

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова»

На правах рукописи



Мерзликин Максим Александрович

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

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Специальность: 06.01.01– общее земледелие, растениеводство

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
О.А. Минакова

Рамонь - 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЗАЩИТЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ (обзор литературы).....	7
1.1 Вредные организмы в посевах сахарной свеклы и методы защиты от них.....	10
1.1.1 Вредители сахарной свеклы.....	10
1.1.2 Болезни.....	17
1.1.3 Сорняки.....	24
1.1.4 Экологические последствия применения пестицидов.....	29
Глава 2. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	41
2.1 Природно-климатическая характеристика зоны исследования.....	41
2.2 Условия проведения исследований.....	47
2.3. Объекты и методы исследований.....	55
ГЛАВА 3. ВИДОВОЙ СОСТАВ И БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ В ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ.....	70
3.1 Видовой состав, биологическая классификация и обилие видов вредных организмов	70
3.2 Биоэкологические особенности доминирующих видов вредных организмов в посевах сахарной свеклы.....	75
ГЛАВА 4. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПЫТЫВАЕМЫХ СХЕМ ЗАЩИТЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ	80
4.1 Биологическая эффективность схем применения пестицидов против вредных организмов	80
4.1.1 Действие пестицидов на болезни и вредителей сахарной свеклы.....	80
4.1.2 Действие средств защиты растений на сорную растительность свекловичного агроценоза.....	89
4.2. Влияние применения пестицидов на динамику формирования урожай-	

ности сахарной свеклы.....	94
4.3. Влияние применения пестицидов на урожайность и качество корне- плодов сахарной свеклы.....	99
ГЛАВА 5. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СХЕМ ЗАЩИТЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ.....	105
5.1 Экологическая нагрузка схем защиты сахарной свеклы от вредных ор- ганизмов.....	105
5.2 Содержание остаточных количеств испытываемых пестицидов и тяже- лых металлов в корнеплодах сахарной свеклы и почве.....	112
5.3. Экономическая эффективность испытываемых схем защиты сахарной свеклы от вредных организмов.....	116
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	119
ВЫВОДЫ.....	120
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	123
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	124
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	157

ВВЕДЕНИЕ

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; Мамсиров, Бондарева, 2017; Цыганкова, 2017).

Производство сахарной свеклы является наиболее пестицидоемким 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 сохранение высокой урожайности сахарной свеклы с оптимальным качеством 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 мало-опасные способы комплексного применения пестицидов с высокой активностью, широким спектром действия против вредных организмов и низкими дозами расхода действующего вещества, обеспечивающими высокую продуктивность сахарной свеклы и качество сырья 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 и 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 экспери-

ментальное 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 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 болезнеустойчивость и продуктивность растений сахарной свеклы в условиях юго-востока ЦЧР.

Практическая значимость. Разработаны приемы, позволяющие снизить повреждение растений свеклы вредными организмами, улучшить рост и развитие данной культуры, а также снизить пестицидный пресс на агроценоз сахарной свеклы.

Апробация работы. Основные положения и результаты работы 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].

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 странице, содержит 27 таблиц, 20 приложений. Список

цитируемой литературы содержит 316 источников, из которых 19 — на иностранном языке.

Положения, выносимые на защиту.

1. Биоэкологические особенности доминирующих видов вредных организмов на посевах сахарной свеклы в северо-западной части Центрального Черноземья.
2. Агротехническая, экологическая и экономическая оценка эффективности новых препаратов в системе послевсходовой защиты сахарной свеклы от вредных организмов, позволяющая обосновать целесообразность их применения в системе послевсходовой защиты сахарной свеклы.
3. Применение комбинации гербицидов, инсектицидов, фунгицидов и микроудобрений в сочетании с протравливанием семян стимулирует рост сахарной свеклы, снижает гербицидный стресс и увеличивает массу корнеплода в период формирования урожая
4. Прием защиты сахарной свеклы от сорняков болезней и вредителей (гербициды на основе метамитрона в сочетании с граминицидом, фунгицидов химического класса ципроконазола, бензимидазола и стробилуринов и инсектицида на основе неоникотиноидов) обуславливает высокую биологическую и энергетическую эффективность (урожай в среднем за 3 года 68,8 т/га корнеплодов при высокой сахаристости) в сочетании с экологической безопасностью.

ГЛАВА 1. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЗАЩИТЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ОТ ВРЕДНЫХ ОРГАНИЗМОВ (обзор литературы)

Одной из важнейших технических культур в нашей стране является сахарная свекла. Она служит основным сырьем для получения сахара – главного источника углеводов в питании человека, который хорошо усваивается организмом и обладает высокими вкусовыми качествами. В нашей стране сахар вырабатывают только из сахарной свеклы. По состоянию на 2019 год она высевалась на площади более 1144,9 тыс. гектаров, валовый сбор составил 54,35 млн. т (Россия: о ситуации на рынке сахара ..., 2020; О производстве сахара в России, 2019).

Около половины всех площадей сахарной свеклы (46,7% по состоянию на 2019 год) в Российской Федерации высевается в ЦЧР (О производстве сахара в России, 2019). Здесь же выпускается около 60% сахара. На ближайшую перспективу намечается дальнейшая концентрация посевов сахарной свеклы в Центральном Черноземье (Куртеева, 2008; Иванов, 2008).

Сахарная свекла имеет также большое значение в севообороте, способствуя повышению его продуктивности, общего уровня культуры земледелия, а также урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых после неё (Юдина, Авилова и др., 2015).

Однако дальнейшему повышению производства валовой продукции в свекловодстве во многом препятствует повреждение растений вредными организмами (Гуреев, Агибалов, 2003). В таких условиях возрастает значимость тщательного выполнения каждого элемента технологии возделывания культуры, и, прежде всего, защиты растений от вредных организмов.

В большинстве стран мира защита растений рассматривается как одно из важнейших условий получения стабильно высоких урожаев сельскохозяйственных культур. По данным В.И. Долженко потери урожая от вредных организмов в России составляют 100 млн. т в пересчете на зерно, вследствие того, что обработки проводятся на площади 55-68 млн. га, а нуждаются в пестицидной защите 100-110 млн. га (Кончакиевская, 2011).

Защита сахарной свеклы от вредных организмов – одно из важнейших условий повышения урожайности сахарной свеклы культуры. Сюда входит возделывание устойчивых сортов и гибридов сахарной свеклы, соблюдение севооборотов, применение химических и биологических средств защиты растений. Своевременное и высококачественное проведение мероприятий по защите сахарной свеклы позволяет сохранить от потерь 25-30% ее урожая (Петров, Зубенко, 1991; Ботько, Гуляка и др., 2017). Основной причиной высоких затрат труда на производство единицы продукции сахарной свеклы являются значительные затраты на уничтожение сорной растительности в посевах культуры. Сахарную свеклу опрыскивают баковыми смесями гербицидов 5-6 раз в период вегетации сплошным способом (Давлетшин, 2010).

Без применения современных средств химизации сельского хозяйства невозможно получение высоких и устойчивых урожаев сахарной свеклы. В некоторых случаях применение пестицидов дает значительно больший эффект, чем применение удобрений. Использование пестицидов улучшает усвоение растениями питательных веществ, что также способствует повышению урожая и улучшению его качества. Широкое применение пестицидов в Западной Европе за последние 25 лет позволило поднять урожайность более чем в два раза (Мельников, Новожилов и др., 1995).

В настоящее время ассортимент применяемых в сельском хозяйстве препаратов насчитывает несколько сот соединений, которые выпускаются в тысячах препаративных форм. Для правильного выбора препаратов и наиболее эффективного их использования необходимы соответствующие исследования их свойств как в отношении эффективности против целевых объектов, так и в отношении безопасности для объектов окружающей среды (Мельников, 1987).

Для оздоровления обстановки в агроценозах необходимо использовать экологически безопасные биологические препараты и протравители семян, инсектициды с малыми нормами расхода, системные фунгициды и гербициды, обладающие широким спектром действия против сорняков (Ямалеев, 2007). Химический метод защиты растений в настоящее время доминирует в регулировании фитосанитарной обстановки. Вместе с тем, продолжается поиск путей снижения пести-

цидной нагрузки за счет интегрированной защиты растений, в основе которого положены агротехнические, химические, биологические методы обеспечения фитосанитарного равновесия (Сычев, 2018).

1.1 Вредные организмы в посевах сахарной свеклы и методы защиты от них

1.1.1 Вредители сахарной свеклы

Многочисленными исследованиями доказано, что вредители сахарной свеклы – причина потерь значительного количества урожая (Зубков, 2003; Рябчинский, 2004; Гаджиева, Васильева и др., 2009; Добрынин, Мерзликин, 2015; Халилов, Ибрагимов, 2010; Галиев, 2016; Акмуллаева, 2019).

Сахарная свёкла повреждается более чем 250 видами вредителей. Все они могут в значительной степени повреждать растения. При этом атаки вредителей ведут если не к полной гибели растений, то к дополнительному распространению различных грибных болезней через нарушенные ткани, например корнееда, или вирусов, переносчиком которых является тля, также ведущих к угнетению и гибели растений, а значит недобору части урожая (Болезни и вредители..., 1993).

На ранних фазах развития молодые корни атакуют и повреждают почвенные вредители – ногохвостки, проволочники, кивсяки. В это же время семядольные листья повреждают листовая тля и блошки. Позднее появляются не менее опасные вредители листьев – свекловичный долгоносик, жужелицы, листовые минирующие мухи и моли, совки. Зараженность проволочником повышается в условиях внесения высоких доз минеральных и, особенно, органических удобрений, в частности навоза (Привалов, Сорока и др., 2008). Агротехнические приемы снижают численность проволочника на 40-60%.

При значительной численности фитофагов в отдельные годы они способны полностью уничтожить посевы культуры (Гаджиева, Васильева и др., 2009).

Вследствие почвенно-климатических и хозяйственных особенностей Центрально-Черноземный экономический район имеет сложившийся комплекс вреди-

телей, приспособившихся к местным условиям (Система ведения..., 1976; Центрально-Черноземный экономический район, 2020).

Ежегодные и сильные повреждения сахарной свекле в ЦЧР причиняют свекловичные блошки, свекловичные долгоносики, корневая и листовая тли, некоторые виды совок, а луговой мотылек имеют гораздо меньшее экономическое значение и представляют меньшую опасность (Палий, 1959; Макаренко, 1973 и др.). Борьба с луговым мотыльком осуществляется препаратами Шарпей, Кинфос и Цепеллин (Илларионов, 2017). Пиретроидные препараты более дешевы, но рекомендуются к применению при температуре не выше 24 °С, а более дорогостоящие фосфорорганические соединения – при более высоких температурах.

Из блошек в ЦЧР встречаются: южная свекловичная (*Chaetocnema breviuscula* Fald.), обыкновенная свекловичная (*Ch.concinna* Marsch.), западная свекловичная (*Ch.tibialis*) и корнеплодная (*Psylliodes cupreata* Duft.). Обыкновенная свекловичная, или гречишная блоха преобладает в юго-восточной части зоны, южная – распространена во всех районах Воронежской, на юго-востоке Курской и Белгородской областей.

Обыкновенная и южная свекловичные блошки являются наиболее опасными и постоянными вредителями сахарной свеклы в Центрально-Черноземных областях (Палий, 1959; Петруха, 1964; Ченкин, Захаренко и др. 1994; Свекловичная блошка, 2020). Их биология и особенности развития имеют много общего (Палий, 1961). После выхода из мест зимовки, они питаются сорняками семейств маревых и выюнковых. При появлении всходов сахарной свеклы быстро заселяют плантацию. Основной вред всходам жуки наносят в течение 15-20 дней, выедая на листьях мелкие язвочки, которые впоследствии превращаются в дырочки. Они могут полностью уничтожить семядоли и находящуюся между ними почку, что вызывает гибель растения. Вредоносность блошек в значительной степени зависит от температуры и количества осадков. В начале июля появляются жуки нового поколения, они скапливаются на свекле и в отдельные годы, когда в нажировочный период стоит теплая погода, могут нанести сильные повреждения (Лунин, 1975).

Основной вред растениям блошки наносят в самый ранний и ответственный период. Они могут уничтожить культуру на значительных площадях, являясь ядром вредной фауны свекловичных плантаций в ЦЧР, в других регионах России и во многих европейских странах (Зубков, 1973; Лунин, 1975).

На всходах свеклы блошки уменьшают прирост вегетативной массы, размеры листовой пластинки, замедляют динамику развития и появления листьев и уменьшают вес корня поврежденных растений от 47 до 70%, в зависимости от силы их повреждения. Поврежденность сахарной свеклы земляными блошками в Центрально-Черноземных областях колеблется от 30 до 95% (Лунин, 1975).

Как отмечают Саблук В.Т., Запольская Н.Н., Калатур Е.А. (2009) потери от повреждения растений свеклы свекловичными блошками могут достигать 16-24,3%. Особенно они ощутимы при повреждении растений на ранних этапах развития данной культуры – в фазу всходов или вилочки. При повреждении свеклы в фазу вилочки сбор сахара уменьшается на 7,2-21,9 ц/га. Увеличение повреждения растений на 1% вызывает потерю сахара от 14 до 34 кг/га, а сильно поврежденные растения погибают (Лунин, Слободянюк, 1980). При массовом появлении блошки могут полностью уничтожить всходы свеклы. Особенно большой вред они наносят в сухую жаркую погоду (Симонов, Тен и др., 1987).

Изучению вредителей из подсемейства земляных блошек посвящено значительное количество отечественных и зарубежных работ. Ведется изучение экологии, биологии и отдельных мер борьбы и в условиях лесостепи ЦЧР, но недостаточно исследований, посвященных применению новых эффективных протравителей в зональной системе химической защиты сахарной свеклы от свекловичных блошек в условиях механизированной технологии ее возделывания.

Не уступают по вредоносности свекловичным блошкам и долгоносики: обыкновенный свекловичный (*Bothynoderes punctiventris* Germ.), восточный свекловичный (*B. foveicollis* Gebt.), полосатый свекловичный (*Chromoderus fasciatus* Mull.), беловатый свекловичный (*Ch. declivis* Ol.), серый свекловичный (*Tanymecus*

*palliatu*s Fabr.) В ЦЧР по данным А.В. Рябчинского (2004) встречаются два вида долгоносиков: обыкновенный и серый.

За год долгоносик дает одно поколение. Зимуют взрослые жуки на глубине 15-45 см на свеклянищах и на засоренных лебедой, щирицей и другими сорняками участках. В условиях Украины долгоносик с мест зимовки выходит при температуре 7-12 °С (Федоренко, Юрченко, 1997). После выхода из зимовки вначале он питается сорняками из семейства маревых, а при появлении всходов свеклы переползает или перелетает на свекловичные плантации. Самка жука во второй половине мая и в июне в поверхностный слой почвы откладывает 100-200 яиц, а иногда и более 300, из которых через 5-12 дней появляются личинки. Они питаются корешками и повреждают главный корень, чем наносят большой вред сахарной свекле. Примерно через два месяца личинки окукливаются, а затем из куколок через 15-18 дней появляются жуки, которые зимуют в почве (Петров, Зубенко, 1991).

Серый свекловичный долгоносик – многоядный вредитель, кроме сахарной свеклы он повреждает подсолнечник, сафлор, кориандр, различные бобовые и другие культуры. Зимуют жуки и личинки в почве. Весной жуки появляются несколько позже обыкновенного свекловичного долгоносика и первое время питаются листьями осота, чертополоха, полевого вьюнка и других дикорастущих растений, а затем переходят на всходы свеклы, объедая их (Осмоловский, Бондаренко, 1980; Петров, Зубенко, 1991). В мае-июне самки откладывают яйца в почву возле сорных растений на различных полях севооборота; одна самка может отложить до 300 яиц. Кормом для личинок служат корни осота, вьюнка, чертополоха; на корнях культурных растений личинки не питаются. Осенью личинки прерывают свое развитие. После зимовки личинки, не окончившие своего развития, продолжают питаться. Окукливание происходит в середине лета и в августе формируются новые жуки, которые остаются в почве до весны следующего года. Таким образом, серый свекловичный долгоносик имеет двухгодичный цикл развития (Серый свекловичный долгоносик, 2020).

Кроме блошек и долгоносиков свекла повреждается двумя видами щитаносок: свекловичной (*Cassida nebulosa* L.) и маревой (*C. nobilis* L.) (Палий, 1959).

Распространены щитоноски во всех свеклосеющих районах (Петров, Зубенко, 1991). В южных областях европейской части России вредитель развивается в двух поколениях, а в остальных – в одном (Петруха, 1973). Зимуют жуки по опушкам леса и на засоренных участках. Весной откладывают яйца на лебеду. Отродившиеся личинки питаются ее листьями, позже переползают на свеклу.

Сахарную свеклу повреждают также свыше 25 видов клопов, из них массовыми и наиболее вредоносными являются: свекловичный клоп (*Poeciloscytus cognatus Fieb.*), желтый слепняк (*P.vulneratus Panz.*) и полевой клоп (*Lygus pratensis L.*) (Свекловичный клоп, 2020; Слепняки, 2020; Всеядные нахлебники; 2020). Эти виды повреждают кроме свеклы также масличные, прядильные, бобовые, овощные, бахчевые и лекарственные культуры (Пучков, 1966). Клопы распространены повсеместно, но больше всего в степных, лесостепных, прилегающих к ним лесных районах. Взрослые клопы и личинки питаются соком, высасывая его из тканей молодых листьев, стеблей и генеративных органов растений. Уколы полевых клопов в точку роста молодых всходов вызывают образование многоголовчатых корней с пониженной сахаристостью; на семенниках повреждения влекут к замедлению роста главных стеблей и к сильному разрастанию боковых, отстающих в развитии (Петруха, 1956). В течение года клопы развиваются в двух-трех поколениях. Зимуют они в стадии яйца на люцерне, эспарцете, мари, лебеде, щирце и полыни. Полевой клоп развивается в двух-четыре поколениях и зимует в стадии имаго под растительными остатками на многолетних травах, озимых посевах и лесополосах (Петруха, 1956).

Массовое развитие основных вредителей сахарной свеклы (совки озимой, совки-гамма, совки капустной, мотылька лугового и долгоносика свекловичного обыкновенного) отмечается в годы резких изменений солнечной активности в 11-летних циклах, или так называемые годы солнечных реперов (в 90–93 % случаев) (Дыченко, 2014). Предотвратить массовые потери урожая корнеплодов в такие годы возможно с помощью усиления инсектицидных обработок.

Распространение ряда видов вредителей на культуре инициирует заболевание сахарной свеклы рядом болезней (Стогниенко, Стогниенко, 2015). Так, влия-

ние контаминантной и ассоциированной микробиоты внутрискелетных вредителей свекловичного долгоносика-стебледа (*Lixus subtilis*) и свекловичной минирующей моли (*Gnorimoschema ocelatella*) на болезни сахарной свеклы: при повреждении черешка происходит переход грибов (*Alternaria 235 alternata*, *Fusarium oxysporum*) и бактерий с покровных тканей вредителей в ткани растения, что вызывает увядание черешков, а впоследствии и всего растения (Стогниенко, Мелькумова, 2007).

Решающую роль в борьбе с вредителями сахарной свеклы играет комплексная система мероприятий, направленная на создание условий наиболее благоприятных для развития защищаемой культуры и одновременно неблагоприятных для развития вредных организмов. К таким мероприятиям относят применение всех приемов агротехники, включая севооборот, приемы обработки почвы, внесение удобрений, сроки посева, внедрение устойчивых сортов и гибридов, орошение, непосредственное уничтожение вредителей биологическим или химическим методами, посев промежуточных культур, рыхление междурядий, уничтожение сорняков, инсектицидные обработки, направленные на борьбу с вредителями – переносчиками вирусных заболеваний (Саблук, Запольская, 2009; Мамедова, Шихлинский, 2017; Гайдамакин, Лобанкова, 2019).

Однако применение агротехнических мероприятий далеко не всегда обеспечивает снижение численности вредителей ниже экономического значения. В таких случаях применяют химический способ борьбы с ними. Для защиты всходов от вредителей используют токсикацию растений. Наиболее рациональным способом токсикации всходов является обработка семян инсектицидами (Исмухамбетов, 1990). Это позволяет отказаться от опрыскивания всходов инсектицидами.

Токсикацию проростков сахарной свеклы карбофураном для защиты от вредителей начали применять еще в конце 70-х годов прошлого века. Однако через 12 лет использования инсектицидов на основе карбофурана наблюдалось снижение эффективности и продолжительности их защитного действия. Длительность защитного действия протравителей тоже сократилась (Рябчинский, Рукин, 2007). Если в 1980-е годы препарат защищал растения до достижения массы у 100 расте-

ний 70-90 г (до фазы 2-3 пары настоящих листьев), то в 1999 г. – лишь до 32-43 г (Саблук, Пшеничук, 1997). В связи с этим возникла необходимость поиска новых инсектицидов с более эффективным и длительным периодом действия.

Хорошо зарекомендовали себя для этих целей препараты Гаучо, Промет, Круйзер. При обработке семян свеклы препаратом Гаучо предотвращалась откладка яиц жуками маревой щитовки на токсичированные растения в течение длительного периода. Отмечалась высокая смертность проволочников, питавшихся обработанными этим препаратом семенами (Корниенко, Лунин и др., 1994). На посевах сахарной свеклы в Краснодарском крае удается стабилизировать ситуацию по свекловичным блошкам и долгоносикам благодаря обработке семян препаратами Престиж, Форс и Круйзер (Попова, 2013).

Саблук и др. (2005) для сохранения проростков свеклы от почвенных и наземных вредителей рекомендуют высевать семена, обработанные Фураданом, Адифуром, Гаучо, Прометом или Круйзером. Этот прием обеспечивает защиту молодых растений культуры на протяжении 2-3 недель при применении Фурадана и Адифура и на 4-6 недель при использовании Промета, Гаучо и Круйзера. Исследования Грищенко и др. (2005) показали, что наилучшие результаты против свекловичных долгоносиков показал препарат Круйзер с биологической эффективностью 84,9 %, что на 27,8 % было больше, чем у эталона (Фурадан). Против свекловичных блошек наиболее эффективными (84,7 и 87 % истребления) оказались Гаучо и Круйзер, хорошие результаты получены и в варианте Фурадан + Круйзер (82,4 %).

Совместное применение инсектицидов системного действия для протравливания семян сахарной свеклы (Фурадана и Промета, Фурадана и Круйзера) позволило увеличить их защитное действие по сравнению с применением одного препарата (Фурадана) (Саблук и др., 2004), а применение ТМТД, 80 % в дозировке 4 кг/т в смеси с защитно-стимулирующими веществами и Фураданом 35 % из расчета 30 л/т и Прометом 300 снижало повреждение растений в 2-3 раза, дало возможность сократить число наземных химических обработок, а при численности вредителей ниже пороговой – не проводить их вовсе (Турищева, 1989).

Обработка семян сахарной свеклы инсектицидами удовлетворяет требованиям производства не только в плане контроля численности фитофагов, но и в плане сохранения полезной энтомофауны и является более эффективной по сравнению с опрыскиванием инсектицидами молодых растений (Саблук, Грищенко и др., 2018).

Если обработка семян сахарной свеклы пестицидами не обеспечивает должной защиты растений от вредителей или к моменту развития вредителей действие препаратов значительно ослабевает или прекращается (после появления у растений 2-3 пар настоящих листьев), посевы необходимо дополнительно инсектицидами: Золоном, 35 % КЭ в дозе 3-3,5 л/га; Базудином, 60 % КЭ в – 1,8-2,0 л/га или другими препаратами (Рябчинский, 2004). Увеличение химической нагрузки на почву способствует появлению вредителей, резистентных к пестицидам (Анисов, 2010).

Комплексная защита культуры может обеспечиваться обработкой семян ТМТД 10 л/т и Хунуфура 18 л/т в сочетании со стимулятором Альбит 100 г/т, в фазе 1-2 пар настоящих листьев культуры – опрыскивание посевов половинной дозой инсектицида Кинмикс 0,25 л/га в сочетании с Эпин-экстра 100 мл/га, в фазе – 8-10 пар листьев – препаратом Силк в дозе 20 мг/га (Фирсов, Айдамиров, 2005).

1.1.2 Болезни сахарной свеклы и борьба с ними

Все большую актуальность приобретают вопросы защиты сахарной свеклы от болезней. Самым распространенным в ЦЧР заболеванием является корневая гниль. Болезнь вызывается комплексом микромицетов и бактерий, который охватывает около 80 видов различных грибов и бактерий. Но чаще всего среди возбудителей встречаются грибы из родов: *Fusarium*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Phoma*, *Pythium*, *Aphanomyces* (Пожар, 1974).

В ЦЧР по данным Э.И. Черепухина (2000, 2005), насчитывается 60 видов различных грибов возбудителей корневой гнили. Поражение и гибель проростков еще при подземном их развитии является причиной получения недружных, изреженных всходов, а дальнейшее развитие корневой гнили, обуславливающее гибель уже взойдящих проростков, приводит к неравномерному размещению растений сахарной свеклы на единице площади посева. При слабом поражении свеклы корневой гнилью часть растений вы-

здоровливает во время линьки корня, но у таких растений масса корнеплода обычно бывает на 10-40 % меньше, чем у здоровых.

По данным З.А. Пожар (1974), при заболевании менее 30-35% проростков корнеедом удается обычно обеспечить на плантации нормальную густоту насаждения; при поражении до 50-60 % ростков часто наблюдается изреженность сахарной свеклы, которая достигает значительных размеров, что создает необходимость в пересеве данной культуры.

Распространенность корнееда может достигать 60-70%, а иногда и 100%, в результате чего гибнет и выпадает до 70-90 % пораженных проростков. Кроме того, у переболевших растений на 10-50 % снижается масса корнеплодов и на 45-70% – сахаристость, повышается пораженность их кагатными гнилями во время хранения. В итоге, в результате сильного поражения всходов корнеедом, урожай корнеплодов сахарной свеклы может снизиться более чем на 50% (Шендрик, 1993; Запольская, Шендрик, 1998; Рябчинский, 2004; Стогниенко, 2005). По данным Вобловой (2004) при поражении всходов корнеедом в среднем на 2% урожай сахарной свеклы снижается ориентировочно на 1%. Эти данные получены на посевах многосемянной сахарной свеклы, а с введением в культуру односемянной сахарной свеклы и внедрением высева на конечную густоту насаждения корнеед приобрел еще большую экономическую значимость.

Главными защитными мероприятиями против корнееда являются приемы, направленные на улучшение водного, воздушного и питательного режимов для растений и повышающие сопротивляемость свеклы заболеванию. Они же, как основа агротехники культуры, являются наиболее доступными и действенными (Доценко, 1986; Йоргенсен, 1998;). По данным многих исследователей (Доценко, 1986; Земляной, 1989; Якименко, 1990 и др.) поражению ростков корнеедом способствует бессменная культура сахарной свеклы или частый (через 1-2 года) возврат ее на прежнее место в связи с накоплением в почве возбудителей болезни.

И.В. Попова и др. (1968) отмечают, что совместное внесение органоминеральных удобрений в Воронежской области приводит к снижению поражения корнеедом до 10%. А согласно исследованиям Ж.И. Николаенко и И.А. Геллер

(1989) применение фосфорно-калийных удобрений в Воронежской и Саратовской областях, обеспечивает снижение поражения сахарной свеклы этим заболеванием в 2 раза.

Немаловажным в борьбе с корнеедом является соблюдение оптимальных сроков сева сахарной свеклы. Так, в Воронежской и других областях доказано, что отклонение от оптимальных сроков сева, посев в непрогретую почву приводит к усилению поражения растений корнеедом в два раза, а степени поражения их данным заболеванием – в четыре раза, по сравнению с посевом в оптимальные сроки (Корниенко, 1995).

Наряду с агротехническими приемами, ограничивающими развитие корнееда, в борьбе с этим заболеванием применяется протравливание семян сахарной свеклы перед посевом химическими препаратами. Установлено, что эффективность обработки семян протравителями определяется комплексом возбудителей. Так, по данным украинских ученых, если в почве преобладают грибы рода *Fusarium*, то наиболее эффективна обработка семян Тачигареном и его смесями с другими препаратами; если доминировали грибы из рода *Pythium* желательно использовать препарат ТМТД (Ченкин, 1990). Э.И. Черепухин (2000, 2005) отмечает, что Тачигарен эффективнее, чем ТМТД на 20 %.

Существенный вред посевам наносит церкоспороз, который вызывает преждевременное отмирание листьев, нарушая процесс фотосинтеза и накопление сахара. При поражении им растений на листьях образуются мелкие округлые с красно-бурой каймой пятна диаметром 2-4 мм, а на старых листьях – 7-8 мм. Пораженные листья постепенно засыхают (Ченкин, 1990; Воблов, 2003; Смирнов, 2005; Мелькумов, 2017). Исследователи отмечают, что развитию церкоспороза способствует влажная теплая погода в конце мая-начале июня (Санин, 2016), а на сахарной свекле первого года жизни – в конце июня, достигая максимального развития в августе и сохраняясь на этом уровне до уборки. При сильном поражении все листья засыхают и погибают, появляющиеся на растениях новые листочки также поражаются и погибают.

Данная болезнь вызывается сумчатыми грибами родов *Cercospora*, *Passalora* и *Pseudocercospora*, относящихся к отделу *Ascomycota*, классу *Dothideomycetes*, порядку *Capnodiales* и семейству *Mycosphaerellaceae* (Илларионов, 2017; Стогниенко, Мелькумова, 2007). Возбудителем болезни является гриб *Cercospora beticola* Sacc., для развития которого необходимы высокая температура (17 °С) и влажность воздуха более 70% (Зубенко, 1979; Воблова, 1999; Шендрик, 2000; Гуркина, 2003).

Церкоспороз распространен повсеместно, но наибольшие потери он вызывает в регионах с теплым, влажным летом – в Краснодарском и Приморском краях, на юге и юго-востоке Европы и в теплых районах США, Кореи, Маньчжурии и Японии (Тишлер, 1971).

У пораженных церкоспорозом растений масса корнеплодов снижается на 12-30 %, сахаристость – на 0,5-0,9 % (Дементьева, 1985). У семенников сахарной свеклы снижение всхожести семян может составлять 30% (Асанов, 1971; Чулкина, Коняева и др., 1987). Исследованиями Н.И. Салунской (1959) установлено, что потери от церкоспороза тем больше, чем сильнее степень поражения и чем раньше началось сильное развитие болезни. При слабом поражении (до 1 балла) растений потери в сборе сахара составляют около 5-10%, при среднем (от 1 до 1,5-2 баллов) – около 15-20%, а при сильном (более 2 баллов) – 30-70%.

Основная задача фунгицидных обработок на сахарной свекле – сохранить массу листового аппарата, сформированную в период активной вегетации растений. В годы эпифитотии церкоспороза недостаточная защита сахарной свеклы приводит к отмиранию старых листьев. В этих условиях растения начинают остро ощущать недостаток здоровых листьев, способных фотосинтезировать и снабжать корнеплод питательными веществами. Борясь за выживание, они «выбрасывают» новые молодые листья из точек роста, что приводит к резкому снижению сахаристости и урожайности корнеплодов (Дворянкин, Ермоленко, 2017).

Ослабить распространение и развитие церкоспороза может комплекс профилактических защитных мер: сбор и силосование ботвы, вспашка полей из-под сахарной свеклы и семенников плугом с предплужником, соблюдение научно-обоснованных севооборотов, внесение удобрений, особенно калийных; форми-

рование равномерной густоты насаждения (Салунская, 1959; Корниенко, Шендрик, 1993).

В годы сильного развития болезни наиболее эффективным мероприятием в борьбе с церкоспорозом является обработка посевов фунгицидами: хлорокисью меди, 90 % СП в дозировке 3,2-4,0 кг/га, первый раз при появлении первых признаков поражения, повторно – через 8-10 дней; Бенлатом (фундазолом), 50% СП (0,6-0,8 кг/га) или Топсином-М, 70% СП (0,6-0,8 кг/га), повторно – через 20-25 дней при норме расхода рабочей жидкости 300 л/га (Асанов, 1971; Чулкина, Коняева и др., 1987).

Известно, что задержать развитие церкоспороза и снизить вредоносность этого заболевания способен фунгицид Рекс Дуо, защитное действие которого продолжается на протяжении 40-45 дней. Для обработки свеклы рекомендуется норму расхода данного препарата применять от 0,4 до 0,6 л/га, при норме расхода рабочего раствора 500 л/га (Смирнов, 2005).

Р.Я. Шендрик (2000) отмечает, что при появлении первых пятен церкоспороза, при относительной влажности воздуха 80% или наличии утренних рос и температуре 15 °С и выше посеvy необходимо обрабатывать следующими фунгицидами: Импаком, 12,5 % СК (1 кг/га); Скором, 25% КЭ (0,4 кг/га) или риасом, 30% КЭ (0,3 кг/га).

Хорошие результаты в борьбе с церкоспорозом показали фунгициды Дерозал, Иммуноцитифит, Фундазол – препараты системный комплексного действия, с высокой биологической эффективностью (Всеядные нахлебники, 2020).

Многолетними исследованиями Т.А Вобловой (2003) установлено, что при двукратных обработках пораженных церкоспорозом растений сахарной свеклы триазольными фунгицидами прибавка сбора сахара достигала 31,9-37,6%. Для ранних обработок, в начале распространения церкоспороза, при заражении 5-30% растений, больше подходят бензимидазольные фунгициды – Фундазол, Феразим, Колфуго и др. Но в условиях интенсивного развития церкоспороза продолжительность их защитного действия уменьшается на 7-12 суток. И при запаздывании с

опрыскиванием, и при уровне развития болезни более 18% эффективность и рентабельность их применения значительно ниже, чем триазолов.

Кроме вышеназванных заболеваний растениям свеклы существенный урон наносит фомоз (зональная пятнистость). Возбудитель болезни – гриб *Phoma betae* Frank, относится к несовершенным грибам. Заболевание встречается повсеместно. На полностью развитых или стареющих листьях нижнего яруса появляются сначала небольшие, диаметром 3-5 мм округлые пятна буроватой сухой ткани, иногда совершенно прозрачные. Эти пятна постепенно увеличиваются (до 1-2 см), нарастая концентрическими кругами. На их поверхности видны мельчайшие черные точки – пикниды гриба, погруженные в ткань (Гуркина, 2003). Могут поражаться листья и среднего яруса, если они ослаблены другой болезнью, вредителем или недостатком питания и влаги. Поражение листьев фомозом ускоряет их отмирание, особенно в условиях сухой жаркой погоды. С пораженных листьев гриб распространяется на семена, корнеплоды, в связи, с чем повышается угроза заболевания всходов корнеедом, корнеплодов сухой гнилью во время вегетации и кагатной гнилью при хранении (Пересыпкин, Пожар и др., 1986).

По данным Р.Я. Шендрика и Н.Н. Запольской (1998) на территории Украины фомоз поражал до 6,4 % растений свеклы и процент поражения данной болезнью увеличивался.

Против фомоза, в основном, применяются санитарно-профилактические и агротехнические меры борьбы: тщательное силосование ботвы, запашка растительных остатков, соблюдение севооборота, внесение органо-минеральных удобрений, своевременная борьба с болезнями и вредителями. В отдельных случаях возможно применение фунгицидов, рекомендованных в борьбе против церкоспороза.

Увядание сахарной свеклы – еще одна болезнь, которой часто подвержена культура в засушливые годы. Грибы *F. oxysporum*, *F. oxysporum* v. *ortoceras* и бактерии способны системно поражать растения, а токсины, выделяемые ими, – транспортироваться по сосудам растения и вызывать общее увядание не только надземной части, но и корневой системы. Комплекс бактерий и токсинообразую-

щих грибов, вызывающих поражение сосудов, дает эффект апоплектической гибели растений сахарной свеклы; переносчиками грибов являются вредители и сосущие насекомые, борьба с ними и, следовательно, увяданием культуры должна вестись с помощью инсектицидных обработок (Стогниенко, Воронцова и др., 2017).

Развитие корневых гнилей в ЦЧР, индуцированных и возбудителями увядания (*F. oxysporum* и др.) можно предотвратить с помощью фунгицидных обработок в том числе препаратом Кагатник (Каракотов, Желтова, 2017).

В последнее время в ЦЧР появился сосудистый бактериоз. Высокая вредность этого заболевания обусловлена не только большим процентом гибели растений во время вегетации, заметным ухудшением технологических качеств даже слабо пораженных корнеплодов и снижением выхода сахара, инфицированные корнеплоды быстро загнивают при хранении в кагатах (Апасов, Путилина, 2014; Селиванова, 2017).

Относительно новыми заболеваниями сахарной свеклы являются фузариозная желтуха (Цыганкова, 2017), ризоктониоз (Стогниенко, 2014), их массовое развитие приводит к значительному экономическому ущербу.

В республике Беларусь основными болезнями культуры являются парша, фузариозная и бурая гниль корнеплодов, небольшие площади заражены опаснейшей болезнью – ризоманией (Турук, 2015). Парша значительно снижает сахаристость и выход сахара (Турук, 2015).

Сахарная свекла как предшественник является благоприятной культурой с точки зрения защиты последующих культур. Наличие в севообороте 30-40 % пропашных культур позволит выращивать озимую пшеницу без пестицидов вследствие уничтожения большей части вредных организмов и сорняков (Долженко, Захаренко, 2013).

Меры борьбы с болезнями сахарной свеклы – глубокая обработка почвы, посев культур-предшественников (озимая пшеница, бобовые), или парование почвы, глубокая вспашка, внесение рекомендованных доз минеральных удобрений, обработка семян фунгицидами и фунгицидные обработки вегетирующих растений, посев устойчивых к болезням гибридов и сортов культуры (Саблук, За-

польская, 2009; Мауи, 2014; Стогниенко, 2019; Жеряков, 2014). При высокой заселенности почвы возбудителями болезней, особенно в короткоротационных севооборотах необходимо выращивать гибриды с полигенной устойчивостью и использовать мультисайтовые фунгициды (Стогниенко, Стогниенко, 2019).

Агротехнические меры борьбы с болезнями сахарной свеклы: снижение насыщенности севооборотов сахарной свеклой до 15-20% , глубокая обработка почвы на 30-32 см с оборотом пласта, подбор сортов и гибридов, адаптированных к условиям хозяйства, использование междурядных обработок, применение фосфорно-калийных удобрений, профилактическое опрыскивание фунгицидами в фазе 2-3 пар настоящих листьев (Боронтов, Путилина, 2015; Цыганкова, 2017).

Таким образом, в борьбе с болезнями сахарной свеклы немаловажное значение следует уделять рациональному сочетанию устойчивых к болезням сортов и гибридов данной культуры с широким проведением защитных агротехнических мероприятий и только при угрозе массового развития болезней использовать химические средства защиты (ХСЗР).

1.1.3 Сорняки и борьба с ними

Фитосфера Земли складывается из дикорастущих, сорных и культурных растений, различия между которыми не всегда бывают достаточно четкими. Дикорастущие растения в своем распространении связаны с территориями, не нарушенными или слабо нарушенными хозяйственной деятельностью человека. От дикорастущих произошли сорные и культурные растения. Последние отличаются от дикорастущих и сорных растений тем, что они являются продуктом искусственного отбора, сознательной и направленной деятельности человека.

К серьезным убыткам в сельском хозяйстве приводит неблагоприятная фитосанитарная обстановка. Вследствие бурного развития сорняков, болезней и вредителей можно потерять более 50% урожая, а иной раз и весь урожай (Сычев, 2018). По данным Кончакивской (2011) при отсутствии защиты растений теряется до 20-25% зерновых и 30-50% пропашных. Ежегодные потери от вредных объектов в растениеводстве достигают и 32% урожая, это составляет более 9 млрд. долларов.

В России этот показатель также высокий – около 21 % от всего сбора растениеводческой продукции, при этом более 30% всех трудозатрат связано с уничтожением сорняков, снижение урожая зерна от них – до 3,0 ц/га (Березов, 2019). Согласно расчетам В.А. Захаренко (2005), потенциальные средние ежегодные потери урожая сельскохозяйственных культур в РФ за 2001-2005 гг. от сорняков оцениваются в 119 млрд. рублей, поэтому современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают комплекс мероприятий, направленных на снижение численности сорных растений. В России из-за негативного фитосанитарного состояния сельскохозяйственных угодий потенциальные потери урожая (в пересчете на зерно) в период 2011–2015 гг. в среднем за год превысили 100 млн. т (Соколов, Санин и др., 2017). Если полностью предотвратить потери от вредных организмов, за счет защитных мероприятий можно дополнительно получать сахарной свеклы 9,12 млн. т (Кончакиевская, 2011).

В структуре общего объема мероприятий по защите растений свыше 57 % приходится на борьбу с сорной растительностью. И хотя объемы применения гербицидов выросли на 5 млн. га, они составляют лишь 23,4 % посевных площадей, тогда как практически все посеы засорены. Средняя рентабельность применения гербицидов составляет 64 % (Алехин, Слободянюк, 2005).

В результате обработки материалов исследований многих ученых А.А. Астаховым (2004) определено, что основными биологическими особенностями сорняков являются: большое количество образующихся семян; возможность переноса в пространстве; длительное сохранение всхожести; биологический покой. Сорно-полевые растения обладают рядом особенностей, позволяющих им удерживаться на возделываемых человеком землях: высокой плодovitостью, приспособленностью к существованию с культурными растениями и к засорению почвы (Макаева, Накаева, 2019).

Большая засоренность сельскохозяйственных угодий, особенно пахотных земель, не дает возможности обеспечить высокую культуру земледелия на полях. Высокий и средний уровень засоренности пахотных земель, а вследствие этого отчуждение сорными растениями более 12 млн. т питательных веществ, приводящее

к потенциальным потерям урожая порядка 40 млн. т продукции растениеводства, свидетельствуют о важности решения проблемы борьбы с сорняками (Захаренко, Спиридонов, 2000).

Борьба с сорняками в посевах сахарной свеклы должна строиться на системном применении средств защиты растений, включающей протравливание семян, внесение почвенных гербицидов перед посевом, применение гербицидов в сочетании с инсектицидами по вегетирующим сорнякам как против однодольных, так и двудольных по первой и второй волнам и стимуляторов роста во вторую обработку (Система ведения, 2005).

Основными причинами высокой засоренности посевов являются как естественно-биологические свойства сорных растений (повышенная плодовитость и жизнеспособность, устойчивость к мерам борьбы, усиление семенной продуктивности в условиях интенсификации земледелия, экологическая пластичность и т. д.), так и несоблюдение организационно-хозяйственных мероприятий (Баздырев, 1985).

Повторные посевы и посадки культур, применение минеральных удобрений в высоких дозах, стимулирующих прорастание семян и их размножение, плоскорезные и минимальные обработки почвы, проводимые без использования дополнительных приемов подавления сорняков приводят к увеличению засоренности посевов.

По обобщенным данным Груздева (1980), в нашей стране посевов сельскохозяйственных культур, свободных от сорняков, практически нет, степень засорения большей части полей средняя и сильная. И в настоящее время, несмотря на научно-технический прогресс сельского хозяйства, острота борьбы с сорняками не ослабевает, что связано с высокой потенциальной засоренностью полей.

К системе защиты сахарной свеклы от сорняков предъявляется ряд серьезных требований. Она должна быть эффективной, экономически целесообразной и экологически безопасной. Система защиты должна разрабатываться конкретно для каждого поля, исходя из его особенностей. При низкой засоренности поля комплекс защитных мероприятий будет одним, при высокой – совершенно дру-

гим. Изменения в структуре засоренности, нарушение последовательности прорастания сорных растений, непредвиденное появление их новых видов вследствие отклонения погодных условий от нормы – все это требует корректировки, уточнения сроков и норм внесения гербицидов, иногда даже замены планируемых препаратов другими, то есть приведения в соответствие со сложившейся на поле ситуацией (Гамуев, Рябчинский, 2010; Юдина, Авилова и др., 2015).

Группы методов борьбы с сорной растительностью включают следующие меры: истребительные, физические, механические, биологические (использование организмов, уничтожающих сорняки, севообороты, сроки и способы посева, повышение норм высева), фитоценоотические, экологические, химические (Бутяйкин, 2013). Возможно использование комбинированных методов – сочетания механических обработок с химическими со снижением площади обработки листовой поверхности и объема рабочего раствора (Завражнов, Манаенков и др., 2016; Омаров, 2016).

В настоящее время наиболее широко используются химические меры борьбы – внесение гербицидов (Юдина, Авилова и др., 2015). Применение почвенных и послевсходовых гербицидов, как отдельно, так и в комплексе способно снизить засоренность посевов культуры и получить высокую продуктивность (Титов, 2008; Пономарев, 2010; Нанаенко, 2011; Дворянкин, 2016; Мамсиров, Бондарева, 2017). Высокую эффективность проявляют и схемы послевсходового уничтожения сорной растительности, сочетающие применение противодвудольных, противоосотных препаратов и граминицидов (Бабаков, 2007; Мамсиров, 2008; Бородавченко, 2013; Баранов, 2014; Дворянкин, 2014; Митина, Звягина и др., 2014).

Системы обработки почвы оказывают значительное влияние на засоренность посевов разными группами сорняков (Шевченко, Шевченко, 2017; Курьиндин, Боронтов, 2018). Минимализация обработки почвы приводит к увеличению засоренности посевов сахарной свеклы и увеличению расхода гербицидов (Трофимова, 2010).

Изменение видового состава сорняков свекловичных полей индуцируется как внедрением западных агротехнологий, так и глобальным изменением климата (Санин, 2016). В интенсивных агротехнологиях доля затрат на гербициды в посевах сахарной свеклы снижается до 15%, тогда как в низкозатратных технологиях она составляет 38,6% (Тютюнов и др., 2012).

Борьба с сорняками на сахарной свекле должна начинаться в посевах предшественника. Так, применение в посевах озимой пшеницы препаратов Балерина, Балерина Микс и Бомба снижает засоренность сахарной свеклы корнеотпрысковыми сорняками (Гамуев, Гамуев, 2017).

Высокая эффективность земледелия проявляется только при комплексном применении средств химизации. Совместное применение удобрений и средств защиты растений повышает продуктивность севооборотов в большей степени, чем только удобрений, так, в опыте ЦОС ВНИИА им. Прянишникова окупаемость удобрений возросла в 2,25 раза, обеспечило прибавку продуктивности от 11 до 14 ц з.е./га (Сычев, Рухович и др., 2018; Ваулина, Алиев, 2016). Комплексное применение ОМС и ХСЗР повысило урожайность озимой пшеницы более чем в 5 раз, что сопровождалось повышением содержания элементов питания, гумуса, степени насыщенности основаниями, меньшим снижением кислотности (Алиев, Старостина, 2018). В исследованиях Белгородского НИИСХ комплексное применение удобрений, средств защиты растений, навоза повышало продуктивность севооборота в 3 раза (Тютюнов, Солнцев и др., 2018), урожайность сахарной свеклы в 3,8 раза, тогда как зерновых – в 2,1-2,5 раза (Тютюнов, Солнцев и др., 2019). Белорусские ученые рекомендуют для максимальной биологической эффективности использовать гербицид БетаналМаксПро в дозе 1,5 л/га трехкратно, либо 1,75 л/га двукратно с гербицидом Голтикс (Лукьянюк, Турук, 2019).

Использование No-till технологий требует обязательного применения гербицидов (Усенко, Усенко, 2018).

Таким образом, борьба с сорняками в посевах сахарной с использованием химических, технологических и биологических методов является актуальной задачей свекловодства в РФ.

1.1.4 Экологические последствия применения пестицидов

На современном этапе производство большого количества сельскохозяйственной продукции невозможно без применения биоцидов – ядохимикатов для защиты растений (пестицидов) (Муртазалиев, Русу, 2019). Необходимость использования пестицидов обусловлена тем, что они эффективно уничтожают всех вредителей, грибковые образования, сорняки, паразитов и вредных микроорганизмов (Кочетков, 2017).

Экологическая опасность – любой фактор экологического воздействия, в результате которого могут произойти изменения в окружающей среде и вследствие этого измениться условия существования человека и общества (Цыганов, 2014). Гербициды по классификации ВОЗ входят в номенклатуру опасностей для человека и общества. Гербициды при поступлении через пищевые цепи через растения представляют опасность для человека и животных (Лукаткин, Семенова, 2016). Токсичные вещества остатков гербицидов ингибируют метаболические процессы на ферментном уровне (Спиридонов, 2009).

В России на одного жителя в год приходится около 1 кг пестицидов, во многих других развитых промышленных странах мира эта величина существенно выше. Но и в ничтожных концентрациях пестициды, особенно хлорорганические, подавляют иммунную систему организма человека, а в более высоких концентрациях обладают выраженными мутагенными и канцерогенными свойствами. Попадая в организм человека, пестициды могут вызвать не только быстрый рост злокачественных новообразований, но и поражать организм генетически, что может представлять серьезную опасность для здоровья будущих поколений. С длительным применением пестицидов связывают также развитие резистентных (устойчивых) рас вредителей и появление новых вредных организмов, естественные враги которых были уничтожены (Ефимов, Рыбак, 2012).

Основы безопасного обращения с указанными препаратами определены в «Международном Кодексе поведения в области распределения и использования пестицидов» (рассмотрен Советом ФАО, 145 сессия, Рим, 3-7 декабря 2012 года),

в принятых в 2016 и 2017 годах Советом Евразийского экономического Союза Технических регламентах «О безопасности химической продукции» (Терешкова, 2018).

В настоящее время используются более 200 видов инсектицидов, и каждый год появляются новые химикаты. К сожалению, это яды не только для насекомых, но и для людей и домашних животных, поэтому использовать их надо с большой осторожностью (Ахмадулина, 2013). В 2011-2015 гг. пестицидами обрабатывалось 66,5% пашни, 0,77 кг /га, каждый га получил хотя бы одну обработку (Захаренко, 2017). В 2018 году в РФ было израсходовано 65,05 тыс. тонн средств защиты растений, пестицидная нагрузка (по препарату) составила 0,557 кг/га пашни. Основной объем применения пестицидов приходится на гербициды и десиканты, которому соответствует максимальная нагрузка – 0,422 кг/га. Несмотря на увеличение объема работ, пестицидная нагрузка в 2018 году почти в 2 раза ниже, чем в 1990 году (1 кг/га). Это связано с применением новых форм препаратов с низкой нормой расхода (Михайликова, Стребкова и др., 2019).

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).

Мировая практика применения пестицидов свидетельствует о том, что они несут в себе потенциальную опасность. Вот лишь некоторые побочные последствия широкого применения пестицидов в защите растений:

- непосредственное и опосредованное (через изменение качества воздуха, воды, пищи) воздействие на человека, домашних животных, в том числе пчел;
- влияние на «дикую» фауну (позвоночных и беспозвоночных, в том числе опылителей), потеря биоразнообразия;
- влияние на почву и почвенную биоту;
- влияние на воздушную среду, водную среду и водную биоту;

- фитотоксическое действие на целевые и нецелевые растения;
- развитие резистентности у вредных агентов к пестицидам.

Возрастает вероятность отдаленных последствий, связанных с патологическим и генетическим действием ряда препаратов на биоту (Иванцова, 2017).

Отсутствие ущерба окружающей среде возможно только при строгом соблюдении норм расхода и сроков применения пестицидов. 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, направленные на повышение иммунитета растений и борьбу с комплексом вредных объектов (Михайликова, Стребкова и др., 2019).

Даже при масштабном (тотальном) применении пестицидов, потери урожая от вредных видов продолжают составлять 30–40%, зафиксировано повышение устойчивости к пестицидам более чем у 500 видов насекомых-вредителей, десятков видов возбудителей болезней и сотен сорняков, что обусловлено не только многочисленностью уже функционирующих и потенциально вредных для сельскохозяйственных культур видов насекомых, грибов, вирусов, нематод, сорняков (их более 100 тыс.), но и значительно большим потенциалом их генотипической изменчивости в «эволюционном танце» растение-хозяин-паразит (Жученко, 2012)

Для предотвращения негативных последствий применения химических средств защиты растений необходим комплексный подход к проведению истребительных мероприятий, совершенствование стратегии и тактики, способов и технологии применения пестицидов, подбор высокоэффективных препаратов с низкой токсичностью (Иванцова, 2017).

Важно отметить комплексное воздействие пестицидов, которое действует на разных уровнях в биосфере (Квеситадзе, 2002, Мотузова, Безуглова, 2007; Колупаев, 2010). Они действуют как на локальном уровне действия – напрямую на вредные организмы (сорняки, вредители, болезни сельскохозяйственных культур), так и косвенно – на другие организмы, воду, почву; степень воздействия опреде-

ляется дозой, формой, способом применения, избирательностью действия и скоростью разложения в окружающей среде. Уровень близкого последствия зависит от рельефа, почвенных и погодно-климатических условий. Уровень удаленного последствия характерен для стойких пестицидов (Влияние пестицидов на окружающую среду, 2020).

Химический метод защиты растений наиболее распространен, при этом затраты труда бывают, как правило минимальны. К другим положительным качествам относят быстрый эффект воздействия на вредные организмы, возможность локального применения в труднодоступных местах, их селективность или широта действия. В последние годы многие препараты стали меньше зависимы от условий внешней среды, кроме специфического воздействия обладая ростоактивирующим действием, повышая иммунные функции растений, обладая и другими положительными свойствами (Средства защиты растений, 2007).

Экономическая целесообразность требует оптимизации затрат на защиту растений в виде снижения норм расхода пестицидов. Такой паллиатив не снимает полностью проблему загрязнения почвы ксенобиотиками, но может существенно снизить уровень токсической угрозы для окружающей среды (Полтавский, 2019).

К середине 1990-х гг. описаны наиболее важные свойства около 700 препаратов, которые применяются или изучаются различных странах (Мельников и др., 1995), в 2017 году только в РФ их было зарегистрировано 1497 (Государственный каталог пестицидов ..., 2017). С увеличением применения разнообразных химикатов в сельском хозяйстве возрастает их потенциальная опасность для здоровья человека и окружающей среды. Являясь высокоактивными (в биологическом и химическом отношении) соединениями, пестициды требуют целенаправленного внесения при защите сельскохозяйственных культур. Поступая в окружающую среду, они попадают на защищаемые растения, вредные и полезные организмы, в почву, водные источники и атмосферный воздух (Мельников и др., 1977). По цепям питания и путям миграции, персистентные соединения могут широко распространяться и

представлять серьезную опасность для человека. Их нахождение в окружающей среде, может быть достаточно длительным, а последствия, в том числе метаболитов, отдаленными и малопредсказуемыми (Майер-Боде, 1966).

Хотя после применения пестициды могут обнаруживаться в различных объектах окружающей среды, но основным местом их локализации и накопления являются почва и растения (Chisholm et al., 1955).

Свойства пестицидов, которые повышают эффективность их действия при проведении мероприятий по защите растений, например высокая стойкость и удерживаемость, служат причиной повышенного содержания остатков и нежелательны с точки зрения охраны здоровья (Var, 1956). По мнению Г. Маейр-Боде (1966) в основной своей массе инсектициды полностью или почти полностью исчезают в период между обработкой сельскохозяйственных площадей и сбором урожая из растительных тканей и не могут вызвать хронического нарушения здоровья.

При нанесении пестицидов на растения часть их теряется за счет сноса ветром или стекания, а другая часть оседает на поверхности растений и образует запас действующего начала. Величина этого запаса зависит от различных факторов, например от физических свойств препарата (дисперсности (эмульсия, суспензия или раствор), от их концентрации, смачиваемости, удерживаемости, и т. д.), способа нанесения препарата (от типа аппаратуры, способа ее передвижения, размера капель), свойств поверхности растений (плотности покрытия листовой, гладкости или шероховатости, конфигурации листа, его опушенности, воскового покрова, расположения листовой и т. д.) и метеорологических условий (температуры, влажности воздуха, дождя, росы, ветра). Так, в исследованиях Дворянкина Е.А. (2011) установлено, что обработка посевов сахарной свеклы в фазе 2-й пары настоящих листьев гербицидами группы бетаналов в дневное время в условиях низкой влажности, высокой интенсивности света и температуры воздуха 30-35 °С приводила к повреждению листового аппарата с последующим развитием некроза в виде отдельных точек и пятен.

Имеются также пестициды, которые проходят через кутикулу и достигают внутренних частей растений. К ним относится группа системных пестицидов, которые характеризуются большей эффективностью из-за их проникновения внутрь растения и временного накопления в нем. Если в почве создать запас пестицида, например, путем внесения вместе с семенами, то растение его быстро доставит во вновь развившиеся части и будет, таким образом, защищено на продолжительное время от действия вредителей. Однако в этом случае пестицидные остатки чаще задерживаются на более длительное время (Unterschenhofer, Frehse, 1963).

Степень накопления пестицидов в почве, а также процессы их разрушения и детоксикации в ней зависят от множества природных и антропогенных факторов и их сочетаний.

К важнейшим факторам детоксикации пестицидов относятся температурный режим и влажность почвы (Hargrove, 1971; Литвинов, 1976). Испарение химических соединений с поверхности быстрее происходит при высоких температурах. Н.Н. Мельников (1974) и В.Н. Дегтярева (1978) сообщают, что с повышением температуры почвы до 25-30 °С период распада фосфорорганических инсектицидов сокращается и может закончиться за несколько суток.

Многие авторы приходят к выводу, что скорость разложения пестицидов выше во влажных и ниже в сухих почвах (Williams, 1975; Sharma, 1977).

При определенных условиях возможны испарение и сублимация пестицидов с поверхности почвы. В данном случае важную роль играют тип почвы и характер растительного покрова (Ковалева, Таланов, 1973; Малахов, Доттвайлер, 1978).

Разложение большинства пестицидов в почве тесно связано с одновременным воздействием на внесенное вещество сообщества ее микроорганизмов (Bollag, Lyn, 1974). В свою очередь, при внесении гербицидов не наблюдалось их ингибирующего эффекта на биологические показатели плодородия черноземных почв, при этом эффективность вносимых гербицидов против многолетних и малолетних сорных растений составляла 80-100% (Трофимова, Коржов, 2019). Но в

ряде исследований отмечено снижение биологической активности почв при применении ХСЗР (Лебедева, 1990; Коржов, Трофимова, 2016).

Большое влияние на сохранение пестицидов в почве оказывают количество и состав органического вещества, гумуса. Так, Хлебникова и др. (1975) и другие авторы сообщают, что почвы, богатые органическим веществом, удерживают пестициды дольше, чем малогумусные почвы.

Ефимова (1964) отмечает наличие обратной коррелятивной зависимости между механическим составом почвы, количеством глинистой фракции и содержанием действующего вещества пестицида.

На стабильность пестицидов существенное влияние оказывают обработка почвы, внесение минеральных удобрений, известкование и гипсование (Стефанский, 1968; Галиулин, Соколов, 1979).

Препаративная форма и химическая структура пестицида, концентрация, расход жидкости и кратность обработки также могут сильно влиять на его поведение в почве (Драковская и др., 1975; Чеботько, 1978; Колупаев, Львов и др., 2019).

Несомненный интерес для практики защиты растений представляет и изучение динамики разложения остаточных количеств пестицидов в почве, это позволяет прогнозировать пути миграции и уровни их накопления в объектах окружающей среды. Стабильность различных инсектицидов в почве сильно отличается в силу действия комплекса различных факторов и их сочетаний, отмеченных выше.

Главной целью применения химических средств защиты растений является не только сохранение высокого качественного урожая, но и оптимизация фитосанитарного и агроэкологического состояния агроценозов. Это достигается за счет соблюдения природоохранных принципов при использовании ХСЗР:

1. Подбор препаратов для защиты сельскохозяйственных культур на основе экологического подхода и санитарно-гигиенических особенностей и нормативов.

2. Применение ХСЗР следует производить при полном и точном соблюдении всех требуемых регламентов и норм.

3. Необходимо иметь достаточно полное экологическое, биологическое и техническое обоснование по использованию ХСЗР.

4. Результаты использования ХСЗР должны быть подтверждены расчетами экологической нагрузки, биологической, хозяйственной и энергетической эффективностью.

5. Применение ХСЗР должно быть проведено с учетом экологической обстановки в агропедоценозах (Природоохранная защита сахарной свеклы ..., 2020).

Таким образом, использование ХСЗР в современных условиях требует анализа экологической обстановки местности, в проведении необходимых расчетов доз и сроков их применения и оценки конечных результатов, соблюдение рекомендованных производителем дозировок. В связи с этим современные пестициды, прежде чем они будут допущены до практического использования, проходят очень тщательное изучение их поведения в окружающей среде и разрабатываются рекомендации по их безопасному использованию.

К настоящему времени накоплен огромный материал по изучению поведения различных пестицидов в объектах окружающей среды, в искусственных и природных экосистемах, а также в организме человека и животных. По данному вопросу только за последние 10 лет опубликовано более 10 тыс. различных сообщений в специальных журналах по химии, токсикологии, фармакологии, биологии, микробиологии, биохимии и многим другим наукам. Обобщение этого материала по всем аспектам представляет сложную задачу, которая может быть успешно решена только большими коллективами специалистов, работающих в перечисленных выше областях.

Основная роль специалиста по защите растений должна заключаться не только в серьезной оценке фитосанитарного состояния посевов культур, но и в умении вовремя исправлять критические ситуации в агроценозе, используя новейшие технологии возделывания сельскохозяйственных культур и контроля вредных организмов, не нарушающих экологического равновесия природы

Для суждения об опасности химической защиты агрохимикатов необходим системный принцип: оценить не только изолированно каждый пестицид, но и систему их применения на данной культуре и совокупную химическую нагрузку на агроценоз (Спыну и др., 2007).

Химическая прополка посевов, снижая численность сорняков, устраняет непроизводительный расход элементов питания из почвы, и тем самым способствует более эффективному их использованию культурными растениями. Длительное применение различных по интенсивности систем гербицидов в зернопропашных севооборотах не оказало негативного воздействия на пищевой режим почвы (Нужная, 2018).

После минимальных обработок почвы повышается засорённость посевов, усиливается поражение культур болезнями и вредителями. Коммерческий успех производства пропашных культур на минимально обработанных фонах пока немыслим без повышенного сопровождения таких технологий удобрениями и химическими средствами защиты растений (Гуреев, 2019).

Действуя с другими загрязнителями и экологически неблагоприятными факторами, пестициды способствуют переходу естественных экосистем в неустойчивое состояние. Повреждающее действие пестицидов проявляется, когда их концентрация превышает допустимые значения, однако повреждения могут быть разноплановыми и часто суммируются при многократных обработках. Важнейшее значение имеет и последствие пестицидов, снижающее численность, распространённость или степень поражения вредными организмами посевов при отрицательном влиянии на полезные организмы.

С токсиколого-гигиенических позиций опасность пестицидов определяется, как вероятность вредного воздействия на организм человека и его потомство на молекулярном, клеточном, тканевом, органном, системном, организменном и популяционном уровнях, а также на санитарное состояние окружающей среды.

В окружающей среде происходит снижение концентрации и частичное удаление пестицидов. Это происходит вследствие следующих процессов в экосистемах:

1. Рассеивания и разбавления пестицидов за счёт миграции и распространения на отдалённые расстояния от мест внесения.

2. Вследствие влияния физических факторов и химического воздействия, ведущего к образованию нетоксичных продуктов.

3. За счёт биогенного разложения пестицидов организмами, в которые они попадают, или продуктами их жизнедеятельности. Так, в процессе самоочищения почвы от пестицидов участвуют не только микроорганизмы, но и другие почвенные животные. Ногохвостки, клещи, дождевые черви инактивируют пестициды, изменяют их химический состав. Кроты, землеройки перемешивают почву, способствуют процессам самоочищения.

4. За счёт депонирования пестицидов в отдельных природных средах или живых организмах, в которых их потенциальная опасность сохраняется до полной потери токсических свойств, в том числе образующихся метаболитов.

5. Разложению пестицидов и уменьшению их концентрации способствует проведение специальных агротехнических и других мероприятий (Охрана окружающей среды, 2020).

Важное значение в поиске и разработке новых препаратов – требование минимального воздействия на окружающую среду, полезные организмы и человека. В качестве обязательных критериев введены: степень экологической опасности, пестицидная нагрузка, способность к миграции по почвенному профилю, влияние на соотношение вредных и полезных организмов, последствия применения.

Совершенствование техники по внесению препаратов и технологий их применения также позволяет снижать пестицидную нагрузку на экосистему, уменьшить опасность и увеличить биологическую, хозяйственную и экономическую эффективность.

Важнейшее значение в защите окружающей среды и человека от пестицидов имеет нормирование и контроль их остаточных количеств в природных средах и продуктах питания, разработка мероприятий по охране труда при производстве, хранении, транспортировке и применении препаратов,

моделирование и прогнозирование поведения ХСЗР в экосистемах и их мониторинг (Охрана окружающей среды, 2020).

В настоящее время к гербицидам, разрешенным к применению в России, предъявляются высокие требования. Эти требования включают: высокую биологическую активность по отношению к сорным растениям и избирательность к культурным, экономическую эффективность, минимальную опасность отрицательного воздействия на окружающую среду, человека, полезную фауну и флору (Зубкова, 2015).

Показатель фитотоксичности почвы по отношению к сельскохозяйственной культуре относится к основным критериям, характеризующим приемлемость технологии и регламента внесения гербицидов в текущем вегетационном сезоне и на конкретном участке, где в предыдущие годы применяли персистентные гербицидные препараты. В качестве тест-объектов, идентифицирующих соответствующие остатки фитотоксиканта, используют наиболее чувствительные к нему организмы (Оказова, Басиев, 2010).

Отсутствие отрицательного последствия всегда считалось одним из важнейших положительных свойств гербицидов. Большинство используемых сейчас препаратов обладает таким свойством при соблюдении регламентов их применения (Лебедев, Стрижков, 2007).

Для нивелирования токсического действия гербицидов на культурные растения активно используются препараты, стимулирующие их адаптивные возможности. Одним из них являются потенциальные иммуномодуляторы сахарной свёклы – пиридилгидразоны (Дедюченко, 2016). Многие стимуляторы роста, в том числе гуминовые препараты успешно противостоят стрессовому действию гербицидов (Шаповал, 2014, Лукаткин, 2016, Подъелец, Лазарев, 2016). Повышение экологической безопасности свекловодства возможно при снижении норм расхода основных гербицидов (Гамуев, Баранов, 2013), как при использовании с адьювантами (Гамуев, Вилков, 2019), так и стимуляторами роста (Кшникаткина, Юров, 2013). Так, использование на посевах сахарной свеклы сниженных на 10 и 20% норм расхода послевсходовых гербицидов различного спектра действия в сочетании с адъ-

ювантами Сильвет Голд (0,1 л/га) и Адьо (0,2 л/га) при трехкратной химической обработке обеспечивало эффективную защиту культуры от сорной растительности (Гамуев, Вилков, 2019).

Масштабы пестицидного пресса можно снизить за счёт более полного использования арсенала агротехнических способов подавления вредных организмов, разработки более эффективных биологических препаратов защиты растений, строгого соблюдения регламентов и технологий применения пестицидов, используя такие прогрессивные приёмы, как очаговые и ленточные обработки, малообъёмное и ультрамалообъёмное опрыскивание, совершенствуя специальную технику и ассортимент препаратов (Дудкин, Дудкин, 2014).

Таким образом, снижение отрицательного действия остатков гербицидов возможно как путем их инактивации в почве, так и снижения норм применения, а также использования менее токсичных химических соединений в качестве действующего вещества ХСЗР.

ГЛАВА 2. ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Природно-климатическая характеристика зоны исследований

Исследования проводились в северо-западной лесостепи Центрально-Черноземной района (ЦЧР), куда входит Воронежская область (Центрально-Черноземный экономический район, 2020). Область граничит с Белгородской, Курской, Липецкой, Тамбовской, Саратовской, Волгоградской и Ростовской областями, а также с Луганской областью Украины. Воронежская область занимает территорию площадью 52,4 тыс. км. (0,3% территории РФ) и протяжённостью 277,5 км с севера на юг и 352 км – с запада на восток (Воронежская область, 2020).

Опытный участок находился в Терновском районе. Терновский муниципальный район расположен на северо-востоке Воронежской области на и граничит с Тамбовской областью, а также с Грибановским, Аннинским и Эртильским районами Воронежской области. Климат умеренно континентальный. Площадь – 1310 км², почвы, в основном – черноземные. В состав муниципального района входят 13 сельских поселений, на территории которых расположены 41 населённый пункт. Административный центр района – село Терновка. Процент покрытия территории лесами 6,59 %. Процент покрытия территории водоемами – 0,36 %, болотами – 0,28 %. На территории района протекают 3 реки: Савала, Елань, Карачан (общая протяженность 200 км) (Терновский муниципальный район, 2020).

Геология. Воронежская область находится в центральной части Восточно-Европейской платформы, на юго-востоке Воронежской антеклизы. Платформа состоит из кристаллического фундамента и осадочного чехла, который сложен отложениями палеозойского, мезозойского и кайнозойского возраста. В четвертичном периоде, когда чередовались ледниковые и межледниковые эпохи, создавался современный облик области, были сформированы речные долины Дона, Хопра, Воронежа и других рек. В этот период создавались отложения четвертичного периода – речные, ледниковые и водно-ледниковые породы (пески, глины, минеральные пигменты).

Для Воронежской области наиболее значительно было Донское оледенение, которое не покрыло только юг области (География Воронежской области, 2020).

Рельеф. В рельефе Воронежской области представлены 3 главных орографических элементов: на западе – Среднерусская возвышенность, на востоке – Калачская возвышенность и Окско-Донская низменность (Бирюлин, Суслов и др., 1972). Территория Терновского района находится на Окско-Донской низменности (Крупные формы рельефа Воронежской области, 2020).

Поверхность Терновского района представляет собой среднерасчлененную пониженную моренную равнину. Абсолютные высоты водоразделов достигают 260 м, а, в целом, колебания высот достигают 100 м. Рельеф землепользования представлен в общем пологоволнистой равниной, сильно расчлененной оврагами и балками, имеющими много разветвлений длиной от 500 м до 3300 м. Балки меняют направление русла, имеют извилистые долины, далеко проникающие вглубь водоразделов.

Овраги и балки глубокие с покатыми склонами, задернованными в большинстве случаев. Днища неширокие, залуженные. Поверхность водоразделов здесь имеет общий волнистый характер. Волнистость обуславливается сильным развитием на их склонах ложбин стока, переходящих в вершины балок и оврагов. Крутизна склонов от слабопологих (менее 3°) до покатых ($10-15^{\circ}$). Густая овражная сеть, крутые склоны оврагов и балок способствуют смыву почв и ухудшают их обработку, затрудняют переезды транспорта с одного поля на другое. Микро-рельеф на территории, в основном, представлен ложбинами, по которым осуществляется сток.

Климат. Климат на территории области – умеренно континентальный со среднегодовой температурой от $+5,0^{\circ}\text{C}$ на севере области до $+7^{\circ}\text{C}$ на юге (Климат. Воронежская область, 2020).

Рост и развитие большинства сельскохозяйственных культур, возделываемых в регионе, приходится на период со среднесуточной температурой воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$. Суммы активных температур постепенно увеличиваются в направлении с северо-запада на юго-восток, на северо-западе они колеблются в диапазо-

не 2300-2550°C, на юго-востоке – 2800-3000°C. Приход солнечной радиации за год в среднем составляет 89-96 Ккал/см². Продолжительность безморозного периода составляет в среднем 146 суток в северной и 163 суток – в южной части ЦЧР; длительность вегетационного периода со среднесуточной температурой выше +5°C – 179 и 200 суток, длина периода с температурой более +10°C – 143 и 165 суток, более +15°C – 97 и 128 суток. Характерными особенностями климата Центрального Черноземья являются непостоянство температур, частое чередование низких температур с оттепелями, неравномерное количество выпадающих осадков, а также различные сроки образования и схода снежного покрова. Это иногда усложняет ведение сельскохозяйственного производства (Агроклиматические ресурсы Воронежской области, 1972).

Самым холодным месяцем в году является январь со средней температурой -8,7°C. Абсолютным минимумом температуры воздуха является температура -42°C. Самым теплым месяцем в году является июль со средней температурой +22°C. Эта температура характерна для большей части области. Абсолютный максимум температуры воздуха составляет +43°C. Среднегодовая температура воздуха закономерно изменяется с севера на юг и с северо-запада на юго-восток. Годовая амплитуда средних температур на территории области составляет +30°C. С учетом абсолютного минимума и максимума температур амплитуда колебаний достигает 75–85° С. Это свидетельствует о значительной степени континентальности климата, с севера на юг она возрастает.

На нормальный ход вегетационного периода оказывают влияние заморозки. Средняя дата последних весенних заморозков приходится на 1 мая, первых осенних заморозков – 1 октября. На территории области весенние заморозки особенно вредны для цветущих плодовых деревьев, для всходов ранних огородных и технических культур; осенние заморозки – для большинства теплолюбивых культур.

На территории области в среднем за год выпадает 435–560 мм осадков (Шашко, 1967). По влагообеспеченности северная часть Центрального Черноземья относится к зоне неустойчивого, а южная – к зоне недостаточного увлажнения. Около 70 % осадков приходится на теплый период времени. В это время пре-

обладают дожди средней интенсивности, но нередко ливни, сопровождающиеся грозой или градом. Отмечается неравномерность выпадения осадков как по территории региона, так и по годам и сезонам. Среднегодовая сумма осадков в разные годы может колебаться с разницей 2,1-3,0 раза: в одни годы их количество может возрастать до 700 мм и больше, в другие – уменьшаться до 250-300 мм.

На территории Центрального Черноземья отмечается повторяемость длительных засух, резкий недостаток влаги в течение вегетационного периода в ЦЧР наблюдается в 40 % лет (4 года из 10) (Минакова, Александрова и др., 2020). Для засушливых периодов характерна низкая относительная влажность и высокая температура воздуха, суховейные ветра. Число дней с относительной влажностью воздуха менее 30% (апрель-май) за год в среднем составляет 8-10.

Осадки холодного периода времени, формирующие снежный покров, способствуют пополнению запасов влаги в почве на территории области в весеннее время, оказывают большое влияние на термический режим воздуха и почвы. Средняя дата появления устойчивого снежного покрова – 3 декабря (в основном, в первой декаде декабря), средняя дата схода снежного покрова – 30 марта (в основном, в последней декаде марта). Средняя высота снежного покрова – 15–28 см. В течение зимы высота снежного покрова изменяется под влиянием снегопадов, оттепелей и метелей. Наибольшей высоты снежный покров достигает в конце февраля – начале марта. Обычно почва промерзает в среднем на глубину 75 см, хотя в отдельные годы максимальная глубина промерзания почвы может достигать глубины 94 см.

В холодные и затяжные весны снег сохраняется до конца апреля, а в ранние и теплые – сходит уже в конце февраля–начале марта.

Таким образом, климат Воронежской области умеренно-континентальный с теплым летом и умеренно-холодной зимой. Все сезоны года – зима, весна, лето, осень – четко выражены (Затулей, 1990; Климатические особенности ..., 2020).

Воронежская область отличается малой водообеспеченностью. Это относится как к поверхностным, так и к подземным водам. Основная масса поверхностных вод Воронежской области сосредоточена в реках, принадлежащих к бас-

сейну реки Дон – Воронеж, Битюг, Тихая Сосна, Черная Калитва и др., Хопер с притоками Савалой и Вороной впадают в Дон вне пределов области.

подавляющая часть рек относится к бассейнам Верхнего и Среднего Дона. Густота речной сети в области составляет 0,26 км на 1 км² площади. Большая густота речной сети обусловлена в основном географической историей территории. Реки Воронежской области имеют смешанное питание: весной – талыми водами, летом и осенью – дождевыми и подземными, зимой – преимущественно подземными.

Кроме рек гидроресурсы области представлены озерами, болотами и подземными источниками. В Воронежской области озер не много. Большинство из них приурочено к поймам рек Дон, Хопер, Битюг, Игорец и Воронеж.

Пруды – рукотворные озера русских степей. Они, как и лесополосы защищают посевы и почвы от суховея. На 2005 год в Воронежской области зарегистрирован 2351 пруд с общим объемом воды 302,7 млн. м³. Площадь водного зеркала всех прудов составляет 99,3 км². По территории Воронежской области пруды размещены неравномерно. Особенно много прудов в Таловском районе – более 300. Много прудов в Панинском, Анненском, Каширском, Верхнехавском и Эртильском районах.

К водным ресурсам относятся также водохранилища, их в Воронежской области в настоящее время – 206, общим объемом 626,5 млн. м³ и общей площадью водного зеркала 194 км².

Почвы. Более 80% территории Воронежской области покрывают черноземы – самые плодородные почвы на Земле. Общая площадь области 5,22 тыс. км², площадь сельхозугодий Воронежской области составляет 4 млн. га, из которых 3 млн. га — пашня (Сельское хозяйство. Воронежская область, 2020). Почвы черноземного типа занимают большую площадь сельхозугодий (84%). К ним относятся черноземы обыкновенные, южные, оподзоленные, выщелоченные, типичные, лугово-черноземные и черноземно-луговые почвы. Пойменные луговые почвы (4,6%) также имеют высокое плодородие. На низкопродуктивные песчаные, засоленные почвы, солоди и солонцы, почвы оврагов и балок приходится де-

сятая часть сельхозугодий. Воронежская область распахана на 62,7%. На душу населения приходится около 1,3 га пашни.

Территория области делится по характеру почв на лесостепную и степную части. Первая относится к Окско-Донской провинции с распространением умеренно промерзающих типичных, выщелоченных, оподзоленных черноземов и серых почв лесостепи. Вторая – к Южнорусской провинции с распространением южных и обыкновенных черноземов степной почвенно-биоклиматической области.

Почвы Воронежской области зональны, что прослеживается в смене подзон типичных и обыкновенных черноземов с северо-запада на юго-восток. преобладают выщелоченные, типичные и обыкновенные черноземы, левобережные надлуговые террасы заняты песчаными и супесчаными почвами (Адерихин, 1963; Щербаков, Васенев, 2000).

В каждой подзоне почвенный покров подчинен местным закономерностям: высоте местности, экспозиции склонов, почвообразующим породам, уровню грунтовых вод, хозяйственной деятельности людей.

На левобережье Дона и Воронежа, особенно в Новоусманском, Рамонском, Лискинском и Каширском районах проявлена меридиональная смена почв. На наиболее низких уровнях (в поймах) расположены аллювиальные дерновые, аллювиальные луговые, лугово-болотные, пойменно-лесные почвы. На первой и второй надпойменных террасах распространены дерново-лесные и серые лесные легкие почвы. На третьей террасе – лугово-черноземные почвы и типичные черноземы. На окраинной части водораздела находятся черноземы тяжелосуглинистые, которые тянутся 3-5 километровой полосой, окаймляя собой междуречья с черноземно-луговыми и лугово-черноземными почвами Окско-Донской низменности. Далее на восток развиты среднемощные и среднегумусные типичные черноземы.

Экспозиционные различия проявляются на западном и восточном склонах. Восточный склон более сухой и, как следствие, почвы на нем менее выщелочены. Это типичные среднемощные среднегумусные черноземы, часто с пятнами со-

лонцеватых почв. Западный склон более увлажнен, поэтому на нем преобладают выщелоченные мощные мало- и среднегумусные черноземы, а также типичные серые лесостепные почвы.

Почвы северных и южных склонов также имеют различия. На северных развиты менее смытые и более плодородные варианты почв, на южных они соответственно менее мощные и гумусированные.

Возвышенные элементы рельефа заняты автоморфными (генетически самостоятельными) почвами. Пониженные участки – гидроморфными (генетически подчиненными) почвами.

В почвенных подзонах представлена не одна преобладающая почва (использованная для названия подзоны), а целая комбинация почв, образующих связи с элементами рельефа, и комплексы чередующихся участков почв на фоне преобладающего типа (например, солонцы на фоне чернозема обыкновенного) (Адерихин, 1963).

Животный мир. На территории Воронежской области насчитывается около 70 видов млекопитающих, 290 видов птиц, 9 видов пресмыкающихся и 10 видов земноводных, круглоротых и рыб – 56 видов, насекомых – свыше 10000 видов. При этом часть видов широко распространены, другие – редкие и нуждающиеся в охране.

2.2 Условия проведения исследований

Исследования проводили в ПСК «Правда» Терновского района Воронежской области в 2013-2016 гг и во «Всероссийском научно-исследовательском институте сахарной свеклы и сахара им АЛ. Мазлумова».

Территория хозяйства находится в зоне типичной лесостепи (Шашко, 1985) и относится к северо-западному агроклиматическому району, характеризующимся умеренно-континентальным климатом с жарким летом и сравнительно холодной зимой. По среднегодовым данным Аннинской метеостанции абсолютный минимум температуры -37°C , абсолютный максимум $+39^{\circ}\text{C}$.

Переход температуры через $+5^{\circ}\text{C}$ весной наблюдается 15 апреля, осенью – 18 октября; через $+10^{\circ}\text{C}$: весной – 20 апреля, осенью – 24 сентября. Продолжительность периодов с температурой выше $+5^{\circ}\text{C}$ – 180 дней, с температурой выше $+10^{\circ}\text{C}$ – 145 дней. Продолжительность безморозного периода – 153 дня. Продолжительность сохранения снежного покрова – 125 дней. Запас воды в снеге: среднелетний – 53 мм, наименьший отмеченный – 21 мм. Средняя продолжительность снеготаяния – 19 дней. Глубина промерзания почвы (для чернозема выщелоченного): средняя многолетняя – 107 см, наибольшая – 182 см, наименьшая – 69 см.

Гидротермический коэффициент равен 1,1.

Мягкопластичное состояние почвы (дата начала весновспашки) наступает обычно 22 апреля.

Значительная часть летних осадков выпадает в виде ливней, что способствует развитию эрозионных процессов. Количество выпадающих осадков за период май-сентябрь колеблется в пределах 240-300 мм. Такого количества осадков достаточно для обеспечения почвы влагой в вегетационный период. В начале вегетации запас продуктивной влаги в слое 0-100 см составляет 180 мм, а в период посева озимых в слое 0-20 см – 22 мм. Однако в отдельные годы наблюдается недостаток влаги в почве. Высокие термические ресурсы – сумма температур выше 10°C составляет 2400°C способствуют вызреванию большинства сельскохозяйственных культур, в том числе сахарной свеклы. Ветровой режим в целом благоприятен.

Климат обуславливает формирование особого гидротермического режима, создавшего наиболее благоприятные для развития и распространения наиболее плодородных почв средних широт – черноземов.

В соответствии с характером растительного покрова рассматриваемая территория отнесена к Аннинскому району снытевых дубрав, лесостепного комплекса и перисто-ковыльно-типчаково-разнотравных степей.

Степные пространства в настоящее время почти все распаханы и используются под посевы сельскохозяйственных культур. Травянистая растительность

представлена лугово-степными видами с преобладанием разнотравно-типчачковых, полынно-разнотравных и разнотравно-мятликовых ассоциаций.

Основными элементами рельефа, определяющими характер территории хозяйства, являются межбалочные водоразделы, балки и овраги, которые придают местности склоновый тип, отчасти плакорный.

Рельеф хозяйства позволяет проводить механизированную обработку современными сельскохозяйственными машинами.

На водораздельных участках землепользования хозяйства получили распространение покровные глины и суглинки, лессовидные карбонатные глины и суглинки, аллювиальные, флювиогляциальные и делювиальные отложения, сложенные, в основном, покровными глинами и суглинками. На этих породах преобладают черноземы выщелоченные и типичные (Почвенный очерк..., 1994).

По содержанию гумуса почвы хозяйства, в основном, средне- и малогумусированные. По мощности гумусового горизонта почвы относятся к среднемощным.

Терновский район находится в лесостепной зоне, рельеф спокойный. Почвенно-климатические условия благоприятны для развития сельского хозяйства (Терновский муниципальный район, 2020).

В хозяйстве преобладают почвы глинистого и тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

В хозяйстве распространены почвы черноземного типа: черноземы выщелоченные и черноземы типичные.

Выщелоченные черноземы по площади занимают более 80% землепользования хозяйства. По содержанию гумуса они отнесены к средне и малогумусным с преобладанием последних. Содержание гумуса в пахотном горизонте среднегумусных почв – 6,1-8,2%, малогумусных – 4,3-6,0%. Реакция почвенного раствора в пахотном слое выщелоченных черноземов близкая к нейтральной и нейтральная ($pH_{KCl} = 5,6-6,6$). Степень насыщенности основаниями составляет 85-94 % в пахотном горизонте.

Типичные черноземы в хозяйстве обладают мощностью гумусового горизонта в среднем равной 85 см. По содержанию гумуса преобладают почвы среднегумусные. Реакция почвенного раствора в пахотном слое – близкая к нейтральной и нейтральная. По физическим свойствам черноземы типичные относятся к лучшим почвам.

В целом, климатические и почвенные условия хозяйства пригодны для получения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур, включая сахарную свеклу, но в агротехнике необходимо уделить внимание приемам сохранения и накопления влаги в почве (Система земледелия..., 1994).

Таблица 1. Агрохимические показатели опытного участка

Тип почвы	Гумус, %	рН _{KCl}	Нг, мг-экв/100 г почвы	Содержание подвижных форм, мг/кг почвы			
				P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Чернозем выщелоченный малогумусный тяжелосуглинистый на тяжелом карбонатном суглинке	5,9	5,9	1,9	112	160	38,0	1,98

Содержание гумуса в почве опытного участка, слой 0-20 см, 5,9 % позволило отнести почвы к малогумусным (4-6 % гумуса) (табл. 1), рН_{KCl} равная 5,9 – к нейтральной реакции солевой вытяжки, потенциальная кислотность – низкая, содержание подвижных форм P₂O₅ и K₂O – повышенное и высокое соответственно. В целом, почва опытного участка характеризовалась высоким плодородием, что делает ее пригодной к возделыванию сахарной свеклы с применением рекомендованных в данной зоне доз минеральных удобрений.

Метеорологические показатели в годы проведения основных полевых учетов и наблюдений характеризовались значительным разнообразием и неравномерностью по годам исследований (табл. 2-4, приложения А, Б, В).

Аномально теплые погодные условия осенне-зимнего периода 2013-2014 гг. в совокупности с положительными температурами воздуха, установившимися в первой половине марта, способствовали более раннему появлению вредителей, болезней и сорняков.

Таблица 2. Метеорологические данные периода вегетации сахарной свеклы в 2014 году (по данным Аннинской метеостанции)

Месяцы	Температура, °С		Осадки, мм	
	текущего года	средняя многолетняя	текущего года	средняя многолетняя
Апрель	9,5	10,2	41,9	30,4
Май	19,6	16,8	39,7	46,0
Июнь	18,9	19,7	84,7	79,8
Июль	23,2	22,9	3,3	69,3
Август	22,3	21,4	37,8	43,1
Сентябрь	14,4	15,2	3,4	61,7
Октябрь	5,3	8,1	22,5	39,4
Сумма	113,2	114,3	233,3	369,7

Весна 2014 года наступила немного раньше обычного, была относительно теплой и влажной, характеризовалась высокими температурами, но количеством осадков, близким к норме (81,6 мм за апрель-май при среднемноголетней норме 76,4 мм) (табл. 2), что позволило интенсивно развиваться сорнякам в этот период. Несколько больше нормы осадков (на 6,14 %) выпало также в июне, но в сочетании с несколько пониженной температурой (+18,9 °С по сравнению с +19,7 °С среднемноголетней) и повышенным ГТК, равным 1,50 способствовало развитию основных групп сорных растений. Вторая половина вегетации характеризовалась высокими температурами и резким недостатком осадков, их выпало 31,4 % от нормы. Анализ гидротермического коэффициента Селянинова показал, что в среднем он был значительно ниже нормы (0,77 против 2,00) (прилож. В, Г), более

нормы он был отмечен в июне, а в июле и сентября была отмечена сильная засуха, что неблагоприятно отразилось на развитии растений.

Осень 2014 года была затянувшейся, с частыми колебаниями температуры, количества осадков и относительной влажности воздуха.

Таким образом, 2014 год был засушливым и близким к температурной норме. Данные погодные условия несколько замедляли рост и развитие растений сахарной свеклы, что не способствовало реализации генетического потенциала высокопродуктивного иностранного гибрида и были не очень благоприятным для сахарной свеклы, но способствовали развитию вредных организмов.

Таблица 3. Метеорологические данные периода вегетации сахарной свеклы в 2015 году (по данным Аннинской метеостанции)

Месяцы	Температура, °С		Осадки, мм	
	текущего года	средняя многолетняя	текущего года	средняя многолетняя
Апрель	8,9	9,7	67,3	31,6
Май	17,1	18,2	40,3	59,5
Июнь	21,6	21,3	71,6	64,8
Июль	21,8	23,6	96,7	61,3
Август	20,6	22,5	20,2	62,5
Сентябрь	17,7	14,8	16,5	51,6
Октябрь	4,9	9,6	19,2	47,7
Сумма	112,6	119,7	331,8	379,0

Теплый период 2015 года по количеству осадков был примерно равен норме (312,8 мм по сравнению со среднемноголетним показателем в 379,0 мм) (табл. 3), разница между показателями составила 6,0%, что статистически незначительно. Апрель, июнь и июль 2015 г. превосходили по этому показателю среднемноголетние значения, а в мае, августе и сентябре осадков выпало значительно меньше нормы. Отмечались периоды засух: последняя декада апреля и I декада мая, III декада мая и I декада июля, II и III декады августа и весь сентябрь. Но, в целом, не-

смотря на относительно сухой холодный период (за ноябрь-март 2014-2015 года выпало 110,4 мм осадков при среднемноголетнем показателе 223,8 мм) теплый период сложился довольно удачно для развития сахарной свеклы. Начало вегетационного периода 2015 года (май) характеризовалось пониженным температурным режимом и крайним недобором осадков, по сравнению со среднемноголетними данными, что способствовало замедленному развитию растений сахарной свеклы. В июне наблюдался умеренный температурный режим и количество осадков, близкое к среднемноголетнему показателю, что способствовало нормальному развитию как всходов сахарной свеклы, так и вредных организмов. Осадки первой половины вегетации и июля обеспечивали активный рост культуры, а сухие и теплые август и сентября — интенсивное сахаронакопление.

По теплообеспеченности 2015 г. был примерно равен норме, сумма среднемесячных температур составила 107,7 °С при среднемноголетнем показателе 110,1 °С (разница в 2,2 °С является статистически несущественной). Холоднее нормы были апрель, май, июль, август, теплее нормы — сентябрь. Несмотря на наличие в году жарких дней, растения не страдали от повышенных температур вследствие высокой влагообеспеченности.

Анализ гидротермического коэффициента Селянинова, показал, что наиболее увлажненным месяцем в 2015 году был апрель, наименее увлажненными — август и сентябрь. По коэффициенту увлажнения год был равен среднеклиматической норме (ГТК 1,58) при ГТК среднемноголетнего показателя, равного 2,00 (прилож. В, Г).

Таким образом, активный рост и развитие сахарной свеклы в 2015 году обеспечивались хорошим увлажнением и умеренными температурами.

Погодные условия 2016 года были следующими: теплый период был по теплообеспеченности несколько холоднее нормы, сумма температур составила 106,7 °С при среднемноголетнем показателе 111,6 °С (табл. 4). Холоднее нормы были май, июнь, сентябрь (на 2,3, 1,1 и 1,7 °С соответственно), теплее нормы — апрель (на 0,8 °С). В середине июля отмечался период очень высоких температур

(до 40,6 °С). Теплообеспеченность была достаточной для развития растений, в том числе и теплолюбивой сахарной свеклы.

Таблица 4. Метеорологические данные периода вегетации сахарной свеклы в 2016 году (по данным Аннинской метеостанции)

Месяцы	Температура, + °С		Осадки, мм	
	текущего года	средняя многолетняя	текущего года	средняя многолетняя
Апрель	10,2	9,6	136,8	31,5
Май	16,2	18,5	64,8	53,0
Июнь	20,6	21,7	40,4	59,7
Июль	24,0	23,8	40,2	62,2
Август	22,5	22,4	71,4	62,9
Сентябрь	13,2	14,9	37,2	46,1
Октябрь	6,5	7,6	25,8	48,8
Сумма	113,2	118,5	416,6	364,2

Теплый период 2016 года по количеству осадков превышал норму на 10 % (416,8 мм по сравнению со среднемноголетним показателем в 379,0 мм). Апрель, май и август 2016 г. превосходили по этому показателю среднемноголетние значения, а в июне, июле и сентябре осадков выпало значительно меньше нормы. Отмечались периоды засух: III декада июня и I-II декады июля, I и III декады августа, I и II декады сентября. Месяцы, предшествующие теплому периоду, были относительно хорошо обеспечены влагой (174,4 мм по сравнению с 169,3 мм среднемноголетних значений). В целом, вегетационный период 2016 года может быть отнесен к хорошо обеспеченному влагой, исключение составил июль, когда количество осадков составило лишь треть от нормы, что несколько замедлило набор массы корнеплодов.

Анализ гидротермического коэффициента Селянинова, показал, что наиболее увлажненным месяцем в 2016 году был апрель, наименее увлажненными — июнь и июль (прилож. В, Г). Значительно влажнее нормы были апрель и май. По

коэффициенту увлажнения год значительно превышал среднеклиматическую норму (ГТК в 2016 году был равен 2,47, при среднемноголетнем показателе 2,00). Сентябрь был относительно теплый и сухой, что способствовало набору сахаристости корнеплодов. В целом, сезон был относительно благоприятным для реализации потенциала урожайности сахарной свеклы.

Таким образом, активный рост и развитие культур в 2016 году обеспечивались хорошим увлажнением и умеренными температурами, но такая погода также способствовала развитию вредных организмов.

Следовательно, за годы исследований (2014-2016 гг.) был отмечен 1 засушливый, 1 нормальный и 1 влажный год, то есть исследования охватили весь спектр колебаний погодных условий района исследований и позволили изучить особенности появления и развития вредных организмов на посевах сахарной свеклы, а также действие пестицидов в зависимости от метеофакторов.

2.3 Объекты и методы исследований

Объектами исследований была сахарная свекла гибрида «Полонез», энтомофауна, фитопатогенная биота и гербофауна агроценозов данной культуры, остаточные количества пестицидов в почве и корнеплодах.

Гибрид сахарной свеклы «Полонез» селекции селекционно-производственного комплекса «Aurora» (Италия), поставщик – «Global Seeds». Это диплоидный гибрид для ранних и средних сроков уборки нормально-сахаристый (N-Z), с высоким содержанием сахара – более 18 %, лидер по пластичности к климатическим условиям, рекомендован в различных зонах возделывания сахарной свеклы, в том числе и в засушливых (Полевые культуры. Сахарная свекла, 2020).

Сахарная свекла возделывалась по технологии, рекомендованной для ЦЧР.

Агротехнические условия проведения опытов были следующие: сахарная свекла возделывалась в звене севооборота «черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла», обработка почвы: лушение стерни после предшественника, зяблевая вспашка на 30-32 см, выравнивание зяби, весной – закрытие влаги, предпо-

севная культивация, минеральные удобрения вносились перед зяблевой вспашкой в дозе $N_{200}P_{220}K_{220}$.

Норма высева семян составила 5-6 драже на 1 погонный метр.

В период вегетации сахарной свеклы учитывали изменения в фенологии растений. При проведении фенологических наблюдений отмечали следующие фазы развития растений: всходы, вилочка, 1-2-3-4 пары настоящих листьев, смыкание рядков, смыкание междурядий, размыкание рядков, накопление сахара в корнеплодах, техническая спелость. Началом фазы считался момент, когда в нее вступало 10 % растений, окончанием – 75%.

В исследованиях применяли общепринятые методы закладки и проведения опытов (Доспехов, 1985).

Учеты вредных организмов проводили по методике Ченкина и др. (1994).

Размер учетной делянки – 25 м²; количество повторностей – 3; размещение вариантов – систематическое.

Степень повреждения растений свеклы вредителями выявляли, просматривая по 10 растений на варианте и устанавливая число поврежденных растений в баллах по шкале: 1 (слабая) — повреждено не более 15 % листовой поверхности; 2 (средняя) – 25-50 % листовой поверхности; 3 (сильная) – повреждено более 50 % листовой поверхности. Погибшие растения подсчитывали отдельно.

Поражение всходов корнеедом определяли в фазах «вилочки» и первой-второй пар настоящих листьев. На каждой делянке маленькой деревянной лопаточкой, стараясь не повредить корешки, отбирали одну пробу из 10 растений в равноотдаленных местах. Растения промывали в проточной воде, степень развития корнееда устанавливали по процентной шкале: 0 – болезнь отсутствует; 25 – имеются бурые полосы на корешке и подсемядольном колене без образования перетяжки; 50 – корешок побурел со всех сторон, образовалась перетяжка, потемневшая часть охватывает до половины ростка; 75 – перетяжка хорошо заметна и охватывает больше половины

подземной части ростка, пораженная ткань темно-бурая, почти черная; 100 — полное отмирание ростка.

Церкоспороз учитывали при появлении на растениях первых церкоспоровых пятен, проходя по диагонали делянки и тщательно осматривая по 10 растений сахарной свеклы в пяти равноотдаленных точках. Степень развития болезни определяли в баллах по шкале: 0 – болезнь отсутствует; 1 – пятна разбросаны и занимают не более 25% поверхности листьев; 2 – пятна местами сливаются и занимают от 26 до 50% поверхности листьев; 3 – пятна и отмершие участки занимают от 51 до 75% поверхности листьев; 4 – листья частично или полностью погибли, здоровые участки занимают не более 25% их поверхности.

Учёт засорённости посевов свёклы проводился путём накладывания через равные промежутки рамки площадью 0,5 x 0,5 м и подсчета количества сорняков внутри рамки по видам на каждой делянке.

Учитывались все виды сорных растений, попавшие в учетную площадку (Методические рекомендации..., 1987). Учеты проводили до обработок, через 2 недели, через каждый месяц после обработок, что примерно совпадало с фазами смыкания рядков, размыкания рядков, накопления сахара в корнеплодах, технической спелости сахарной свеклы.

Видовую принадлежность растений определяли по определителю Маевского (1964), а также по атласу Новикова и Губанова (1991). Обилие видов сорных растений определяли путем пересчета количества растений каждого вида на единицу площади по Суворову (1979).

Для оценки уровня засоренности посевов по числу сорняков на 1 м² использовали 5-балльную шкалу: балл 1 (до 5 шт/м²) – очень слабая; балл 2 (6-15 шт/м²) – слабая; балл 3 (16-50 шт/м²) – средняя; балл 4 (51-100 шт/м²) – сильная; балл 5 (более 100 шт/м²) – очень сильная (Ченкин и др., 1994).

При выборе пестицидов, способов, сочетаний и кратности их применения руководствовались «Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, 2013 г».

Испытания проводились с использованием следующих пестицидов:

1. Фунгициды: Альбит, ТПС; Фалькон, КЭ; Фолиант, КЭ; Беномил 500, СП; Алькор, КС; Терапевт Про, КС.
2. Гербициды: Бетанал 22; Бетанал Эксперт ОФ, КЭ; Лонтрел Гранд, ВДГ; Карибу, СП; Центурион, КЭ; Селект, КЭ; Кари-Макс, СП; Бифор Прогресс, ВСК; Агрон Гранд, ВДГ; Триумф, КЭ; Арбитр, СП; Секира, КЭ; Эльф, КЭ; Квикстеп, МКЭ; Миура, КЭ; Голтикс, КС; Метамир, ВДГ.
3. Инсектициды: Шарпей, МЭ; Хлорпирифос, КЭ; Иמידор, ВРК.
4. Микроудобрения: Микро АС; Биостим Свекла; Борошанс; Полидон Био Свекла.

Данные о химическом составе пестицидов приведены на основании информации сайта Пестициды.ru (Пестициды, 2021).

Альбит, ТПС – действующее вещество: поли-бета-гидроксимасляная кислота + магний серноокислый + калий фосфорнокислый + калий азотнокислый + карбамид, 6,2+29,8+91,1+91,2+181,5 г/кг. Препаративная форма: текучая паста. Комплексный эффективный биопрепарат, универсальный регулятор роста растений со свойствами фунгицида и комплексного удобрения. Обладает защитным и иммунизирующим действием (Пестициды, 2021).

Фалькон, КЭ – действующее вещество спирокарвамин + тебуконазол + триадибензол 250+167+43 г/л, которое относится к классу морфолины (производные коричной кислоты) + триазолы. Системный фунгицид профилактического, лечебного и искореняющего действия. Защищает от широкого спектра заболеваний. Быстрое начало действия с последующей длительной защитой (Пестициды, 2021).

Фолиант, КЭ – действующее вещество тебуконазол + триадимефон 125+100 г/л, который относится к классу триазолов. Препаративная форма: концентрат эмульсии. Системный фунгицид защитного и лечебного действия для защиты сельскохозяйственных культур против церкоспороза, мучнистой росы, фомоза (Пестициды, 2021).

Беномил 500, СП – действующее вещество: беномил 500 г/л, который относится к классу безимидазолов. Препаративная форма: смачивающий порошок. Системный фунгицид защитного и искореняющего действия. Попадая на растение, препарат поглощается корнями и листьями, при этом большая его часть остается на поверхности растения в виде контактного беномила, оставшаяся часть препарата проникает в растение и преобразуется в карбендазим, который является высокоэффективным фунгицидным средством. Системное действие беномила и карбендазима проявляется в торможении процесса деления клеток грибных патогенов, что позволяет защищать даже те участки культурных растений, с которыми препарат не соприкасается (Пестициды, 2021).

Алькор, КС – действующее вещество: ципроконазол 400 г/л. Препаративная форма: концентрат суспензии. Разработан на основе наиболее эффективного действующего вещества из класса триазолов – ципроконазола. Обладает ярко выраженным системным действием, быстро проникает в растение, передвигается в восходящем направлении по проводящей системе, обеспечивая равномерное распределение действующего вещества. Входит в комплексную систему защиты сахарной свеклы, как препарат для борьбы с аэрогенными инфекциями – церкоспорозом, мучнистой росой, ржавчиной (Пестициды, 2021).

Терапевт Про, КС – действующее вещество: крезоксим-метил + эпоксиконазол + дифекконазол 125+125+80 г/л. Относится к производным стробилуринов и триазолов. Препаративная форма: концентрат суспензии. Комплексный системный фунгицид профилактического и лечебного действия. Обеспечивает высокую и надежную фунгицидную защиту благодаря содержанию трех компонентов из двух разных химических классов. Обладает профилактическим, лечебным и иммуностимулирующим действием с выраженным «Стоп-эффектом». Обеспечивает защиту самых важных органов культурных растений, которые активно задействованы в процессах фотосинтеза на завершающем этапе формирования урожая (Справочник Пестициды.ru).

Бетанал 22, КЭ – действующее вещество: десмедифам + фенмедифам 160+160 г/л, которое относится к классу карбаматов, действие которых заключа-

ется в ингибировании реакции Хилла – ключевой реакции фотосинтеза. Препаративная форма: концентрат эмульсии. Селективный гербицид для послевсходового контроля однолетних двудольных сорняков (включая виды щирицы) (Пестициды, 2021).

Бетанал Эксперт ОФ, КЭ – действующее вещество: этофумезат + фенмедифам + десмедифам, 112+91+71 г/л. Препаративная форма: концентрат эмульсии. Относится к классу карбоаматов. Селективный гербицид для послевсходового контроля однолетних двудольных сорняков (включая виды щирицы) и некоторых злаковых сорняков (куриное просо, щетинники, метлица полевая) (Пестициды, 2021).

Лонтрел Гранд, ВДГ – действующее вещество клопиралид, 750 г/кг. Относится к хлорпроизводным пиридинов. Проникает в растение через листовую поверхность, переносится по флоэмной и ксилемной системе растения и распределяется к меристемным тканям и другим развивающимся частям всего растения. Клопиралид способен нарушать процессы роста растения путем перенасыщения растительной системы и связывания с рецепторами натуральных гормонов роста растений, что приводит к хаосу в ростовых процессах и к гибели растения (Пестициды, 2021).

Карибу, СП – действующее вещество: трифлусульфурон-метил, 500 г/кг. Препаративная форма – смачивающийся порошок. Относится к классу производных сульфонилмочевины. Переносится к точкам роста и блокирует деление клеток у чувствительных растений (Пестициды, 2021).

Центурион, КЭ – действующее вещество: клетодим, 240 г/л. Препаративная форма: концентрат эмульсии. Относится к группе циклогександиона и обладает системным действием, концентрируется в точках роста и блокирует синтез липидов. Послевсходовый системный гербицид для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками (Пестициды, 2021).

Селект, КЭ – действующее вещество: клетодим, 120 г/л. Препаративная форма: концентрат эмульсии. Послевсходовый гербицид для уничтожения зла-

ковых сорняков. Обладает системным действием: уничтожает не только надземную, но и корневую систему злаковых сорняков (Пестициды, 2021).

Кари-Макс, СП – действующее вещество: трифлусульфурон-метил, 500 г/кг. Препаративная форма: смачивающийся порошок. Относится к классу производных сульфонилмочевины. Послевсходовый гербицид широкого спектра действия против двудольных сорняков (Пестициды, 2021).

Бифор Прогресс, ВСК – действующее вещество: этофумезат + фенмедифам + десмедифам, 112+91+71 г/л. Препаративная форма: концентрат эмульсии. Относится к классу карбоматов. Селективный гербицид для послевсходового контроля однолетних двудольных сорняков (включая виды щирицы) и некоторых злаковых сорняков (куриное просо, щетинники, метлица полевая). Высокая селективность по отношению к культуре позволяет применять гербицид независимо от стадии развития свеклы (Пестициды, 2021).

Агрон Гранд, ВДГ – действующее вещество: клопиралид, 750 г/кг. Препаративная форма: водно-диспергируемые гранулы. Относится к классу: пиридин-карбоксилловые кислоты. Послевсходовый гербицид для уничтожения видов осота, ромашки, горца (Пестициды, 2021).

Триумф, КЭ – действующее вещество: этофумезат + фенмедифам + десмедифам, 112+91+71 г/л.91+71 г/л. Препаративная форма: концентрат эмульсии. Относится к классу карбоматов. Высокоэффективный системный послевсходовый гербицид для борьбы с однолетними двудольными, а также некоторыми однолетними злаковыми сорняками. Обладает широким спектром гербицидного действия – подавляет более 60 видов сорняков. Быстро проникает в сорное растение через листья и корни (Пестициды, 2021).

Арбитр, СП – действующее вещество: трифлусульфурон-метил, 500 г/кг. Препаративная форма: смачивающийся порошок. Относится к классу производных сульфонилмочевины. Высокоэффективный послевсходовый гербицид отлично борется со всеми известными сорняками, засоряющими посевы сахарной свеклы, включая самые устойчивые виды (Пестициды, 2021).

Секира, КЭ – действующее вещество: десмедифам + фенмедифам, 80+80 г/л. Препаративная форма: концентрат эмульсии. Относится к классу карбоматов. Высокоэффективный послевсходовый гербицид для борьбы с однолетними двудольными сорняками (Пестициды, 2021).

Эльф, КЭ – действующее вещество: клопиралид (2-этилгексильный эфир), 500 г/л. Препаративная форма: концентрат эмульсии. Относится к классу: пиридинкарбоновые кислоты. Высокоэффективен против малолетних и многолетних двудольных сорняков, особенно против злостных и трудноискоренимых (виды осотов, горцев и ромашки). Эфирная форма клопиралида позволяет уничтожать не только надземные части, но и корневую систему сорняков, включая почки возобновления и корневые отпрыски, тем самым полностью исключая их отрастание и вегетативное размножение (Пестициды, 2021).

Квикстеп, МКЭ – действующее вещество: клетодим + галоксифоп-Р-метил, 130+80 г/л. Препаративная форма: микроэмульсия. Относится к классу арилоксиалканкарбоновых кислот. Комбинированный системный гербицид для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками. Сочетание двух действующих веществ из разных химических классов повышает эффективность препарата против всего спектра однолетних и многолетних злаковых сорных растений. Уничтожается и надземная часть и корневая система сорных растений (Пестициды, 2021).

Миура, КЭ – действующее вещество: хизалафоп-П-этил, 125 г/л. Препаративная форма: концентрат эмульсии. Относится к производным 2-(4-арилоксифенокси)пропионовых кислот. Селективный послевсходовый гербицид для борьбы с однолетними и многолетними злаковыми сорняками (Пестициды, 2021).

Голтикс, КС – действующее вещество: метамитрон, 700 г/кг. Препаративная форма: концентрат суспензии. Является производным триазинов (1,2,4-триазины и 1,3,5- триазины). Высокоэффективный селективный гербицид. Применяясь по вегетирующим сорнякам, в то же время обладает почвенной ак-

тивностью, борется с сорняками в течение продолжительного времени на разных стадиях их развития (Пестициды, 2021).

Метамир, ВДГ – действующее вещество: метамитрон, 700 г/кг. Препаративная форма – водно-диспергируемые гранулы. Является производным триазинов (1,2,4-триазины и 1,3,5- триазины). Системный послевсходовый гербицид для борьбы с двудольными сорняками. Метамитрон, проникая в растение через корни и надземные части, ингибирует ряд реакций в процессе фотосинтеза, вызывая гибель всего растения (Пестициды, 2021).

Шарпей, МЭ – действующее вещество: циперметрин, 250 г/л. Препаративная форма: микроэмульсия. Относится к химическому классу пиретроидов. Препарат контактно-кишечного действия для защиты сельскохозяйственных культур от широкого спектра грызущих и сосущих вредителей (Пестициды, 2021).

Хлорпирифос, КЭ – действующее вещество: хлорпирифос, 480 г/л. Препаративная форма: концентрат эмульсии. Относится к классу фосфорорганических соединений. Системный инсектицид широкого спектра действия для борьбы с грызущими и сосущими насекомыми. Эффективен в борьбе с вредителями, устойчивыми к пиретроидам (Пестициды, 2021).

Имидор, ВРК – действующее вещество: имидаклоприд, 200 г/л. Препаративная форма: водорастворимый концентрат. Относится к химическому классу неоникотиноидов. Инсектицид системного действия для борьбы с широким спектром вредителей на сахарной свекле (Пестициды, 2021).

Борошанс – микроудобрение производства МТС Агро-Альянс (Россия). Содержит 4 % азота и 20 % бора. Усиливает передвижение ростовых веществ и аскорбиновой кислоты из листьев к корнеплодам, предотвращает и лечит сердцевидную гниль сахарной свеклы, повышает сахаристость, урожайность культур (Пестициды, 2021).

Биостим Свекла –удобрение для внекорневого внесения, содержит свободные аминокислоты – 6%, азот – 3,5%, магний – 2%, сера – 2,5%, железо – 0,03%, марганец – 1,2%, цинк – 0,5%, медь – 0,03%, бор – 0,5%, молибден – 0,02%. Предназначен для поддержания баланса питательных веществ в период ве-

гетации, защиты от воздействия абиотических стрессов, восстановления продуктивности после действия стрессов, повышения устойчивости к болезням, улучшения количественных и качественных параметров урожая (Биостим свекла – удобрение сахарной свеклы, 2020).

Микро АС – органоминеральные удобрений для внекорневой подкормки. Их основу составляет полученный из экологически чистого продукта (вермикомпоста) экстракт, содержащий в своем составе около 3% соединений гуминовых кислот и фульвокислот, аминокислот, природных стимуляторов роста и других органических соединений, а также до 40 миллионов колоний микрофлоры в одном кубическом сантиметре. Кроме органических компонентов органоминеральные удобрения Микро АС содержат основные элементы питания растений (N, P₂O₅, K₂O), мезоэлементы (Ca, Mg, S) и микроэлементы (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, Co, Si). Применяя органоминеральные удобрения Микро АС, можно оперативно корректировать питание растений, устранять дефицит отдельных элементов, а также повышать урожайность и улучшать качество урожая сельскохозяйственных культур. Обладая комплексом органических веществ природного происхождения, органоминеральные удобрения «Микро АС» благоприятно воздействуют на рост и развитие растений, повышают активность их иммунной системы. Листовая обработка посевов повышает устойчивость растений к стрессам от неблагоприятных погодных условий и обработки химическими средствами защиты растений (пестицидами) (Микроудобрения Микро АС ..., 2020).

Полидон Био Свекла – минеральное удобрение для внекорневого внесения производства ООО «Полидон Агро». Содержит 19 % азота, 12 % – серы, а также железо, бор, молибден, марганец, медь, цинк, кобальт. Стимулирует рост корневой системы, активизирует фотосинтез. Увеличивает количество белков, жиров и углеводов в запасующих органах. Восполняет дефицит микроэлементного питания, восстанавливает активный рост после природных стрессов, снижает влияние стрессов от применения химических средств защиты растений, увеличивает урожайность и качественные показатели (Полидон био Свекла, 2020).

В борьбе с вредными организмами химические средства защиты растений испытывались в максимально рекомендованных нормах расхода, чтобы выявить наиболее высокую экологическую нагрузку на свекловичный агроценоз.

Варианты способов, сочетаний и кратности применения пестицидов, испытанные нами для защиты посевов сахарной свеклы от вредных организмов, приведены в таблице 5. В контроле обработки пестицидами не проводили, здесь сорняки уничтожались во время междурядной обработки.

Таблица 5. Схемы защиты сахарной свеклы от вредных организмов, изученные в опыте в ПСК «Правда» Терновского района Воронежской области

№	1 обработка	2 обработка	3 обработка	4 обработка
1	2	3	4	4
Контроль (без применения пестицидов)				
1	Гербициды: Бетанал Эксперт ОФ, КЭ – 1,5 л/га, Карибу, СП – 0,03л/га Инсектициды: Шарпей, МЭ – 0,15 л/га Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га	Гербициды: Бетанал 22, КЭ – 1,5 л/га, Лонтрел Гранд, ВДГ – 0,06 л/га, Селект, КЭ - 1 л/га, Карибу, СП – 0,03 л/га, Микроудобрения: Микро АС – 2 л/га	Гербициды: Селект, КЭ – 1 л/га, Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га Микроудобрения: Микро АС – 2 л/га	Фунгицид: Фалькон, КЭ – 0,6 л/га, Микроудобрения: Микро АС – 2л/га
2	Гербициды: Бифор Прогресс, ВСК - 3 л/га, Кари-Макс, СП – 0,03л/га, Инсектициды: Шарпей, МЭ – 0,15 л/га. Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га	Гербициды: Бифор Прогресс, ВСК, 1 л/га, Агрон Гранд, ВДГ – 0,06 л/га, Кари-Макс, СП – 0,03 л/га, Микроудобрения: Биостим Свекла – 1 л/га	Гербициды: Центурион, КЭ – 0,2л/га , Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га Микроудобрения: Биостим Свекла – 1 л/га	Фунгициды: Фалькон, КЭ – 0,6 л/га, Микроудобрения: Биостим Свекла – 1 л/га
3	Гербициды: Триумф, КЭ – 3л/га, Арбитр, СП – 0,03л/га Инсектициды: Хлорпирифос, КЭ – 2л/га Фунгициды: Фолиант, КЭ – 0,6 л/га	Гербициды: Секира, КЭ – 4л/га, Эльф, КЭ – 0,2 л/га, Квикстеп, МКЭ – 0,4 л/га, Арбитр, СП – 0,03л/га Фунгициды: Фолиант, КЭ – 0,6 л/га	Гербициды: Миура, КЭ – 0,8 л/га Фунгициды: Фолиант, КЭ – 0,6 л/га Микроудобрения: Борошанс – 0,5 л/га	Фунгициды: Фолиант, КЭ – 0,6 л/га Микроудобрения: Борошанс – 0,5 л/га

1	2	3	4	4
4	Гербициды: Гол- тикс, КС – 2л/га Инсектициды: Имидор, ВРК – 0,2 л/га Фунгициды: Бено- мил 500, СП – 0,6 л/га	Гербициды: Мета- мир, ВДГ – 1,5л/га Фунгициды: Аль- бит, ТПС – 0,3л/га	Гербициды: Метамир, ВДГ – 1,5л/га Фунгициды: Алькор, КС – 0,15 л/га Микроудобре- ния: Полидон Био Свекла – 0,5 л/га	Фунгициды: Терапевт Про, КС – 0,9 л/га Микро- удобрения: Полидон Био Свекла – 0,5 л/га

В схему применения пестицидов, служившую в качестве эталона, мы включили широкоизвестные препараты и их сочетания, ранее рекомендованные для условий Центрально-Черноземного района (Гамуев и др., 1994; Дорошенко и др., 1993; Корниенко и др., 1995; Корниенко, Гамуев, 2000).

Опыт заложен в 3-х повторностях, расположение вариантов – систематическое.

Семена были обработаны протравителями в дозировке: Круйзер – 12л/т + ТМТД – 12 л/т, Гимексазол СП – 15 л/т.

Опрыскивание посевов пестицидами осуществляли с помощью опрыскивателя ОПУ-2000 в период вегетации сахарной свеклы с нормой расхода рабочей жидкости 200 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.

Погодные условия при проведении обработок по годам исследований приведены в приложениях А-Г.

Учеты поврежденности растений сахарной свеклы вредителями и пораженности болезнями проводили перед обработкой и после на 3, 7 и 14 сутки.

При определении поражения растений свеклы болезнями учитывались такие показатели, как распространенность и интенсивность развития (пораженность).

Распространенность болезни вычисляли по формуле:

$$P = n \times 100 / N$$

где: P – распространенность болезни, %

n – количество растений с признаками заболевания в пробе, шт.;

N – общее количество проанализированных растений в пробе, шт. (Учет и мониторинг ..., 2020).

Интенсивность развития болезни (степень поражения растений болезнью) вычисляли по формуле:

$$R = 100 \times \sum (nb) / NK$$

где R – развитие болезни (средняя степень поражения болезнью), %;

$\sum (nb)$ – сумма произведений числа пораженных растений на соответствующий балл их поражения;

N – общее количество растений в пробе;

K – высший балл шкалы учета (Учет и мониторинг ..., 2020).

Биологическую эффективность испытываемых инсектицидов, фунгицидов и гербицидов определяли по формуле Аббота (Биологическая эффективность, 2020).

$$C = 100 (A - B) / A$$

где: C – биологическая эффективность, %

A – поврежденность растений вредителем или развитие болезни в контроле;

B – поврежденность растений вредителем или развитие болезни в опытном варианте.

Экономическую эффективность проводимых мероприятий определяли сопоставлением стоимости прибавки урожая на обработанных участках в контроле по формуле: $C = 100 (П - З) / З$, где

C – экономическая эффективность, %

$П$ – стоимость прибавки урожая, руб.

З – затраты на получение дополнительной продукции, руб.

Урожайность сахарной свеклы определяли методом пробных площадок, учетная площадь делянки 10,8 м².

Экологическую нагрузку испытываемых пестицидов и способов, сочетаний и кратности их применения для защиты сахарной свеклы от вредных организмов рассчитывали по формуле (Мельников и др., 1984):

$$\text{Эн} = \text{Н.Р.} \times \text{ДТ}_{50} / \text{Т}$$

где – Эн – экологическая нагрузка в условных единицах;

Н.Р. – норма расхода действующего вещества в мг/га;

ДТ₅₀ – период полураспада препарата в месяцах;

Т – токсичность для теплокровных в мг/кг.

Условная экологическая нагрузка менее 10 условных единиц считается безопасной, до 100 – малоопасной (терпимой), от 100 до 1000 – среднеопасной (необходимой к корректировке), более 1000 – опасной (требуются радикальные меры по её снижению).

Уборку урожая производили, в зависимости от метеоусловий, в основном, в первой декаде октября. При засушливых условиях сентября в 2014 и 2015 гг. техническая спелость культуры наступила раньше и массовая уборка корнеплодов могла осуществляться несколько раньше, поэтому урожай культуры учитывали 5 и 3-4 октября соответственно. В 2016 году во второй половине сентября прошли дожди, уборка была затруднена, так как отмечался сильный рост культуры и, соответственно, учет состоялся 10-11 октября. В конце вегетации перед уборкой отбирали образцы корнеплодов сахарной свеклы для определения содержания остаточных количеств пестицидов и тяжелых металлов, согласно «Унифицированным правилам отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов» (1980). Определение остаточных количеств пестицидов в корнеплодах сахарной свеклы производили в ФГБУ ГЦАС «Воронежский» методами тонкослойной хроматографии (ТСХ) и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), тяжелых металлов согласно методическим указаниям по определению

тяжелых металлов в почвах и сельскохозяйственной продукции (МУ..., 1992). Там же определяли и сахаристость корнеплодов 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).

Математическую обработку результатов исследований осуществляли методами дисперсионного анализа по Доспехову (1985).

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

3.1 Видовой состав, биологическая классификация и обилие видов вредных организмов

Изменение технологии возделывания, широкое внедрение высокоурожайных сортов с близкой генетической основой способствуют значительному увеличению вредоносности вредителей, возбудителей болезней и сорных конкурентов культурных растений (Баздырев, 1985).

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).

На посевах сахарной свеклы в ПСК «Правда» нами зарегистрированы следующие виды вредных организмов: вредители – свекловичные долгоносики (долгоносик серый – *Tanymecus palliatus* Fabr. (преобладающий вид) и долгоносик обыкновенный – *Bothynoderes punctiventris* Germ.) (табл. 6); возбудители болезней – церкоспороз (*Cercospora beticola* Sacc.), мучнистая роса (*Erysiphe communis* Grev. f. *betae* Jacz.), фомоз (*Phoma betae* Frank). Выявлены следующие виды сорняков: из однолетних двудольных – марь белая (*Chenopodium album* L.) (табл. 7), щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus* L.), подмаренник цепкий (*Galium aparine* L.), редька дикая (*Raphanus raphanistrum* L.), гречиха татарская (*Fagopyrum tataricum* L.), из многолетников – осот полевой (*Sonchus arvensis* L.).

Наиболее распространенными и вредоносными вредителями сахарной свеклы в опыте были свекловичные блошки.

Проведенными нами исследованиями установлено, что заселение посевов блошками в разные годы протекает неодинаково. В годы с устойчивой и теплой погодой после появления всходов заселение полей перезимовавшими жуками бывает кратковременным и дружным, при этом они могут расселяться сразу по всей

площади плантации. Массовый перелет на посевы обычно продолжается не более 7 дней.

Таблица 6. Видовой состав и биологические особенности вредителей и возбудителей болезней сахарной свеклы, ПСК «Правда» (2014-2016 гг.)

Наименование вредителя / болезни	Виды вредителей/ возбудителей	Зимующая стадия и место зимовки	Вредящая стадия/источник инфекции
Серый свекловичный долгоносик	<i>Tanymecus pal-liatus Fabr.</i>	имаго и личинки в почве	имаго
Обыкновенный свекловичный долгоносик	<i>Bothynoderes punctiventris Germ.</i>	преимущественно имаго в почве	имаго и личинки
Свекловичные блошки	<i>Chaetocnema hortensis</i>	под растительными остатками и в верхнем слое почвы	имаго
Церкоспороз	<i>Cercospora beticola Sacc.</i>	гифы в отмерших листьях, черешках и семенных клубочках	первичные – гифы, вторичные – конидии
Мучнистая роса	<i>Erysiphe communis Grev. f. betae Jacz.</i>	клейстотеции на растительных остатках, клубочках	первичные – аскоспоры, вторичные – конидии
Фомоз	<i>Phoma betae Frank</i>	мицелий на растительных остатках	пикноспоры

При неустойчивой погоде, с невысокими дневными и вечерними температурами, перелет блошек затягивается до 12-15 дней.

Свекловичные долгоносики экономического значения не имели.

Из болезней наиболее распространенными и вредоносными были корнеед и церкоспороз.

Мучнистая роса, фомоз и пероноспороз отмечались на посевах сахарной свеклы в незначительной степени и экономического значения не имели.

Таблица 7. Видовой состав и биологическая классификация сорных растений в посевах сахарной свеклы ПСК «Правда» (2014-2016 гг.)

Виды сорных растений	Семейство	Подтип	Группа
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)	Маревые <i>Chenopodiaceae</i>	однолетние	яровые
Осот полевой (желтый) (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	Сложноцветные (Астровые) <i>Asteraceae</i>	многолетние	корнеотпрысковые
Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i> L.)	Мареновые <i>Rubiaceae</i>	однолетние/ факультивные двулетние	яровые
Щирица запрокинутая (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	Амарантовые <i>Amaranthaceae</i>	однолетние	яровые
Редька дикая (<i>Raphanus raphanistrum</i> L.)	Капустные (Крестоцветные) <i>Brassicaceae</i>	однолетние	яровые
Гречишка татарская (<i>Fagopyrum tataricum</i>)	Гречишные <i>Polygonaceae</i> Juss.	однолетние	яровые

Вредоносность сорных растений определялась как специфическими особенностями различных видов сорняков, так и, в гораздо большей степени, периодами развития сахарной свеклы, на которые приходился пик их роста.

Наиболее вредоносными видами сорняков в исследуемом регионе были: марь белая, щирица запрокинутая, осот полевой, редька дикая, щетинник зеленый, составлявшие более 80% от всех учтенных сорных растений.

Биоэкологическая характеристика данных сорных растений следующая.

Марь белая. Отличается исключительной пластичностью роста и развития, распространена повсеместно, является злостным сорняком в посевах всех сель-

скохозяйственных культур и особенно пропашных (сахарной свеклы). Растение покрыто мучнистым налетом, стебель прямой, сильноразветвленный высотой до 1,5 м и более. По высоте мари относится к сорнякам верхнего яруса. Одно растение дает до 200 тыс. полиморфных семян, сохраняющих всхожесть до 8 лет, а жизнеспособность до 38 лет (Чесалин, 1975). Всходы мари белой появляются с ранней весны до осени, устойчивы к заморозкам. Семена прорастают с глубины до 8-10 см. Период появления всходов растянут. Минимальная температура прорастания 2-4 °С. Массовое появление всходов наблюдается в условиях нарастания высоких температур.

Подмаренник цепкий. Распространен повсеместно, особенно на плодородных почвах. Обладает высокой экологической пластичностью. Растение шероховатое и цепкое из-за многочисленных шипиков. Корень слабо развитый стержневой. Стебель слабый, лежачий, длиной 40-100 см. Всходы появляются рано весной. Минимальная температура прорастания 1-2°С. Максимальная плодовитость—1200 семян. Они прорастают с глубины не более 8-9 см. Жизнеспособность семян сохраняется до 5 лет (Чесалин, 1975).

Щирица запрокинутая. Один из самых распространенных, вредоносных и трудноискоренимых сорняков в посевах пропашных культур, особенно в посевах сахарной свеклы. Растение имеет стержневой корень, заглубляющийся на 135-235 см. На рыхлых почвах щирица образует мощно развитые растения, угнетающие и подавляющие рост культурных растений. Стебель прямой, опушенный, высотой 20-150 см. По высоте щирица относится к сорнякам среднего яруса. Минимальная температура прорастания семян 6-8°С. В год созревания они почти не прорастают. На полях отмечается появление сорняка в две фазы: весной обычно прорастают семена, покрытые почвой; летом при высоких температурах всходят как покрытые землей, так и находящиеся на ее поверхности. Максимальная плодовитость одного растения до 1 млн. семян, которые сохраняют жизнеспособность до 40 лет и прорастают с глубины не более 3 см. Щирицы очень засоряют почву; в благоприятные годы на 1 м² появляется до 800-1000 всходов (Баздырев, 2004).

Гречиха татарская. Яровой однолетник, морфологически и биологически очень сходный с культурной гречихой. Травянистое однолетнее растение, высотой 50—180 см. Корень стержневой. Стебель ветвистый, голый, цилиндрический, коленчатый, светло-зелёной или зелёной окраски. В условиях средней полосы России цветёт в июле – августе, плодоносит в августе – сентябре. На территории России и в бывших странах СССР известна как сорное растение в посевах яровых зерновых культур. Растёт вдоль дорог, на насыпях и прочих нарушенных и сорных местах. Гречиха татарская распространена почти по всей Евразии, занесена в Северную Америку. По данным Кротова А. С. встречается в Белоруссии, западных областях Украины, в южных районах нечернозёмной полосы России, в Сибири и на Дальнем Востоке (Губанов Киселева и др., 2002).

Осот полевой (желтый). Распространен повсеместно, предпочитает освещенные, увлажненные места, плодородные аэрированные почвы. Наносит большой вред всем культурам. Отличается высокой конкурентоспособностью. Корневая система мощная, ветвящаяся, углубляется в почву до 2 м. Стебель прямой, высотой 50-150 см. Всходы из семян и побеги от корневых почек появляются рано весной. Минимальная температура прорастания семян 6-8, оптимальная 25-29°C. Максимальная плодовитость – до 30 тыс. семян, которые прорастают с глубины не более 8-12 см. Жизнеспособность семян сохраняется до 5 лет (Чесалин, 1975). Свежесозревшие семена обладают высокой всхожестью. Размножается осот полевой и вегетативно. Глубина вегетативного возобновления корневой системы до 1,7 м.

Редька дикая. Яровой однолетник. Всходы появляются в марте - мае. Цветет в мае – сентябре, плодоносит в июле – октябре. Максимальная плодовитость 12000 семян, в свежесозревшем состоянии прорастают в почве с глубины не более 5-6 см и сохраняют жизнеспособность более 3 лет. Растет на полях, у дорог и жилищ, в обилии на дерново-подзолистых и серых лесных почвах. Имеет овальные красновато-коричневые семена, которые прорастают при минимальной температуре 2-4°C (Чесалин, 1975).

Щетинник зеленый. Однолетнее растение, образующее множество стеблей 10—50 (100) см высотой, прямостоячих или коленчато восходящих, обыкновенно с 4—5 узлами, в основании и нижних узлах ветвящихся. Под соцветием стебель шершавый. Листья плоские, зелёные, 2—12 мм шириной, обыкновенно до 15 см длиной, по краю и с верхней стороны немного шероховатые. Сорное растение, антропохор, засоряющий посева пропашных и зерновых культур, изредка встречается в посевах многолетних трав. Одно растение даёт до 7000 семян. Всходы при массовом появлении задерживают и иссушают почву (Губанов и др., 2002).

Остальные виды не оказывали существенное влияние на фитосанитарное состояние посевов сахарной свеклы.

В целом, тип засоренности посевов сахарной свеклы, определяемый произрастанием доминирующих, наиболее вредоносных видов сорняков, в условиях проведения опыта характеризуется как сложный, включающий различные их биотипы и биогруппы.

3.2 Биоэкологические особенности доминирующих видов вредных организмов в посевах сахарной свеклы

Наблюдения за динамикой численности сорняков по основным фазам развития сахарной свеклы показали, что их количество постепенно возрастает от фазы массовых всходов культуры до фазы созревания (табл. 8).

Динамика численности сорных растений в посевах сахарной свеклы в варианте без обработки пестицидами (в контроле) в течение вегетации выражалась в увеличении численности как однодольных, так и двудольных сорняков. На момент массовых всходов было отмечено 36,1 шт/м² однодольных сорняков и 34,5 шт/м² – двудольных. 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 двудольных возросло на 106 %, более всего – щирицы, редьки и гречихи, однодольных – на 33,0 %, к фазе размыкания – на

31,4, более всего гречиши татарской и редьки дикой, но снизилось – на 18,7 щирцы запрокинутой, однодольных – повысилось на 18,6 %. К фазе накопления сахара произошло дальнейшее повышение, но в меньшей степени, двудольных – на 7,1% (более всего гречиши татарской и подмаренника цепкого), однодольных – на 18,6%. К уборке отмечено незначительное повышение, на 11,2% – двудольных, на 39,7% – однодольных, количество мари белой снижалось, осота полевого, гречиши татарской и редьки дикой – оставалось неизменным.

Таблица 8. Динамика численности сорняков в течение вегетационного периода в посевах сахарной свеклы (2014-2016 гг.)

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

Средняя сезонная засоренность посевов сахарной свеклы в наших условиях составила 82,0 шт/м², а степень засоренности колебалась от очень слабой до сильной.

Структура и степень засоренности посевов сахарной свеклы доминирующими видами сорняков приведена в таблице 9.

Преобладающими по плотности видами сорной растительности в опыте являлись щетинник зеленый, щирца запрокинутая и марь белая (до 100 шт/м²), с распространенностью на 88-96 % площади опыта, причем марь белая на 18 и 5 % площадей имела среднюю и сильную засоренность, щирца запрокинутая – на 18 и

2 %, щетинник зеленый – на 33 и 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 невысокой, он встречался на 32 % площади опыта, 95 из них имела до 5 шт/м² (очень слабая засоренность).

Таблица 9. Структура и степень засоренности посевов сахарной свеклы основными видами сорняков в опыте перед обработками (2014-2016 гг.)

Структура засоренности по видам сорняков	Засорено в % к обследованной площади	В том числе по степени засорения, % засоренной площади				
		очень слабая (до 5 шт/м ²)	слабая (6-15 шт/м ²)	средняя (16-50 шт/м ²)	сильная (51-100 шт/м ²)	очень сильная (>100 шт/м ²)
Марь белая	88	48	29	18	5	0
Подмаренник цепкий	43	25	41	34	0	0
Щирица запрокинутая	96	38	34	18	2	0
Осот полевой	32	95	5	0	0	0
Редька дикая	34	85	15	0	0	0
Гречиха татарская	52	74	16	0	0	0
Щетинник зеленый	92	27	36	33	4	0

После проведения всех гербицидных обработок засоренность сахарной свеклы в опыте в вариантах по схемам защиты №1, №2, №3 и №4 составила менее 5 шт/м² (приложение Л), что соответствует очень слабой засоренности вследствие почти полного уничтожения сорной растительности трехкратными гербицидными обработками, кроме эталонной схемы №1, где было отмечено 5% слабой засоренности. В контроле, где обработок не производилось, отмечалась от очень слабой до сильной засоренности, была выявлена положительная динамика в отношении всех изученных видов сорных растений (относительно начала вегетации), выражающая-

ся в изменении степени засорения от менее засоренной к более засоренной. Отмечалось снижение процента очень слабо засоренных участков, но значительное повышение – средне засоренных (кроме редьки дикой), несколько меньшее – сильно засоренных (марью белой, щирицей запрокинутой и щетинником зеленым). Это произошло вследствие прорастания сорняков в течение вегетации культуры и соответствующего увеличения их численности, не устраняемой гербицидными обработками.

Сорняки, насекомые и болезни оказывают негативное влияние в течение разных фаз вегетации сахарной свеклы периодов. Определены периоды их воздействия и степень нанесения вреда в опыте (рис. 3).

В начальные, наиболее критические, периоды роста и развития сахарной свеклы наиболее критично для культуры повреждения свекловичными блошками. В дальнейшем, во второй половине вегетации наибольшего развития достигает церкоспороз. Сорняки оказывают наиболее протяженное вредное воздействие, угрожая культуре, начиная, фактически от ее посева и заканчивая уборкой.

Поэтому необходимо применять комплекс защитных мероприятий по ограничению численности вредителей, возбудителей болезней и сорняков на посевах сахарной свеклы, которые были бы эффективны против опасных организмов и не оказывали губительного воздействия на окружающую среду.

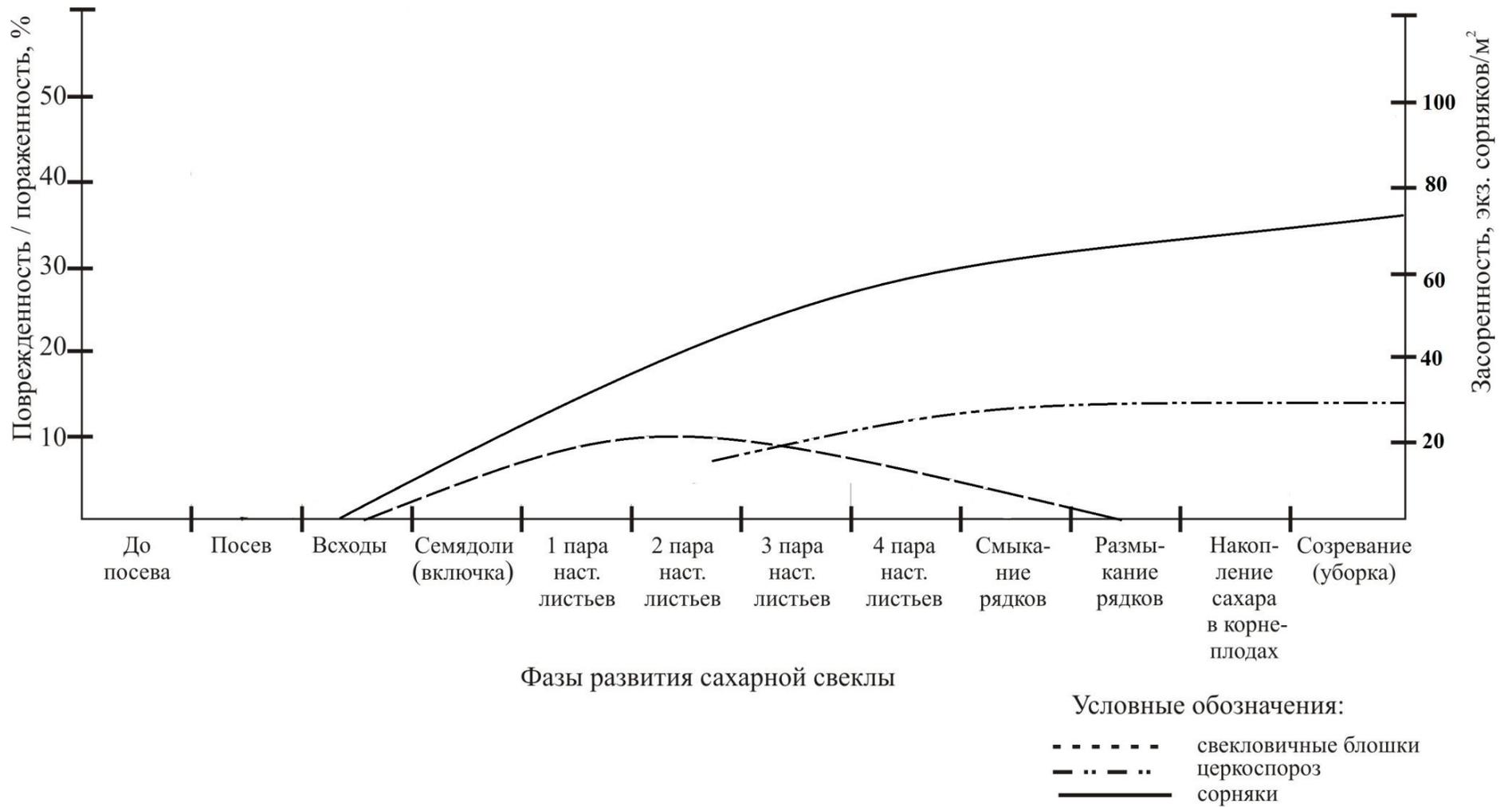


Рис. 3- Периоды и степень нанесения вреда основными вредными организмами на посевах сахарной свеклы

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

4.1 Биологическая эффективность схем применения пестицидов против вредных организмов

4.1.1 Действие пестицидов на болезни и вредителей сахарной свеклы

Вредные организмы наносят существенный ущерб растениям (Рябчинский, 2004; Добрынин, Мерзликин, 2015; Акмуллаева, 2019). Установлено, что разрушение листовой поверхности в фазе вилочки и семядольных листьев отрицательно сказывается на всем дальнейшем ходе вегетации растений. В фазу 4-5 пар настоящих листьев повреждения листовой поверхности до 25% не оказывают отрицательного влияния на валовую урожайность и сбор сахара с гектара. При повреждении до 50% листовой поверхности снижаются урожайность сахарной свеклы, её сахаристость и биологический сбор сахара с 1 га. Вследствие этого необходим постоянный контроль за численностью и развитием вредных организмов и своевременно принимать меры по ограничению их численности до экономически неощутимого уровня (Зубков, 2003).

В настоящее время существует достаточно обширный список препаратов, разрешённых к применению на территории РФ (Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов..., 2013 год). При составлении испытываемых схем мы стремились выбрать пестициды, обладающие следующими характеристиками:

- 1) малотоксичные для человека и теплокровных животных;
- 2) разлагающиеся в природных условиях на нетоксичные компоненты в пределах вегетационного срока развития культуры;
- 3) с высокой активностью и широким спектром действия против комплекса вредных организмов;
- 4) с относительно низкими дозами расхода действующего вещества;
- 5) экономически эффективные;
- 6) экологически малоопасные.

Способы, средства и сроки проведения защитных мероприятий выбирали в соответствии с видовым составом и фенологией исследуемых вредных организмов.

Поскольку вредная деятельность свекловичных блошек начиналась уже при появлении всходов, а сорных растений – даже до появления проростков на поверхности почвы, возникает необходимость в защите всходов с момента их появления. Для эффективного контроля данных вредных организмов необходимо использовать такой способ химической обработки как протравливание семян. Кроме того, поскольку препараты для обработки семян обладают разной протяженностью защитного действия, может потребоваться дополнительная обработка в начальный период роста свеклы для сдерживания вредной деятельности свекловичных блошек.

Сорняки появлялись фактически сразу после посева сахарной свеклы (рис. 3). Поэтому защитные мероприятия против них необходимо начинать с фазы всходов – вилочки и проводить обработки до фазы 4-6 настоящих листьев, чтобы подавлять последующие волны появления сорняков до окончания критического периода чувствительности сахарной свеклы к сорному компоненту агроценоза, поскольку эффект затенения, подавляющий рост и развитие сорняков, наступает только после смыкания рядков культуры.

При сложном типе засоренности, который наблюдался в хозяйстве при проведении опыта, для защиты сахарной свеклы от сорняков необходимо применять сочетания гербицидов с разными свойствами, спектром действия и кратностью применения.

Появление признаков церкоспороза на листьях сахарной свеклы наблюдается в середине вегетации культуры, поэтому химическую обработку посевов для защиты от данной болезни необходимо проводить в начале смыкания рядков.

Приведенный анализ лег в основу разработки и испытания схем защиты сахарной свеклы от вредных организмов, предусматривающих использование различных способов, сочетаний и кратности применения пестицидов в наших условиях по фазам развития культуры, а именно – протравливание семян и опрыскивания против вредителей (при необходимости) и сорняков для защиты всходов, опрыскивания против болезней и сорняков во второй половине вегетации.

Пораженность растений сахарной свеклы корнеедом и его распространение были наиболее высокими в 2016 году (прилож. Ж), первые 2 месяца развития культуры, особенно май отличались избыточным увлажнением (среднее ГТК за апрель-май было равно 2,25, в мае – 4,0). В контроле поражение составило 52,3 %, в экспериментальных вариантах – 31,0-42,0 %, наиболее низким оно было при действии схемы №4, наиболее высоким – схемы №3 (42,0 %).

В 2015 году также ГТК первых двух месяцев был высоким (2,37), но май был засушливым (ГТК=0,75), вследствие этого пораженность корнеедом была ниже: в контроле 25,0 % (прилож. Е), в экспериментальных вариантах – 9,67-17,7 %, более всего при действии схемы № 1 (эталона).

В 2014 году при увлажнении близком к нормальному (ГТК=1,25, май – 0,7) по вариантам опыта пораженность корнеедом составила 3,67-17,3% (прилож. Д), менее всего – при действии схемы № 4, более всего – в контроле, из вариантов с СЗР – схема № 2. Колебание пораженности корнеедом составили при действии схемы № 4 – 263-845 %, № 3 – 176-504 %, № 2 – 155-396 %, № 1 – 379-871 %, в контроле – 144-302 %.

Таким образом, наименьшие колебания пораженности корнеедом и его распространения (из вариантов с пестицидами) по годам исследований отмечались при действии схемы № 2. Схема №4 с Беномилом 500 обеспечивала наиболее низкую пораженность корнеедом.

Распространенность корнееда в опыте (в годы исследований) колебалось в контроле от 9,83 до 22,6%, в варианте со схемой № 1 – 1,58-19,9%, схеме № 2 – 4,75-20,2%, схеме № 3 – 3,83-21, %, схеме № 4 – 1,33-14,0% (прилож. Д-Ж). Большая цифра соответствовала влажному 2016 году, меньшая – засушливому 2014 году. Разница в данном показателе по годам исследования в контроле составила 133-230%, при действии схемы № 1 – 554-1260%, схемы № 2 – 147-425%, схемы № 3 -155-559%, схемы № 4 – 282-1050%. Наибольшее распространение заболевания корнеедом во все годы исследований было отмечено в контроле, наименьшее – при действии схемы № 4, также неплохие показатели были отмечены по схеме № 1.

Таблица 10. Распространенность и развитие корнееда, 2014-2016 гг.

Вариант	P, %	R, %
Контроль	31,5	15,2
Схема № 1	21,0	10,1
Схема № 2	21,0	10,6
Схема № 3	21,7	10,4
Схема № 4	14,8	6,36
НСР ₀₅	1,27	0,59

Распространенность корнееда в среднем за 3 года составила по экспериментальным вариантам 14,8-21,7 % (в контроле – 31,5 %) (табл. 10). Применение средств защиты растений (СЗР) снижало её на 10,5-16,7% (в относительном выражении это составило 31,1-53,0 %), более всего – при действии схемы № 4, а схемы № 1, 2, 3 обеспечивали снижение примерно на одинаковом уровне – на 9,8-10,5 %. Схема № 4 (с Беномилом 500) относительно эталонного варианта способствовала уменьшению показателя на 6,2 % (в относительно выражении – на 70,5 %).

Развитие корнееда в экспериментальных вариантах составило 6,36-10,6 %, в контроле – 15,2 %. Действие пестицидов обеспечило снижение данного показателя на 4,60-8,84 % (в относительном выражении – на 30,3-58,1 %), более всего при действии схемы № 4, менее всего – схемы №3 (схемы № 1 и 2 обеспечивали снижение показателя примерно на том же уровне). Схема № 4 относительно эталонного варианта способствовала уменьшению показателя на 3,74 % (в относительно выражении – на 37,0 %).

Таким образом, в среднем за 3 года наиболее эффективную схему защиты от корнееда с самой низкой его распространенность и развитием в посевах сахарной свеклы обеспечивала схема № 4 с фунгицидом Беномилом 500.

Другим опасным заболеванием сахарной свеклы был церкоспороз. Его распространенность составляла в среднем по опыту 47,6 %, а развитие – 15,4 %. Такая высокая пораженность связана, очевидно, с тем, что для выращивания использовал-

ся гибрид импортной селекции, которые характеризуются высокой восприимчивостью к возбудителю (Байбакова, Бирючинских, 2014).

Распространенность церкоспороза сильно колебалась по годам исследования. Так, наиболее низким оно было в засушливом 2014 году, 20,2-24,1 % (прилож. З), но действие схем защиты растений № 1, 3 и 4 относительно контрольного варианта было статистически доказанным. Развитие было низким, 10,2-15,8 %, наиболее низкий показатель был в варианте с действием схемы № 4, схемы № 1, 2, 3 не отличались по этому показателю.

Несколько более высокой была заболеваемость церкоспорозом в 2015 году в связи с лучшими условиями увлажнения июля по сравнению с 2014 годом, распространенность его по вариантам составило 25,4-57,0 % (прилож. И), развитие 11,2-16,2 %. Наиболее высокими эти показатели были также в варианте без обработки растений пестицидами, развитие было наиболее низким при действии схемы № 4, распространенность по вариантам с обработкой СЗР достоверно не отличалось, была отмечена тенденция к наиболее низкому значению показателя при действии схемы № 1 (эталона). Средства защиты растений обеспечивали сокращение распространенности заболевания на 113-131 %, развития – 17,4-45,9 %.

Наиболее высоко распространение церкоспороза было при значительном увлажнении августа в 2016 году и составило 62,9-98,8 % (прилож. К), что выше в 2,3-4,9 раза, чем в более засушливые годы. Как применение СЗР, так и их отсутствие способствовали почти полному поражению болезнью растений сахарной свеклы (в слабой степени), вариант № 4 способствовал ее сокращению на 45,3-57,1 % относительно других вариантов. Развитие болезни было не очень сильным, в основном на 1-2 балла, самым высоким – в контроле, применение пестицидов снижало его на 28,0-101 %, более всего – при действии схемы № 4, а также – схемы № 1.

Распространенность церкоспороза в среднем за три года исследований было довольно широким и составило 36,2-59,1 % (табл. 11), в контроле его было наибольшее количество, при действии схемы № 4 – наименьшее. Разница по вариантам составила 21,6-63,3 %. Развитие данного заболевания составило 11,8-20,1

%, что является невысоким, т.е. данное заболевание частично поражало листовой аппарат сахарной свеклы, в основном оно было на уровне 1-2 баллов. Наибольшим оно также было в контроле, наименьшим – на фоне схемы № 4, схема № 1 обеспечивала также одно из наиболее низких значений показателя. Колебания по вариантам составили 28,0-70,3 %, наиболее низкими они были в вариантах № 2 и 1.

Таким образом, схема № 4 с фунгицидом Беномил 500 обеспечивала наименьшее развитие и распространение в посевах сахарной свеклы заболевания листового аппарата церкоспорозом.

Таблица 11. Распространенность и развитие церкоспороза, 2014-2016 гг.

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

Данные по биологической эффективности схем применения пестицидов против вредителей и болезней сахарной свеклы показаны в таблице 12.

Наиболее высокие показатели биологической эффективности применения пестицидов против повреждения растений свекловичными блошками (90,2 - 93,0%) и поражения их серым свекловичным долгоносиком (87,6 – 89,3%) наблюдались в 1-м, 2-м и 3-м вариантах, не отличавшихся существенно по НСР, т.е. там, где семенной материал свеклы был обработан инсектицидом Круйзер, 12 л/т, и фунгицидом Максим, 7 л/т.

Во 2-м и 3-м вариантах, включавших, помимо обработки протравителями Круйзер и Максим, опрыскивание вегетирующих растений сахарной свеклы фунгицидом Фалькон, и Фолиант по 0,6 л/га, наблюдались также и наиболее высокие показатели биологической эффективности применения пестицидов против поражения фомозом (94,4-97,7%).

Таблица 12. Биологическая эффективность пестицидов против болезней и вредителей сахарной свеклы, % (среднее за 2014-16 гг.)

№ п/п	Варианты	Мучнистая роса	Фомоз	Церкоспороз	Свекловичные блошки	Серый свекловичный долгоносик
	Контроль (без применения пестицидов)	-	-	-	-	-
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 пестицидов, применяемых в опыте, против болезней сахарной свеклы была наиболее эффективной в отношении фомоза (90,7-94,8 %) (табл. 12), наиболее эффективным были фунгициды, входящие в схему №2 (Альбит и Фалькон), которая была на 7,0 % более эффективна, чем эталонная. Несколько менее эффективными были фунгициды против церкоспороза, биологическая эффективность составила 75,0-78,9 %, схемы №2 (Фалькон+Альбит), №3 (Фолиант), №4 (Беномил + Альбит + Алькор + Терапевт Про) оказывали примерно одинаковое, достоверно не различающееся действие. Наименее эффективны фунгициды были против мучнистой росы, биологическая эффективность которых составила 59,7-71,3 %, схема № 2 также была наиболее эффективной.

Эталонный вариант, включавший использование известного препарата инсектицида Шарпей оказался наименее эффективным как против свекловичных блошек (83,9%) и свекловичного долгоносика (78,8 %). Схемы №2-4 обеспечивали более высокую биологическую эффективность в отношении этих вредителей, достоверно не отличающуюся по этим вариантам, но наиболее высоким показателем

тель был при действии схемы № 2 в отношении свекловичных блошек и схем №2 и 4 – в отношении свекловичного долгоносика.

Все изученные в опыте схемы защиты растений от болезней, кроме эталонной схемы №1, оказались достаточно эффективными в отношении снижения заболеваемости культуры фомозом и повреждения свекловичными блошками, при этом не обеспечивая полного подавления заболевания растений мучнистой росой и церкоспорозом.

Таким образом, распространение мучнистой росы в наибольшей степени сдерживали препараты, включенные в схему №2 (Альбит и Фалькон), церкоспороза – в схеме №2 (Альбит + Фалькон), схеме № 3 (Фолиант), схеме № 4 (Беномил 500, Альбит, Алькор и Терапевт Про), свекловичных блошек и свекловичного долгоносика – тех же схем № 2-4, включающих в качестве инсектицидов препараты Шарпей, Хлорпирифос и Имидор соответственно.

Таблица 13. Влияние применения пестицидов на повреждение и поражение сахарной свеклы вредителями, %

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	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

В вариантах № 2-5 производилась обработка семян против вредителей и болезней препаратами Круйзер в дозе 12 л/т в сочетании с ТМТД – 12 л/т и Гимексазолом, СП в дозировке 15 л/т, в варианте № 1 обработка семян не производилась.

Количество поврежденных свекловичными блошками растений в экспериментальных вариантах составило 4,9-5,1 %, в контроле – 14,1 %, а степень повреждения варьировала от 1,0 до 2,1 % (в контроле – 11,3 %). Различные схемы обработки фунгицидами в течение вегетации сахарной свеклы оказывали примерно одинаковое влияние на повреждение растений свекловичными блошками, но лучшим вариантом был с применением схемы № 2 (Альбит в первую и третью обработки, Фалькон – в четвертую обработку), где снижение относительно варианта без применения пестицидов составило 2,76-3,92 раза, а степень повреждения снизилась в 5,38-11,3 раза.

Процент поврежденных серым свекловичным долгоносиком растений сахарной свеклой в вариантах с применением пестицидов составило 1,2-2,3 % (в контроле – 10,1 %), а степень повреждения 0,6-1,5 % (14,3 %). Снижение процента растений, поврежденных серым свекловичным долгоносиком, в наибольшей степени отмечалось в варианте с применением послевсходовой схемы защиты № 3 (четырёхкратное применение фунгицида Фолиант в дозе 0,6 л/га) – на 8,9 абс. % (в 8,52 раза) при этом степень повреждения снизилась на 13,1 абс. % (в 23,8 раза % относительно контроля). Также значительное снижение процента поврежденных растений и степени повреждения отмечалось при применении схемы № 2 (двукратное применение Альбита и однократное – Фалькона), процент поврежденных растений был таким же, как при применении схемы № 3, а степень повреждения была снижена относительно контроля на 12,8 % (в 11,9 раза относительно контроля). В целом, применение пестицидов снижало повреждение растений серым свекловичным долгоносиком в 4,39-8,52 раза, степень повреждения – в 9,53-23,8 раза.

Таким образом, инсектицид, входящий в схему № 2 (Шарпей), обеспечивал наиболее низкое повреждение свекловичными блошками и серым свекловичным долгоносиком, в хлорпирифос, входящий в схему № 3 содействовал наиболее низкому процентному повреждению растений долгоносиком, при этом степень повреждения была самой низкой при схеме № 4 (с Имидором).

Для подтверждения вышеприведенных выводов относительно использования различных схем защиты сахарной свеклы от вредных организмов нами был произведен расчет их биологической эффективности.

4.1.2 Действие средств защиты растений на сорную растительность свекловичного агроценоза

Научно-обоснованное применение комплекса высокоэффективных, селективных послевсходовых гербицидов различного спектра действия, в полной мере соответствующего видовому составу сорняков, позволяет при любом уровне засоренности посева свеклы уничтожить всю видовую гамму сорных растений, свести до минимума их негативное влияние, что свидетельствует об успешном решении главной задачи – проблемы обеспечения достаточной степени защиты культуры от сорной растительности (Матвейчук, 2008; Гамуев, 2010; Баранов 2014). Совместное применение гербицидов, агрохимикатов и питательных подкормок обеспечивает сочетание защитного, антистрессового и ростостимулирующего эффекта, что в значительной степени актуально при интенсивной химической прополке сорняков на сахарной свекле и при разработке элементов адаптивной технологии возделывания культуры (Ярощук, 2014).

Показатели биологической эффективности способов, сочетаний и кратности применения пестицидов против основных сорных растений в посевах сахарной свеклы приведены в таблице 14.

Применение системы защиты, включающей три обработки гербицидами бетанальной группы в сочетании граминицидами в эталоне (схема №1), не обеспечивали необходимой продолжительности защитного действия, средняя степень подавления здесь составила 92,3 % (табл. 12), что ниже требуемого 95% уровня подавления. При действии схем №2, №3 и №4 средняя степень подавления была несколько выше, 93,1, 95,8 и 96,1 % соответственно.

Схема №2 была менее эффективна в подавлении мари белой (относительно схемы № 4) на 9,6%, редьки дикой – на 5,6%, гречихи татарской – на 3,8% и примерно равна по подавлению осота полевого, щирицы запрокинутой и подмаренника цепкого.

Таблица 14. Биологическая эффективность применения пестицидов против основных сорных растений в посевах сахарной свеклы, %

Варианты	Марь белая	Осот полевой	Щирица запрокинутая	Подмаренник цепкий	Редька дикая	Гречиха татарская	Среднее по двудольным	Однодольные (мышей)
контроль (без пестицидов)	-	-	-	-	-	-	-	-
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

Защита растений по схеме №3 была примерно равна по эффективности лучшей в опыте схеме №4. Здесь подавление мари белой составило 96,9%, что ниже лучшего варианта на 0,4%, щирицы запрокинутой – на 0,1%, редьки дикой – на 1,7%, что ниже значений НСР₀₅ и, следовательно, отличается несущественно. Подавление таких сорняков как осот полевой, редька дикая схема №3 обеспечивала на 0,4 и 0,3% выше, чем №4, но данные цифры также статистически несущественны. Существенное снижение подавления по схеме №3 отмечалось только в отношении подмаренника цепкого (на 1,6 % ниже). Степень подавления сорной растительности по схеме №3 составила 95,5 %, благодаря чему ее можно рекомендовать к применению в производстве.

Наибольшая эффективность подавления всех групп сорных растений наблюдалась в варианте с обработками по схеме защиты № 4. Данная схема обеспечивала снижение численности мари белой на 97,3%, осота полевого – на 94,2 %, щирицы

запрокинутой – на 95,3,3%, подмаренника цепкого – на 99,7%, редьки дикой на 92,8%, гречихи татарской – на 94,9% а в среднем по всем группам сорных растений – на 95,8%, что было существенно выше, чем в остальных вариантах.

Эффективность подавления сорной растительности в эталоне оказалась самой низкой. Разница между лучшей схемой защиты (№4) и эталоном составила по подавлению 10,6%, осота полевого – 3,9%, редьки дикой – 2,7%, гречихи татарской – 4,5%, разница по подавлению подмаренника цепкого и щирицы запрокинутой была невелика и составила в обоих случаях 1,0%, что ниже уровня НСР₀₅ и, таким образом, разница являлась недостоверной. Общее снижение численности сорняков составило всего 91,7% по сравнению с контролем (табл. 9). Наибольшее подавление злаковых также было отмечено при действии схемы №4 с метамитроном (98,5 %), несколько меньшее – в схемах №2 и №3 (97,9 и 97,3 %), минимальное – в эталоне (схема № 1) – 95,3 %.

Можно констатировать, что предлагавшие ранее для условий ЦЧР схемы защиты сахарной свеклы от вредных организмов в силу возможного возникновения резистентности, а также появления более эффективных препаратов, утратили свою эффективность и не могут более рекомендоваться в современных условиях.

Таким образом, несмотря на то, что ни одна из изученных нами систем химической защиты посевов сахарной свеклы не обеспечивала 100-процентного подавления вредных организмов на протяжении всей вегетации, но с учетом того, что пороговым уровнем биологической эффективности пестицидов, при достижении которого не происходит существенного снижения урожайности сахарной свеклы, считается 95%, можно заключить, что варианты №3 и №4 применения пестицидов удовлетворяет этому критерию.

Влияние способов, сочетаний и кратности применения пестицидов на численность сорных растений в посевах сахарной свеклы показана в таблице 15.

Наличие в испытуемых схемах гербицидов разного спектра действия обеспечивало подавление основных биогрупп сорняков.

Остаточная засоренность по видам сорных растений в численном выражении по вариантам с гербицидными обработками была редькой дикой (0,8-1,5

шт/м²) (табл. 15), марью белой (0,2-1,2 шт/м²) и гречихой татарской (0,5-1,0 шт/м²) вследствие как изначальной засоренностью этими видами, так и невысокой степени подавления в схемах №1 и №2. Применение пестицидов в опыте значительно сократило численность сорняков, встречающихся в посевах сахарной свеклы в опыте. Так, количество мари белой снизилось в 7,5-45 раз, осота полевого – в 10,1-18,2 раза, щирицы запрокинутой – в 16,2-27,0 раза, подмаренника цепкого – до 65 раз, редьки дикой – в 9,83-14,7 раза, гречихи татарской - в 10,7-21,4 раза, щетинника зеленого – в 21,7-70,5 раза. Пестициды, применяемые в опыте, в большей степени сокращали численность злаковых сорняков, подмаренника цепкого и мари белой. Схемы №3 и №4 проявили наибольшую эффективность в опыте. Гербициды, входящие в схему, №4 несколько лучше уничтожали марь белую, чем в схеме №3. Общая численность сорняков сократилась в 17,0-36,3 раза, наибольшая засоренность отмечалось в контроле (83,4 шт/м²), наименьшая остаточная засоренность была отмечена при действии схемы №4 (2,3 шт/м²), также низкой она была в схеме №3 с гербицидами разных химических групп (2,4 шт/м²).

Таблица 15. Количество сорняков в опыте к моменту уборки сахарной свеклы, шт/м², среднее за 2014-2016 гг.

Варианты	Марь белая	Осот полевой	Щирица запрокинутая	Подмаренник цепкий	Редька дикая	Гречиха татарская	Мышей
Контроль (без пестицидов)	9,0	9,1	8,1	6,5	11,8	10,7	28,2
Схема №1 (эталон)	1,2	0,9	0,5	0,1	1,2	1,0	1,3
Схема №2	1,1	0,6	0,4	0,1	1,5	1,0	0,6
Схема №3	0,3	0,5	0,3	0	0,8	0,5	0,4
Схема №4	0,2	0,5	0,3	0	0,8	0,5	0,4

Подавление сорняков разных биологических групп было следующее: мало-летние двудольные сорняки лучше всего контролировались гербицидами, входящими в схему №4 и №3, где остаточная засоренность составила 1,8 и 1,9 шт/м² со-

ответственно, а при действии схем №1 и №2 она была в 2,1-2,3 раза выше (4,0 и 4,1 шт/м² соответственно). Численность данной группы сорняков на фоне схем №3 и №4 снизилась относительно контроля в 24,3-25,6 раза, №1 и №2 – в 11,2-11,5 раза.

Та же закономерность наблюдалась и в отношении многолетних двудольных сорняков, подавление их при действии схем №1 и №2 было в 1,2-1,8 раз ниже, чем №3 и №4.

Подавление малолетних однодольных сорняков гербицидами, входящими в схемы № 2-4 было в 1,2-1,8 выше, чем при эталонной схеме.

Таким образом, схема защиты сахарной свеклы №4, с гербицидами на основе метамитрона, а также №3 с гербицидами разных химических классов обеспечивали наибольшее снижение количества сорных растений в опыте, как в отношении наиболее распространенных видов, так и биологических групп сорняков.

Таблица 16. Динамика количества и массы сорняков при действии различных схем защиты сахарной свеклы в опыте, среднее 2014-2016 гг.

Вариант	Количество сорняков, шт/м ²		Масса сорняков, г/м ²	Снижение массы сорняков, %
	06.05	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

Количество сорняков на 1 м² на 1 июня в вариантах с обработкой средствами защиты растений составила 10,9-13,0 шт/м², в контроле – 11,7 шт/м², а на 1 октября – 2,3-4,9 и 83,4 шт/м² соответственно (табл. 16).

Количество сорняков на 1 м² при применении схем с гербицидами снизилось за период с 1.06 до 1.10 (первый учет – до обработок, второй – перед уборкой) с 10,9-13,0 до 2,3-4,9 шт/м². Снижение в варианте №1 (эталоне) составило 2,22 раза, №2 – 2,62, №3 – 5,04, №4 – 5,65 раза. Наибольшее снижение было отме-

чено при обработке посевов гербицидами на основе метамитрона, наименьшее – при действии эталонной схемы. Масса сорняков после гербицидных обработок составила 7,72-22,4 г, без обработок – 426 г, снижение массы составило 94,7-98,2, менее всего – при действии схемы №1, более всего – схемы №4, схемы №2 и №3 способствовали значительному снижению массы, на 95,7 и 97,7 % соответственно.

Таким образом, действие схемы защиты с метамитроном оказало наиболее значительное влияния на снижение массы сорняков в опыте и их количества.

4.2. Влияние применения пестицидов на динамику формирования урожайности сахарной свеклы

На процесс формирования урожая сахарной свеклы гербициды оказывают как прямое (через проявление фитотоксичности), так и опосредованное действие (уничтожение сорняков, устранение конкуренции) (Баранов, 2014). Устранение угнетающего влияния сорняков с помощью гербицидных обработок, повреждающего влияния вредителей – с помощью инсектицидов и заболеваний – с помощью фунгицидов способно быстро обеспечить формирование урожая культуры в течение вегетации и своевременное затухание ассимиляционных процессов к уборке. Изучение действия пестицидов на формирование урожая сахарной свеклы, листовую поверхность и продуктивность фотосинтеза является важной задачей в определении наиболее перспективных схем защиты культуры от вредителей, болезней и сорняков.

Количество листьев на 1 растении обусловлено в основном генотипом растения и погодными условиями. В 1 срок наблюдений оно составило 10-15 штук на 1 растении, во 2 – 13-21, в 3 – 15-19 (табл. 17).

Сильные отличия отмечались только между контролем и всеми вариантами с СЗР (в 1 период наблюдений – 4-5, во 2 – 6-8, в 3 – 2-4 листа). Скорость нарастания листьев зависела от гербицидных обработок, так более быстро от 1 июля к 1 августа они нарастали в вариантах №2, №3 и №4 (6-5 шт.), минимальной – в кон-

троле и варианте №1 (3-4 штуки). От 1 августа к 1 сентября сокращение количества листьев в вариантах с СЗР было примерно одинаково (2 листа), кроме схемы №1, где сокращение составило 1 лист, только в контроле продолжался рост показателя на 2 листа.

Таблица 17. Площадь листовой поверхности 1 растения сахарной свеклы

Вариант	10. 07		10. 08		10. 09	
	количество листьев	площадь, см ²	количество листьев	площадь, см ²	количество листьев	площадь, см ²
1	10	681	13	1238	15	1585
2	15	2241	19	2833	18	2125
3	14	2340	19	3080	17	2298
4	15	2316	21	3043	19	2143
5	15	2390	20	3151	18	2173
НСР ₀₅	1	55	1	81	1	-

Площадь листовой поверхности 1 растения на 1 июля составила в контроле 681 см², в вариантах с обработкой гербицидами – 2241-2390 см², наиболее высокой она была при действии схемы №4, низкой – схемы №1, разница между обработанными вариантами составила 3,35-6,65 %, а относительно контроля показатель на обработанных вариантах был выше в 3,29-3,51 раза вследствие отсутствия подавляющего влияние сорной растительности на площадь листьев. От июня к июлю данный показатель возрос в контроле – на 81,8, по разным вариантам с гербицидами – на 26,4-31,8 %, менее всего он отмечался при действии гербицидов, входящих в схему №1.

На 1 августа в контроле ПЛП составила 1238 см², в вариантах с применением гербицидов 2833-3151 см², разница между ними составила 7,41-11,2 %. Наиболее высоким показатель был отмечен при действии гербицидов схемы №4, несколько меньше – №2 и №3, минимальный – схемы №1. Относительно 1 июля

данный показатель в контроле возрос на 81,8 % вследствие более активного роста площади листьев после задержки развития листовой поверхности в начале вегетации из-за угнетающего действия сорняков, в вариантах с гербицидами показатель сократился на 25,0-31,0 %, более всего – при действии схем №4 и №3, менее – №1 и №2.

На 1 сентября ПЛП в контроле составила 1585 см², в вариантах с гербицидами – 2125-2298 см², где разница составила 2,26-8,14 %, что ниже, чем на 1 августа. Наиболее высоким показатель был при действии схемы №2, низким – схемы №1. Относительно 1 августа отмечалось снижение на всех вариантах с обработками, на 25,0-31,0 %, более всего – по схеме №4, менее всего – схеме №1. Более быстрое сокращение листовой поверхности объясняется более интенсивным затуханием ассимиляционных процессов, что косвенно свидетельствует о более быстром наступлении технической спелости корнеплодов.

Таким образом, в период интенсивного роста ассимиляционной поверхности наиболее высокие значения площади листьев 1 растения были отмечены при обработке растений СЗР по схеме №4. В этом варианте отмечалось наиболее интенсивное затухание ассимиляционных процессов к моменту уборки.

Коэффициент продуктивности фотосинтеза – интегральный показатель, отражающий содержание хлорофилла в листовых пластинках и их площадь.

На 1 июля и 1 августа показатель был максимальным в варианте №4 (6,46 и 9,52) (табл. 18), несколько ниже – в вариантах №2 и №3 (6,09-6,16 и 8,77-8,90), минимальным – в контроле (1,62 и 3,31 соответственно). На 1 сентября КПФ был наиболее высоким в варианте №2 (4,79), близким к нему – в вариантах №3 и №4 (4,66 и 4,72), а в варианте №1 он был значительно ниже (4,17).

На 1 июля разница в показателе по вариантам с пестицидами составила 8,75-15,4 %, на 1 августа – 13,0-22,7 %, на 1 сентября – 11,7-14,9 %.

Таким образом, в период интенсивного развития листовой поверхности культуры наиболее высокий КПФ отмечался в варианте с метамитроном, в период затухания роста культуры – в этом же варианте и в варианте с применением аналогов бетанала.

Таблица 18. Динамика коэффициента продуктивности фотосинтеза (КПФ) посевов сахарной свеклы в опыте

Схема обработки	Дата замеров		
	1 июля	1 августа	1 сентября
Контроль	1,62	3,31	2,88
Схема № 1 (эталон)	5,60	7,76	4,17
Схема №2	6,16	8,77	4,79
Схема №3	6,09	8,90	4,66
Схема №4	6,46	9,52	4,72
НСР ₀₅	0,25	0,45	0,23

На 1 июля масса корнеплода в вариантах с применением средств защиты растений составила 459-481 г (табл. 19), в контроле (без пестицидов) – 431 г, что свидетельствует, что применяемые схемы защиты уже на этот период обеспечивали дополнительные 28-50 г к массе корнеплода, наиболее высокий вес был при действии схемы №4, низкий – в эталоне. Данное соотношение отмечалось и в августе, прибавка относительно контроля в этот период составила 51-74 г, действие схем с бетаналами (№ 1-3) на этот показатель было примерно одинаковым. На 1 октября отмечено повышение массы корнеплода в вариантах с применением пестицидов на 61-87 г, более всего – в варианте № 4.

Увеличение массы корнеплода от 1 августа к 1 сентября составило 81-108 г, наибольшая прибавка отмечалась при действии схемы №4 и схемы №1 (эталона) 105 и 108 г соответственно, наименьшая – в контроле (81 г). От 1 сентября к 1 октября увеличение было менее интенсивным, 67-87 г вследствие засушливых условий периода, более всего урожайность увеличивалась на фоне схем № 2 и 3, 82 и 87 г соответственно. Менее всего масса корнеплода увеличивалась при действии схемы №1 вследствие исчерпания потенциала роста культуры в данных агроусловиях (73 г).

Таблица 19. Динамика нарастания массы корнеплодов в течение вегетации, т/га

Схема обработки	1 августа		1 сентября		1 октября	
	урожайность, т/га	масса корнеплода, г	урожайность, т/га	масса корнеплода, г	урожайность, т/га	масса корнеплода, г
Контроль	38,8	431	44,0	512	49,8	579
Схема №1 (эталон)	43,4	459	53,2	567	59,1	640
Схема №2	45,3	466	54,3	563	61,7	645
Схема №3	46,2	467	55,6	567	63,6	654
Схема №4	47,9	481	58,2	586	65,3	666

На 1 августа урожайность в вариантах опыта составила 38,8-47,9 т/га, минимальной она была в варианте без применения пестицидов, максимальной – при обработке по схеме №4, разница между вариантами с применением средств защиты растений и контролем составила 11,9-23,4 %, между вариантами с пестицидами она была невысокой – 1,99-10,4 %, наибольшей она была между эталоном и схемой №4, наименьшей – схемами №2 и №3. Уже в этот период действие схемы №4 было наиболее эффективным по сравнению с другими схемами защиты, схемы №2 и №3 обеспечивали примерно одинаковый эффект, эталонная схема №1 способствовала созданию наиболее низкой урожайности (среди схем с СЗР). 1 сентября в экспериментальных вариантах величина урожайности составила 53,2-58,2 т/га, в контроле – 44,0 т/га, 1 октября – 59,1-65,3 и 49,8 т/га соответственно, наиболее высокой она была в варианте №4, прибавка относительно контроля составила 32,3 и 31,1 % соответственно.

От 1 августа к 1 сентября отмечался интенсивный рост корнеплодов сахарной свеклы, в варианте №1 (эталон) она увеличивалась на 9,8 т/га, №2 – на 9,0 т/га, №3 – 9,4 т/га, №4 на 10,4 т/га, в контроле – на 5,2 т/га, а от 1 сентября к 1 октября – на 5,9, 7,4, 8,0, 7,1 и 5,8 соответственно, в процентном отношении в первый период это составило 22,6, 19,9, 20,3, 21,5 и 13,4, во второй период – 11,1,

13,6, 14,4, 12,2 и 13,2 % соответственно. Динамика роста в первый период была наиболее выражена в варианте №1 оригинальными бетаналами с метамитроном, а во второй период – в варианте №2. Несколько более низкое увеличение урожайности в сентябре отмечалось как вследствие физиологического затухания процессов роста, так и недостатка влаги в сентябре в двух из трех лет исследований.

Таким образом, пестициды, применяемые по схеме №4, обеспечивали наиболее высокую урожайность корнеплодов в опыте на 1 сентября и 1 октября, а на 1 августа – отмечалась тенденция к увеличению относительно других вариантов с агрохимикатами. Схема защиты №1 обеспечивала наиболее интенсивный прирост от 1 августа к 1 сентября, схема №2 – от 1 сентября до 1 октября.

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

Борьба с нежелательными организмами (вредителями, болезнями и сорняками) является одним из основных элементов современной технологии возделывания одной из самых высокопродуктивных культур в растениеводстве РФ – сахарной свеклы (Гуреев, Агибалов, 2003). Использование химических средств защиты растений является необходимым условием получения высокого и качественного урожая данной культуры (Юдина, Авилова и др., 2015; Дворянкин, 2016; Мамсиров, Бондарева, 2017). Влияние пестицидов на урожайность культуры неоднозначно, с одной стороны, уничтожение фитопатогенов и сорной растительности способствует сохранению урожая культуры, а с другой – химические соединения, входящие в состав пестицидов, оказывают стрессовое влияние на развитие культуры, несколько замедляя рост и оказывая негативное влияние на итоговую урожайность культуры (Дворянкин, 2011). Следовательно, определение наиболее эффективных схем защиты сахарной свеклы, обеспечивающих наибольшую урожайность на момент уборки, является основной задачей защиты растений.

Установлено, что густота стояния растений сахарной свеклы на момент уборки в опыте составила 85,2-98,1 тыс. на 1 га (табл. 20). Максимальной она была при действии схемы №4, минимальной – в контроле без применения средств

защиты растений. Схемы с применением бетаналов в сочетании с трисульфурон-метилом, клопиралидом и клетодимом имели густоту на уровне 92,3-97,3 тыс/га. На контроле густота была ниже на 7,1-12,9 тыс. шт. (на 7,69-13,1 %), чем в вариантах с пестицидами вследствие угнетающего влияния сорняков и гибели от болезней и вредителей. Действие применения препаратов на густоту стояния было статистически доказанным и достоверным ($НСР_{05}=6,0$ тыс. шт/га).

Таблица 20. Густота стояния растений сахарной свеклы на момент уборки, тыс. шт/га

Схема обработки	Густота стояния	Схема обработки	Густота стояния
Контроль	85,2	Схема №3	97,3
Схема №1 (эталон)	92,3	Схема №4	98,1
Схема №2	95,6	$НСР_{05}$	6,0

Таким образом, действие схемы защиты с метамитроном, фунгицидами из класса триазолов и инсектицида из класса неоникотиноидов обеспечивало наибольшую густоту стояния на момент уборки (98,1 тыс. растений на 1 га).

Оценивая различные схемы применения пестицидов необходимо учитывать не только их биологическую эффективность, но и влияние на урожайность и качество полученной продукции.

Результаты исследований показали, что урожайность основной и побочной продукции сахарной свеклы по вариантам были различными и зависели от эффективности подавления вредных организмов.

Вследствие отсутствия пестицидных обработок, а, следовательно, и наибольшей поврежденности, пораженности и засоренности, самая низкая средняя урожайность корнеплодов получена в контрольном варианте: всего 57,8 т/га (табл. 21). При этом потери урожайности корнеплодов вследствие подавления культуры сорной растительностью относительно вариантов с применением СЗР составили 4,0-11,0 т/га корнеплодов. Применение химической защиты сахарной свеклы обеспечило повышение урожайности корнеплодов на 4,0-11,0 т/га или на 6,92-19,0 % относительно контроля. По мере повышения эффективности испыты-

ваемых схем применения пестицидов урожайность корнеплодов увеличивалась. Наивысших показатели по урожайности получены в пятом варианте (схема №4). Средняя урожайность корнеплодов здесь составила 68,8 т/га, что достоверно превышало показатели по другим опытным вариантам.

Наименьшая урожайность из вариантов с применением пестицидов была отмечена при действии схемы №1 (эталона) – 61,8 т/га корнеплодов. Схемы №2 и №3 способствовали дополнительному получению 5,1 и 6,1 т/га корнеплодов относительно контроля, что в процентном выражении составило 19,2 и 20,3 % соответственно. Несмотря на то, что схемы защиты №3 и №4 обеспечивали примерно одинаковый уровень подавления сорняков (95,5 и 95,7 % соответственно), но схема подкормок микроудобрениями в варианте №4 способствовала созданию наиболее значительных прибавок урожая корнеплодов.

Разница урожайности корнеплодов по вариантам опыта с разными схемами защиты растений составила 1,1-7,0 т/га или 1,78-11,3 %. Разница между эталонным вариантом и схемами №2 и №3 была не существенной ($НСП_{05}=4,1$ т/га) и составила 1,1-2,1 т/га. Эталонный вариант не обеспечивал достаточной защиты растений сахарной свеклы, так как разница между ним и контролем без применения пестицидов составила 4,0 т/га (при $НСП_{05}=4,1$ т/га).

Таким образом, схема №4 обеспечивала лучшие в опыте показатели по урожайности корнеплодов – 68,8 т/га (+11,0 т/га, 19,0% к контролю).

Урожайность ботвы в среднем за 3 года исследований составила 16,3-21,0 т/га (табл. 21), наиболее низкой она была в контрольном варианте, наиболее высокой – при действии схемы №4, а из вариантов с применением СЗР – при действии схемы №1 (эталона). Повышение показателя относительно контроля при разных схемах защиты растений составило 1,9-4,7 т/га или 11,7-29,3 %. Разница по вариантам с СЗР составила 5,49-15,4 %, более всего отличались варианты №4 и №1, менее всего – №2 и №1.

Таким образом, действие внесения препаратов в опыте на урожайность ботвы сахарной свеклы проявилось в увеличении этого показателя, наиболее высокой

она была при действии химических веществ, включенных в схему №4, обеспечивающих повышение урожайности относительно контроля на 4,7 т/га (на 29,3 %).

Соотношение ботва:корнеплоды в опыте составило 0,28-0,32, наиболее низким оно было в контроле, наиболее высоким, свидетельствующем о большем проценте побочной продукции в общей массе урожая – при действии схемы №2. Наиболее продуктивный вариант со схемой №4 имел среднее соотношение побочной продукции к основной – 0,305, так же как и по схеме №3. Обработка препаратами по схеме №2 обеспечивала наиболее широкое соотношение ботва:корнеплоды (0,318), более узким оно было при действии схемы №1 и в контроле без применения пестицидов (0,282 и 0,294).

В целом, разница по этому показателю в вариантах опыта была невысокой и составила 4,25-12,8 %, наибольший разрыв был отмечен между контролем и схемой №3, наименьший – контролем и схемой №1. Применение СЗР способствовало расширению данного соотношения, а по вариантам с обработкой разница составила 3,74-8,16 %.

Таблица 21. Влияние применения пестицидов в опыте ПСК «Правда» на урожайность корнеплодов сахарной свеклы (среднее за 2014-2016 гг.)

Варианты	Урожайность, т/га			Соотношение ботва:корнеплоды
	корнеплодов	прибавка к контр.	ботвы	
Контроль (без применения пестицидов)	57,8	-	16,3	0,282
Схема №1 (эталон)	61,8	4,0	18,2	0,294
Схема №2	62,9	5,1	19,2	0,305
Схема №3	63,9	6,1	20,3	0,318
Схема №4	68,8	11,0	21,0	0,305
НСР ₀₅	4,1	-	0,93	-

Таким образом, действие внесения препаратов в опыте способствовало некоторому расширению соотношения ботва:корнеплоды относительно контроля,

варианты с пестицидами незначительно отличались друг от друга, лучший показатель был отмечен при действии схемы №1 (эталона).

Различные способы, сочетания и кратности применения пестицидов не оказали отрицательного влияния на накопление сахара в корнеплодах. В среднем колебания сахаристости корнеплодов по всем вариантам были не существенными и составляли от 16,9 до 17,2% (табл. 22).

Таблица 22. Продуктивность 1 га посевов сахарной свеклы в опыте с пестицидами, 2014-2016 гг.

Варианты	Сахаристость, %	Выход сахара	
		т/га	прибавка к контролю, т/га
Контроль (без пестицидов)	16,9	9,8	0
Схема №1 (эталон)	17,1	10,6	0,80
Схема №2	17,2	10,8	1,00
Схема №3	17,2	11,0	1,20
Схема №4	17,0	11,7	1,90
НСР ₀₅	-	0,71	-

Выход сахара по вариантам опыта составил 9,8-11,7 т/га, максимальным он был при действии схемы №4, минимальным – в контроле, из вариантов с СЗР – на фоне схем №1 и №2 (10,8 и 11,0 т/га соответственно). Разница между вариантами с пестицидами и подкормками № 1-3 по этому показателю была несущественной и составила 0,2 т/га (НСР₀₅=0,71 т/га), тогда как различия между №1 и №4, №3 и №4 составили 1,1 и 0,9 т/га соответственно. Разница между лучшим и худшим вариантом с применением препаратов по сбору сахара составила 1,1 т/га или 10,4%, что является достаточно значительной величиной.

Вследствие наиболее высокой урожайности при применении химических веществ в схеме №4 сбор сахара был также наиболее высоким, повышение относительно контроля составило 1,9 т/га (19,4 %), схеме №1 (эталоне) – 0,8 т/га (на 8,16 %).

Таким образом, схема №4 обеспечивала лучшие в опыте показатели по сбору сахара % (+1,9 т/га, 19,4% к контролю).

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

5.1 Экологическая нагрузка схем защиты сахарной свеклы от вредных организмов

Важное значение в поиске и разработке новых схем применения пестицидов приобрело требование минимального воздействия на окружающую среду. Кроме биологической и хозяйственной эффективности применения пестицидов большую роль играет и их экологическая оценка, в частности, прогнозирование воздействия химических средств защиты растений на агроэкосистемы и их мониторинг. В качестве одного из обязательных критериев прогнозирования введена условная экологическая нагрузка (Мельников, 1984). Условная экологическая нагрузка – это состояние экосистемы, которое сложилось в результате применения химических средств (Расчет экологической нагрузки ..., 2020). Результаты произведенного нами расчета экологической нагрузки испытываемых пестицидов приведены в таблице 11.

Условная экологическая нагрузка менее 10 условных единиц считается безопасной, до 100 – малоопасной (терпимой), от 100 до 1000 – среднеопасной (необходимой к корректировке), более 1000 – опасной (требуется радикальные меры по её снижению). Согласно указанным критериям, экологическая нагрузка испытываемых нами инсектицидов колебалась от практически безопасной (11,2 усл. ед.) (табл. 23) у нового протравителя Круйзер, 12 л/га до опасной, превышающей переходной критерий почти в два раза (1825 усл. ед.) у давно применяемого в дозировке 18,1 л/т протравителя Хинуфур. Последняя была самой высокой из испытываемых препаратов. Значения экологической нагрузки таких инсектицидов как Би-58 Новый и Диазинон, действующие вещества которых были разработаны более 50 лет назад (Майер-Боде, 1966), но до сих пор еще применяются, занимали промежуточное положение между Круйзером и Хинуфуром, составляя от 253 до 367 усл. ед., т.е относятся к среднеопасным.

Таблица 23. Экологическая нагрузка испытываемых химических средств защиты сахарной свеклы от вредных организмов

Наименование препарата (действующее вещество и его содержание)	Норма расхода		Период полура- пада в почве в полевых усл-х, мес.	Токсич- ность для тепло- кровных, мг/кг	Экологи- ческая нагрузка, усл. ед.
	препа- рата	д. в., мг/га			
1	2	3	4	5	6
Круйзер, КС (тиаметоксам, 350 г/л)	12 л/т	13440*	1,3**	1563	11,2
Гимексазол, СП(700 г/кг)	6 кг/т	13440*	0,37	1600	3,1
ТМТД, ВСК (тирам, 400г/л)	12 л/т	15360*	0,5	1800	4,3
Бетанал Прогресс ОФ, КЭ (десмедифам 71 г/л + фенмедифам 91г/л + этофумезат 112 г/л)	1,5 л/га	106500+ 136500+ 168000	0,6 0,3 1,9	5000 8000 5000	81,7
Карибу, СП (трифлусульфурон- метил, 500 г/кг)иКари- Макс	0,03 кг/га	15000	0,2	5000	0,5
Шарпей, МЭ (циперметрин, 250 г/л)	0,2л/га	50000	2,3	287	400,7
Альбит, ТПС (поли-бета- гидроксимасляная кислота, 6,2+29,8+ 91,1+91,2+181,5 г/кг)	0,3 л/га	1860- 54450	нт***	нт	0
Бетанал 22, КЭ (десмедифам, 160 г/л + Фенмедифам, 160 г/л)	1,5 л/га	240000+ 240000	0,3 0,6	5000 8000	32
Лонтрел Гранд, ВДГ (клопиралид, 750 г/кг)	0,12 кг/га	90000	0,4	2675	16,5
Селект, КЭ (клетодим, 120 г/л)	0,6 л/га	72000	0,1	1133	6,4
Фалькон, КЭ (спироксамин, 250 г/л + тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л)	0,5- 0,6 л/га	150000+ 100200+ 25800	1,9 1,9 2,2	460 1700 721	708,4
Бифор Прогресс, КЭ (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91г/л + этофумезат, 112 г/л)	3 л/га	213000+ 273000+ 336000	0,6 0,3 1,9	5000 8000 5000	163,4

1	2	3	4	5	6
Кари-Макс, СП (трифлусульфурон-метил, 500 г/кг)	0,03 кг/га	15000	0,2	5000	0,5
Бифор 22, КЭ (десмедифам, 160 г/л + Фенмедифам, 160 г/л)	1 л/га	160000+ 160000	0,3 0,6	5000 8000	21,6
Агрон Гранд, ВДГ (клопиралид, 750 г/кг)	0,12 кг/га	90000	0,4	2675	16,5
Центурион, КЭ (клетодим, 240 г/л)	0,4 л/га	48000	0,1	1133	4,2
Триумф, КЭ (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91г/л + этофумезат, 112 г/л)	3л/га	213000+ 273000+ 336000	0,6 0,3 1,9	5000 8000 5000	163,4
Арбитр, СП (трифлусульфурон-метил, 500 г/кг)	0,03 кг/га	15000	0,2	5000	0,5
Хлорпирифос, КЭ (480 г/л)	2 л/га	560000	0,7	66	5939
Альто супер, КЭ (пропиконазол, 250 г/л + ципроконазол, 80 г/л)	0,6 л/га	150000 + 48000	7,0 4,3	958 350	1685
Секира, КЭ (десмедифам, 80 г/л + фенмедифам, 80 г/л)	4 л/га	320000+ 320000	0,3 0,6	5000 8000	43
Эльф, КЭ (клопиралид, 500 г/л)	0,2 л/га	100000	0,4	2675	14,9
Квикстеп, МКЭ (Галоксифоп-П-метил, 130 г/л + Клетодим, 80 г/л)	0,4 л/га	52000 32000	0,1 0,1	300 1133	20,1
Миура, КЭ (хизалофоп- П-этил, 125 г/л)	0,8 л/га	100000	0,06	1182	5,0

* Нормы расхода д.в./га протравителей вычислены из расчета нормы высева семян – 3,2 кг/га;

Значения DT_{50} – периода полураспада пестицидов в почве и LD_{50} – токсичности пестицидов для теплокровных приведены согласно Pesticide Manual (2000).

Как видно из данных таблицы, экологическая нагрузка протравителей, согласно указанным выше критериям, была практически безопасной, колеблясь от 3,1 – 4,3 усл. ед. у фунгицидных препаратов Гимексазол, СП (700 г/кг) в норме

расхода 6 кг/т и ТМТД, ВСК ((тирам, 400 г/л) в норме расхода 12 л/т до 11,2 усл. ед. - у неоникотиноида Круйзер (тиаметоксам, 350 г/л) в норме расхода 12 л/га.

Экологическая нагрузка испытываемых нами инсектицидов для обработки посевов в период вегетации колебалась от среднеопасной (400,7 усл. ед.) у препарата Шарпей, МЭ (циперметрин, 250 г/л) в норме расхода 0,2 л/га до опасной, превышающей переходной критерий более чем в 5 раз (5939 усл. ед.), у препарата Хлорпирифос, КЭ (480 г/л) (фосфорорганический инсектицид) в максимальной норме расхода – 2 л/га, действующее вещество (О-(3,5,6-трихлорпиридил-2)-О,О-диэтилтиофосфат), которого было разработано более 50 лет назад (Майер-Боде, 1966), но до сих пор еще применяется. Его экологическая нагрузка была наиболее высокой из всех исследуемых препаратов.

Экологическая нагрузка испытываемых нами фунгицидов для обработки посевов в период вегетации колебалась от абсолютно безопасной у иммунизирующего препарата Альбит, ТПС (поли-бета-гидроксимасляная кислота, 6,2+29,8+ 91,1+91,2+181,5 г/кг) в норме расхода 0,3 л/га до опасной у имевшего самое высокое после Хлорпирифоса значение нагрузки среди всех исследуемых препаратов фунгицида Альто супер, КЭ (пропиконазол, 250 г/л + ципроконазол, 80 г/л) - 1685 усл. ед., что связано в первую очередь с очень высокой стойкостью действующих веществ в почве (4,3 - 7,0 мес.), а также с их повышенной токсичностью для теплокровных (350-958 мг/кг).

Большинство исследуемых нами гербицидов имели относительно низкие показатели экологической нагрузки, являясь безопасными (с показателями от 0,5 до 6,4 усл. ед.) или малоопасными (с показателями от 14,9 до 81,7 усл. ед.) для окружающей среды.

Следует также отметить, что экологическая опасность гербицидов зависела от количества входящих в них компонентов.

Так, большинство однокомпонентных гербицидов было практически безопасно для окружающей среды со значениями экологической нагрузки от 0,5 усл. ед. у Карибу, СП; Кари-Макса, СП; Арбитра, СП, содержащие одинаковое действующее вещество – трифлусульфурон-метил, 500 г/кг в норме расхода 0,03 кг/га,

до 4,2 усл. ед. у Центуриона, КЭ (клетодим, 240 г/л) в норме расхода 0,4 л/га, 5,0 – у Миура, КЭ (хизалофоп-П-этил, 125 г/л) в норме расхода 0,8 л/га и 6,4 усл. ед. у Селекта, КЭ (клетодим, 120 г/л) в норме расхода 0,6 л/га.

Лишь у однокомпонентных гербицидов Эльф, КЭ; Лонтрел Гранд, ВДГ и Агрон Гранд, ВДГ, содержащих одинаковое действующее вещество – клопиралид в разных концентрациях 500–750 г/л и нормах расхода 0,12 кг/га-0,2 л/га экологическая нагрузка несколько превышала безопасный уровень 10 усл. ед., составляя от 14,9 усл. ед. у Эльфа до 16,5 усл. ед. у Лонтрела Гранд и Агрона Гранд.

Двух- и трехкомпонентные гербициды в большинстве своем обладают соответственно большей экологической нагрузкой на окружающую среду, чем однокомпонентные, вследствие сложения нагрузки отдельных компонентов и увеличения нормы расхода действующего вещества.

Так, у двухкомпонентного препарата Квикстеп, МКЭ (галоксифоп-П-метил, 130 г/л + клетодим, 80 г/л) в норме расхода 0,4 л/га экологическая нагрузка составляет 20,1 усл. ед., Бифор 22, КЭ (десмедифам, 160 г/л + фенмедифам, 160 г/л) 1 л/га – 21,6 усл. ед., Бетанал 22, КЭ, содержащего действующие вещества десмедифам, 160 г/л + фенмедифам, 160 г/л в норме расхода 1,5 л/га экологическая нагрузка составляет 32 усл. ед.

У трехкомпонентных гербицидов экологическая нагрузка колебалась от малоопасной – 81,7 усл. ед. у Бетанала Прогресс ОФ, КЭ (десмедифам 71 г/л + фенмедифам 91г/л + этофумезат 112 г/л) в норме расхода 1,5 л/га до среднеопасной – 163,4 усл. ед. у Бифора Прогресс, КЭ и Триумфа, КЭ с одинаковыми действующими веществами (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91г/л + этофумезат, 112 г/л) в норме расхода 3 л/га и близкой к опасной – 708,4 усл. ед. у Фалькона, КЭ (спироксамин, 250 г/л + тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л), вследствие повышенной стойкости действующих веществ данного препарата в почве (1,9–2,2 мес.) и токсичности для теплокровных (460 – 721 - 1700 мг/кг).

Однако показатели экологической нагрузки отдельных пестицидов, хотя и являются очень важной характеристикой, тем не менее, не могут характеризовать общую экологическую нагрузку всего комплекса препаратов, применяемых в аг-

роценозе культуры. Поэтому нам были произведены расчеты суммарной экологической нагрузки испытываемых нами комплексных схем защиты сахарной свеклы от вредных организмов, результаты которых представлены в таблице 24.

Как видно из данных таблицы, минимальная (83,8 усл. ед.) экологическая нагрузка наблюдалась в эталонном варианте (схема №1) испытываемых схем защиты сахарной свеклы от вредных организмов. Однако данная схема не обеспечивала должной биологической и, соответственно, хозяйственной эффективности (табл. 9, 11, 12, 13, 14, 21).

Наибольшая экологическая нагрузка наблюдалась в варианте с обработкой по схеме №3 (483,1 усл. ед.) (табл. 24), намного ниже она была при действии схем №1, №2 и №4 (97,6, 96,9 и 83,8 усл. ед. соответственно). Экологическая нагрузка при обработке гербицидами по схеме №3 в 5,76 раз превышала таковую в 1-м (эталонном) варианте, в 4,99 раза – во 2-м варианте и 4,95 раз – в 4-м варианте. Экологическая нагрузка в варианте №3, согласно приведенным выше критериям, считается опасной, требующей радикальных мер по снижению.

Наилучшее сочетание невысокой суммарной экологической нагрузки (97,6 усл. ед.), позволяющей отнести её к малоопасным (менее 100 усл. ед) и высокой биологической и хозяйственной эффективности (табл. 8, 9, 10) получено при действии схемы №4. Такая нагрузка малоопасна для растений и почвы агроценоза.

Таблица 24. Экологическая нагрузка испытываемых схем защиты сахарной свеклы от вредных организмов, усл. ед.

Варианты	Препараты			
	Схема №1 (эталон)	Схема №2	Схема №3	Схема №4
Круйзер -12л/т	11,2	11,2	11,2	11,2
Гимексазол-6кг/т	3,1	3,1	3,1	3,1
Шарпей -0,15л/а	301,3	301,3		
ТМТД – 12 л/т	4,3	4,3	4,3	4,3
Фалькон-0,6л/ га	708,4	708,4		708,4
Фолиант 0,6 л/га			260,3 (4	
Бифор Прогресс- 1,5л/га		81,7 +		163,1
Бетанал Эксперт ОФ-	81,7			
Селект -0,6 л/га	21,4			21,4
Бетанал 22 – 1,5 л/га	32			
Карибу –0,03 л/га	1,0			1,0
Кари-Макс, 0,03 л/га		0,5		
Лонтрел Гранд–0,15 л/га	8,25			9,65
Центурион–0,4л/га		4,2		10,5
Бифор 22-1л/га		21,6		
Агрон гранд-0,06кг/га		8,25		
Триумф-3л/га			163,4	
Арбитр -0,03кг/га			0,5 (2	
Хлорпирифос-2л/га			5939	
Альто Супер-0,6л/га				
Секира-4л/га			43	
Эльф-0,2л/га			14,9	
Квикстеп -0,4 л/га			20,1	
Миура 0,8л/га			5,0	
Голтикс -2л/га				36,2
Метамир -1,5л/га				54,2
Беномил, 0,6 л/га				258,0
Имидор-0,2л/га				81,8
Алькор, 0,15 л/га				421,2
Терапевт Про 0,9 л/га				378,9
Суммарное значение	83,8	96,9	483,1	97,6

Обработка по схемам №1, №2 и №4 позволила по условной экологической нагрузке отнести их к классу малоопасных (терпимых) (до 100 усл. ед.), они незначительно отличались друг от друга, вследствие применения в данных схемах гербицидов с невысокой экологической нагрузкой и умеренного применения фунгицидов, которые в большинстве случаев имеют высокую степень экологической опасности (Фалькон, Беномил, Фолиант, Алькор, Терапевт Про), а также инсектицида Шарпей в схеме №4.

5.2 Содержание остаточных количеств испытываемых пестицидов и тяжелых металлов в корнеплодах сахарной свеклы и почве

Помимо показателей экологической нагрузки важной характеристикой применения пестицидов является их стойкость в объектах окружающей среды, основными из которых являются почва и выращиваемая на ней продукция (Экология. Справочник. 2021). Поэтому по окончании вегетации в корнеплодах сахарной свеклы определяли остаточные количества испытываемых пестицидов и тяжелых металлов. Полученные данные представлены в таблицах 25-26.

Поскольку в аналитически определяемом остатке пестицида имеется только действующее вещество, а вспомогательные вещества, входящие в состав препарата, уже не содержатся, в таблице 25 указаны только действующие вещества использованных препаратов.

Установлено, что фактические показатели остаточных количеств большинства исследуемых пестицидов в корнеплодах сахарной свеклы были на порядок или два ниже предельно допустимых уровней (0,005-0,01 мг/кг по сравнению 0,1-0,2 мг/кг МДУ). Это свидетельствует о том, что активные ингредиенты изучаемых препаратов в использованных нормах расхода за период вегетации успевают полностью разложиться.

Таблица 25. Содержание остаточных количеств испытываемых пестицидов в корнеплодах сахарной свеклы (среднее за 2014-16 гг.)

Наименование показателей, размерность	Значение по МДУ, мг/кг	Схема № 1 (эталон)	Схема № 2	Схема № 3	Схема № 4
ГХЦГ	0,1	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01
ДДТ и его метаболиты	0,1	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05	Менее 0,05
Циперметрин	0,05	0,01	0,01	Менее 0,01	Менее 0,01
Тебуконазол	0,1	0,01	0,01	0,02	Менее 0,01
Триадименол	0,1	0,01	0,01	Менее 0,01	Менее 0,01
Клетодим	0,1	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01
Клопиралид	0,5	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01
Трифлусульфурон-метил	0,02	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01	Менее 0,01
Дисмедифам	0,2	0,02	0,03	0,02	Менее 0,02
Фенмедифам	0,2	0,02	0,03	0,02	Менее 0,02
Этофумизат	0,2	0,01	0,03	0,02	Менее 0,02

* Допустимые уровни д.в. в почве и корнеплодах указаны согласно Гигиеническим нормативам пестицидов в объектах окружающей среды (ГН 1.2.1323-03);

Действующие вещества пестицидов клетодим, клопиралид, трифлусульфуронметил не были обнаружены в корнеплодах сахарной свеклы, выращенных при применении разных схем обработки почвы, возможно, вследствие низкого содержания д.в. в них, невысоких доз и достаточно короткого периода распада в почве и утилизации в растении при длительном периоде вегетации сахарной свеклы (160-180 дней).

Д. в. гербицидов бетанальной группы вследствие высоких доз их внесения и имеющих среднюю экологическую опасность, было обнаружено в корнеплодах вариантов, где они применялись, но 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, имеют длительный период полураспада. Вследствие применения препаратов Фалькон, Фолиант, Шарпей в схемах №1-3, в данных вариантах отмечалось повышение 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 (без применения – менее 0,01 мг/кг).

Таким образом, применение относительно экологически безопасных препаратов (Центурион, Селект, Квикстеп, Карибу, Кари-Макс, Арбитр) не обнаруживало их присутствие в корнеплодах сахарной свеклы. Действующие вещества фунгицидов, инсектицидов и гербицидов бетанальной группы были обнаружены в корнеплодах, выращенных в вариантах, которые включали их применение, но в несколько раз ниже уровня МДУ.

Кроме пестицидов загрязняющими агентами могут выступать также тяжелые металлы и радионуклиды.

Результаты анализа корнеплодов сахарной свеклы на содержание тяжелых металлов в представлении в таблице 26. Из данных таблицы видно, что содержание свинца и мышьяка в корнеплодах сахарной свеклы было почти на один порядок ниже (0,04 мг/кг против 0,5 мг/кг), кадмия на порядок ниже предельно допустимых уровней (0,03 мг/кг против 0,2 мг/кг) а ртуть находится в допустимом значении (табл.14).

Таблица 26. Содержание остаточных количеств тяжелых металлов в корнеплодах сахарной свеклы и почве опытного участка, мг/кг

Вариант	Свинец	Мышьяк	Кадмий	Ртуть
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
Нормативные документы	ГОСТ 26932-86	ГОСТ 26930	ГОСТ 26933	ГОСТ 26927

По результатам исследований содержания тяжелых металлов в корнеплодах сахарной свеклы, выращенных при применении различных схем защиты выявлено, что в них достоверно изменялось содержание свинца и мышьяка, но не было выявлено достоверного различия кадмия и ртути. Схема №3 с максимальной экологической нагрузкой способствовала повышению содержания свинца и кадмия относительно контроля на 12,5 и 11,8 %, по схемам №1 и №2 отмечалось увеличение на 5%, а схеме №4 – снижение на 5%. Аналогично,

пестициды, применяемые в схема №3, способствовали повышению содержания мышьяка на 11,8%, а в схеме №1 – повышали данный показатель на 6 %, схеме №4 – снижали на 6%. По содержанию кадмия в исследуемых образцах не было отмечено достоверных изменений, отмечалась тенденция к повышению кадмия в схемах обработки №3 и №4, ртути – к снижению в схеме №1 (эталона).

Таким образом, действие пестицидов на содержание ТМ в продукции сахарной свеклы способствовало повышению свинца и мышьяка, что возможно связано с некоторым изменением метаболизма растений под влиянием СЗР и увеличением их способности накапливать эти токсиканты, а концентрация кадмия и ртути не была подвержена изменениям. Содержание ни одного из изученных ТМ не превышало уровня предельно-допустимых концентраций.

Кроме того, по визуальным наблюдениям фитотоксического действия изучаемых препаратов на всходы, рост и развитие сахарной свеклы при применении как в чистом виде, так и в смеси, не отмечено.

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

Помимо экологической оценки способов, сочетаний и кратности применения пестицидов необходимо учитывать также их экономическую эффективность.

Для определения экономической эффективности в сравнении с эталоном (табл. 27) нами был выбран вариант №4 схем защиты сахарной свеклы от вредных организмов, показавший наибольшую эффективность действия, наивысшие урожайность и экологичность.

Стоимость применения различных схем защиты растений в опыте составил 69460-84624 руб/га, разница по вариантам – 2,24-21,8 %, наиболее низкой она была для схемы №2, наиболее высокой – схемы №4. Та же пропорция сохранялась и для себестоимости 1 т корнеплодов, которая составила в опыте

704,1-816,9 руб/т разница по вариантам – 0,08-16,0%, и по затратам на 1 га 40120-47125,1 руб/га, разница 2,80-17,5 %. Уровень рентабельности возрастал с 40,8 % при действии схемы № 4 до 45,9 % – схемы №4, та же закономерность отмечалась и по затратам труда на 1 га посевов – с 130,8 чел-ч (схема №1 – эталон) до 142,8 чел-ч (схема №4), разница составила 9,17 %. Затраты труда на получение 1 т корнеплодов при действии схем №3 и №4 значительно сократились относительно наиболее затратных схем № 1 и 2 на 0,3 и 0,6 чел-ч, что в относительном выражении составило 7,32-14,6 %

Расчет экономических показателей эффективности применения различных схем защиты сахарной свеклы от сорняков, болезней и вредителей выявил, что лучшие показатели обеспечивала схема защиты №4. Она была самая высокозатратная (стоимость – 84624 руб/га, тогда как наиболее низкозатратная схема №1 (эталон) имела стоимость на 19,2 % ниже – 71014 руб./га), также имела на 8,92% более высокие затраты труда. Вследствие более высокой урожайности корнеплодов сахарной свеклы, полученных при применении пестицидов по схеме №4, она отличалась наиболее высоким доходом (37498,9 руб/га, что на 26,0 % выше, чем по схеме №1), имела на 4,0 абс. % (или на 9,55 отн. %) более высокий уровень рентабельности и на 0,6 чел-ч меньшие затраты труда на получение 1 т корнеплодов.

Худшие экономические показатели отмечались для схемы защиты №2 вследствие низкой урожайности корнеплодов, при том, что данная схема имела наиболее низкую себестоимость. При несколько более высокой себестоимости, но и при получении большей урожайности корнеплодов на фоне схемы №1 (эталона) экономические показатели данной схемы были несколько лучше, чем схемы №2, но значительно хуже, чем схем №3 и №4. С ростом себестоимости СЗР в схемах №3 и №4 отмечалось значительно увеличение урожайности корнеплодов, что способствовало повышению уровня рентабельности и снижению затрат труда как на 1 га посевов, так и на 1 т корнеплодов, при этом схема №3

имела уровень чистого дохода с 1 га (29336,0 руб.) сопоставимый со схемами №1 и №2 (29768,0 и 29340,0 руб. соответственно).

Таблица 27. Экономическая эффективность испытываемых схем защиты сахарной свеклы от вредных организмов

Показатель	Варианты			
	Схема защиты №1 (эталон)	Схема защиты №2	Схема защиты №3	Схема защиты №4
Урожайность, т/га	61,8	60,4	64,4	68,8
Стоимость, руб.	71014	69460	74060,0	84624
Всего затрат на 1 га, руб.	41245,7	40120	44724	47125,1
Себестоимость 1 т, руб.	709,7	704,12	757,7	816,9
Чистый доход, руб.	29768,3	29340,0	29336,0	37498,9
Уровень рентабельности, %	41,9	40,8	42,1	45,9
Затраты труда, чел-ч	131,1	130,8	138,1	142,8
Затраты труда на 1 т, чел-ч	4,7	4,7	4,4	4,1

Таким образом, лучшие экономические показатели применения СЗР обеспечивала схема №4, которая при относительно высокой себестоимости способствовала получению наиболее высокого урожая корнеплодов, что привело к повышению на рентабельности относительно других схем на 3,8-5,1 % и сокращению затрат труда на 1 т корнеплодов на 0,3-0,6 чел-ч.

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 в посевах сахарной свеклы, 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.

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) оказало наибольшее влияние на снижение массы сорняков и их количества к предуборочному периоду.
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 – схемы №3 (на 8,0 т/га).
11. Выявлено, что действие схемы №4 с гербицидами на основе метамитрона и клетодима, комплекса фунгицидов Беномил 500 Альбит, Алькор и Терапевт Про и инсектицида Имидор обеспечивало максимальное сохранение растений сахарной свеклы на момент уборки (98,1 тыс. шт. на 1 га).
12. Применение СЗР в исследованиях способствовало расширению соотношения листья/корнеплоды относительно контроля, при этом варианты с

пестицидами незначительно отличались друг от друга, лучший показатель был отмечен при действии схемы № 1 (эталона).

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 пестицидов, исследованных в опыте, не способствовало достоверному изменению сахаристости корнеплодов сахарной свеклы.
15. Применение фунгицидов Фолиант и Фалькон, инсектицида Шарпей и гербицидов бетанальной группы, используемые в схемах №1-3 способствовало обнаружению их остаточных количеств в корнеплодах, но ниже уровня МДУ, тогда как д.в. гербицидов Центурион, Селект, Квикстеп, Карибу, Кари-Макс, Арбитр не было выявлено, при этом установлено небольшое повышение концентрации Pb и As, но ниже уровня ПДК. Лучшее 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 4172,7-4661 руб/га и сокращению затрат труда на 1 т корнеплодов на 0,3-0,4 чел-ч.

РЕКОМЕНДАЦИИ 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 ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматические ресурсы Воронежской области. Ленинград : Гидрометеоздат, 1972. 108 с.
2. Адерихин П.Г. Почвы Воронежской области. Воронеж : Изд-во ВГУ. 1963. 265 с.
3. Адерихин П.Г. Почвы Воронежской области, их генезис, свойства и краткая агропроизводственная характеристика. Воронеж : Изд-во ВГУ. 1975. 182 с.
4. Акмуллаева А.С. Вредители сахарной свеклы и меры борьбы с ними / Устойчивое развитие территорий: теория и практика. Мат. X Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участием. В 2-х томах. 2019. С. 21-23.
5. Алехин В.Т., Слободянюк В.М. Защита растений рентабельна // Защита и карантин растений. 2005. № 5. С. 10-12.
6. Алиев А.М., Старостина Е.Н. Изменение плодородия почвы при длительном применении комплекса удобрений и химических средств защиты растений в полевом севообороте Центрального Нечерноземья (Опыт СШ-2/60, регистрационный номер 002) / Материалы Всероссийского координационного совещания научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями. / Под ред. акад. РАН В.Г. Сычева. М.: ВНИИА, 2018. С. 11-18.
7. Анисов А.Н. На страже урожая // Защита и карантин растений. 2010. № 10. С. 7-8.
8. Антонов Г.Н. Производство пестицидов и ближайшие перспективы их развития // Химия в сельском хозяйстве. 1972. № 5. С.2-5.
9. Апасов И.В., Путилина Л.Н., Селиванова Г.А. Изменение технологических качеств корнеплодов сахарной свеклы, пораженных сосудистым бактериозом // Сахар. 2014. № 9. С. 35–38.
10. Асанов К.А. Сахарная свекла на орошаемых землях. М. : Колос, 1971. 216 с.

11. Астахов А.А., Ломтев А.В. К вопросу об оптимизации фитосанитарного фона в посевах сельскохозяйственных культур. Волгоград, 2004. 255 с.
12. Ахмадуллина Т.Г. Химия в сельском хозяйстве // Апробация. 2013. № 10 (13). С. 5-15.
13. Бабаков В.П. Гербицидная защита свекловичных полей в России // Сахарная свекла. 2018. № 7. С. 16-20.
14. Баздырев Г.И. Борьба с сорняками в современных системах земледелия // Земледелие. 1998. № 2. С. 31.
15. Баздырев Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений. М. : Колос, 2004. 328 с.
16. Байбакова Н.Я., Бирючинских П.С. и др. Фитосанитарный прогноз появления вредителей и болезней сельскохозяйственных культур на 2014 год в Воронежской области. Воронеж, 2014. 82 с.
17. Баллод О Л. Перспективные направления защиты сахарной свеклы в Великобритании // Сахарная свекла. 1993. №6. С. 31-33.
18. Баранов Ю.В. Влияние пониженных норм граминицидов на засоренность посева и продуктивность сахарной свеклы : автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Рамонь, 2014. 24 с.
19. Бевз Н.С., Медведев В.А. География Воронежской. Воронеж: Центрально-Чернозёмное книжное издательство, 1973. 84 с.
20. Белкин А.А. Влияние современных гербицидов, обработки почвы и предшественников на засорённость и продуктивность зерновых культур на тёмно-серых лесных почвах Центрального Черноземья : автореф. дис. канд. с.-х. наук. Курск, 2011. 24 с.
21. Березов Т.А. Видовое разнообразие сорнополевого компонента и пути его регулирования / Актуальные проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Юга России: Сб. докл. по мат. Всерос. научно-практ. конф. (с междунар. уч.). Майкоп: Магарин О.Г., 2019. С.103-107.

22. Биологическая эффективность [Электронный ресурс] Пестициды. Ru. URL: http://www.pesticidy.ru/dictionary/biological_efficiency (дата обращения 21.05.2020).
23. Биостим свекла – удобрение сахарной свеклы [Электронный ресурс] Щелоково Агрохим. URL: https://betaren.ru/russia/agrochemicates/gurminudobreniya/biostim_svekla/ (дата обращения 28.05.2020).
24. Бирюлин И.Ф., Суслов Л.И., Селезнев В.И. Воронежские рубежи. Воронеж : издательство ВГУ, 1972. 102 с.
25. Болезни и вредители сахарной свеклы / под ред. А.И. Мельник. Деленпланк, 1993. 161 с.
26. Бородавченко А.А. Гербициды линейки Бетанал® - время высоких технологий // Сахарная свекла. 2013. № 2. С. 16-17.
27. Боронтов О.К., Путилина Л.Н., Лазутина Н.А., Плотников С.Ю. Влияние основной обработки почвы на урожайность и качество корнеплодов сахарной свеклы в ЦЧР // Сахарная свекла. 2018. № 5. С. 18-21.
28. Борошанс [Электронный ресурс]. Агрохимикаты. Пестициды.ru. URL: <http://www.pesticidy.ru/agrochemical/boroshans> (дата обращения 28.05.2020).
29. Ботько А.В., Гуляка М.И., Гайтюкевич С.Н. Роль сорта в свеклосахарном производстве // Земледелие и селекция в Беларуси. 2017. № 53. С. 54-61.
30. Бутяйкин В.В. Основы агрономии. Саранск : МГУ им. Н.П. Огарева, 2013.
31. Вавин В.Г. Программирование продуктивности севооборота с учетом паузы при выращивании отдельных культур / Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов. Сб. докл. Междунар. научно-практ. конф. Курск: ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 2019. С.119-120

32. Ваулина Г.И., Алиев А.М. Роль средств химизации в энергосберегающих агротехнологиях производства сельскохозяйственной продукции на дерново-подзолистых суглинистых почвах Центрального Нечерноземья / 75 лет Географической сети опытов с удобрениями: материалы Всерос. сов. научных учреждений-участников Геосети. М. : ВНИИА, 2016. С. 38-53.
33. Верзилина Н.Д., Стекольников К.Е. Проблемы органического земледелия в ЦЧР / Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности: матер. Междунар. научно-практ. конф. Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. С. 45-56.
34. Влияние пестицидов на окружающую среду [Электронный ресурс] AgroFlora.ru URL: <https://agroflora.ru/vliyanie-pesticidov-na-okruzhayushhuyu-sredu/> (дата обращения 11.05.2020).
35. Воблов А.П. Стоит ли экономить на защите от церкоспороза. Санкт-Петербург : ВИЗР, 2003. С. 61-82 с.
36. Воблова О. А. Оптимизация защиты сахарной свеклы от корнееда в условиях Краснодарского края : дисс. ... кандид. Сс.-х. наук, 2004.
37. Воблова Т.А. Объективность оценок развития церкоспороза // Сахарная свекла. 1999. №7. С. 16-17.
38. Воронежская область [Электронный ресурс] Воронежский Гид. URL: <https://vrnguide.ru/general-information.html> (дата обращения 20.05.2020).
39. Воропаев А.В. Совершенствование организации производства в свекловодстве // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2012. № 2. С. 131-136.
40. Всеядные нахлебники. [Электронный ресурс]. Readmas. URL: <https://readmas.ru/rasteniya/sad-ogorod/vseyadnye-naxlebniki.html> (дата обращения 02.05.2020).
41. Гаджиева Г.И., Васильева Т.И., Рябчинский А.В., Деордиев И.Т. Вредители сахарной свеклы / Методические указания по регистрационным ис-

- пытаниям инсектицидов, акарицидов, моллюскоцидов, ротенцидов и феромонов в сельском хозяйстве. Прилуки : Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию, 2009. С. 124-146.
42. Гайдамакин А.В., Лобанкова О.Ю., Гречишкина Ю.И. Перспективы защиты сахарной свеклы от вредителей, болезней и сорняков на Ставрополье / Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации. XXX Междунар. научно-практ. конф. 2019. С. 60-64.
43. Галиев И.И. Вредители сахарной свеклы – причина потерь урожая // NovaInfo.Ru. 2016. Т. 2. № 44. С. 37-40.
44. Гамуев В.В. Система гербицидов в период вегетации свеклы // Сахарная свекла. 1994 № 4. С. 27 – 31.
45. Гамуев В.В. Агротехническое и экологическое обоснование современной системы защиты сахарной свеклы от сорной растительности. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук. Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова. Рамонь, 2010. 45 с.
46. Гамуев В.В., Баранов Ю.В. Способы снижения расхода гербицидов при обработке сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2013. № 3. С. 29-31.
47. Гамуев В.В., Гамуев О.В. Как защитить посе́вы сахарной свеклы от корнеотпрысковых сорняков / Роль аграрной науки в развитии АПК РФ. Матер. Междунар. научно-практ. конф., посвященной 105-летию ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. 2017. С. 104-108.
48. Гамуев О.В., Вилков В.М. Применение сниженных норм гербицидов в сочетании с адъювантами в посевах сахарной свеклы / Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности. Матер. Междунар. научно-практ. конф. Воронеж : ВГАУ, 2019. С. 215-221.
49. Гамуев В.В., Рябчинский А.В. Интегрированная защита сахарной свеклы от сорняков // Защита и карантин растений. 2010. № 12. С. 39-42.
50. Ганиев М. М., Недорезков В. Д. Химические средства защиты расте-

- ний. М. : КолосС, 2006. 248 с.
51. Гармашов В.М. Влияние различных способов и глубины обработки почвы на плодородие чернозёма обыкновенного и урожайность ячменя и подсолнечника: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Курск, 1993.
52. Геллер И.А. Николаенко Ж.И. Влияние почвенного покрова на сахаристость сахарной свеклы /Повышение сахаристости и технологических качеств сахарной свеклы: Сб. науч. тр. Киев : ВНИС, 1979. 183 с.
53. ГН 1.2.1323-03. Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень). М.: Минздрав России, 2004.
54. География Воронежской области [Электронный ресурс]. Академик. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/17750> (дата обращения 20.05.2020).
55. Горленко М.В. Фитопатология. Л.: Колос, 1980. 318 с.
56. ГОСТ 26933-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия. М.: Стандартинформ, 2010. С. 161-170.
57. ГОСТ 26930-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка. М.: Стандартинформ, 2010. С. 125-130.
58. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути. М.: Стандартинформ, 2010. С. 93-104.
59. ГОСТ 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца. М.: Стандартинформ, 2010. С. 148-158.
60. Гостев А.В., Пыхтин А.И. К вопросу разработки системы поддержки сельхозтоваропроизводителей по рациональному выбору адаптивных технологий / Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов. Сб. докл. Междунар. научно-практ. конф. Курск: ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 2019. С. 63-74.

61. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации на 2013 год. М. : Минсельхоз России, 2013. 708 с.
62. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации на 2017 год. Часть 1. Пестициды. М. : Минсельхоз России, 2017. 938 с.
63. Грищенко О.Н., Грищенко В.Н. Инсектициды для обработки семян сахарной свеклы // Защита и карантин растений. 2005. №11. С. 26-27.
64. Груздев Г. С. Актуальные вопросы борьбы с сорными растениями / Науч. тр. ВАСХНИЛ. М., 1980. 287 с.
65. Губанов И. А., Киселева К.В. и др. *Setaria viridis* (L.) Beauv. — Щетинник зелёный / Иллюстрированный определитель растений Средней России. В 3 т. — М.: Т-во науч. изд. КМК, Ин-т технолог. иссл., 2002. Т. 1. Папоротники, хвощи, плауны, голосеменные, покрытосеменные (однодольные). С. 302.
66. Гуреев И.И., Агибалов А.В. Производство сахарной свеклы без затрат ручного труда // Сахарная свекла. 2001. №8. С. 26-27.
67. Гуреев И.И., Агибалов А.В. Производство сахарной свеклы без затрат ручного труда // Сахарная свекла. 2002. № 5. С. 6-14.
68. Гуреев И.И., Агибалов А.В. Ресурсосберегающий технологический комплекс для производства сахарной свёклы. Москва, 2003. 26 с.
69. Гуреев И.И., Борисенко В.К. Без инноваций в свекловодстве успехов не достичь // Защита и карантин растений. 2010. №4. С.49-52.
70. Гуреев И.И. Современные технологии возделывания и уборки сахарной свёклы. Практическое руководство. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Печатный Город, 2011. 256 с.
71. Гуреев И.И. Актуальные направления интенсификации земледелия Центрально-Черноземного региона / Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного комплекса регионов.

- Сб. докл. Междунар. научно-практ. конф. Курск: ФГБНУ «Курский федеральный аграрный научный центр», 2019. С. 57-63.
72. Гуркина Л.К. Болезни и вредители столовой свеклы // Защита и карантин растений. 2003. № 9. С. 48-51.
73. Давлетшин М.М. Проблемы технологии возделывания сахарной свеклы в российской Федерации и республике Башкортостан // Успехи современного естествознания. 2010. № 9. С. 191-192.
74. Дагаргулия С.С., Кузнецов Н.П. Экология лесного фонда, лесных ресурсов сельскохозяйственного назначения и садовых насаждений. Рязань. 2007. 155 с.
75. Дворянкин А.Е., Ермоленко М.В. "Обратное планирование" фунгицидной защиты сахарной свеклы компании "Байер"// Защита и карантин растений. 2017. № 4. С. 32-35.
76. Дворянкин Е.А. Особенности проявления фитотоксичности гербицидов группы Бетанала на сахарной свекле // Сахарная свекла. 2011. № 9. С. 25-29
77. Дворянкин Е.А. Новый противодвудольный гербицид Бетанал макс Про – надежная защита сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2014. № 8. С. 35-38.
78. Дворянкин Е.А. Эффективность различных способов применения гербицидов на сахарной свекле в России // Сахарная свекла. 2016. № 9. С. 30-34.
79. Дегтярева В.Н. Пестициды и их влияние на биогеоценозы. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 1978. 75 с.
80. Дементьева М.И. Фитопатология. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат. 1985. 397 с.
81. Добрынин Н.Д., Головин Д.Н. Эффективность схем химической защиты от вредных организмов // Сахарная свекла. 2010. № 4. С. 30-33.
82. 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.
83. Долженко В.И., Захаренко В.А. Научные достижения в области защиты растений в 2013 году // Защита и карантин растений. 2014. № 2. С. 45-49.
84. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-ое изд., доп. и перераб. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
85. Дудкин И.В., Дудкина Т.А. Системы основной обработки почвы – центральное звено комплекса мер борьбы с сорняками / Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сб. докл. научно-практ. конф. Курского отделения МОО "Общество почвоведов имени В.В. Докучаева". Курск : ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2014. С. 43-45.
86. Дудкин И.В. Пути совершенствования химического метода борьбы с сорными растениями / Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сб. докл. научно-практ. конф. Курского отделения МОО "Общество почвоведов имени В.В. Докучаева". Курск : ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2014. С.47-49.
87. Дудкин В.М., Дудкин И.В. Интенсификация биологических факторов земледелия / Актуальные проблемы почвоведения, экологии и земледелия. Сб. докл. научно-практ. конф. Курского отделения МОО "Общество почвоведов имени В.В. Докучаева". Курск : ФГБНУ ВНИИЗиЗПЭ, 2014. С. 49-52.
88. Дыченко О.Ю. Закономерности массовых размножений вредителей свеклы сахарной // Вестник Курганской ГСХА. 2014. № 3 (11). С. 22-24.
89. Дядюченко Л.В., Назаренко Д.Ю., Ткач Л.Н. и др. Поиск новых иммуномодуляторов сахарной свёклы в ряду производных пиридилгидразонов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016. С. 461-470.
90. Дядюченко Л.В., Назаренко Д.Ю., Ткач Л.Н., Тосунов Я.К. Повышение

- устойчивости растений сахарной свеклы к негативному воздействию гербицидов / Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. Материалы VIII междунар. научно-практ. конф., посвящ. 95-летию Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2017. С.138-142.
91. Евсеева Р.П. Современная технология возделывания сахарной свеклы. М., 1998. 120 с.
92. Емец М.В., Иваськова А.А., Солнцев П.И. Влияние различных сочетаний элементов технологии возделывания на сахаристость корнеплодов сахарной свеклы / Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: мат. Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участ. Белгород: ООО «Принт», 2019. С. 626-630.
93. Ефимов В.И., Рыбак Л.В. Производство и окружающая среда. М. : МГГУ, 2012. 336 с.
94. Жежер Л.В., Гордеева Т.Н. Сахарная свекла в Сибири. Новосибирск : Колос Сибири, 1992. 16 с.
95. Жеряков Е.В. Изучение различных гибридов сахарной свеклы на устойчивость к церкоспорозу // Агрехимический вестник. 2014. № 4. С. 25-26.
96. Жученко А.А. Вызовы XXI столетия мировой и отечественной продовольственной безопасности // Агропродовольственная политика России. 2012. № 1. С. 6-9.
97. Завражнов А.И., Манаенков К.А., Соловьёв С.В., Омаров А.Н., Балашов А.В. Технология и комбинированное средство для ухода за посевами сахарной свеклы // Наука в центральной России. 2016. № 2 (20). С. 5-11.
98. Затулей К.С. Климатические ресурсы Воронежской области. // Географические аспекты охраны природы. Воронеж : Изд-во ВГУ, 1990. С. 85-99.
99. Захаренко В.А. Нанопитосанитария: сегодня и завтра // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2013. №1. С.69-88.

100. Захаренко В.А Особенности проявления рисков химического загрязнения, связанных с применением пестицидов // Защита и карантин растений № 6. 2017. С. 3-7.
101. Захаренко В.А., Захаренко А.В. Экономический аспект применения пестицидов в современной земледелии России // Российский химический журнал. 2005. Т. XLIX. № 3. С. 55.
102. Захаренко В.А., Спиридонов Ю.Я., Захаренко А.В. Рекомендации по борьбе с сорняками на технических культурах // Приложение к журналу "Защита и карантин растений". № 4. 2001. 32 с.
103. Зубков А.Ф. Вредоносность насекомых, повреждающих всходы сахарной свеклы в средней полосе Западной Сибири // Энтомологическое обозрение. 1973. Т. 52. № 2. С. 273-286.
104. Зубков А.Ф. Экспериментальный очерк о вредителях сахарной свеклы в Западной Сибири и взгляды на современную защиту растений. СПб. : РАСХН, ВИЗР, 2003. 202 с.
105. Зубкова Т.В. Оценка последствий гербицидов на тест-культуры кормовую свеклу и сою // Агропромышленные технологии Центральной России. 2016. № 1 (1). С. 108-112.
106. Иванов Е.В. Сахарная индустрия России к 2014 году // Сахарная свекла. 2008. № 1. С. 8 –10.
107. Иванцова Е.А. Оптимизация фитосанитарного состояния агробиоценозов Нижнего Поволжья / Диссер. на соиск. уч. степ. доктора сельскохоз. наук. Саратов, 2009. 453 с.
108. Иванцова Е.А. Экологические аспекты фитосанитарной оптимизации агроэкосистем / Экологические аспекты использования земель в современных экономических формациях. Матер. Междунар. научно-практ. Волгоград : ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. С. 54-61.
109. Илларионов А.И. Методы защиты растений от вредных организмов: учебное пособие. Воронеж : ВГАУ, 2007. 251 с.

110. Илларионов А.И. Уровень экологической безопасности инсектицидов для защиты подсолнечника от лугового мотылька (*Pyrusta Sticticalis* L.) // Агрэкологический вестник. Выпуск 8: Международный сборник научных трудов. Ч. II. Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. С. 43-50.
111. Исмухамбетов Ж.Д. Биологическое обоснование системы мероприятий по защите сахарной свеклы от вредителей на орошаемых землях Казахстана: автореф. ... доктора с.-х. наук. 1990.
112. Кабачник М.И., Бресткин А. П., Михельсон М. Я. О механизме физиологического действия фосфорорганических соединений, М. : Наука, 1965. 32 с.
113. Каракотов С.Д., Желтова Е.В., Божко К.Н., Аршава Н.В. Кагатник для сахарной свеклы: две проблемы – одно решение // Защита и карантин растений. 2017. № 7. С. 27-32.
114. Картамышев Н.И. Научные основы обработки почвы. Курск : Изд-во КГСХА, 1996. 146 с.
115. Квеситадзе Г.И. Введение в биотехнологию. М. : Наука, 2002. 283 с.
116. Кислинская Т.М., Павлюченко А.У. Эффективность свекловичных севооборотов с различным насыщением их зерновыми и пропашными культурами / Научные основы интенсификации свеклосахарного производства. Воронеж, 1990. С. 59-61.
117. Климатические особенности и агроклиматическая характеристика Воронежской области [Электронный ресурс] // Воронежская область. Климат. URL: <http://www.geo-site.ru/sites/geo/klimat.htm> (дата обращения 20.05.2020).
118. Климат. Воронежская область [Электронный ресурс]. Википедия. Свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Воронежская_область#Климат (дата обращения 20.05.2020).

119. Ковалева В.С., Таланов Г.А. Динамика остатков ГХЦГ в кормовых культурах // Химия в сельском хозяйстве, 1972. № 4. С. 43-46.
120. Коломейченко В.В. Растениеводство М. : Агробизнесцентр, 2007. 596 с.
121. Колупаев А.В. Почвенные микроорганизмы-биодеструкторы органических пестицидов: дис. ... канд. биол. наук. Киров, 2010. 24 с.
122. Колупаев М.В., Львов А.Г., Нестерова Л.М., Сукачева М.С., Тюмаков А.Ю. Сравнительная оценка последствий препаратов Горгон, ВРК, Ланцелот, ВДГ и Магнум, ВДГ на горохе посевном (*Pisum Sativum*) в вегетационном опыте // Агрехимия. 2019. № 5. С. 48-55.
123. Кончакивская Т.М. Потенциал защиты растений далеко не исчерпан // Защита и карантин растений. 2011. № 12. С. 8-12.
124. Коржов С.И., Трофимова Т.А. Земледелие Центрального Черноземья / Воронеж : ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2016. 415 с
125. Корниенко А.В., Лунин Н.К., Нуждин В.Ф. и др. Инсектициды для предпосевной обработки семян // Сахарная свекла. 1994. №3. С.17-18.
126. Корниенко А.В., Гамуев В.В., Слободянюк В.Я. и др. Защита сахарной свеклы от вредителей, болезней и сорняков // Защита растений. 1995. №2. С.35-37.
127. Корниенко А.В., Гамуев О.В. Перспективная система защиты // Сахарная свекла. 2000. № 6. С. 16 –17.
128. Корниенко А.В., Нанаенко А.К., Апасов И.В., Анискин В.И., Михеев В.В. и др. Национальная научная концепция устойчивого развития свекловодства в России до 2030 года. Рамонь, 2001. 40 с.
129. Кочетков П.П. Комплексное влияние пестицидного загрязнения на состояние окружающей среды / Экология, здоровье и образование в XXI веке. Глобальная интеграция современных исследований и технологий. Матер. III Кавказского экологического форума. 2017. С. 170-174.
130. Кравченко Л.И. Чтобы болезни не застали врасплох // Защита и каран-

- тин растений. 2009. № 4. С. 24-25.
131. Крупные формы рельефа Воронежской области [Электронный ресурс]. Карта Воронежской области URL: <https://ds05.infourok.ru/uploads/ex/005c/00043293-67c1dde8/img2.jpg> (дата обращения 11.09.2020).
132. Куртоева Л.М. Рынок сахара в сентябре-октябре 2007 года. // Сахарная свекла. 2008. № 1. С. 2 –4.
133. Курындин А.В., Боронтов О.К. Влияние обработки почвы и удобрений в плодосменном севообороте ЦЧР на засоренность озимой пшеницы и сахарной свеклы / Актуальные проблемы агрономии современной России и пути их решения. Матер. междунар. научно-практ. конф. Воронеж : ВГАУ, 2018. С. 148-152.
134. Кшникаткина А.Н., Юров М.И. Влияние баковой смеси гербицида Балерина и антидота Альбит на формирование урожая и на качество зерна ярового голозерного ячменя // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3 (23). С. 41-45.
135. Лебедев В.Б., Стрижков Н.И. Последствие гербицидов в севообороте // Агро XXI. 2007. № 4-6. С. 43-44.
136. Лебедева Г.Ф., Агапов В.И., Благовещенский Ю.Н. Гербициды и почва (экологические аспекты применения гербицидов. М. : изд-во МГУ, 1990. 208 с.
137. Литвинов И.А. Процессы детоксикации атразина в черноземе и некоторые пути ускорения его обезвреживания / Охрана воды от загрязнения ядохимикатами и удобрениями. Тезисы докл. Всес. научно.-техн. Совещания. Краснодар, 1976. С. 21-25.
138. Лукаткин А.С., Семенова А.С., Лукаткин А.А. Влияние регуляторов роста на проявления токсического действия гербицидов на растения // Агрехимия. 2016. № 1. С. 73-95.
139. Лукьянюк Н.А., Турук Е.В. Эффективность применения гербицида Бе-

- танал МаксПро, МД на посевах сахарной свеклы // Земледелие и селекция в Беларуси. 2019. № 55. С. 23-31.
140. Лунин Н.К. Годичные и сезонные колебания численности свекловичных и других видов земляных блошек и причины их обуславливающие / Автореф. дисс. канд. биол. наук. 1975.
141. Ляликов Ю.С., Вайнтрауб Ф.П. Вопросы загрязнения внешней среды химическими средствами защиты растений / Влияние ядохимикатов на внешнюю среду. Тезисы докл. Республиканской научно.-технич. конфер. Кишинев, 1989. С. 11-12.
142. Маевский П.Ф. Флора Средней полосы Европейской части России. Л. : Колос, 1964. 880 с.
143. Майер-Боде Г. Гербициды и их остатки. М. : Колос, 1975. 558 с.
144. Майер-Боде Г. Остатки пестицидов. М. : Мир, 1966. 352 с.
145. Макаева А.З., Накаева А.А., Оказова З.П. О приспособленности сорных растений к агроландшафтам / Актуальные проблемы и перспективы развития сельского хозяйства Юга России: Сб. докл. по матер. Всеросс. научно-практ. конф. (с междунар. участием). Майкоп : Магарин О.Г., 2019. С. 176-178
146. Малахов С.Л., Доттвайлер Д.В. О переносе и превращении пестицидов в окружающей среде // Метеорология и гидрология. 1978. № 3. С. 117-120.
147. Мамедова Н.Х., Шихлинский Г.М. Оценка интродуцированных сортов сахарной свеклы на устойчивость к болезням и хозяйственно-полезным показателям // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2017. № S13. С. 295-297.
148. Мамсиоров Н.И. Эффективность применения гербицидов на посевах сахарной свеклы в предгорной зоне Кабардино-Балкарской республики // Сахарная свекла. 2008. № 1. С. 32-34.

149. Мамси́ров Н.И., Бондарева Т.Н. Надежная защита посевов сахарной свеклы от сорняков в предгорной зоне республики Адыгея // Новые технологии. 2017. № 4. С. 118-125.
150. Маслова В. Р. Интегрированная система защиты сахарной свеклы от болезней / Новое слово в науке. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. Ставрополь, 2020. С. 157-162.
151. Матвейчук П.В. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от норм и способов применения новых гербицидов бетанальной группы. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова. Рамонь, 2008. 25 с.
152. Мауи А.А. Влияние предшественников на снижение вредоносности фузариозной гнили сахарной свеклы // Новости науки Казахстана. 2014. № 2 (120). С. 63-70.
153. Медведь Л.И. Проблемы гигиены в связи с применением пестицидов в сельском хозяйстве // Влияние ядохимикатов на внешнюю среду. Республиканская научно-технич. конф. по охране природы. Кишинев, 1972. С. 5-6.
154. Мелькумов Г.М. Церкоспороз – опасное заболевание культурных растений Центрального Черноземья // Агрэкологический вестник. Выпуск 8: Ч. II. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. С. 228–235.
155. Мельников Н.Н. Пестициды и окружающая среда. Гамма-изомер ГХЦГ// Химия в сельском хозяйстве. 1974. № 9. С.71-74.
156. Мельников Н.Н. Основные тенденции производства и применения инсектоакарицидов // Защита растений. 1978. №6. С.27-29.
157. Мельников Н.Н. Пестициды. Химия, технология и применение. М. : Химия, 1987. 712 с.

158. Мельников Н.Н., Волков А.И., Короткова О.А. Пестициды и окружающая среда. М. : Химия, 1977. 240 с.
159. Мельников Н.Н., Новожилов К.В., Белан С.Р. Пестициды и регуляторы роста растений: Справ. изд. М. : Химия, 1995. 576 с.
160. Методические рекомендации по учету и картированию засоренности посевов. Днепропетровск. 1987. 70 с.
161. Методические указания по определению тяжелых металлов в почве сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства. Издание 2-ое, переработанное и дополненное. М., ЦИНАО. 1992. 62 с.
162. Микроудобрения Микро АС и Пристимул [Электронный ресурс]. Агропродукт регион. URL: <http://microas.ru/taxonomy/term/2> (дата обращения 26.05.2020).
163. Минакова О.А., Александрова Л.В., Подвигина Т.Н. Сахаристость корнеплодов сахарной свеклы при различных погодных условиях в условиях стационарного опыта с удобрениями в ЦЧР // АгроФорум. 2020. № 2. С. 66-68.
164. Митина Н.П., Звягина Н.П., Шевелева В.И. Особенности применения гербицидов в посевах сахарной свеклы / Научное обеспечение агропромышленного производства : матер. Междунар. научно-практ. конф. 2014. С. 177-179.
165. Михайликова В.В., Стребкова Н.С., Пустовалова Е.А. Применение пестицидов и их действующих веществ в Российской Федерации / Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: матер. Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участ. Белгород : Принт, 2019. С. 84-88.
166. Мотузова Г.В., Безуглова О.С. Экологический мониторинг почв : учебник. М. : Академический проект, Гаудеамус, 2007. 237 с.
167. Муртазалиев С.М., Русу Л.С., Денисов Д.А. Влияние агропромышленного комплекса на окружающую среду

- / Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения. Матер. Междунар. научно-практ. конф. 2019. С. 188-192.
168. Нанаенко А.К. Свёкла и сорняки // Сахар. 2011. № 8. С. 21-23.
169. Нетрусов А.И. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студентов. М.: Академия, 2005. 603 с.
170. Новиков В.А., Губанов Н.С. Атлас-определитель высших растений. М.: Наука, 1991. 325 с.
171. Нужная Н.А. Особенности пищевого режима черноземных почв при различных уровнях использования гербицидов в севообороте / Проблемы и перспективы развития сельского хозяйства юга России : Матер. Всеросс. научно-практ. конфер. (с междунар. участ.). Майкоп : Качество, 2018. С. 130-131.
172. Нужная Н.А. Применение гербицидов в севообороте / Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: матер. Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участием Белгород : Принт, 2019. С. 349-353.
173. Оказова З.П., Басиев В.А. Оценка экологической безопасности применения гербицидов // Вестник Северо-Осетинского отдела Русского географического общества. 2010. № 13. С. 52-55.
174. Омаров А.Н. Исследование процессов совмещения механических и химических способов обработки посевов свеклы // Наука в центральной России. 2016. № 3 (21). С. 54-61.
175. Овчинникова М. Ф. Химия гербицидов в почве. М.: МГУ, 1987. 109 с.
176. О производстве сахара в России. Итоги за 2019 год [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ab-centre.ru/news/o-proizvodstve-sahara-v-rossii-itogi-za-2019-god> (дата обращения 04.05.2020).
177. Осмоловский Г.Е., Бондаренко Н.В. Энтомоголия. Л.: Колос, 1980. 358 с.

178. Охрана окружающей среды [Электронный ресурс]. Studbook.net. URL: https://studbooks.net/1137393/agropromyshlennost/ohrana_okruzhayuschey_sredy (дата обращения 2.05.2020).
179. Палий В.Ф. Жуки листоеды / Свекловодство. Т. 3. 2-е изд., перераб. и доп. Киев : Гос. изд-во с.-х. литературы, 1959. С. 155-169.
180. Палий В.Ф. Фауна вредных земляных блошек. Фрунзе : Изд-во Акад. наук Киргиз. ССР, 1961. 100 с.
181. Пересыпкин В.Ф., Пожар З.А. и др. Болезни технических культур. Под ред. В.Ф. Пересыпкина. М. : Агропромиздат, 1986. 317 с.
182. Перспективная ресурсосберегающая технология производства сахарной свеклы: методические рекомендации. М. : ФГНУ Росинформагротех, 2008. 56 с.
183. Пестициды [Электронный ресурс] Справочник Пестициды.ru. URL: <https://www.pesticity.ru/pesticides> (дата обращения 09.05.2020).
184. Пестициды против мучнистой росы на сахарной свекле [Электронный ресурс] RuPest.ru. URL: <http://rupest.ru/primenenie/saharnaya-svekla/muchnistaya-rosa/page3/spisok-pestitsidov.html> (дата обращения 09.05.2020).
185. Пестициды химическая стойкость [Электронный ресурс]. Экология. Справочник. URL: <https://ru-ecology.info/term/77518/> (дата обращения 07.10.2021).
186. Петров В.А., Зубенко В.Ф. Свекловодство. М. : Агропромиздат, 1991. 191 с.
187. Петруха О.И. Вредители сахарной свеклы. Руководство по борьбе с вредителями и болезнями сахарной свеклы. Под ред. Е.В. Гачинского. М. : изд-во Министерства сельского хозяйства СССР, 1956. 96 с.
188. Петруха О.И., Пожар З.А., Шевченко В.Н. Защита сахарной свеклы // Защита растений. 1982. №6. С. 23-26.

189. Подъелец Т.А., Лазарев В.И. Способ повышения устойчивости посевов сахарной свеклы к фитотоксичному воздействию гербицидов / Патент на изобретение RUS № 2577106. Заявка № 2014119085/10 от 12.05.2014. Оpubл. 10.03.2016.
190. Пожар З.А. Основы сочетания агротехнического, химического и биологического методов борьбы с корнеедом сахарной свеклы : дисс. ... доктора сельскохозяйственных наук. Киев, 1974.
191. Полевщиков С.И. Влияние возделывания сахарной свеклы на плодородие выщелоченных черноземов Тамбовской области. Мичуринск : Мич-Гау, 2002. 113 с.
192. Полевые культуры. Сахарная свекла. [Электронный ресурс] Global Seeds. URL: <https://globalseeds.ru/ru/polevie-kulturi/sah-svek> (дата обращения 20.05.2020).
193. Полидон био Свекла. Линейка жидких органоминеральных удобрений [Электронный ресурс] ПОЛИДОН Агро. URL: <https://www.polydonagro.com/products/beet> (дата обращения 26.05.2020).
194. Полтавский А.Н. Оптимизация защиты растений, как способ охраны окружающей среды / Актуальные проблемы биологии и экологии : Матер. Междунар. научно-практ. конф. 2019. С. 193-198.
195. Пономарев С.В. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от послевсходового применения Дуала Голд в комбинации с другими гербицидами : автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Рамонь, 2010.
196. Попова Л.И. Зримые результаты кропотливой работы // Защита и карантин растений. 2013. № 8. С. 3-5.
197. Попова И.В. Болезни сахарной свеклы / Распространение вредителей и болезней сельскохозяйственных культур в РСФСР в 1967 и прогноз их появления в 1968 году. М. : Россельхозиздат, 1968. С. 94-96.
198. Почвенный очерк ПСК «Правда» Терновского района Воронежской области, 1989. 52 с.

199. Привалов Ф.И., Сорока С.В., Сорочинский Л.В. Защита растений в Белоруссии: сегодня и завтра // Защита и карантин растений. 2008. № 2. С. 6-9.
200. Природоохранная защита сахарной свеклы от вредителей, болезней и сорняков с помощью химических средств [Электронный ресурс] Studbook.net. URL: <https://studbooks.net/1137386/agropromyshlennost/vvedenie> (дата обращения 12.05.2020).
201. Пучков В. Г. Главнейшие клопы-слепняки – вредители сельскохозяйственных культур. Киев : Наукова думка, 1966. 172 с.
202. Расчёт экологической нагрузки используемых химических средств защиты растений [Электронный ресурс] // findOut. URL: <https://findout.su/6x29290.html> (дата обращения 19.06.2020).
203. Россия: о ситуации на рынке сахара за период с 20 – 24 июля 2020 года [Электронный ресурс] Минсельхоз. URL: <http://sugar.ru/node/32282> (дата обращения: 18.08.2020).
204. Рябчинский А.В. Вредители сахарной свеклы // Защита и карантин растений. 2004. № 2. С. 30-34.
205. Рябчинский А.В., Рукин В.Ф. Устойчивость вредителей к препаратам на основе карбофурана возрастает // Защита и карантин растений. №9. 2007. С. 35-36.
206. Саблук В.Т., Аниенко О.Н. Проволочники в посевах сахарной свеклы // Защита и карантин растений. 2008. № 4. С. 27-28.
207. Саблук В.Т., Грищенко О.Н., Грищенко В.Н. Новые инсектициды для защиты сахарной свеклы // Защита и карантин растений. 2005. № 9. С.27.
208. Саблук В.Т., Грищенко О.Н., Смирных В.М. Оптимизация применения инсектицидов – основа саморегуляции насекомых в агроценозах сахарной свеклы // Защита и карантин растений. 2018. № 4. С. 14-16.
209. Саблук В.Т., Запольская Н.Н., Калатур Е.А. Предупредительные меры

- против вредителей и болезней сахарной свеклы // Защита и карантин растений. 2009. № 5. С. 58-59.
210. Саблук В.Т., Пшеничук Р.Ф. Токсикация всходов сахарной свеклы // Защита и карантин растений. 1997. №11. С. 21-23.
211. Саблук В.Т., Эрмантраут Э.Р., Смирных В.М. Защита всходов сахарной свеклы // Защита и карантин растений. 2004. № 2. С. 26-28.
212. Пестициды – токсичный удар по биосфере и человеку [Электронный ресурс] Сайт Федорова Льва Александровича. <http://levfedorov.ru/pest-8-3-2/> (дата обращения 02.09.2020).
213. Путилина Л.Н., Дворянкин Е.А., Апасов И.В., Смирнов М.А. Свеклосахарный комплекс России: состояние и направления развития // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 2 (72). С. 180-190.
214. Салунская Н.И. Пятнистость листьев, или церкоспороз / Свекловодство. Т.3. 2-е изд., перераб. и доп. Киев : Гос. изд-во с.-х. литературы. 1959. С. 413-431.
215. Симонов Г.П., Тен А.Г., Мишин А.Б. и др. Практическое руководство по индустриальной технологии возделывания сахарной свеклы. Барнаул : РИО. 1987. 40 с.
216. Смирнов К.С. Чем опасен церкоспороз и как с ним бороться // Сахарная свекла. 2005. № 5. С. 14-15.
217. Санин С.С. Проблемы фитосанитарии России на современном этапе // Защита и карантин растений. 2016. № 4. С. 3-6.
218. Санин С.С. Проблемы фитосанитарии России на современном этапе // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2016. № 6. С. 45-55.
219. Сахарная свекла : Основы агротехники. Под ред. В.Ф. Зубенко. Киев : Урожай, 1979 414 с.

220. Свекловичная блошка. Щелково Агрохим. [Электронный ресурс]. https://betaren.ru/bolezni_vrediteli/svekla/sveklovichnaya_bloshka/ (Дата обращения 05.05.2020).
221. Свекловичный клоп. Avgust. [Электронный ресурс]. <https://www.avgust.com/atlas/v/detail.php?id=2148> (дата обращения 12.05.2020).
222. Серый свекловичный долгоносик [Электронный ресурс] Пестициды.ru. URL: http://www.pesticide.ru/Долгоносик_свекловичный_серый (дата обращения 12.05.2020).
223. Селиванова Г.А. Сосудистый бактериоз – проблема свекловодства в ЦЧР // Защита и карантин растений. 2017. № 6. С. 28-30.
224. Сельское хозяйство. Воронежская область [Электронный ресурс] Википедия. Свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Воронежская_область#Сельское_хозяйство (дата обращения 20.05.2020).
225. Семеренко С.А. Экология и защита растений // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. 2015. № 4 (164). С. 103-137.
226. Система ведения сельского хозяйства Центрально-Черноземной зоны. Воронеж / Адерихин П. Г., Бельских Н. Н., Гомозов Д. Г. и др. / Воронеж: Центрально-Черноземное кн. изд-во, 1976. 438 с.
227. Система ведения агропромышленного производства Воронежской области до 2010 года. Под общ. ред. И. Ф. Хицкова. Воронеж : Центр духовного возрождения Черноземного края, 2005. 462 с.
228. Система земледелия и землеустройства ПСК «Правда» Терновского района Воронежской области. Воронеж, 1994. 72 с.
229. Слепняки. [Электронный ресурс] Академик. URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/1439760> (дата обращения 02.05.2020).

230. Сметник А. А., Спиридонов Ю. Я., Шеин Е. В. Миграция пестицидов в почвах. М. : РАСХН-ВНИИФ, 2005. 327 с.
231. Список пестицидов и агрохимикатов разрешённых к применению на территории Российской Федерации. 2013 г. // Приложение к журналу «Защита и карантин растений». 2013. №6. 370 с.
232. Пестициды [Электронный ресурс] Справочник Пестициды.ru. URL: <https://www.pesticide.ru> (дата обращения 02-10.05.2021).
233. Соколов М.С. Современное состояние и возможный прогноз применения пестицидов в растениеводстве СССР к 2000 году // Реферативный журнал "Защита растений". 1972. № 7. С.1.
234. Соколов М.С., Санин С.С., Долженко В.И., Спиридонов Ю.Я., Глинушкин А.П., Каракотов С.Д., Надыкта В.Д. Концепция фундаментально-прикладных исследований защиты растений и урожая // Агрохимия. 2017. № 4. С. 3-9.
235. Спыну Е.И., Иванова Л.Н., Чайка Ю.Г. Системный подход к регламентации пестицидов // Современные проблемы токсикологии. 2007. №1. С. 16-18.
236. Спиридонов Ю.Я. К вопросу о последствии сульфаниламочевинных препаратов в почвах РФ и пути снижения их отрицательного действия на культурные растения // Вестник защиты растений. 2009. № 3. С. 10-19.
237. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Гербициды и окружающая среда // Агрохимия. 2000. №1. С.37-41.
238. Спиридонов Ю.Я., Жемчужин С.Г. Современные проблемы изучения гербицидов (2006-2008 гг.) // Агрохимия. – 2010. - №7. – С.73-91.
239. Средства защиты растений. Группа компаний Сингента. Пятое изд. Май, 2007. 180 с.
240. Стогниенко О.И. Микофлора корнееда // Сахарная свекла. 2005. № 6. С. 35.

241. Стогниенко О.И. Ризоктониоз сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2014. № 1. С. 18-20.
242. Стогниенко О.И. Болезни сахарной свеклы в ЦЧР И возможности селекции на устойчивость к ним // Защита и карантин растений. 2019. № 11. С. 18-23.
243. Стогниенко О.И., Воронцова А.И., Стогниенко Е.С. Роль абиотических и биотических факторов в патологическом процессе и формировании комплекса возбудителей увядания сахарной свеклы // Защита и карантин растений. 2017. № 4. С. 42-44.
244. Стогниенко О.И., Мелькумова Е.А. Церкоспороз сахарной свеклы в Центрально-Черноземном регионе // Защита и карантин растений. 2007. №8. С. 30-33
245. Стогниенко Е.С., Мелькумова Е.А., Стогниенко О.И. Сопряженные болезни сахарной свёклы и других сельскохозяйственных культур / Инновационные решения молодых ученых в аграрной науке : матер. Веросс. научно-практ. конф. 2019. С. 233-237.
246. Стогниенко О.И., Стогниенко Е.С. Влияние внутрискелевых вредителей на болезни сахарной свеклы // Сахарная свекла. 2015. № 1. С. 26-32.
247. Стогниенко О.И., Стогниенко Е.С. Стратегии защиты сахарной свеклы в коротко-ротационном севообороте в соответствии со стратегиями почвенного микоценоза / Защита растений от вредных организмов : матер. IX междунар. научно-практ. конф. 2019. С. 267-268.
248. Сумская М.А., Грибанова Н.П., Бартенев И.И., Гаврин Д.С., Манаенкова Е.Н. Влияние состава дражировочной массы семян на динамику численности микрофлоры почвы в свекловичном агроценозе / Динамика показателей плодородия почв и комплекс мер по их регулированию при длительном применении систем удобрения в разных

- почвенно-климатических зонах. Матер. Междунар. науч. конф. 2018. С. 131-135.
249. Сумская М.А., Грибанова Н.П., Кислинская Т.М., Пивоваров В.С., Кислинская Е.Г., Нечаева О.М. Снижение токсичной нагрузки на почву при дражировании семян сахарной свеклы / Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : сб. науч. трудов. 2017. С. 246-249.
250. Сычев В.Г. Перспективы использования новых агрохимикатов в современных агротехнологиях // Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур : матер. докл. участников 10-й научно-практ. конф. М. : ВНИИА, 2018. С. 3-6.
251. Сычев В.Г., Рухович О.В., Беличенко М.В. Географическая сеть опытов с удобрениями (состояние, перспективы и современные вызовы) / Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013-2020 гг. : Матер. Всеросс. Коорд. совещ. научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями. М. : ВНИИА, 2018. С. 4-11.
252. Терновский муниципальный район [Электронный ресурс] Воронежская область. Официальный портал органов власти. URL: <https://www.govvrn.ru/municipalnoe-obrazovanie/-/~id/860705> (дата обращения 26.05.2020).
253. Татур И.С., Чечеткин Ю.М., Мелентьева С.А., Гайтюкевич С.Н. Свекловодство республики Беларусь // Защита и карантин растений. 2016. № 7. С. 21-28.
254. Терешкова Л.П. Актуальные вопросы гигиены и токсикологии пестицидов и агрохимикатов / Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур

- Материалы докладов участников 10-й научно-практической конференции / Под редакцией В.Г. Сычева. 2018. М. : ВНИИА. С. 213-215.
255. Титов В.Н. Интегрированная защита сахарной свёклы от сорной растительности : автор. дисс. ... канд. с.-х. наук. Рамонь, 2008.
256. Тишлер, В. Сельскохозяйственная экология. Пер. с нем. канд. биол. наук Б. Р. Стригановой и В. А. Турчаниновой. Москва : Колос, 1971. 455 с.
257. Трофимова Т.А. Засоренность посевов сельскохозяйственных культур // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2010. № 3 (26). С. 10-13.
258. Трофимова Т.А., Коржов С.И. Изменение биологической активности чернозема типичного при применении химических средств защиты растений / Биологизация земледелия: перспективы и реальные возможности: матер. междунар. научно-практ. конф. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2019. С. 30-35.
259. Турищева Н.А. Защита всходов сахарной свеклы от вредителей. Общие вопросы защиты растений. Остаточные количества пестицидов. Энтомология. Ч. 1. Вильнюс. 1989. С. 76-77.
260. Турук Е.В. Распространение болезней корневой системы сахарной свеклы и их вредоносность // Земледелие и селекция в Беларуси. 2015. № 51. С. 171-183.
261. Тютюнов С.И., Доманов Н.М., Ибадуллаев К.Б., Солнцев П.И., Закараев А.С. Агрэкономическая эффективность технологий различной степени интенсификации // Достижения науки и техники АПК. 2012. № 9. С. 7-9.
262. Тютюнов С.И., Шаповалов Н.К., Солнцев П.И. Эффективность интенсификации агротехнологий возделывания сахарной свёклы // Сахарная свёкла. 2014. № 9. С. 36–37.
263. Тютюнов С.И., Солнцев П.И. Оценка влияния комплексного применения удобрений и средств защиты растений на урожайность

- сахарной свеклы / Перспективы использования инновационных форм удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур : матер. докл. участников 10-й научно-практической конференции. М. : ВНИИА, 2018. С. 223-225.
264. Тютюнов С.И., Солнцев П.И., Хорошилова Ю.В., Емец М.В., Горохова Ж.Ю., Головина Е.П. Комплексное применение средств химизации – главный фактор увеличения продуктивности культур / Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производств а: матер. Всеросс. научно-практ. конф. с междунар. участием Белгород : Принт, 2019. С. 114-124.
265. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микроколичеств пестицидов. М. : МЗ СССР, 1980. 46 с.
266. Усенко В.И., Усенко С.В., Гаркуша А.А. Эффективность азотных удобрений в длительном опыте с пшеницей, возделываемой по различным предшественникам, уровням защиты растений и обработкам почвы в условиях Алтайского Приобья / Итоги выполнения программы фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013-2020 гг. : Матер. Всеросс. коорд. совещ. научных учреждений-участников Географической сети опытов с удобрениями. М. : ВНИИА, 2018. С. 319-327.
267. Учет и мониторинг болезней растений [Электронный ресурс] AgroFlora.ru. URL: <https://agroflora.ru/uchet-i-monitoring-boleznej-rastenij/> (дата обращения 21.05.2020).
268. Фадеев Ю.Н. Проблемы безопасного применения средств защиты растений / Повышение эффективности применения химических средств защиты сельскохозяйственных культур и охрана окружающей среды : Тез. докл. Всесоюз. совещ. М., 1979, с.1-2.

269. Федоренко В.П., Ретьман С.В. Задействовать весь комплекс защитных мероприятий // Защита и карантин растений. 2009. № 4. С. 49-50.
270. Федоренко В.П., Юрченко С.Ф. Свекловичные долгоносики // Сахарная свекла. 1997. №2. С. 11.
271. Фирсов В.Ф., Айдамиров Т.З. Способ защиты сахарной свеклы от вредителей и болезней / Патент на изобретение RU 2297750 С2, 27.04.2007. Заявка № 2005115942/12 от 25.05.2005.
272. Фирсов В.Ф., Медведев С.В. Мелиоранты повышают продуктивность сахарной свеклы // Агро XXI. 2002. №7-12. С. 108-110.
273. Фунгициды [Электронный ресурс] Пестициды. Ru. URL: <http://www.pesticity.ru/dictionary/fungicide> (дата обращения 2.05.2020).
274. Халилов Б.Б., Ибрагимов Д.Э. Вредители сахарной свеклы и меры борьбы с ними // Сахар. 2010. № 7. С. 31.
275. Центрально-Черноземный экономический район [Электронный ресурс] Википедия. Свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Центрально-Чернозёмный_экономический_район (дата обращения 02.05.2020).
276. Цыганкова Е.В. Фузариозная желтуха - новое экономически значимое заболевание сахарной свеклы // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 1. С. 33.
277. Цыганов А.А. Техногенные системы и экологический риск. Тверь, ТвГУ, 2014. 167 с.
278. Ченкин А. Ф., Захаренко В. А., Гончаров Н. Р. Справочник агронома по защите растений. М.: Агропромиздат, 1990. 367 с.
279. Ченкин А.Ф., Захаренко В.А., Белозерова Г.С. и др. Фитосанитарная диагностика. М. : Колос, 1994. 323 с.
280. Черепухин Э.И. Тачигарен против корнееда // Сахарная свекла. 2000. №3. С.20.

281. Черепухин Э.И. Результаты испытаний тачигарена в полевых опытах ВНИИСС // Сахарная свекла. 2005. № 1. С. 20.
282. Чесалин Г.А. Сорные растения и борьба с ними М. : Колос, 1975. 186 с.
283. Четин А.Д., Бородин А.А., Чмелева Л.Е., Волков О.В. Борьба с сорными растениями на сахарной свекле // Защита и карантин растений. 2008. № 3. С. 45-46.
284. Чулкина В.А., Коняева Н.М., Кузнецова Т.Т. Борьба с болезнями сельскохозяйственных культур в Сибири / М. : Россельхозиздат. 1987. 252 с.
285. Чухина О.В, Токарева Н.В, Суров В.В. Влияние удобрений и гербицидов на оплату удобрений в севообороте Вологодской области / Динамика показателей плодородия почв и комплекс мер по их регулированию при длительном применении систем удобрения в разных почвенноклиматических зонах : Матер. Междунар. науч. конф. М. : ВНИИА, 2018. С. 195-202.
286. Шаповал О.А., Можарова И.П., Коршунов А.А. Регуляторы роста растений в агротехнологиях // Защита и карантин растений. 2014. № 6. С. 16-20.
287. Шашко Д.И. Агроклиматическое районирование СССР. М. : Колос, 1967. 335 с.
288. Шашко Д.И. Агроклиматические Ресурсы СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 247 с.
289. Шевченко И.М., Шевченко В.В. Влияние удобрения и обработки почвы на засоренность почвы и посевов озимой пшеницы / Агроэкологический вестник. Выпуск 8: Междунар. сб. науч. трудов. Ч. II. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2017. С. 160-168.
290. Шендрик Р.Я. Корнеед свеклы и болезни корнеплодов сахарной свеклы и агротехнические меры по ограничению их развития в северной лесостепи Украины : дис. ... канд. биол. наук. Киев, 1993. 149 с.

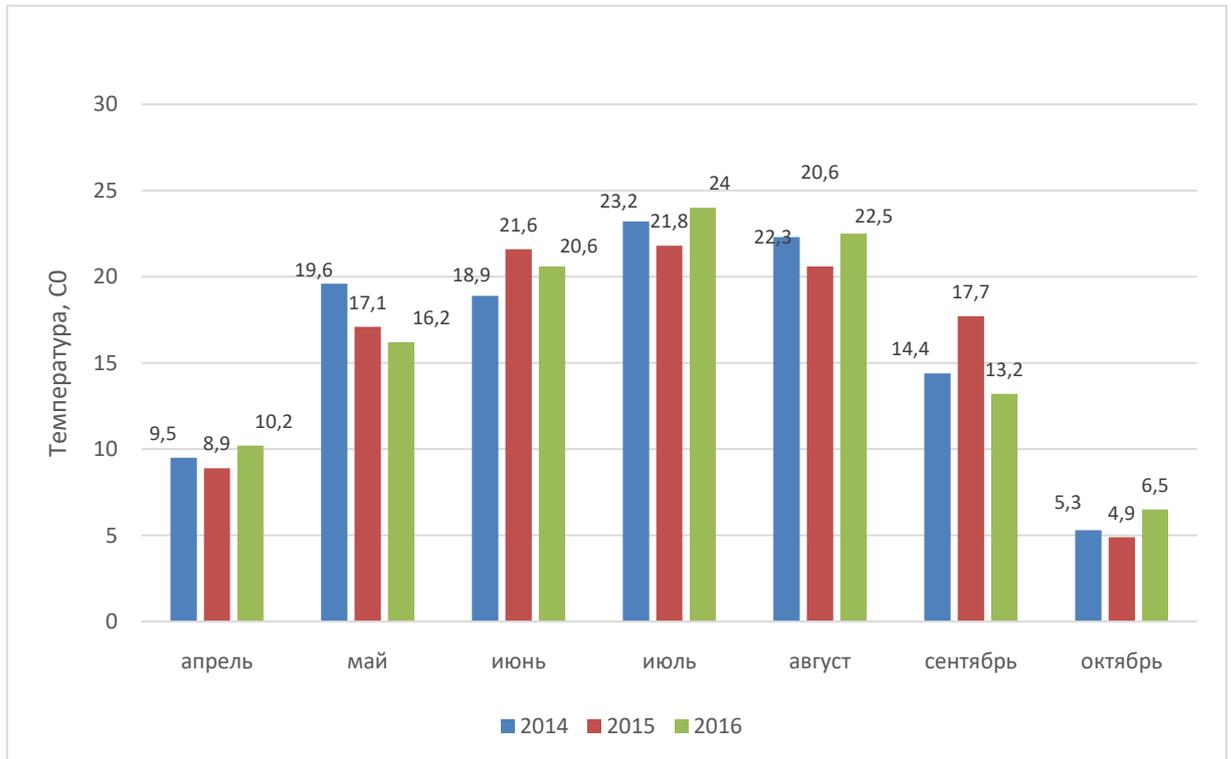
291. Шендрик Р.Я., Запольская Н.Н. Почвенная микобиота и корнеед сахарной свеклы // Защита и карантин растений. 1998. № 10. 25 с.
292. Шендрик Р.Я., Запольская Н.Н. Болезни свеклы // Сахарная свекла. 2000. № 4-5. С. 45-46.
293. Шпаар Д. Программа минимизации использования химических средств защиты растений в Германии // Защита и карантин растений. 2005. №5. С.16-17.
294. Юдина Е.М., Авилова Е.Ю., Калитко С.А., Юдин М.О. Технологии в растениеводстве / Учебное пособие. Краснодар : КубГАУ, 2015. 119 с.
295. Ямалеев А.М., Гарипова Г.Н., Багаутдинов Р.С., Ямалеева А.А. Экологизация защиты посевов яровой пшеницы от вредных организмов на южном Урале // Достижения науки и техники АПК. 2007. № 2. С. 10-11.
296. Ярощук М.С. Продуктивность сахарной свеклы в зависимости от применения средств защиты растений в сочетании с лигногуматом Na и подкормками азотом. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова. Рамонь, 2014. 22 с.
297. Assessment of the toxicity of pesticide residues in food products / Food and Drug Organization of the United Nations, World Health Organization // FAO Meeting Report. Rome, 1964.
298. Bar F. Gefahr chemischer Pflanzenschutzmittel für die menschliche Gesundheit // Anz. Schadlingskunde. 1956. № 29. S. 85.
299. Brader L. Plant protection and production in modern society / Bull. OEPP. 1976. Vol.6. № 4. P. 249-263.
300. Bollag J.M., Lin E.Y. Degradation of sevin by soil microorganisms // Soil Biol. Bioch. 1974. V.5. P. 357-545.
301. Chisholm D., McPhee A.W., McEachern S.R. The effect of repeated use of

- pesticides on the soil // *Canad. J. Agric. Sci.* 1955. № 35. P. 433.
302. Clive A.I., Goring. Prospects, problems for the pesticide manufacturer // *Farm chemicals and Croplife*. 1976. Vol. 159. № 1.
303. Ebeling W. Analysis of the main processes including accumulation, elimination, resistance and effectiveness of pesticides // *Residue Rev.* 1963. № 3. P. 35.
304. Eichholtz F. Biologische Existenz von Menschen in einer hoch entwickelten Zivilisation. Vom Streite der Gelehrten Verlag Braun : Karlsruhe, 1959.
305. Durham W.F. Pesticide residues in food and their impact on human health // *Residue Rev.* 1963. № 4. P. 33.
306. Hargrove R., Merkle N. The loss of alachlor from soil // *Weed*. 1971. Vol. 19. № 6. P. 652-654.
307. Principles of ensuring safety for human health due to the presence of pesticide residues in food // *World Health Organization Techn. Rep.* 1962. Ser. 240.
308. Radenmacher B. Die Ernennung von Pestiziden und die Anforderungen an Sie // *Studium Generale*. 1958. № 11. S. 534.
309. Richter H. Perspektiven des Schutzes der Pflanzen // *Gesunde Pflanzen*. 1962. V. 14. № 2.
310. Sharma M. Activity and persistence of herbicides in the soil // *Agr. Bull. (Edmonton)*. 1977. № 3. P. 31-34.
311. Schulze J. et al. // *Chem. Ind.* 1985. Bd. 108. № 8. S. 455.
312. The pesticide manual: a world compendium. Editor, C.D.S. Tomlin. 2000. British Crop Protection Council in English. 12th ed. 1250 p.
313. Unterstenhofer G., Frehse H. Die Art der Aktion und die Bedeutung von systemischen Insektiziden // *Pflanzenschutz-Nachrichten*. 1963. № 16. 165 p.
314. Ware G. W. Pesticides. San Francisco : Freeman, 1982. 38 p.

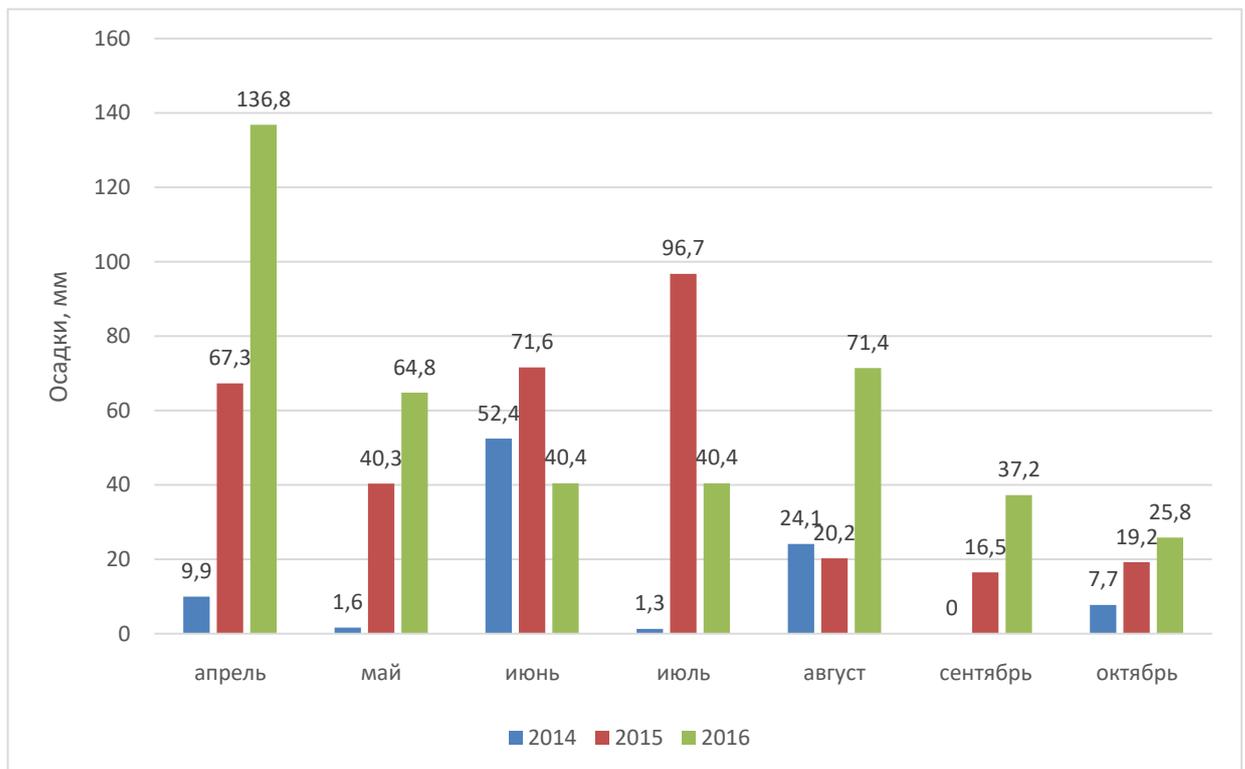
315. Williams J. Persistence of chlorfenvinphos in soils. // Pesticide Sc., 1975.
Vol. 6. № 5. P. 501-509.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А



Приложение Б



Приложение В

Среднегодовое гидротермическое количество (ГТК)

Месяц	ГТК	Месяц	ГТК
Апрель	2,4	Август	0,9
Май	1,0	Сентябрь	1,6
Июнь	1,1	Октябрь	5,6
Июль	1,1	За вегетационный период	2,0

Приложение Г

Гидротермическое количество (ГТК) за 2014-2016 гг.

Месяц	Годы			Среднегодовое ГТК
	2014	2015	2016	
Апрель	1,8	4,0	1,9	0,9
Май	0,7	0,75	2,6	1,6
Июнь	1,5	1,1	1,4	5,6
Июль	0,05	1,5	1,9	2,0
Август	0,55	0,33	2,1	2,4
Сентябрь	0,08	0,32	1,4	1,0
Октябрь	0,68	3,1	6,0	1,1
За вегетационный период	0,77	1,58	2,47	1,1

Приложение Д

Распространенность и развитие корнееда в 2014 году, %

Вариант	Р	Р
Схема № 4	3,67	1,33
Схема № 3	8,33	3,83
Схема № 2	9,67	4,75
Схема № 1	4,67	1,58
Контроль	17,3	9,83

Приложение Е

Распространенность и развитие корнееда в 2015 году, %

Вариант	Р	Р
Схема № 4	9,67	3,75
Схема № 3	14,7	5,92
Схема № 2	15,0	7,00
Схема № 1	17,7	8,75
Контроль	25,0	13,1

Приложение Ж

Распространенность и развитие корнееда в 2016 году, %

Вариант	Р	Р
Схема № 4	31,0	14,0
Схема № 3	42,0	21,4
Схема № 2	38,3	20,2
Схема № 1	40,7	19,9
Контроль	52,3	22,6

Приложение 3

Распространенность и развитие церкоспороза, 2014 г., %

Вариант	P	R
Схема № 4	11,1	25,4
Схема № 3	12,9	26,8
Схема № 2	13,2	25,8
Схема № 1	13,8	24,7
Контроль	16,2	57,0

Приложение И

Распространенность и развитие церкоспороза, 2015 г., %

Вариант	P	R
Схема № 4	10,2	20,3
Схема № 3	12,1	20,2
Схема № 2	12,2	23,4
Схема № 1	12,6	21,6
Контроль	15,8	24,1

Приложение К

Распространенность и развитие церкоспороза, 2016 г., %

Вариант	P	R
Схема № 4	14,1	62,9
Схема № 3	22,1	98,8
Схема № 2	17,6	94,2
Схема № 1	16,5	91,4
Контроль	28,3	96,2

Приложение Л

Вариант	Структура засоренности по видам сорняков	В том числе по степени засорения, % засоренной площади				
		очень слабая (до 5 шт/м ²)	слабая (6-15 шт/м ²)	средняя (16-50 шт/м ²)	сильная (51-100 шт/м ²)	очень сильная (>100 шт/м ²)
Схема № 1-4	Марь белая	100	0	0	0	0
	Подмаренник цепкий	100	0	0	0	0
	Щирица запрокинутая	100	0	0	0	0
	Осот полевой	100	0	0	0	0
	Редька дикая	100	0	0	0	0
	Гречиха татарская	100	0	0	0	0
	Щетинник зеленый	100	0	0	0	0
Контроль	Марь белая	84	13	3	0	0
	Подмаренник цепкий	82	18	0	0	0
	Щирица запрокинутая	80	14	6	0	0
	Осот полевой	98	2	0	0	0
	Редька дикая	38	62	0	0	0
	Гречиха татарская	40	60	0	0	0
	Щетинник зеленый	17	82	1	0	0

Приложение М

Урожайность корнеплодов в опыте с применением СЗР, т/га, 2014-2016 гг.

Вариант опыта	Годы		
	2014	2015	2016
Контроль	45,8	604	672
Схема № 1	49,0	664	700
Схема № 2	49,5	664	728
Схема № 3	48,1	683	753
Схема № 4	54,8	709	807
НСР ₀₅	2,56	3,15	3,29

Приложение Н

Урожайность листьев сахарной свеклы в опыте с применением СЗР, т/га, 2014-2016 гг.

Вариант опыта	Годы		
	2014	2015	2016
Контроль	12,4	16,9	19,5
Схема № 1	12,2	19,9	22,4
Схема № 2	12,9	19,9	24,7
Схема № 3	12,5	21,2	27,1
Схема № 4	13,7	22,0	27,4
НСР ₀₅	0,58	0,99	1,15

Приложение О

Сахаристость корнеплодов в опыте с применением СЗР, %, 2014-2016 гг.

Вариант опыта	Годы		
	2014	2015	2016
Контроль	17,1	16,9	16,7
Схема № 1	17,3	17,1	16,9
Схема № 2	17,3	17,2	17,1
Схема № 3	17,3	17,3	17,0
Схема № 4	17,2	17,0	16,8
НСР ₀₅	-	0,10	0,11

Биологический сбор сахара в опыте с применением СЗР, т/га, 2014-2016 гг.

Вариант опыта	Годы		
	2014	2015	2016
Контроль	7,83	10,20	11,2
Схема № 1	8,48	11,30	11,8
Схема № 2	8,56	11,40	12,4
Схема № 3	8,32	11,82	12,8
Схема № 4	9,43	12,05	13,6
НСР ₀₅	0,46	0,54	0,64