилабораторной воспроизводимости. Информация по всем характеристикам, за исключением внутрилабораторной воспроизводимости, должна быть установлена до проведения анализа образцов, данные по воспроизводимости могут быть получены при выполнении процедуры контроля качества при анализе серии образцов.

Метод – последовательность аналитических процедур от поступления (приятия) образца до подсчета результатов.

Остаточные количества пестицидов – содержание пестицидов в продуктах растительного и животного происхождения после установленного времени ожидания.

Аналит – химическое вещество, концентрацию (или массу) которого следует определить. В данной процедуре: действующее вещество пестицида или метаболит, продукт разложения или дериват (производное) действующего вещества пестицида или внутренний стандарт.

Калибровочный стандарт (градуировочный стандарт) – раствор (или другое разведение) аналита (и внутреннего стандарта), используемый для калибровки системы определения. Может быть приготовлен из основного стандартного раствора, разведением его растворителем (смесью растворителей) или внесением

стандарта (его растворов) в экстракт матрицы (градуировочный раствор на основе матрицы).

Полнота извлечения аналита (при выполнении аналитического метода) – отношение количества аналита в образце, подготовленном для конечного определения, к величине его добавки (обычно в холостой образец), непосредственно до экстракции. Обычно выражают в процентах. Рутинное извлечение оценивают при выполнении каждой серии образцов.

Внесение (обогащение) – добавление аналита с целью определения полноты извлечения или стандартного добавления.

Предел количественного определения (LOQ) – минимальная концентрация или масса аналита, которая может быть определена количественно с приемлемой точностью и прецизионностью.

3. Обозначения и сокращения

ВЭЖХ-МС/МС – жидкостной хроматограф с масс-детектором

МДУ – максимально допустимый уровень содержания остаточных количеств пестицидов.

4. Введение

В Испытательном лабораторном центре ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф.Эрисмана» Роспотребнадзора в ноябре 2023 г. проведены исследования по определению содержания остаточных количеств просульфокарба в образцах картофеля.

Полевая часть эксперимента, включая отбор проб, осуществлена специалистами ФГБНУ ВНИИЗР.

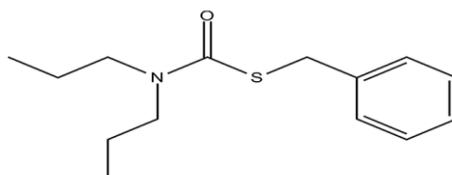
Исследования проводились в отделе аналитических методов контроля в составе Испытательного центра ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Аттестат аккредитации испытательной лаборатории (центра) №РОСС RU.0001.510122 на соответствие требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17025 (выдан Федеральной службой по аккредитации, 06.04.2015 г).

5. Цель опыта

Определить содержания остаточных количеств просульфокарба в образцах картофеля при различных вариантах обработки.

6. Краткая действующего вещества и его назначение

Просульфокарб – S-бензил дипропил(тиокарбамат).



Эмпирическая формула $C_{14}H_{21}NOS$
Молекулярная масса 251,4

Просульфокарб – жидкость, от бесцветного до соломенно-желтого цвета со сладковатым запахом. Температура плавления: 20 °С. Температура кипения: 341 °С. Давление паров: 6,9 мПа (при 25 °С). Коэффициент распределения октанол-вода: $K_{ow} \log P = 4,65$ (при 25 °С).

Растворимость в воде мг/дм³ (20 °С): 13,2. Растворимость в органических растворителях (г/дм³, 20 °С): ацетон- 250; н-гептан - 250; ксилол - 250; этилацетат – 250.

Гидролизуется в водных растворах - DT50 более 159 дней при pH 7. В почве в аэробных условиях подвергается микробиологическому разложению с периодом полураспада (DT50) от 12 до 49 дней (21,5 °С).

Краткая токсикологическая характеристика: Просульфокарб относится к веществам малоопасным по острой пероральной (ЛД50 для крыс от 1 820 до 1 958 мг/кг) и дермальной токсичности (ЛД50 для крыс более 2 000 мг/кг), но умеренно опасным веществам по ингаляционной токсичности (ЛК50 для крыс (4 ч) более 4 700 мг/м³). Не обладает терратогенным и мутагенным эффектом для крыс и кроликов.

Область применения: Просульфокарб - селективный гербицид из группы производных тиокарбаминовой кислоты, ингибирует синтез липидов в растениях. Проникает в растения через корни и листья и подавляет рост меристематических тканей. Используется для борьбы с рядом злаковых и двудольных сорных растений (включая лисохвост, метлицу, подмаренник цепкий и др.).

7. Методика определения остаточных количеств, аналитический стандарт, информация о валидации метода, предел обнаружения, полнота извлечения и гигиенические нормативы

Содержание остаточных количеств просульфокарба в картофеля устанавливали в соответствии с СТБ EN 15662-2017 «Продукция пищевая растительного происхождения. Определение остатков пестицидов с применением ГХ-МС и/или ЖХ-МС/МС после экстракции/разделения ацетонитрилом и очистки с применением дисперсионной ТФЭ. Метод QuEChERS».

Использован аналитический стандарт просульфокарба с содержанием основного вещества 99,1 %, Lot G23040036, годен до 05.04.2025 г. (TMStandard).

Просульфокарб определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием. Экстракция вещества из образцов осуществлялась ацетонитрилом. Схема аналитической процедуры представлена на рисунке 2.1, Приложения 2.

Средняя величина полноты извлечения 92%.

Линейный диапазон детектирования 10 -250 пг.

Масса анализируемых образцов - 10 г. Нижний предел количественного определения просульфокарба - 0,005 мг/кг.

МДУ просульфокарба в картофеле 0,1 мг/кг.

8. Марка прибора, условия хроматографического анализа

Анализ остаточных количеств просульфокарба выполнен с применением жидкостного хроматографа с квадрупольным тандемным гибридным масс-детектором «Qtrap 6500+», Сингапур (свидетельство о государственной метрологической поверке №№С/ДЫТ/11-10- 2023/286227514 действительно до 10.10.2024).

Хроматографическая колонка - «Fusion-RP 80 А» 50x2 мм, 4мкм 100А.;

Температура термостата колонок: 40°C;

Режим элюирования – градиентный бинарный (табл. 1);

Элюент А: 0,1 % муравьиная кислота; Элюент В: ацетонитрил.

Таблица 1 - Градиентный режим элюирования

Элюент А, %	Суммарный расход элюентов, см ³ /мин	Время, мин
95	0,4	0
95	0,4	0,5
30	0,4	3,5
5	0,4	3,6
5	0,4	4,5
95	0,4	4,6
95	0,4	6,0

Объем вводимой пробы: 5 мм³;

Условия детектирования:

Детектор: квадрупольный тандемный гибридный масс-спектрометр.

Тип ионизации: электроспрей (Turbo IonSpray (ESI)).

Тип сканирования: MRM (Multiple Reaction Monitoring).

Материнский ион, соотношение масс/заряд (m/z)	Напряжение на фрагментаторе/ Потенциал декластеризации (DP), В	Дочерний ион, соотношение масс/заряд (m/z)	Энергия соударения (CE), В
252,1	50	128	18
252,1	50	91	25
252,1	50	86	19

Градуировочная характеристика, типичные хроматограммы аналитических стандартов (градуировочных растворов), а также проб с внесением просульфокарба приведены в Приложении.

9. Результаты анализов

Таблица 2 - Результаты определения остаточных количеств просульфокарба в пробах картофеля.

№	Шифр об-разца	Анализируемый объект	Содержание просульфокарба, мг/кг
1	2	5	6
1	Контроль	клубни картофеля	Менее 0,005
2	Вариант 3	клубни картофеля	Менее 0,005
3	Вариант 4	клубни картофеля	Менее 0,005

* - 0,005 мг/кг - нижний предел количественного определения просульфокарба в картофеле

10. Выводы

В соответствии с целью исследований проведен количественный аналитический контроль остаточных количеств просульфокарба в клубнях картофеля в двух образцах, обозначенных как «Вариант 3» и «Вариант 4».

В условиях опыта остаточное содержание просульфокарба не обнаружено (нижний предел количественного определения 0,005 мг/кг).

Результаты анализа проб картофеля на содержание римсульфурана

Цель работы - определение остаточных количеств римсульфурана в клубнях картофеля методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с УФ- детектором.

Три варианта опыта:

- 1) проба Р1 – Вариант № 3 – норма применения действующего вещества 12,5 г/га;
- 2) проба Р2 – Вариант № 4 – норма применения действующего вещества 6,25 г/га;
- 3) проба Р3 – Вариант № 5 – норма применения действующего вещества 7,5 г/га.

Анализ образцов на содержание римсульфурана в клубнях картофеля проводили в соответствии с методическими указаниями «Определение остаточных количеств Римсульфурана в клубнях картофеля методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Методические указания» МУК 4.1.2171-07. Диапазон определения (0,005 – 0,5) мг/кг. Масса пробы 20 г. МДУ = 0,01 мг/кг.

Количественное определение римсульфурана проводили на жидкостном хроматографе "Alliance" (Waters) с УФ-детектором. Рабочая длина волны 230 нм. Колонка Sun Fire C-18 (250 x 4,6) мм, 5 мкм (Waters). Температура колонки 25 °С. Подвижная фаза: ацетонитрил – 0,005М НЗРО₄ в соотношении 40:60. Скорость потока элюента 1 мл/мин. Объем вводимой пробы 20 мкл.

В результате исследования было установлено отсутствие искомого вещества в клубнях картофеля во всех трех вариантах.

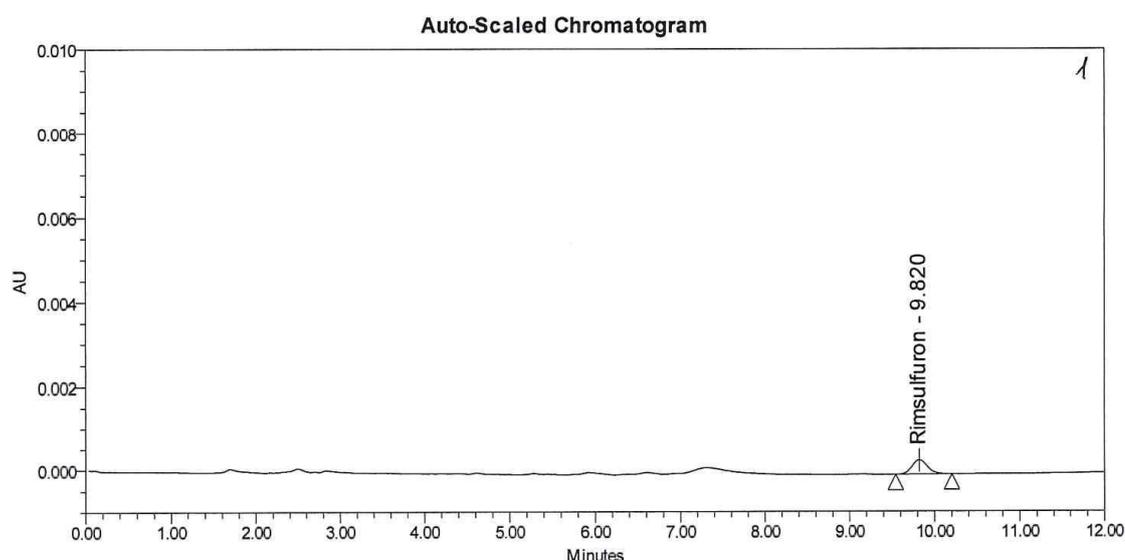


Рис. 1. Хроматограмма стандартного раствора римсульфурана, соответствующего содержанию в клубнях картофеля 0,005 мг/кг (1/2 МДУ, предел определения).

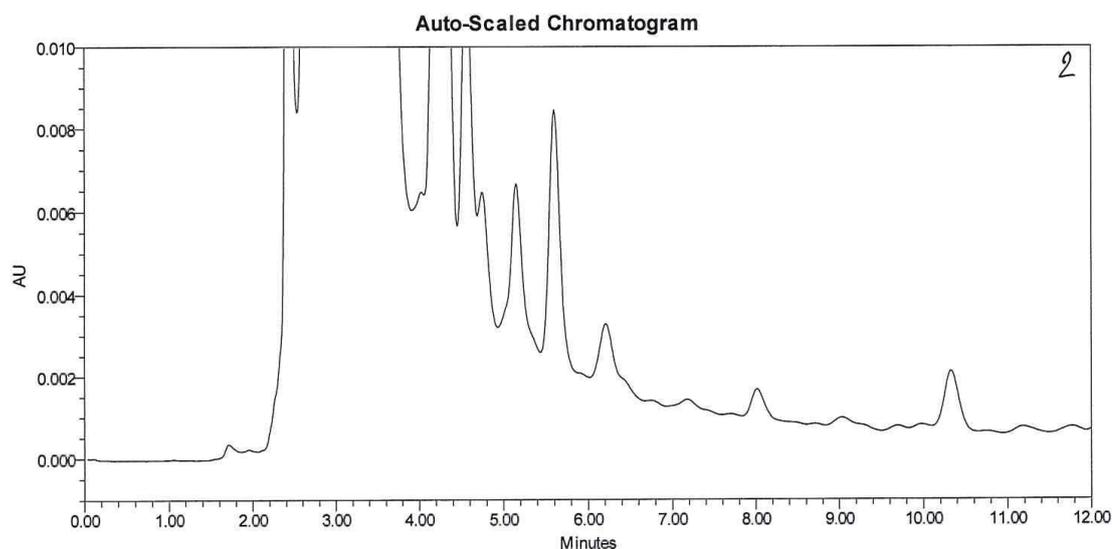


Рис. 2. Хроматограммы образцов проб картофеля на содержание римсульфурана: проба P1.

Условия хроматографирования: жидкостной хроматограф "Alliance" (Waters) с УФ-детектором. Рабочая длина волны 230 нм. Колонка Sun Fire C-18 (250 x 4,6) мм, 5 мкм (Waters). Температура колонки 25 °С. Подвижная фаза: ацетонитрил – 0,005M H₃PO₄ в соотношении 40:60. Скорость потока элюента 1 мл/мин. Объем вводимой пробы 20 мкл.

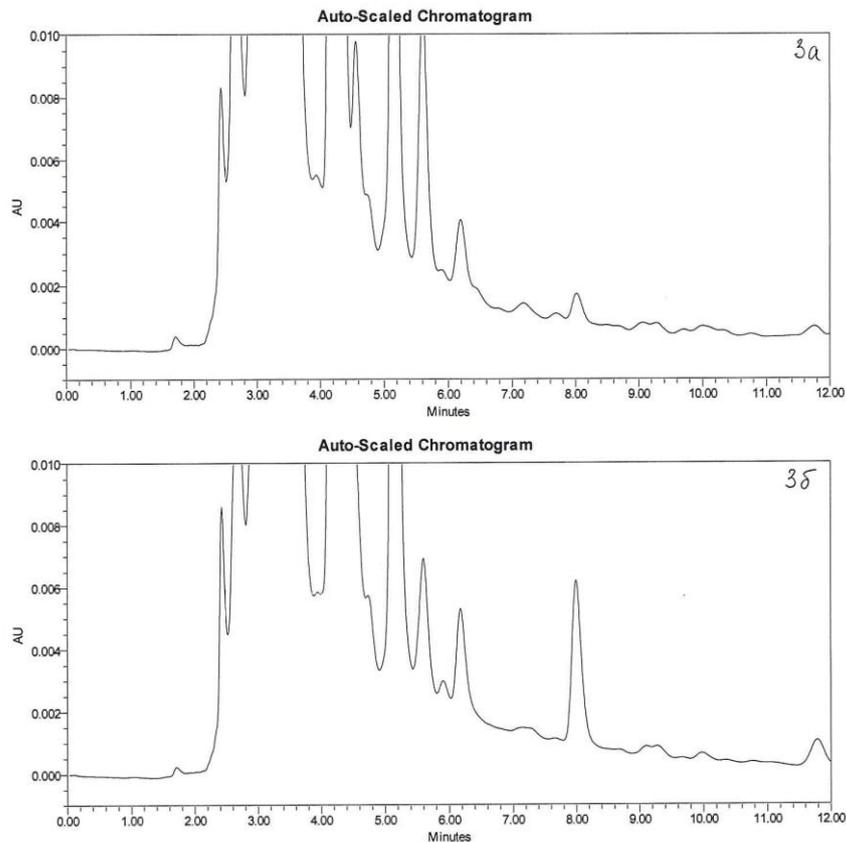


Рис. 3. Хроматограммы образцов проб картофеля на содержание римсульфурана:

а) проба Р2; б) проба Р3.

Условия хроматографирования: жидкостной хроматограф "Alliance" (Waters) с УФ-детектором. Рабочая длина волны 230 нм. Колонка Sun Fire C-18 (250 x 4,6) мм, 5 мкм (Waters). Температура колонки 25 °С. Подвижная фаза: ацетонитрил – 0,005М Н₃РО₄ в соотношении 40:60. Скорость потока элюента 1 мл/мин. Объем вводимой пробы 20 мкл.

60. Скорость потока элюента 1 мл/мин. Объем вводимой пробы 20 мкл.

Результаты анализа проб клубней картофеля на содержание Метрибузина

Цель работы – определение остаточных количеств метрибузина в клубнях картофеля методом газожидкостной хроматографии.

Три варианта опыта:

- 1) Проба №1 – Вариант №1 – контрольный образец;
- 2) Проба №2 – Вариант №2 (Зенкор Ультра, КС – 1,0 л/га + 0,35 л/га) – норма применения действующего вещества 600+210 г/га;

Анализ образцов на содержание метрибузина в клубнях картофеля проводили в соответствии с методическими указаниями «Определение остаточных количеств метрибузина в воде, почве, клубнях картофеля, плодах томатов, зерне кукурузы, семенах и масле сои методом газожидкостной хроматографии» МУК 4.1.1405-03. Диапазон определений (0,1-0,8) мг/кг. Масса пробы 10г. МДУ = 0,1мг/кг.

Количественное определение метрибузина проводили на хроматографе Кристалл 5000.2^{NP} с ДЭЗ. Колонка кварцевая капиллярная 30м x 0,32мм с неподвижной фазой RTX-5 (0,25 мкм), температура термостата колонки в режиме программирования температуры от 160⁰С (1 мин) до 280⁰С (5 мин) со скоростью 20 град./мин.; температура испарителя 250⁰С; детектора 3300С; давление поддувочного газа 250 кПа; газ-носитель - азот; давление газа-носителя 105 кПа (в режиме постоянного давления); деление потока 1:60; хроматографируемый объем 1 мкл.

В результате исследования было установлено отсутствие искомого вещества в клубнях картофеля во всех вариантах.

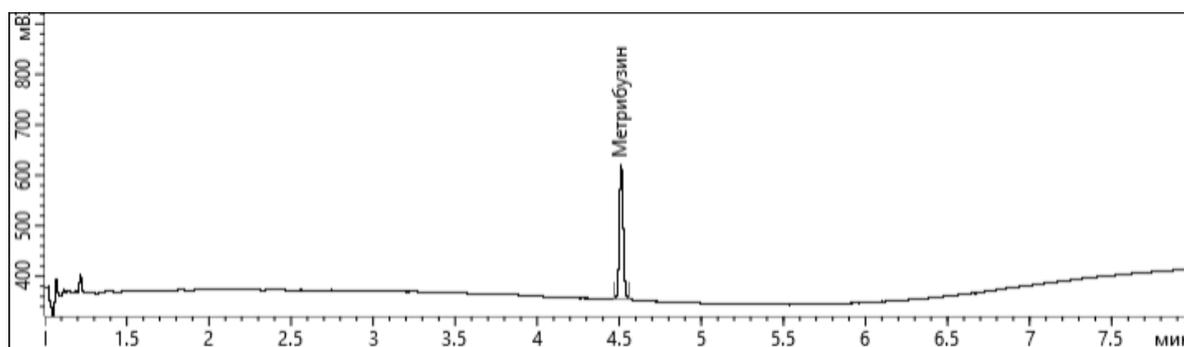


Рис. 1. Хроматограмма стандартного раствора метрибузина, соответствующего содержанию в клубнях картофеля 0,100 мг/кг (МДУ), (проба разбавлена в 2 раза).

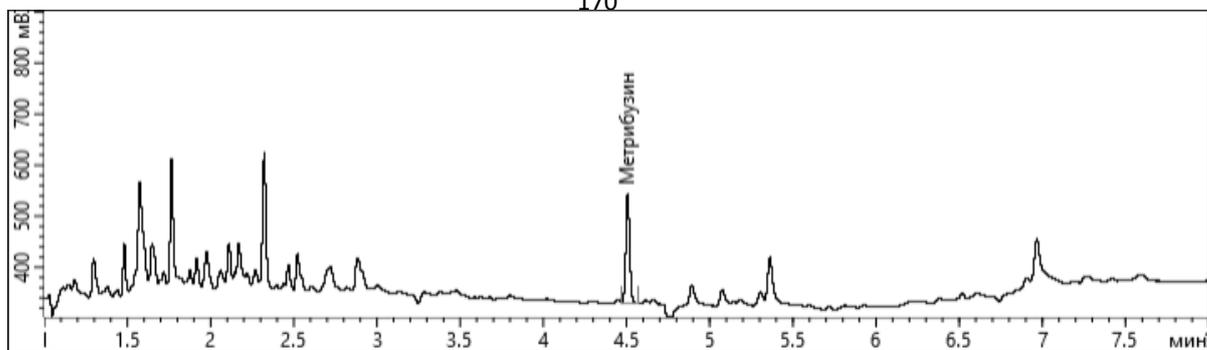


Рис. 2. Хроматограмма пробы клубней картофеля с внесением метрибузина на уровне 0,100 мг/кг (проба разбавлена в 2 раза).

Условия хроматографирования: хроматограф Кристалл 5000.2^{NP} с ДЭЗ, колонка кварцевая капиллярная 30 м x 0,32 мм с неподвижной фазой RTX-5 (0,25 мкм), температура термостата колонки в режиме программирования температуры от 160⁰С (1 мин) до 280⁰С (5 мин) со скоростью 20 град./мин.; температура испарителя 250⁰С; детектора 330⁰С; давление поддувочного газа 250 кПа; газ-носитель - азот; давление газа-носителя 105 кПа (в режиме постоянного давления); деление потока 1:60; хроматографируемый объем 1 мкл.

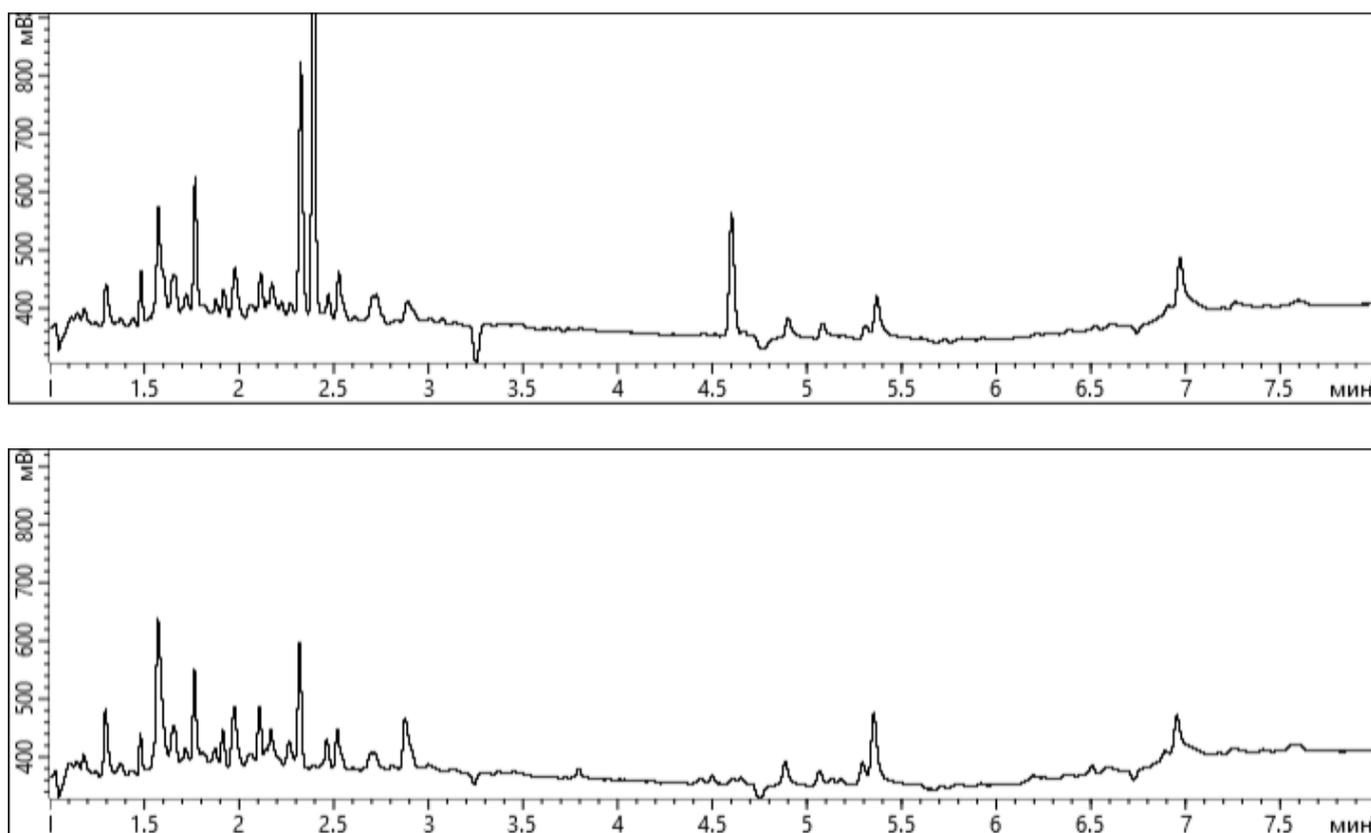


Рис. 3. Хроматограммы образцов клубней картофеля на содержание метрибузина:

- а) контрольный образец, проба № 1;
- б) опытный образец, проба № 2;

Условия хроматографирования: хроматограф Кристалл 5000.2^{NP} с ДЭЗ, колонка кварцевая капиллярная 30 м x 0,32 мм с неподвижной фазой RTX-5 (0,25 мкм), температура термостата колонки в режиме программирования температуры от 160⁰С (1 мин) до 280⁰С (5 мин) со скоростью 20 град./мин.; температура испарителя 250⁰С; детектора 330⁰С; давление поддувочного газа 250 кПа; газ-носитель - азот; давление газа-носителя 105 кПа (в режиме постоянного давления); деление потока 1:60; хроматографируемый объем 1 мкл.

АКТ
производственной проверки научно-исследовательской разработки

1. Наименование разработки, краткая характеристика и методика исполнения: **«Провести производственную оценку эффективности применения новых биологических моделей защиты картофеля от основного комплекса вредных организмов»**

Дана производственная оценка хозяйственной и экономической эффективности наиболее перспективных биологических моделей защиты картофеля от основного комплекса вредных организмов, разработанных ФГБНУ «ВНИИЗР» в период с 2018 по 2021 годы.

Производственный опыт заложен на базе КФХ «Науменко Д.В.» Рамонского района Воронежской обл.

Вредные объекты: основной комплекс вредных организмов картофеля, включая болезни клубней и растений (фитофтороз, альтернариоз), вредители - колорадский жук, тли и сорные растения.

Сроки применения средств защиты растений: обработка клубней при посадке сажалкой и опрыскивание растений картофеля в период вегетации в соответствии со схемой.

Общая площадь опыта: 0,4 га. Площадь 1 варианта: 0,1 га (357 м x 2,8 м). Размер опытной делянки: 0,025 га (89,3 x 2,8 м). Количество повторностей: 4
Оценка эффективности: проведена по методике испытания средств защиты растений.

Схема производственного опыта

№	Варианты опыта	Срок применения
1	*Стимикс, Ж (гуматы и др. БАВ, <i>Bacillus subtilis spp.</i>) 1 л/т, га + **Энтолек, Ж (<i>Lecanicillium lecanii</i>) 0,2 л/га + 3-кратное механическое окучивание	До всходов и после всходов
2	*БисолбиСан, Ж (<i>Bacillus subtilis</i> , шт. 4-13) 2 л/т, га + **Спинтор 240, СК (240 г/л спиносада) 0,125 л/га + 3-кратное механическое окучивание	То же
3	*БисолбиСан, Ж, 2 л/т, га + **Спинтор 240, СК, 0,125 л/га + 2-кратное механическое окучивание + гербициды***	То же
4	Схема защиты хозяйства: Круйзер, КС, 0,2 л/т + Максим, КС, 0,4 л/т + Кораген, 0,04 л/га + Танос, ВДГ, 0,6 кг/га + 2-кратное механическое окучивание + гербициды****	То же

* Обработка клубней и 2-кратная обработка биопрепаратами в период вегетации (фаза бутонизации и цветения); ** Обработка при достижении ЭПВ биоинсектицидом Энтолек - 2-кратно (25.06 и 1.07), Спинтор 240 1-кратно (25.06); *** в опыте первая обработка гербицидом Боксер, КС, 3,0 л/га до всходов (после 1 окучивания); вторая обработка смесью гербицидов Боксер, КС, 1,5 л/га + Титус, СТС, 0,025 кг/га + Тренд 90, Ж, 0,2 л/га по всходам (после окучивания 2); **** в хозяйстве первая обработка Зенкор Ультра, КС, 0,8 л/га до всходов (после окучивания); Зенкор Ультра, КС, 0,35 л/га по всходам

2. Организация разработчик: ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», 396030 Воронежская обл., Рамонский р-он, п. ВНИИСС, д. 92. Электронная почта: vniizr_direktor@mail.ru, тел.:8(47340)-5-32-95

3. Кем и когда рекомендована к производственной проверке: ученым советом ФГБНУ «ВНИИЗР», 8 апреля 2022 г.

4. Краткие результаты испытаний: погодные условия и фитосанитарная ситуация в условиях прошедшей вегетации имели существенные особенности. Прежде всего, вследствие невысоких положительных температур и обильных осадков к началу июня отмечено замедление появления всходов картофеля сорта Лабадна (1 репродукция). При этом на опытных делянках наблюдалось значительное количество сорных растений, которые, тем не менее, сдерживались проведенными до этого гербицидными и механическими обработками опытных участков. К III-декаде июня защитные мероприятия по борьбе с сорной растительностью были завершены. Инсектицидно-фунгицидные обработки осуществлялись до начала июля. Несмотря на относительно благоприятные погодные условия, развитие фитофторозно-альтернариозного комплекса оказалось слабым, не превышающим 1 % уровня поражения площади листьев. Существенное значение в его сдерживании сыграли жаркие и сухие погодные условия, продолжающиеся с начала и до середины июля, сменившиеся затем прохладными и влажными. Стабильную вредоносность, как и в предыдущие годы, имел основной вредитель колорадский жук, который развивался в 2-х генерациях. В условиях производственного опыта на эффективность применяемых в период вегетации инсектицидов оказали влияние более поздние сроки заселения вредителем по отношению к другим заселяемым площадям. Биологический инсектицид Энтолек для защиты от колорадского жука применен 2-кратно при достижении пороговой численности, включая первую декаду июля. Его эффективность в снижении численности колорадского жука к исходной составляла 44-100%. Биоинсектицид Спинтор 240 в варианте с биологическим фунгицидом БисолбиСан в производственных условиях обеспечил эффективную защиту при однократной обработке (73-100%). Химический инсектицид Кораген в эталонном варианте был эффективен также при однократном применении.

В производственном опыте наибольшая засоренность установлена в вариантах с механическими обработками, где произрастало 127,7 экз./м² сорняков, из них 106,0 экз./м² однолетних злаковых с массой 226,0 г/м² и 21,7 экз./м² однолетних двудольных с массой 140,6 г/м². Смешанная химико-биологическая схема защиты от сорных растений, включающая наряду с 2-кратным окучиванием применение гербицида Боксер до всходов и Боксер + Титус + ПАВ Тренд 90 по всходам, была эффективнее безгербицидной технологии. Она снижала количество однолетних двудольных на 95,494, однолетних злаковых на 79,7 % и их биомассу на 97,1-97,9 %. Схема, применяемая в хозяйстве, обладала аналогичной эффективностью в отношении однолетних двудольных сорных растений, но сильно уступала по действию на однолетние злаковые сорняки (на 73,2 % по количеству и на 94,9 % по массе), вследствие этого для сохранения урожая по согласованию со специалистами хозяйства на варианте 4 была проведена дополнительная обработка от злаковых сорняков гербицидом Фюзилад Супер, КЭ (2,0 л/га).

Активное созревание клубней картофеля началось в начале августа. Уборка проведена 12.08. Средняя урожайность картофеля сорта Лабадиа после уборки на производственном опыте составила 14,61 т/га. Статистический анализ при $НСР_{05} = 2,28$ т/га и точности опыта 4,8% выявил существенные различия в полученной урожайности к варианту 4 (17,25 т/га) вариантов 2 (14,14 т/га) и 1 (10,78 т/га). Вариант 3 (16,25 т/га) по урожайности статистически существенно не отличался от схемы защиты хозяйства.

Экономическая эффективность по вариантам защитных обработок составила (при закупочной цене 25 тыс. руб./т): вариант 1 – рентабельность 167,794, окупаемость 2,7 руб. на руб., себестоимость 9338,6 руб./т; вариант 2 – 243,794, 3,4 руб. на руб., себестоимость 7273,3 руб./т; вариант 3 – 266,794, 3,7 руб. на руб., себестоимость 6818,2 руб./т; вариант 4 – 252,494, 3,5 руб. на руб., себестоимость 7094,9 руб./т.

5. Ответственные за производственную проверку ФГБНУ «ВНИИЗР» (Ф.И.О.): ведущий научный сотрудник, д. с.-х. н., в. н. с. Попов Ю. В., с. н. с. Рукин В.Ф., н. с. ТОРОПЧИН И.С.

6. Ответственный за производственную проверку от хозяйства: менеджер по закупкам Обыденных ЕИ.

7. Заключение по результатам производственной проверки: полученные данные урожайности и расчеты экономической эффективности по вариантам производственного опыта подтвердили возможность выращивания картофеля без химических пестицидов (варианты 1 и 2) и при совместном использовании биофунгицидов и биоинсектицидов с гербицидами (вариант 3). Таким образом, варианты 1 и 2 можно рекомендовать при производстве органической продукции. В тоже время необходимо отметить, что эффективность применения биопрепаратов для защиты картофеля от основного комплекса вредных организмов существенно зависит от складывающихся погодных условий и общего фитосанитарного состояния агроценоза перед посадкой картофеля, а также имеет невысокую эффективность механической борьбы с засоренностью

Акт составлен «10» октября 2022 г.



ИП Глава КХФ
Д.В. Науменко/



Врио директора ФГБНУ «ВНИИЗР»
/В.А. Гулевский/