

На правах рукописи



МЕРЗЛИКИН МАКСИМ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**ЭФФЕКТИВНЫЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ БЕЗОПАСНЫЕ СПОСОБЫ
ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ
ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В УСЛОВИЯХ ЮГО-ВОСТОКА ЦЧР**

Специальность: 06.01.01 – общее земледелие, растениеводство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Рамонь – 2022

Работа выполнена в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара им. А.Л. Мазлумова» в 2014-2016 гг.

- Научный руководитель:** доктор сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова»
Минакова Ольга Александровна
- Официальные оппоненты:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технологии хранения и переработки сельскохозяйственной продукции
ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
Гулидова Валентина Андреевна
кандидат сельскохозяйственных наук,
заведующий отделом земледелия Тамбовского научно-исследовательского института сельского хозяйства – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина»
Скорочкин Юрий Павлович
- Ведущая организация:** **ФГБНУ «Белгородский федеральный аграрный научный центр РАН»**

Защита диссертации состоится «16» сентября 2022 г. в 10-00 часов на заседании диссертационного совета Д 006.065.01 при Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова» по адресу: Воронежская область, Рамонский район, ВНИИСС, д.86; тел/факс (47340)5-33-26; E-mail: dissovetsvniiss@mail.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова» и на сайте <http://vniiss.com>. Автореферат разослан « » _____ 2022 г., размещен на сайте <http://vniiss.com> « » _____ 2022 г., на сайте ВАК Минобрнауки РФ vak3.ed.gov.ru « » _____ 2022 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных гербовой печатью, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь диссертационного совета



Минакова Ольга Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Сахарная свекла – важнейшая сельскохозяйственная культура, дающая сырье для промышленного производства сахара и других видов продукции (Путилина, Дворянкин и др., 2017). Одним из основных элементов современной технологии выращивания сахарной свеклы является борьба с вредными организмами: вредителями, болезнями и сорняками (Гуреев, Агибалов, 2003). Использование химических средств защиты растений является одним из методов получения высокого и качественного урожая данной культуры (Рябчинский, 2004; Баранов, 2014; Юдина, Авилова и др., 2015; Дворянкин, 2016; Мамсиоров, Бондарева, 2017; Цыганкова, 2017).

Производство сахарной свеклы является наиболее пестицидоёмким процессом (Корниенко, Гамуев, 2000). В последние годы в свекловодстве России наблюдается настоящий бум применения химических средств защиты растений (Маслова, 2020). Повышение биологической и экономической эффективности применения пестицидов является важной задачей современного земледелия (Зубкова, 2015; Ботько, Гуляка и др., 2017; Гайдамакин, Лобанкова, 2019).

Значительная изменчивость климатических условий, отмечающаяся за последние 20 лет, ведет к появлению новых видов вредных организмов и к повышению устойчивости к средствам защиты растений существующих (Санин, 2016).

Вместе с тем, являясь биологически высоко активными соединениями, пестициды могут представлять также реальную опасность для окружающей природной среды и здоровья людей (Колупаев, 2010; Ефимов, Рыбак, 2012; Кочетков, 2017). Поэтому целью применения пестицидов должно быть не только комплексная защита растений для получения высокой урожайности сахарной свеклы при оптимальном качестве сырья, но и уменьшение отрицательных последствий для агроэкосистемы в целом (Спыну и др., 2007; Михайликова, Стребкова и др., 2019; Природоохранная защита сахарной свеклы ..., 2020).

Таким образом, совершенствование схем применения химических средств защиты сахарной свеклы и оценка их влияния на агроценоз в условиях одного из ведущих ее производителей – Центрально-Черноземного экономического района РФ являются особенно актуальными.

Цель работы: разработать экономически эффективные и экологически малоопасные способы комплексного применения пестицидов с высокой активностью, широким спектром действия против вредных организмов и низкими дозами расхода действующего вещества, обеспечивающими комплексную защиту, высокую продуктивность и качество сырья сахарной свеклы в условиях лесостепи Центрального Черноземья.

В задачи исследований входило:

- установить видовой состав и доминирующие виды вредителей, болезней и сорняков в посевах сахарной свеклы юго-восточной части ЦЧР;

- изучить влияние различных схем применения пестицидов на численность вредителей, распространенность болезней и пораженность ими растений сахарной свеклы;

- выявить влияние комплексного применения средств защиты растений на видовой состав и численность сорняков в посевах сахарной свеклы;

- рассчитать экологическую нагрузку испытываемых химических средств и схем защиты на растения сахарной свеклы;

- определить содержание остаточных количеств испытываемых пестицидов и тяжелых металлов в корнеплодах сахарной свеклы и почве;

- установить экономически выгодную и экологически безопасную систему защиты сахарной свеклы с высокой хозяйственной эффективностью.

Объект научных исследований: сахарная свекла, пестициды и их остаточные количества в почве и корнеплодах, болезни, вредители, сорные растения.

Предмет исследований: фитосанитарное состояние и продуктивность посевов сахарной свеклы, экологическое качество сырья, экономическая эффективность применения пестицидов.

Научная новизна. Определен видовой состав вредителей, возбудителей болезней и сорной флоры в посевах сахарной свеклы в юго-восточной части Центрального Черноземья. Разработано фундаментальное теоретическое и экспериментальное обоснование различных схем применения пестицидов для защиты посевов сахарной свеклы от вредных организмов.

Установлено влияние баковых смесей химических и биологических препаратов с ростовыми веществами при обработке семян и растений сахарной свеклы на снижение распространенности и развития корнееда и церкоспороза, повреждения свекловичными блошками и серым свекловичным долгоносиком в условиях юго-востока ЦЧР. Получены новые данные о влиянии гербицидов на гибель основных групп сорных растений, процессы формирования урожая и продуктивность сахарной свеклы. Научно обоснован способ защиты сахарной свеклы, состоящий из трехкратного применения гербицидов на основе метамитрона, двукратного применения микроудобрения и 4-кратного – фунгицидов, однократного – инсектицида и граминицида, что повышало болезнестойчивость и продуктивность растений сахарной свеклы в условиях юго-востока ЦЧР.

Теоретическая и практическая значимость. Разработаны приемы применения пестицидов, позволяющие снизить повреждение растений сахарной свеклы вредными организмами, улучшить рост и развитие данной культуры, а также снизить пестицидный пресс на возделываемую культуру.

Разработанные агроприемы позволяют получать сбор сахара равный 11,7 т/га при чистом доходе 34,0 тыс. руб/га и уровне рентабельности 43,0 %.

Материалы исследований рекомендуются к использованию при разработке энергосберегающих, экологически и экономически обоснованных агротехнологий возделывания сахарной свёклы, при изучении зональных систем защиты растений в научно-исследовательских учреждениях, при подготовке

специалистов в учебном процессе по защите растений, растениеводству, экологии.

Положения, выносимые на защиту.

1. Видовой состав и численность доминирующих видов вредных организмов в посевах сахарной свеклы юго-восточной части Центрального Черноземья.
2. Агрономическая, экологическая и экономическая оценка эффективности новых препаратов в системе послевсходовой защиты сахарной свеклы от вредных организмов.
3. Применение комбинации гербицидов, инсектицидов, фунгицидов и микроудобрений способствует стимуляции роста растений сахарной свеклы, снижению гербицидного стресса и увеличению массы корнеплода в период формирования урожая.
4. Экологически малоопасная защита сахарной свеклы от сорняков, болезней и вредителей при послевсходовых обработках (Голтикс в сочетании с Имидором и Беномилом; Метамир в сочетании с Альбитом; Метамир в сочетании с Центурионом, Алькором и Полидоном Био Свекла; Терапевт Про в сочетании с Полидоном Био Свекла) обуславливает высокую биологическую (урожай в среднем за 3 года 68,8 т/га корнеплодов при высокой сахаристости) и экономическую эффективность (рентабельность 43,0% чистый доход – 34,0 тыс. руб/га).

Степень достоверности. Достоверность работы подтверждается большим объемом экспериментальных исследований, проведенных во временном производственном полевом опыте, использованием широко апробированных ГОСТИрованных и современных методов исследования, обработкой полученных данных с использованием методов математической статистики (дисперсионного анализа и др.) и применением статистического пакета программного обеспечения Microsoft Excel 2010.

Апробация работы. Основные положения и результаты исследований были представлены на Международных научных и научно-практических конференциях: «Современные проблемы сохранения плодородия черноземов» [Воронеж, 2016]; «Аграрная наука – сельскому хозяйству» [Барнаул, 2021]; «Инновационные направления научных исследований в земледелии и животноводстве, как основа развития сельскохозяйственного производства» [Белгород, 2021], «Аграрная наука – сельскому хозяйству» [Майкоп, 2021].

Личный вклад автора. Все этапы работы были проведены лично или при непосредственном участии автора: составление плана исследований, проведение полевых опытов, отбор и подготовка почвенных и растительных образцов к химическому анализу, обсуждение и интерпретация полученных результатов, их статистическая обработка, подготовка публикаций, формулирование выводов и предложений производству.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 8 работ, в том числе 4 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, выводов, практических рекомендаций, а также списка цитируемой литературы. Работа изложена на 162 страницах, содержит 27 таблиц, 20 приложений. Список цитируемой литературы содержит 317 источников, из которых 19 – на иностранном языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Обзор научной литературы

В главе рассмотрена вредоносность различных групп и видов сорных растений, болезней и вредителей, а также эффективность средств борьбы с ними. Определены роль и место химического метода в современной интегрированной системе защиты сахарной свеклы, произведен обзор экологических последствий применения пестицидов. Выполнен всесторонний анализ эффективности различных систем защиты культуры от вредных организмов, отражены недостатки и преимущества, а также намечены перспективные направления их совершенствования.

2. Условия и методика проведения исследований

Полевые опыты проводились в ПСК «Правда» Терновского района Воронежской области в 2014-2016 гг. Лабораторные анализы почвы и корнеплодов проведены в ГЦАС «Воронежский».

Территория хозяйства расположена на Окско-Донской низменности. Почва опытных участков – чернозем выщелоченный малогумусный тяжело-суглинистый на тяжелом карбонатном суглинке. Содержание гумуса (по Тюрину в модификации Симакова) в 0-30 см слое почвы – 5,9%, доступного P_2O_5 (по Чирикову) – 112 мг/кг почвы, обменного K_2O (по Чирикову) – 160 мг/кг почвы, pH_{KCl} – 5,9, Ng – 1,9 мг-экв/100 г почвы.

Климат Воронежской области умеренно-континентальный, среднегодовая температура воздуха +5,5-7,0 °С, сумма осадков – 450-600 мм.

Погодные условия. Количество осадков за вегетационный период 2014 года было ниже нормы на 36,9% (выпало 233,3 мм при норме 369,7 мм), а по температурному режиму теплого периода соответствовал среднемноголетнему показателю, ГТК составил 0,77, что позволило его отнести к засушливому при норме 2,0. 2015 год по количеству осадков был близок к норме (312,6 мм), но был несколько холоднее обычного, ГТК составил 1,58. В 2016 году отмечалось значительное увлажнение (сумма осадков 416,6 мм), температурный режим был также несколько холоднее нормы, ГТК составил 2,47 (избыточное увлажнение).

Таким образом, годы исследований охватили разные по влагообеспеченности условия. При этом наблюдались разные уровни засоренности, развития болезней и вредителей в посевах сахарной свеклы, что позволило дать объективную оценку эффективности используемых в опытах пестицидов.

В опыте возделывался диплоидный гибрид сахарной свеклы «Полонез» (N-Z) селекции СПК «Aurora» (Италия). Сахарная свекла возделывалась по технологии, рекомендованной для ЦЧР.

Агротехнические условия проведения опыта были следующие: сахарная свекла возделывалась в звене севооборота черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла, обработка почвы состояла из лущения стерни после предшественника, внесения минеральных удобрений в дозе $N_{200}P_{220}K_{220}$, зяблевая вспашка на 30-32 см, выравнивания зяби, весной – закрытия влаги, предпосевной культивации.

Опыт заложен в 3-х повторностях, расположение вариантов – систематическое. Обработку посевов пестицидами осуществляли с помощью опрыскивателя ОПУ-2000 в период вегетации сахарной свеклы с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га, площадь 4,8 га (участок 48 на 1000 м).

Таблица 1. Схемы защиты сахарной свеклы в опыте

№ схемы	1 обработка	2 обработка	3 обработка	4 обработка
1	2	3	4	5
Контроль (без применения пестицидов)				
1	Гербициды: Бетанал Эксперт ОФ, КЭ (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумизат, 112 г/л) – 1,5 л/га, Карибу, СП (трифлусульфурон-метил, 500 г/кг) – 0,03 л/га Инсектициды: Шарпей, МЭ (циперметрин, 250 г/л) – 0,15 л/га Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га	Гербициды: Бетанал 22, КЭ (десмедифам, 160 г/л + фенмедифам, 160 г/л) – 1,5 л/га, Лонтрел Гранд, ВДГ (клопиралид, 750 г/кг) – 0,06 кг/га, Селект, КЭ (клетодим, 120 г/л) – 1 л/га, Карибу, СП (трифлусульфурон-метил, 500 г/кг) – 0,03 л/га, Микроудобрения: Микро АС – 2 л/га	Гербициды: Селект, КЭ (клетодим, 120 г/л) – 1 л/га, Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га Микроудобрения: Микро АС – 2 л/га	Фунгицид: Фалькон, КЭ (спироксамин, 250 г/л + тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л) – 0,6 л/га, Микроудобрения: Микро АС – 2 л/га
2	Гербициды: Бифор Прогресс, ВСК (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумизат, 112 г/л) – 3 л/га, Кари-Макс, СП (трифлусульфурон-метил, 500 г/кг) – 0,03 л/га, Инсектициды: Шарпей, МЭ (циперметрин, 250 г/л) – 0,15 л/га. Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га	Гербициды: Бифор Прогресс, ВСК (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумизат, 112 г/л) – 1 л/га, Агрон Гранд, ВДГ (клопиралид, 750 г/кг) – 0,06 л/га, Кари-Макс, СП (трифлусульфурон-метил, 500 г/кг) – 0,03 л/га, Микроудобрения: Биостим Свекла – 1 л/га	Гербициды: Центурион, КЭ (клетодим, 240 г/л) – 0,2 л/га, Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га Микроудобрения: Биостим Свекла – 1 л/га	Фунгициды: Фалькон, КЭ (спироксамин, 250 г/л + тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л) – 0,6 л/га, Микроудобрения: Биостим Свекла – 1 л/га

1	2	3	4	5
3	Гербициды: Триумф, КЭ (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумизат, 112 г/л) – 3 л/га, Арбитр, СП (трифлусульфурон-метил 500 г/кг) – 0,03 л/га Инсектициды: Хлорпирифос, КЭ (хлорпирифос, 480 г/л) – 2л/га Фунгициды: Фолиант, КЭ (тебуконазол, 125 г/л + триамедифон, 100 г/л) – 0,6 л/га	Гербициды: Секира, КЭ (десмедифам, 80 г/л + фенмедифам, 80 г/л)– 4 л/га, Эльф, КЭ (клопиралид — 50 0 г/л)– 0,2 л/га, Квикстеп, МКЭ (галоксифоп-Р-метил, 80 г/л + клетодим, 130 г/л) – 0,4 л/га, Арбитр, СП (трифлусульфурон-метил 500 г/кг) – 0,03л/га Фунгициды: Фолиант, КЭ (тебуконазол, 125 г/л + триамедифон, 100 г/л) – 0,6 л/га	Гербициды: Миура, КЭ (хизалофоп-П-этил, 125 г/л)– 0,8 л/га Фунгициды: Фолиант, КЭ (тебуконазол, 125 г/л + триамедифон, 100 г/л) – 0,6 л/га Микроудобрения: Борошанс – 0,5 л/га	Фунгициды: Фолиант, КЭ (тебуконазол, 125 г/л + триамедифон, 100 г/л) – 0,6 л/га Микроудобрения: Борошанс – 0,5 л/га
4	Гербициды: Голтикс, КС (метамитрон, 700 г/л) – 2л/га Инсектициды: Имидор, ВРК (имидаклоприд, 200 г/л) – 0,2 л/га Фунгициды: Беномил 500, СП (фундазол, 500 мг/кг) – 0,6 л/га	Гербициды: Метамир, ВДГ (метамитрон, 700 г/л) – 1,5л/га Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3л/га	Гербициды: Метамир, ВДГ (метамитрон, 700 г/л) – 1,5 л/га, Центурион, КЭ (клетодим, 240 г/л) — 0,8 л/га Фунгициды: Алькор, КС (ципроконазол, 400 г/л) – 0,15 л/га Микроудобрения: Полидон Био Свекла – 0,5 л/га	Фунгициды: Терапевт Про, КС (дифеконазол, 80 г/л + крезоксимметил, 125 г/л + эпоксиконазол, 125 г/л) – 0,9 л/га Микроудобрения: Полидон Био Свекла – 0,5 л/га

Фазы развития культурных растений в момент обработки гербицидами: первая обработка – в фазе семядолей-вилочки, вторая обработка – в фазе 2-4 настоящих листьев, третья обработка – в фазе 4-6 настоящих листьев.

Фазы развития сорных растений в момент обработки: однолетние двудольные – семядоли -2 листа, бодяк полевой – розетка листьев, осот полевой – 4 листа, овсюг – 2-3 листа, щетинники, просо куриное – 1-2 листа.

Засоренность возделываемых культур учитывали перед опрыскиванием, через месяц после опрыскивания и перед уборкой. Первые два учета проводили количественным методом, последний – количественно-весовым. Рамку 0,25 м² накладывали в 10 точках на каждом исследуемом варианте. Учёты проводили по видам сорняков, а затем объединяли их по биологическим группам и пересчитывали на 1 м². При определении поражения растений свеклы болезнями и вредителями учитывались такие показатели, как распро-

страненность и интенсивность развития (пораженность) (Рекомендации по учету и выявлению вредителей ..., 1984).

В первой декаде октября производили комбайновый учет урожая с площади 4,8 га, в 3-х кратной повторности. В конце вегетации перед уборкой отбирали образцы корнеплодов сахарной свеклы для определения содержания остаточных количеств пестицидов и тяжелых металлов методами тонкослойной хроматографии и высокоэффективной жидкостной хроматографии, тяжелых металлов согласно ГОСТ 26933-86, ГОСТ 26930-86, ГОСТ 26927-86, ГОСТ 26932-86. Сахаристость корнеплодов определяли методом холодной водной дигестии. Допустимые уровни действующих веществ пестицидов в корнеплодах сахарной свеклы указывали согласно Гигиеническим нормативам пестицидов в объектах окружающей среды (ГН 1.2.1323-03). Биологический сбор сахара с 1 га определяли расчетным методом. Экологическую нагрузку пестицидов для защиты сахарной свеклы от вредных организмов рассчитывали по формуле Н.Н. Мельникова (1987).

Математическую обработку результатов исследований осуществляли методами дисперсионного анализа по Доспехову (1985) с помощью Microsoft Excel 2010.

ГЛАВА 3. ВИДОВОЙ СОСТАВ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

С биоценологических позиций решение проблемы управления фитосанитарным состоянием агроценозов невозможно без экологического мониторинга, начальным этапом которого является инвентаризация биотических компонентов, в том числе энтомофаунистических, микробиотических и гербофаунистических популяций (Иванцова, 2009). Изменение агротехнологий ведет к увеличению вредоносности возбудителей болезней, энтомофауны и сорных конкурентов культурных растений (Баздырев, 1985).

Установлено, что преобладающими по плотности видами сорной растительности в опыте перед обработками гербицидами являлись щетинник зеленый, щирица запрокинутая и марь белая (до 100 шт/м²), с распространенностью на 88-96% площади, причем марь белая на 18,5% площадей имела среднюю и сильную засоренность, щирица запрокинутая – на 18,2%, щетинник зеленый – на 33,4% соответственно. Другие виды сорняков имели распространенность ниже, так, редька дикая встречалась на 34% площадей, подмаренник цепкий – на 43%, гречиха татарская – на 52%, при этом в структуре засоренной площади преобладала очень слабая засоренность (до 5 шт/м²) гречихой татарской и редькой дикой (74 и 85% соответственно) и слабая (до 15 шт/м²) – подмаренником цепким (41%), т. е. эти виды сорняков не являлись преобладающими в структуре засоренности. Засоренность злостным многолетним сорняком осотом полевым была слабой и средней, он встречался на 32% площади опыта, 95% из них имела до 6 шт/м².

Динамика численности как однодольных, так и двудольных сорняков в течение вегетации сахарной свеклы в варианте без обработки пестицидами выражалась в увеличении их численности. На момент массовых всходов было отмечено 36,1 шт/м² однодольных сорняков и 34,5 шт/м² – двудольных (табл. 2). Из двудольных больше всего было щирицы запрокинутой (16,0 шт/м²), менее всего – подмаренника цепкого и гречихи татарской (1,7 шт/м²). К фазе смыкания рядков количество сорняков возросло в наибольшей мере, более всего двудольных – на 106 % (щирицы, редьки и гречихи), однодольных – на 33,0%. В последующие фазы повышение численности было выражено слабее: к фазе размыкания – на 31,4% двудольных, (гречихи татарской и редьки дикой, при снижении на 18,7% щирицы запрокинутой), однодольных – на 18,6 %, к фазе накопления сахара двудольных – на 7,1% (более всего гречихи татарской и подмаренника цепкого), однодольных – на 18,6%), к уборке на 11,2% – двудольных (при снижении количества мари белой), однодольных – на 39,7%.

Таблица 2. Динамика численности сорняков в течение вегетационного периода в посевах сахарной свеклы, шт/м², 2014-2016 гг.

Фазы развития сахарной свеклы	Численность сорняков по основным видам (двудольные)						Двудольные, всего	Однодольные, всего
	Мари белая	Осот полевой	Щирица запрокинутая	Подмаренник цепкий	Редька дикая	Гречиха татарская		
Массовые всходы	10,1	2,0	16,0	1,7	3,0	1,7	34,5	36,1
Смыкание рядков	16,1	3,7	35,3	3,0	7,3	5,7	71,1	48,0
Размыкание рядков	27,3	5,3	28,7	6,7	13,7	11,7	93,4	73,2
Накопление сахара в корнеплодах	32,3	6,1	20,3	8,3	16,7	16,3	100,0	86,8
Уборка (созревание)	29,3	6,6	32,7	10,3	16,3	16,0	111,2	121,3

Средняя сезонная засоренность посевов сахарной свеклы в условиях опыта составила 82,0 шт/м², а степень засоренности колебалась от очень слабой до сильной. Сорняки оказывали длительное вредное воздействие на развитие культуры, начиная от ее посева и заканчивая уборкой.

ГЛАВА 4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ ЗАЩИТЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

4.1 Биологическая эффективность применения пестицидов против вредных организмов

Вредные организмы наносят существенный ущерб культурным растениям (Добрынин, Мерзликин, 2015; Акмуллаева, 2019, Спиридонов, будын-

ков и др., 2019). Установлено, что разрушение листовой поверхности в фазе вилочки и семядольных листьев отрицательно сказывается на всем дальнейшем ходе вегетации растений (Зубков, 2003).

Различные схемы обработки инсектицидами в течение вегетации сахарной свеклы способствовали снижению процента поврежденных свекловичными блошками растений в 2,76-3,92 раза относительно контроля (табл. 3), степень повреждения – в 5,38-11,3 раза, а лучшим вариантом была схемы №2 (с инсектицидом Шарпей), где снижение данных показателей относительно эталона составило 1,42 и 1,9 раза.

Применение инсектицидов в послевсходовой обработке уменьшало повреждение растений серым свекловичным долгоносиком в 4,39-8,42 раза, степень повреждения – в 9,53-23,8 раза. Применение схемы защиты №3 (инсектицид Хлорпирифос) в наибольшей степени, на 8,9 абс.% снижало повреждение серым свекловичным долгоносиком, степень повреждения снизилась на 13,1 абс.%. Процент поврежденных растений в вариантах №2-4 был ниже, чем в эталоне в 1,53-1,92 раза, а степени повреждения в вариантах №3 и №4 – в 1,25-2,5 раза.

Таблица 3. Влияние применения инсектицидов на повреждение и поражение сахарной свеклы вредителями в опыте, %, 2014-2016 гг.

Варианты (обработка семян + обработка в период вегетации)	Свекловичные блошки		Серый свекловичный долгоносик	
	повреждено растений	степень повреждения	повреждено растений	степень повреждения
Контроль	14,1	11,3	10,1	14,3
Схема № 1 (эталон)	5,1	2,1	2,3	1,5
Схема № 2	3,6	1,1	1,2	1,5
Схема № 3	4,1	1,3	1,2	1,2
Схема № 4	4,9	1,0	1,5	0,6
НСР ₀₅	1,8	2,3	1,1	1,9

Применение фунгицидов снижало распространенность корневая на 10,5-16,7% (табл. 4), более всего – при действии схемы №4, а схемы №1-3 обеспечивали снижение примерно на одинаковом уровне – на 9,8-10,5 %. Схема №4 (с фунгицидом Беномил 500) относительно эталонного варианта способствовала уменьшению показателя на 6,2 %.

Таблица 4. Распространенность и развитие болезней в опыте, 2014-2016 гг.

Вариант	Корневая		Церкоспороз	
	P, %	R, %	P, %	R, %
Контроль	31,5	15,2	59,1	20,1
Схема № 1	21,0	10,1	46,5	14,3
Схема № 2	21,0	10,6	47,8	15,0
Схема № 3	21,7	10,4	48,6	15,7
Схема № 4	14,8	6,36	36,2	11,8
НСР ₀₅	1,27	0,59	2,38	0,96

Также отмечалось снижение развития корневая на 4,60-8,84% относительно контроля, более всего при действии схемы №4 и на 3,74 % относи-

тельно эталона, несколько ниже – схемы №3 (с Хлорпирифосом) и схем №1-2 с Альбитом.

Разница распространенности церкоспороза по вариантам с пестицидами по сравнению с контролем составила 10,5-22,9%, с эталоном – 10,3%, снижение обеспечивала только схема №4. Наименьшим развитие болезни при действии схемы №4 (с Терапевт Про), схема №1 (с Фальконом) обеспечивала также одно из наиболее низких значений показателя (14,3 %). Колебания по вариантам составили 0,7-8,3 %, близкие значения развития церкоспороза отмечались в вариантах №1-3 с обработкой Фальконом и Фолиантом, а схема №4 снизила его на 2,5%.

Таблица 5. Биологическая эффективность пестицидов против болезней и вредителей сахарной свеклы, %, 2014-2016 гг.

№ п/п	Варианты	Мучнистая роса	Фомоз	Церкоспороз	Свекловичные блошки	Серый свекловичный долгоносик
1	Схема №1 (эталон)	63,0	90,7	75,0	83,9	78,8
2	Схема №2	71,3	97,7	78,9	91,6	89,3
3	Схема №3	68,1	94,4	78,6	93,0	87,6
4	Схема №4	59,7	94,8	77,9	90,2	89,3
	НСР ₀₅	3,1	2,4	1,9	5,9	8,2

Биологическая эффективность фунгицидов против болезней сахарной свеклы была наиболее высокой в отношении фомоза. Наиболее действенными были фунгициды, входящие в схему №2 (Альбит и Фалькон), которая была на 7,0% более эффективна (табл. 5), чем эталонная схема. Несколько меньшее действие фунгициды имели против церкоспороза, схемы №2 (Фалькон+Альбит), №3 (Фолиант), №4 (Беномил+Альбит+Алькор+Терапевт Про) оказывали примерно одинаковое, достоверно не различающееся действие, повышая показатель на 3,7-7,0% относительно эталона. Наименьший эффект фунгициды имели против мучнистой росы, но схема №2 в отношении этой болезни также имела максимальную в опыте эффективность, выше, чем в эталоне, на 8,3%.

Эталонный вариант, включавший использование известного инсектицида Шарпей, оказался наименее эффективным как против свекловичных блошек, так и свекловичного долгоносика. Схемы №2-4 обеспечивали высокую, достоверно не отличающуюся по вариантам, биологическую эффективность в отношении этих вредителей, максимальной она была при действии схемы №3 (против свекловичных блошек) и схем №2 и №4 (против свекловичного долгоносика).

Гербициды эффективно подавляли сорную растительность. Биологическая эффективность схем №3 и №4 была максимальна в отношении таких сорняков

как осот полевой, редька дикая, марь белая. Существенное снижение подавления подмаренника цепкого (на 1,6% относительно варианта №4) (табл. 5) отмечалось только при действии схемы №3. Схема №2 была менее эффективна относительно схемы №4 по подавлению мари белой на 9,6% , редьки дикой – на 5,6%, гречихи татарской – на 3,8%, примерно равна по эффективности подавления осота полевого, щирицы запрокинутой и подмаренника цепкого.

Наибольшая биологическая эффективность гербицидов в отношении всех групп сорных растений наблюдалась при обработках по схеме №4 (снижение численности мари белой на 97,3%, осота полевого – на 94,2%, щирицы запрокинутой – на 95,3%, подмаренника цепкого – на 99,7%, редьки дикой – на 92,8%, гречихи татарской – на 94,9%), а в среднем по всем группам сорных двудольных растений – на 95,7%, что было существенно выше, чем в остальных вариантах.

Таблица 6. Биологическая эффективность применения гербицидов против сорных растений в посевах сахарной свеклы, % , 2014-2016 гг.

Варианты	Марь белая	Осот полевой	Щирица запрокинутая	Подмаренник цепкий	Редька дикая	Гречиха татарская	Среднее по двудольным	Однодольные
Схема №1 (эталон)	86,7	90,3	94,3	98,7	90,1	90,4	91,7	95,3
Схема №2	87,7	93,9	95,1	99,1	87,2	91,1	92,3	97,9
Схема №3	96,9	94,6	95,2	98,1	93,1	95,2	95,5	97,3
Схема №4	97,3	94,2	95,3	99,7	92,8	94,9	95,7	98,5
НСР ₀₅	2,9	3,1	2,1	1,2	2,4	2,3	2,5	2,1

Эффективность подавления сорной растительности в эталоне оказалась самой низкой. Разница между лучшей схемой защиты (№4) и эталоном по снижению численности мари белой составила 10,6%, осота полевого – 3,9%, редьки дикой – 2,7%, гречихи татарской – 4,5%, а подмаренника цепкого и щирицы запрокинутой – 1,0%.

Выявлено, что схема защиты сахарной свеклы от вредных организмов №1, ранее предлагавшаяся для условий ЦЧР, в силу возникновения резистентности сорняков к ряду препаратов, утратила свою эффективность и не может более рекомендоваться в современных условиях.

Схемы применения пестицидов №3 и №4 (с 95,5 и 95,7% подавления) соответствуют пороговому уровню биологической эффективности пестицидов (95% и более), а схемы №1 (91,7%) и №2 (92,3%) – не соответствует.

Остаточная засоренность посевов культуры на 1 октября по вариантам с гербицидными обработками различалась на 4,25-11,3% (табл. 7), а относительно контроля она была в 17,0-36,3 раза меньше. Количество сорняков на 1 м² в период с 1.06 до 1.10 относительно контроля снизилось менее всего (в 2,22 раза) в эталоне, более всего (в 5,65 раза) – в варианте №4 при обработке посевов гербицидами на основе метамитрона.

Таблица 7. Динамика количества и массы сорняков при действии различных схем защиты сахарной свеклы в опыте, 2014-2016 гг.

Вариант	Количество сорняков, шт/м ²		Масса сорняков, г/м ²	Снижение массы сорняков, %
	01.06	1.10		
Контроль	11,7	83,4	426	0
Схема №1	10,9	4,9	22,4	94,7
Схема №2	12,3	4,7	18,3	95,7
Схема №3	12,1	2,4	9,65	97,7
Схема №4	13,0	2,3	7,72	98,2

Снижение массы сорняков после гербицидных обработок составило 94,7-98,2 %, менее всего – при действии схемы №1, более всего – схемы №4, схемы №2-3 также способствовали значительному снижению показателя, на 95,7% и 97,7% соответственно.

4.2. Влияние применения пестицидов на формирования урожайности сахарной свеклы

На динамику роста сахарной свеклы гербициды оказывают как прямое (через проявление фитотоксичности), так и опосредованное действие (уничтожение сорняков, устранение конкуренции) (Баранов, 2014).

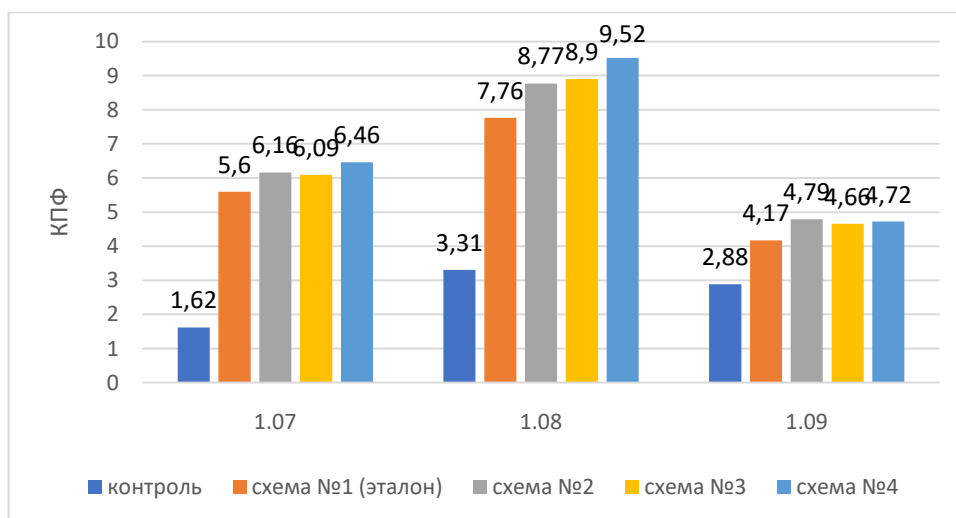
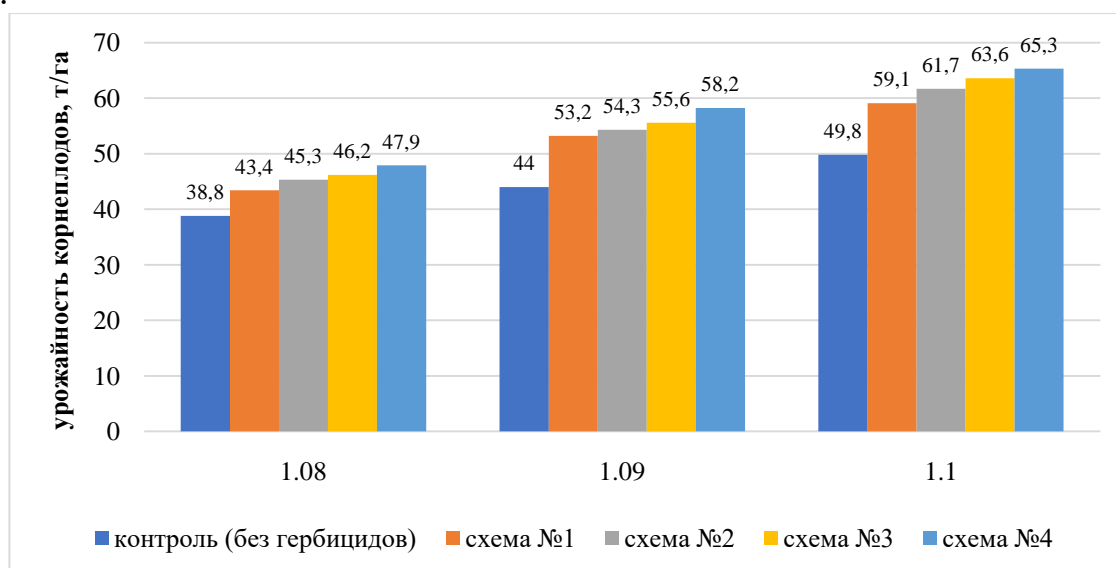


Рисунок 1. Коэффициент продуктивности фотосинтеза посевов сахарной свеклы в опыте

На 1 июля разница коэффициента продуктивности фотосинтеза (КПФ) в вариантах с пестицидами составила 8,75-15,4% (рис. 1), 1 августа – 13,0-22,7%, 1 сентября – 11,7-14,9%, увеличение относительно контроля составило 3,46-3,98, 2,34-2,88 и 1,45-1,66 раза соответственно. Наиболее высоким КПФ на всех вариантах был 1 августа, схема №4 обеспечивала его максимальные значения в этот период, а также 1 июля, схема №2 – в конце вегетации, что свидетельствует о максимальном влиянии применения агрохимика-

тов на интенсивность функционирования фотосинтетического аппарата растения.



$НСР_{1\text{августа}} - 2,25$, $НСР_{1\text{сентября}} - 2,76$, $НСР_{1\text{октября}} - 3,34$ т/га

Рисунок 2. Динамика роста корнеплодов в опыте, т/га, 2014-2016 гг.

От 1 августа к 1 сентября отмечался интенсивный рост корнеплодов, более всего в вариантах №1 – на 9,8 т/га (22,6%) и №4 – на 10,3 т/га (21,5%), а от 1 сентября к 1 октября – №2-4 на 7,1-8,0 т/га (12,2-14,4%) (рис. 2). Динамика роста в первый период была наиболее выражена в варианте №1, а во второй период – в варианте №3. Замедление темпа прироста урожайности в последний месяц вегетации отмечалось как вследствие физиологического затухания процессов роста, так и недостатка влаги в этот период в двух из трех лет исследований. Во все периоды отбора наибольшее повышение урожайности корнеплодов относительно контроля было отмечено при обработках по схемам №3 и №4 (на 1 августа на 11,9-23,4 %, на 1 сентября – 26,4-32,3%, на 1 октября – 27,7 и 31,1% соответственно), наименьшее – по схеме №1 (на 11,8, 20,9 и 18,7 соответственно) вследствие исчерпания потенциала роста культуры в данных агроусловиях.

4.3. Влияние применения пестицидов на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы

Комплексное применение средств защиты растений оказывает значительное положительное воздействие на урожайность сахарной свеклы (Гамуев, Рябчинский, 2009; Дворянкин, 2016; Тютюнов, Солнцев, 2018). Гербицидные обработки не оказывают достоверно влияния на сахаристость корнеплодов (Дворянкин, 2003; Гамуев, Гамуев, 2013; Гаджиева, Бобович, 2020). Применение регуляторов роста и микроудобрений в качестве антидепрессантов повышает устойчивости культурных растений к гербицидам (Дворянкин, 2019).

Густота стояния растений на момент уборки составила 85,2-98,1 тыс. растений ($НСР_{05}=6,0$ тыс/га), максимальной она была при действии схемы №4, минимальной – в контроле, что доказывает высокую эффективность пес-

тицидных обработок. В вариантах №1-4 густота составила 92,3-98,1 тыс/га, разница между ними – 0,8-5,8 тыс/га, что свидетельствует о несущественном влиянии разных схем защиты растений. На контроле густота была ниже на 7,1-12,9 тыс/га относительно вариантов с пестицидами вследствие угнетения сорняками и гибели растений сахарной свеклы от болезней и вредителей.

Вследствие максимального влияния вредных организмов самая низкая средняя урожайность корнеплодов была получена в контрольном варианте, потери урожайности корнеплодов относительно вариантов с применением СЗР составили 4,0-11,0 т/га корнеплодов (рис. 3), а применение химической защиты обеспечило повышение урожайности на 6,92-19,0% относительно контроля.

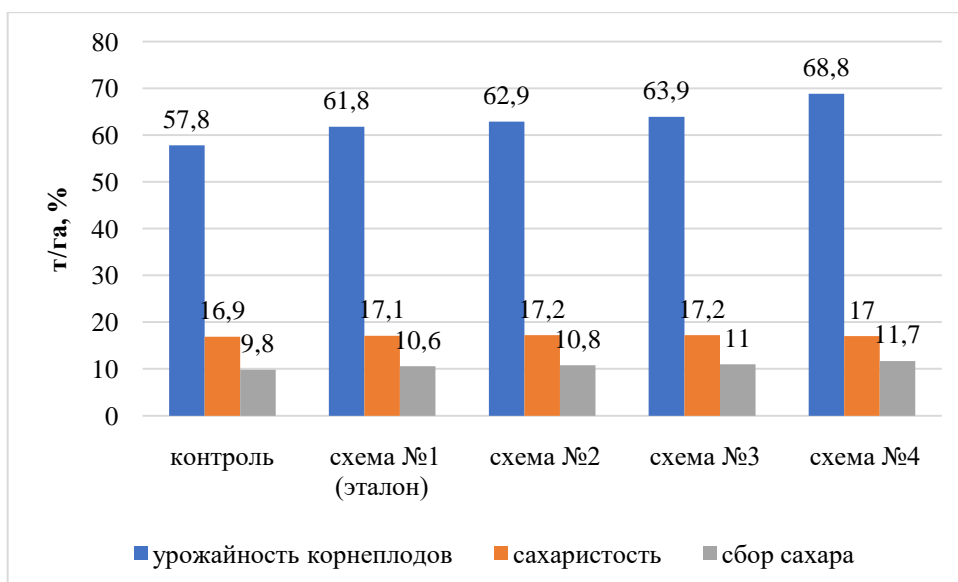
В экспериментальных вариантах наименьшая урожайность (61,8 т/га) была отмечена при действии схемы №1 (эталона), наибольшая (68,8 т/га) — схемы №4, что на 7,67-11,3% больше, чем в других вариантах опыта. Разница по вариантам с СЗР составила 1,0-7,0 т/га (1,59-11,3%). Схемы №2 и №3 способствовали дополнительному получению 5,1 и 6,1 т/га корнеплодов (+8,82 и 10,5%) относительно контроля.

Эталонный вариант не обеспечивал достаточной защиты культуры, обеспечив урожай на 4,0 т/га ниже, чем в контроле, при $НСР_{05}=4,1$ т/га.

Несмотря на то, что варианты №3 и №4 создавали примерно одинаковый уровень подавления сорняков (95,5 и 95,7% соответственно), но схема подкормок микроудобрениями и сниженная экологическая нагрузка в варианте №4 способствовали созданию наиболее значительной прибавки урожая корнеплодов относительно контроля (11,0 т/га).

Соотношение листья:корнеплоды в опыте составило 0,28-0,32, минимальным оно было в контроле, максимальным – при действии схемы №2. При действии схемы №4, обеспечившей максимальную урожайность корнеплодов, отмечалось среднее соотношение листья:корнеплоды – 0,30, также как и в варианте №3. Схема №1 и контроль обеспечивали более узкое соотношение (0,28 и 0,29 соответственно). Применение СЗР обеспечивало небольшое расширение данного соотношения, что свидетельствовало об увеличении доли листьев в биомассе урожая.

Различные сочетания пестицидов не оказали отрицательного влияния на накопление сахара в корнеплодах. В среднем, колебания сахаристости корнеплодов по вариантам с пестицидами были не существенными (0,1-0,2 абс.%). Отмечена тенденция к повышению сахаристости (на 0,3%) на всех вариантах с применением пестицидов относительно контроля.



НСР₀₅ урожайность – 4,1 т/га, НСР₀₅ сахаристость – нет, НСР₀₅ сбор сахара – 0,71 т/га

Рисунок 3. Влияние пестицидов на продуктивность сахарной свеклы

Максимальный выход сахара (11,7 т/га) соответствовал схеме №4, минимальный (9,8 т/га) – контролю, он также был высоким при действии схемы №3. Разница по вариантам с СЗР составила 0,2-1,1 т/га (1,89-10,4%). Вариант №4 обеспечивал повышение показателя относительно контроля на 1,9 т/га (19,4%), относительно схемы №1 (эталона) – на 1,1 т/га (10,4%). Разница по экспериментальным вариантам составила 1,0-10,4%.

ГЛАВА 5. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СХЕМ ЗАЩИТЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ

5.1 Экологическая нагрузка и содержание остаточных количеств пестицидов и тяжелых металлов в агроценозе

Широкое применение пестицидов нарушает экологическое равновесие в агроэкосистемах (эффект «пестицидного бумеранга») (Жученко, 2012). Отрицательное действие пестицидов выражается в привыкании вредных объектов, снижении численности почвенных микроорганизмов, повышении содержания вредных веществ в почве, сельскохозяйственных культурах, поверхностных водах, атмосфере, организме животных и человека (Дагаргулия, Кузнецов, 2007; Кочетков, 2017). В целях снижения экономических затрат и соблюдения экологической безопасности при проведении химических обработок рекомендуется использовать многокомпонентные препараты, баковые смеси пестицидов с регуляторами роста, биологически активными веществами и микроудобрениями (Михайликова, Стребкова и др., 2019).

Наибольшая экологическая нагрузка на агроэкосистему в опыте наблюдалась в варианте с обработкой по схеме №3 (483,1 усл. ед.) (рис. 4), намного ниже она была при действии схем №4, №2 и №1 вследствие применения в данных схемах гербицидов с невысокой экологической нагрузкой и умеренного применения фунгицидов, которые имеют высокую степень экологической опасности (Фалькон, Беномил, Фолиант, Алькор, Терапевт Про), так же как и инсектицид Шарпей, применяемый в схемах №1-

2. Экологическая нагрузка при обработке гербицидами по схеме №3 в 5,76 раз превышала таковую в варианте №1 (эталон), в 4,99 раза – варианте №2 и в 4,95 раз – №4. Экологическую нагрузку в варианте №3 следует отнести к опасной, требующей радикальных мер по снижению, а в вариантах №1, №2, №4 – малоопасной для растений и почвы агроценоза.

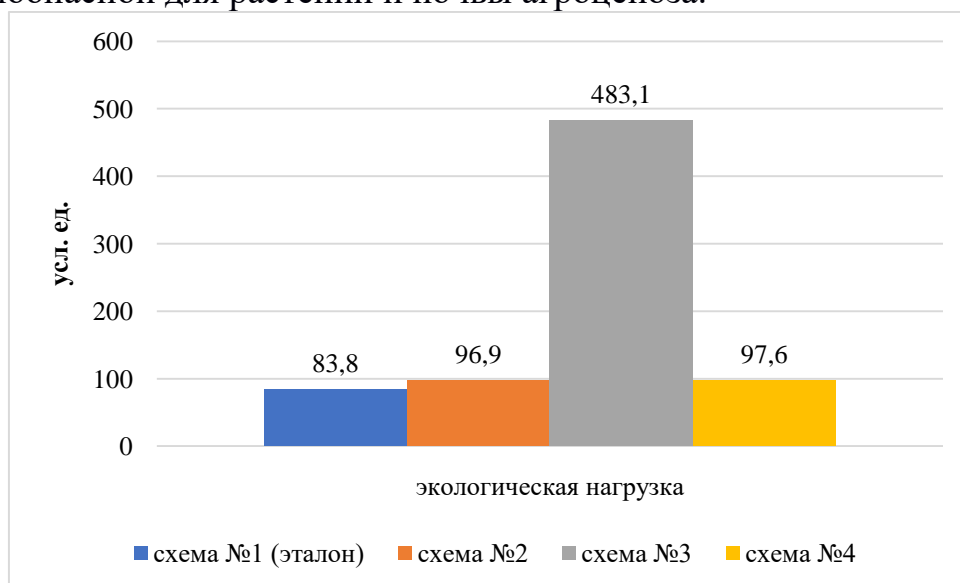


Рисунок. 4. Экологическая нагрузка на 1 га посевов сахарной свеклы в опыте, усл. ед.

Действующие вещества (д.в.) пестицидов клетодим, клопиралид, трифлусульфуронметил не были обнаружены в корнеплодах сахарной свеклы, выращенных на разных вариантах с СЗР, возможно, вследствие низкого содержания действующего вещества в них, невысоких доз, достаточно короткого периода распада в почве и утилизации в растениях при длительном периоде вегетации сахарной свеклы (160-180 дней).

В корнеплодах, выращенных в вариантах с применением гербицидов бетанальной группы, вследствие высоких доз внесения было обнаружено их д.в., которое имеет среднюю экологическую опасность, но его содержание было в 6,7-10 раз ниже МДУ. Более высокая доза Бифора относительно Бетанал Прогресс и Триумфа увеличивала содержание десмедифама и фенмедифама в 1,5 раза. Применение Бетанала 22 не способствовало повышению десмедифама и этофумизата в пробе. Д.в. инсектицидов и фунгицидов триадименол, тебуконазол, циперметрин являются опасными для окружающей среды и имеют длительный период полураспада. Применение препаратов Фалькон, Фолиант, Шарпей по схемам №1-3, содействовало повышению относительно вариантов без их применения до 0,01-0,02 мг/кг тебуконазола (без применения – менее 0,01 мг/кг), циперметрина и триадименола до 0,01 мг/кг (без применения – менее 0,01 мг/кг).

Схема №3 с максимальной экологической нагрузкой способствовала повышению содержания Pb и As на 12,5% и 11,8% относительно контроля соответственно (табл. 9)

Таблица 9. Содержание остаточных количеств тяжелых металлов в корне-
плодах сахарной свеклы и почве

Вариант	Pb	As	Cd	Hg
Контроль	0,040	0,017	0,030	0,0020
Схема №1	0,042	0,018	0,030	0,0019
Схема №2	0,042	0,017	0,030	0,0020
Схема №3	0,045	0,019	0,033	0,0020
Схема №4	0,038	0,016	0,033	0,0020
НСР ₀₅	0,001	0,001	-	-
ПДК	0,3	1,0	0,3	0,01

Действие пестицидов, применяемых по схемам №1 и №2, способствовало увеличению содержания Pb и As на 5%, а по схеме №4 – снижению на 5,0% и 5,9% соответственно. Пестициды, входящие в схему №3, способствовали повышению содержания As на 11,8 %. Содержание ни одного из изученных ТМ не превышало уровня ПДК. Изменение концентрации ТМ в продукции, возможно, связано с некоторым изменением метаболизма растений под влиянием пестицидов и увеличением их способности накапливать эти токсиканты.

5.2. Экономическая эффективность испытываемых схем защиты сахарной свеклы от вредных организмов

Выбор необходимых для защиты культуры пестицидов должен основываться на научно обоснованной оценке экономической эффективности их применения, базирующейся на обобщении и оценке результатов их испытаний (Медведев, 2004).

Таблица 11. Экономическая эффективность применения пестицидов в опыте

Показатель	Схема №1 (эталон)	Схема №2	Схема №3	Схема №4
Стоимость продукции, руб.	71070	69460	74060	79120
Всего затрат на 1 га, руб.	41245,7	40120	44724	45123
Себестоимость 1 т, руб.	667,4	664,2	694,5	655,9
Чистый доход, руб.	29824,3	29340	29336	33997
Уровень рентабельности, %	42,0	42,2	39,6	43,0
Затраты труда на 1 га, чел-ч	131,1	130,8	138,1	137,1
Затраты труда на 1 т, чел-ч	4,7	4,7	4,4	4,3

Самой низкой стоимостью агрохимикатов в опыте была в схеме №2, высочайшей – №4, разница по вариантам составила 399-5003 руб/га (табл. 11). Себестоимости 1 т корнеплодов была минимальной в варианте №4, максимальной – №3, различалась по вариантам до 38,6 руб. Вследствие высокой урожайности чистый доход с 1 га был максимальным в варианте №4 (33997 руб/га), что выше, чем у эталонного варианта на 4172,7 руб.

Рентабельность в опыте возрастала с 39,6% (схема №3) до 43,0% (схема №4), тогда как затраты труда на 1 га посевов сокращались с 138,1 (схема №3) до 130,8 чел-ч (схема №2), обратная закономерность отмечалась по затратам труда на 1 т корнеплодов, снижаясь с 4,7 чел-ч в вариантах №1 и №2 до 4,3-4,4 чел-ч в вариантах №3 и №4 (на 6,81-9,30%).

Лучшие экономические показатели обеспечивала схема защиты №4. Несмотря на то, что она была самая высокозатратная (стоимость – 45123 руб/га, на 9,40% выше, чем в эталоне) и имела на 4,58% большие затраты труда, но вследствие максимальной в опыте урожайности корнеплодов отличалась наибольшим доходом (на 14,0% выше), имела на 1,0 абс.% более высокую рентабельность и на 0,4 чел-ч меньшие затраты труда на получение 1 т корнеплодов по сравнению с эталоном.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выявлено, что существующая система защиты сахарной свеклы на основе применения гербицидов Бетанал Эксперт ОФ и Бетанал 22, Лонтрел Гранд, Селект, Карибу, фунгицидов Альбит и Фалькон, инсектицида Шарпей и микроудобрения Микро АС-2 в условиях юго-востока ЦЧР утратила значительную биологическую эффективность вследствие появления резистентности вредных организмов к данным препаратам и требует замены. Доказана высокая агроэкологическая и экономическая результативность комплексного применения гербицидов на основе метамитрона против двудольных сорняков, Центуриона – против однодольных, а также фунгицидов Беномил 500, Альбит, Алькор, Терапевт Про, инсектицида Иמידор, микроудобрения Полидон Био Свекла.

ВЫВОДЫ

1. Установлены эффективные и экологические безопасные способы химической защиты сахарной свеклы от вредных организмов в условиях юго-востока ЦЧР.
2. Произведен анализ численности основных вредителей (серого и обыкновенного свекловичных долгоносиков, свекловичных блошек), возбудителей болезней (церкоспороза, фомоза, корнееда, мучнистой росы) и сорняков (щетинника зеленого, щирицы запрокинутой, мари белой и др.), а также их сезонная динамика в свекловичном агроценозе.
3. Установлено, что система защиты, включающая использование гербицидов Бетанал Эксперт ОФ и Бетанал 22, Лонтрел Гранд, Селект, Карибу, фунгициды Альбит и Фалькон, инсектицид Шарпей, микроудобрение Микро АС-2 в современных условиях не обеспечивает биологическую и экономическую эффективность.
4. Выявлена наиболее эффективная система защиты от корнееда (с самой низкой его распространенностью и развитием, на 6,2 и 3,74% ниже, чем при эталонной схеме) на основе фунгицида Беномила 500 (фундазола) (схема №4) по сравнению с Альбитом и Фолиантом (схемы №1-3).

5. Установлено, что наименьшее развитие и распространение церкоспороза (снижение относительно эталонного варианта на 10,3 и 2,5% соответственно) обеспечивала система защиты сахарной свеклы с фунгицидами Беномил 500, Альбит, Алькор и Терапевт Про (схема №4).
6. Определено снижение числа поврежденных серым свекловичным долгоносиком растений сахарной свеклы (на 34,8%), степени повреждения (на 60%) при применении пестицидов по схеме №4, свекловичными блошками – только степень повреждения (на 52,4%) относительно эталонного варианта №1.
7. Доказано, что инсектициды и фунгициды, входящие в схему №2 (Альбит, Фалькон, Шарпей), обеспечивали максимальную защиту растений сахарной свеклы от мучнистой росы, церкоспороза, фомоза и серого свекловичного долгоносика, в схему №3 (Хлорпирифос и Фолиант) – церкоспороза и свекловичных блошек, №4 – серого свекловичного долгоносика.
8. Установлено наиболее эффективное подавление двудольных сорняков (в наибольшей степени мари белой и подмаренника цепкого) выше уровня биологической эффективности (95%) при применении гербицидов по схемам №3 и №4, однодольных – по схемам №2, №3 и №4. Биологическая эффективность схемы №4 была выше на 4,0% при подавлении двудольных и на 3,2% – однодольных сорняков относительно эталонного варианта №1. Действие системы защиты с гербицидами на основе метамитрона (схема №4) к предуборочному периоду в наибольшей степени снижало массу и количество сорняков.
9. Отмечено, что в период максимального развития листовой поверхности культуры (10 августа) в варианте №4 установлен наиболее высокий коэффициент продуктивности фотосинтеза, превышающий значение показателя в эталоне на 22,7%, а в предуборочный период – в варианте №2 (на 14,9% соответственно).
10. Доказано, что максимальное повышение урожайности корнеплодов сахарной свеклы в период от 1 августа к 1 сентября (на 10,3 т/га) отмечалась при действии схемы №4, что позволяет рекомендовать ее для ранних сроков уборки, а от 1 сентября к 1 октября (на 8,0 т/га) – схемы №3.
11. Выявлено, что гербициды на основе метамитрона и клетодима, комплекс фунгицидов Беномил 500, Альбит, Алькор и Терапевт Про и инсектицид Имидор, входящие в схему №4 с обеспечивали максимальное сохранение растений сахарной свеклы на момент уборки (98,1 тыс. шт. на 1 га).
12. Применение СЗР обеспечивало расширение соотношения листья:корнеплоды относительно контроля, лучший показатель был отмечен при действии схемы №1 (эталона), при этом экспериментальные варианты незначительно отличались друг от друга.

13. Определено, что максимальная урожайность корнеплодов (68,8 т/га) и сбор сахара (11,7 т/га) в опыте обеспечивалась применением агрохимикатов по схеме №4, что выражалось в повышении показателей на 11,0 т/га (19,0%) и 1,9 т/га (на 19,4%) относительно контроля, а также на 7,0 (11,3%) и 0,8 т/га (на 8,16%) относительно эталона соответственно. Действие схем №2 и №3 обеспечивало примерно одинаковую, но значительно более низкую эффективность, чем схема №4.
14. Доказано, что действие агрохимикатов в опыте не способствовало достоверному изменению сахаристости корнеплодов сахарной свеклы.
15. Установлено, что фунгициды Фолиант и Фалькон, инсектицид Шарпей и гербициды бетанальной группы, используемые в схемах №1-3, обнаруживались в остаточных количествах в корнеплодах, но ниже уровня МДУ, тогда как д.в. гербицидов Центурион, Селект, Квикстеп, Карибу, Кари-Макс, Арбитр не было выявлено. Доказано небольшое повышение концентрации Pb и As, но ниже уровня ПДК. Оптимальное экологическое качество корнеплодов обеспечивала схема №4.
16. Выявлено, что лучшие экономические показатели применения средств защиты растений в опыте обеспечивала схема №4, что выражалось в повышении рентабельности относительно других схем на 0,8-3,4%, чистого дохода – на 4173-4661 руб/га и сокращению затрат труда на 1 т корнеплодов на 0,3-0,4 чел-ч.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

В условиях юго-востока ЦЧР для наиболее эффективной защиты сахарной свеклы от сорняков, вредителей и болезней рекомендуется применять при послевсходовых обработках растений: в первое внесение Голтикс, КС – 2 л/га в сочетании с Имидором, ВРК – 0,2 л/га и Беномилом 500, СП – 0,6 л/га, во второе внесение: Метамир, ВДГ – 1,5 л/га в сочетании с Альбитом, ТПС – 0,3 л/га; в третье внесение: Метамир, ВДГ – 1,5 л/га в сочетании с Центурионом, КЭ – 0,8 л/га, Алькором, КС – 0,15 л/га, и Полидоном Био Свекла – 0,5 л/га; в четвертое внесение: Терапевт Про, КС – 0,9 л/га в сочетании с Полидоном Био Свекла – 0,5 л/га.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ Работы в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Добрынин Н.Д., Мерзликин М.А. Вредные организмы посевов сахарной свеклы в лесостепи Центрального Черноземья // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2015. № 2 (45). С. 32-35.
2. Мерзликин М.А., Минакова О.А., Вилков В.М. Экономически и биологически эффективная система защиты сахарной свеклы в ЦЧР // Сахарная свекла. 2021. № 3. С. 26-30.
3. Мерзликин М.А., Минакова О.А., Вилков В.М. Комплексная защита сахарной свёклы от сорняков, болезней и вредителей в ЦЧР // Сахар. 2021. № 3. С. 50-56.
4. Мерзликин М.А., Минакова О.А., Гамуев О.В., Вилков В.М. Биологически и экологически эффективная система защиты сахарной свеклы в ЦЧР // Вестник Курганской ГСХА. 2021. С. 4-12.

Публикации в других изданиях

5. Добрынин Н.Д., **Мерзликин М.А.** Экологическая нагрузка пестицидов для защиты посевов сахарной свеклы от вредных организмов / В сборнике: Современные проблемы сохранения плодородия черноземов. Матер. междунар. научно-практ. конф., посвящ. 170-летию В.В. Докучаева. 2016. С. 202-209.
6. **Мерзликин М.А.**, Минакова О.А. Комплексная защита растений - основа получения высоких урожаев сахарной свеклы в ЦЧР / В сборнике: Аграрная наука - сельскому хозяйству. Сб. матер. XVI Междунар. научно-практ. конф. В 2-х книгах. Барнаул, 2021. С. 185-186.
7. **Мерзликин М.А.**, Минакова О.А. Система защиты сахарной свеклы от сорняков, болезней и вредителей в ЦЧР / Инновационные направления научных исследований в земледелии и животноводстве, как основа развития сельскохозяйственного производства. Матер. Всерос. научно-практ. конф. с междунар. участием и Всероссийской Школы молодых учёных, 24-25 июня 2021 г. Белгород : КОНСТАНТА. 2021. С. 62-66.
8. **Мерзликин М.А.**, Минакова О.А. Защита посевов сахарной свеклы в Воронежской области / Аграрная наука – сельскому хозяйству. Сб. докл. по матер. Всерос. научно-практ. конф. (с междунар. участием), посвящ. 60-летию ФГБНУ «Адыгейский НИИСХ». Майкоп : Изд-во «Магарин О.Г.». 2021. С. 311-316.