

УДК 633.63:632
Код ВАК 06.01.04; 06.01.07

DOI: 10.52463/22274227_2021_39_4

М.А. Мерзликин, О.А. Минакова, О.В. Гамуев, В.М. Вилков

БИОЛОГИЧЕСКИ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА ЗАЩИТЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЁМНОМ РАЙОНЕ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ САХАРНОЙ
СВЕКЛЫ И САХАРА ИМ. А.Л. МАЗЛУМОВА», ВОРОНЕЖ, РОССИЯ

M.A. Merzlikin, O.A. Minakova, O.V. Gamuev, V.M. Vilkov

BIOLOGICALLY AND ECOLOGICALLY EFFECTIVE PROTECTION SYSTEM OF SUGAR BEET IN THE CENTRAL BLACK-EARTH REGION

FEDERAL STATE BUDGETARY SCIENTIFIC INSTITUTION «THE A.L. MAZLUMOV ALL-RUSSIAN RESEARCH
INSTITUTE OF SUGAR BEET AND SUGAR», VORONEZH, RUSSIA

Максим Александрович Мерзликин
Maksim Aleksandrovich Merzlikin
merslikinmax@mail.ru

Ольга Александровна Минакова
Olga Aleksandrovna Minakova
доктор сельскохозяйственных наук
ORCID 0000-0003-4332-2547
Author ID 383841
olalmin2@rambler.ru

Олег Владимирович Гамуев
Oleg Vladimirovich Gamuev
кандидат сельскохозяйственных наук
Author ID 294739
89611802273@mail.ru

Василий Михайлович Вилков
Vasily Mihaylovich Vilkov
AuthorID 967362
olalmin2@rambler.ru

Аннотация. Защита сахарной свеклы от вредителей, болезней и сорняков является одним из основных элементов современной технологии ее возделывания, при этом необходимо уменьшение отрицательных последствий применения пестицидов, ведущих к нарушению агроэкосистемы. **Цель исследований** – установить биологическую и экологическую эффективность применения пестицидов на сахарной свекле в условиях Центрально-Черноземного района (ЦЧР). **Методика.** В опыте изучались контроль (без обработок) и четыре схемы применения пестицидов: № 1 – гербицид Бетанал Эксперт ОФ + фунгициды Альбит, Фалькон, № 2 – гербицид Бифор 22 + фунгициды Альбит, Фалькон, № 3 – двух- и трехкомпонентные гербициды бетанальной группы + фунгицид Фолиант, № 4 – гербициды на основе метамитрона + фунгициды Беномил 500, Алькор, Альбит, Терапевт Про. Во всех вариантах, кроме контроля, также присутствовали граминциды. **Результаты.** Наибольшее снижение заболеваемости корнеедом и церкоспорозом обеспечивало применение в схеме защиты растений фунгицида Беномил 500. Биологическая эффективность на уровне 95% и выше в отношении двудольных сорняков обеспечивалась применением гербицидов по схемам № 3 (смеси двух- и трехкомпонентных гербицидов бетанальной группы) и № 4 (гербициды на основе метамитрона). Эти же схемы обеспечивали наиболее высокий коэффициент продуктивности фотосинтеза сахарной свеклы в предуборочный период, а схема № 4 – в период активной вегетации. Наибольшая урожайность корнеплодов (68,8 т/га) отмечалась при действии комплекса пестицидов и микроудобрений, входящих в схему № 4, что на 19,0 и 11,3% выше контроля и эталона соответственно. Сбор сахара с 1 га посевов был наиболее высоким при действии схем № 3 и № 4, а сахаристость корнеплодов не имела существенных различий на всех экспериментальных вариантах, но была на 0,3% выше, чем в контроле. Пестициды и их концентрации, входящие в схемы защиты № 1, № 2 и № 4, имели экологическую нагрузку менее 100 усл. ед. и были наиболее экологически безопасными. **Научная новизна.** Выявлено, что схема защиты

сахарной свеклы, включающая применение гербицидов на основе метамитрона, фунгицидов Беномил 500, Альбит, ТПС, Алькор, КС и Терапевт Про, КС, инсектицида Имидор, ВРК и микроудобрения Полидон Био Свекла, была наиболее эффективной в условиях лесостепи ЦЧР, что обеспечивало защиту культуры от болезней и сорняков, а также высокую продуктивность 1 га посевов (сбор сахара 10,7 т).

Ключевые слова: сахарная свекла, защита растений, сорняки, корнеед, церкоспороз, биологическая эффективность, урожайность, экологическая нагрузка.

Abstract. Sugar beet protection from pests, diseases and weeds is one of the main elements of modern technology of its cultivation. In addition, it is necessary to reduce negative consequences of pesticide application for agro-ecosystem. **Aim of the studies** is to determine biological and ecological effectiveness of pesticide using sugar beet under conditions of the Central Black-Earth Region. **Methods.** In the experiment, control (without treatment) and 4 schemes to apply pesticides (No. 1 – herbicide Betanal Expert OF + the fungicides: Albit, Falcon; No. 2 – herbicide Bifor 22 + the fungicides: Albit, Falcon; No. 3 – two- and three-component herbicides of Betanal group + the insecticide: Foliant, No. 4 – herbicides on the basis of metamitron + the fungicides: Benomil 500, Alkor, Albit, and Terapevt Pro) were studied. Graminicides were also present in all the variants except control. **Results.** Use of Benomil 500 fungicide in plant protection scheme provided the greatest decrease of black leg and cercosporosis incidence. Biological efficiency at the level of 95% and more regarding dicotyledonous weeds was ensured by application of the herbicides according the schemes No. 3 (mixtures of two- and three-component herbicides of Betanal group) and No. 4 (herbicides on the basis of metamitron). The same schemes provided the greatest coefficient of sugar beet photosynthesis productivity during pre-harvesting period; and, the scheme No. 4 had a similar effect during the active vegetation period. The highest yield of beet roots (68.8 t/ha) was noted when influenced by complex of the

pesticides and microfertilizers included in the scheme No. 4, that was by 19.0 and 11.3% more than in the control and standard, accordingly. Sugar yield per 1 ha of area under the crop was the highest under influence of the schemes No. 3 and 4, and sugar content of beet roots had no essential differences on all the experiment variants, but was by 0.3% more than in the control. The pesticides included in the protection schemes No. 1, 2 and 4 and their concentrations had an ecological load less than 100 conventional units and were the most ecologically safe. **Scientific novelty.** It was revealed that the sugar beet protection

Введение. Сахарная свекла относится к важнейшим сельскохозяйственным культурам, дающим сырье для промышленного производства сахара и других видов продукции [1]. Одним из основных элементов современной технологии ее выращивания является защита посевов от фитопатогенов, фитофагов и сорной растительности [2, 3]. Защита сахарной свеклы от вредителей, болезней и сорняков даёт возможность предотвратить потерю 25-30% ее урожая [4].

Производство сахарной свеклы является наиболее пестицидоёмким, а в последние годы в свекловодстве России наблюдается настоящий бум применения химических средств защиты растений [5].

В Центральной части РФ имеется широкий спектр вредоносных сорных растений (однолетние двудольные: подмаренник цепкий, ромашка непахучая, пастушья сумка, василек синий, живокость полевая, ярутка полевая, звездчатка средняя, фиалка полевая, пикульники, горцы, марь белая; многолетние корнеотпрысковые: осот полевой, бодяк полевой, вьюнок полевой; однолетние злаковые: овсюг, метлица полевая, куриное просо, щетинники) [6]. Интегрированная борьба с ними требует применения большого арсенала гербицидов различных групп [7].

Использование химических средств защиты растений является необходимым фактором получения высокого и качественного урожая сахарной свеклы [8, 9, 10]. Вместе с тем, являясь биологически высокоактивными соединениями, пестициды могут представлять также реальную опасность для окружающей природной среды (в том числе и для микробиологической активности почвы) и здоровья людей [2, 11, 12, 13, 14]. Поэтому целью применения пестицидов должно быть не только получение высокой урожайности культуры, но и уменьшение отрицательных последствий для агроэкосистемы в целом [15, 16]. Оптимизация применения пестицидов снижает токсическую нагрузку на сельскохозяйственные культуры, одновременно уменьшаются риски переноса ксенобиотиков в окружающие природ-

ные экосистемы [17].

scheme including application of the metamitron-based herbicides, the Benomil 500, Alkor, Albit, and Terapevt Pro fungicides, KS, the Imidor insecticide, VRK, and the microfertilizer of Polidon Bio Svyokla was the most effective under conditions of the Central Black-Earth Region that ensured the crop protection from diseases and weeds as well as high productivity per 1 ha of area under the crop (sugar yield 10.7 t).

Keywords: sugar beet, plant protection, weeds, black leg, cercosporosis, biological efficiency, yield, ecological load.

Средства защиты растений от вредных организмов являются стрессовыми факторами воздействия на культурные растения [18], вследствие этого дополнительное поступление элементов питания и биологически активных веществ с некорневыми подкормками оказывает стресс-протекторный эффект [19]. Применение биологических препаратов является элементом интегрированной технологии защиты посевов [20].

Вследствие вышеизложенного, исследования по совершенствованию схем применения химических средств защиты сахарной свеклы и оценке их влияния на агроценоз в условиях одного из ведущих ее производителей – Центрально-Черноземного района РФ – являются особенно актуальными.

Цель исследований – установить биологическую и экологическую эффективность применения пестицидов на сахарной свекле в условиях ЦЧР.

Задачи исследования:

1. Установить эффективность применения эталонных и новых схем пестицидов на развитие и распространение болезней сахарной свеклы.

2. Выявить биологическую эффективность применения средств защиты растений на основные виды сорных растений в свекловичном агроценозе.

3. Изучить влияние пестицидов на основные показатели продуктивности сахарной свеклы.

4. Определить наиболее экологически безопасные схемы применения средств защиты растений в условиях юго-востока ЦЧР.

Методика. Исследования проводились в лесостепи Центрально-Черноземного района в ПСК «Правда» Терновского района Воронежской области в 2014-2016 гг. Высевался гибрид «Полонез» N-Z типа селекции СПК «Auroga» (Италия). Гербицидами обрабатывалась площадь 4,8 га (участок 48 x 1000 м). Опыт заложен в 3 повторностях, расположение вариантов – систематическое. Опрыскивание посевов пестицидами осуществляли с помощью опрыскивателя

Таблица 1 – Схемы защиты сахарной свеклы от вредных организмов

№ схемы	1 обработка	2 обработка	3 обработка	4 обработка
Контроль (без применения пестицидов)				
1	Гербициды: Бетанал Эксперт ОФ, КЭ (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумизат, 112 г/л) – 1,5 л/га, Карибу, СП (трифлусульфурон-метил, 500 г/кг) – 0,03л/га Инсектициды: Шарпей, МЭ (циперметрин, 250 г/л) – 0,15 л/га Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га	Гербициды: Бетанал 22, КЭ (десмедифам, 160 г/л + фенмедифам, 160 г/л) – 1,5 л/га, Лонтрел Гранд, ВДГ (клопиралид, 750 г/кг) – 0,06 кг/га, Селект, КЭ (клетодим, 120 г/л) – 1 л/га, Карибу, СП (трифлусульфурон-метил, 500 г/кг) – 0,03 л/га, Микроудобрения: Микро АС – 2 л/га	Гербициды: Селект, КЭ (клетодим, 120 г/л) – 1 л/га, Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га Микроудобрения: Микро АС – 2 л/га	Фунгицид: Фалькон, КЭ (спироксамин, 250 г/л + тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л) – 0,6 л/га, Микроудобрения: Микро АС – 2л/га
2	Гербициды: Бифор Прогресс, ВСК (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумизат, 112 г/л) – 3 л/га, Кари-Макс, СП (трифлусульфурон-метил, 500 г/кг) – 0,03 л/га, Инсектициды: Шарпей, МЭ (циперметрин, 250 г/л) – 0,15 л/га. Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га	Гербициды: Бифор Прогресс, ВСК (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумизат, 112 г/л) – 1 л/га, Агрон Гранд, ВДГ (клопиралид, 750 г/кг) – 0,06 л/га, Кари-Макс, СП (трифлусульфурон-метил, 500 г/кг) – 0,03 л/га, Микроудобрения: Биостим Свекла – 1 л/га	Гербициды: Центурион, КЭ (клетодим, 240 г/л) – 0,2 л/га, Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3 л/га Микроудобрения: Биостим Свекла – 1 л/га	Фунгициды: Фалькон, КЭ (спироксамин, 250 г/л + тебуконазол, 167 г/л + триадименол, 43 г/л) – 0,6 л/га, Микроудобрения: Биостим Свекла – 1 л/га
3	Гербициды: Триумф, КЭ (десмедифам, 71 г/л + фенмедифам, 91 г/л + этофумизат, 112 г/л) – 3 л/га, Арбитр, СП (трифлусульфурон-метил 500 г/кг) – 0,03 л/га Инсектициды: Хлорпирифос, КЭ (хлорпирифос, 480 г/л) – 2л/га Фунгициды: Фолиант, КЭ (тебуконазол, 125 г/л + триамедифон, 100 г/л) – 0,6 л/га	Гербициды: Секира, КЭ (десмедифам, 80 г/л + фенмедифам, 80 г/л) – 4 л/га, Эльф, КЭ (клопиралид – 50 г/л) – 0,2 л/га, Квикстеп, МКЭ (галоксифоп-Р-метил, 80 г/л + клетодим, 130 г/л) – 0,4 л/га, Арбитр, СП (трифлусульфурон-метил 500 г/кг) – 0,03л/га Фунгициды: Фолиант, КЭ (тебуконазол, 125 г/л + триамедифон, 100 г/л) – 0,6 л/га	Гербициды: Миура, КЭ (хизалофоп-П-этил, 125 г/л) – 0,8 л/га Фунгициды: Фолиант, КЭ (тебуконазол, 125 г/л + триамедифон, 100 г/л) – 0,6 л/га Микроудобрения: Борошанс – 0,5 л/га	Фунгициды: Фолиант, КЭ (тебуконазол, 125 г/л + триамедифон, 100 г/л) – 0,6 л/га Микроудобрения: Борошанс – 0,5 л/га
4	Гербициды: Голтикс, КС (метамитрон, 700 г/л) – 2л/га Инсектициды: Имидор, ВРК (имидаклоприд, 200 г/л) – 0,2 л/га Фунгициды: Беномил 500, СП (фундазол, 500 мг/кг) – 0,6 л/га	Гербициды: Метамир, ВДГ (метамитрон, 700 г/л) – 1,5л/га Фунгициды: Альбит, ТПС – 0,3л/га	Гербициды: Метамир, ВДГ (метамитрон, 700 г/л) – 1,5 л/га, Центурион, КЭ (клетодим, 240 г/л) – 0,8 л/га Фунгициды: Алькор, КС (ципроконазол, 400 г/л) – 0,15 л/га Микроудобрения: Полидон Био Свекла – 0,5 л/га	Фунгициды: Терапевт Про, КС (дифеконазол, 80 г/л + крезоксим-метил, 125 г/л + эпоксиконазол, 125 г/л) – 0,9 л/га Микроудобрения: Полидон Био Свекла – 0,5 л/га

ОПУ-2000 в период вегетации сахарной свеклы с нормой расхода рабочей жидкости 200 л/га.

Фазы развития сахарной свеклы 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, осот полевой – 4 листа, двудольные – семядоли – 1 пара листьев. В вариантах № 1-4 производилась обработка семян против вредителей и болезней препаратами Круйзер (тиа-метаксам, 350 г/л) – 12 л/т в сочетании с ТМТД (тирам, 400 г/л), ВСК – 12 л/т и Гимексазолом, СП (гимексазол 700 г/кг) – 15 л/т, в контроле обработка семян не производилась.

Все использованные в опыте средства защиты растений прошли государственную регистрацию и были включены в Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации на 2013 г. (таблица 1) [22].

За годы исследований (2014-2016 гг.) был отмечен 1 засушливый, 1 достаточно увлажненный и 1 избыточно увлажненный год (за вегетационный период 2014 г. выпало 233,3 мм осадков, в 2015 г. – 331,8 мм, 2016 г. – 416,6 мм при среднемноголетнем показателе 371,0 мм), 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.

Результаты. Опасным заболеванием проростков сахарной свеклы, зачастую ведущим к полной гибели растения и снижению густоты стояния посевов культуры, является корнеед [23].

Распространенность корнееда в опыте в среднем за 3 года составила по экспериментальным вариантам 14,8-21,7% (в контроле – 31,5%) (таблица 2). Применение пестицидов снижало её на 10,5-16,7%, более всего – при действии схемы № 4, а схемы № 1, № 2, № 3 обеспечивали снижение примерно на одинаковом уровне – на 9,8-10,5%. Схема № 4 относительно эталонного варианта способствовала уменьшению показателя на 6,2%. Разница по вариантам с пестицидами составила 0,7-6,9%.

Таблица 2 – Пораженность растений сахарной свеклы болезнями

Вариант	Корнеед		Церкоспороз	
	P,%*	R,%*	P,%*	R,%*
Контроль	31,5	15,2	59,1	20,1
Схема № 1	21,0	10,1	46,5	14,3
Схема № 2	21,0	10,6	47,8	15,0
Схема № 3	21,7	10,4	48,6	15,7
Схема № 4	14,8	6,4	36,2	11,8
НСР ₀₅	1,1	0,4	2,4	0,9

*P – распространенность, R – развитие болезни.

Развитие корнееда в экспериментальных вариантах составило 6,36-10,4%, в контроле – 15,2%. Действие средств защиты растений обеспечило снижение данного показателя на 5,10-8,84%, более всего при действии схемы № 4, менее всего – схемы № 3 (схемы № 1 и № 2 обеспечивали уменьшение величины показателя примерно на том же уровне). Относительно эталонного варианта № 1 схема № 4 способствовала уменьшению показателя на 3,74%. Разница по развитию корнееда в вариантах с пестицидами была достаточно высокой и составила 0,2-4,2%.

Церкоспороз также является опасным заболеванием сахарной свеклы [24]. Его распространенность составляла в среднем по опыту 47,6%, а развитие – 15,4%. Такая высокая распространенность связана, очевидно, с тем, что для выращивания использовался гибрид импортной селекции, который характеризуется высокой восприимчивостью к возбудителю.

Распространенность церкоспороза по вариантам было довольно широкой и составила 36,2-59,1%, в контроле его было больше всего, при действии схемы № 4 – менее всего. Разница по вариантам по сравнению с контролем составила 10,5-22,9%, а между вариантами с пестицидами – 1,3-12,4%.

Развитие церкоспороза составило 11,8-20,1%, что является невысоким, так как оно частично поражало листовую аппарат сахарной свеклы, и, в основном, было на уровне 1-2 баллов. Наибольшим (20,1%) оно также было в контроле, наименьшим (11,8%) – на фоне схемы № 4, схема № 1 обеспечивала также одно из наиболее низких значений показателя (14,3). Колебания по вариантам составили 0,7-3,9%, близкие значения развития церкоспороза отмечались в вариантах № 1-3.

Схема № 2 была менее эффективна в подавлении мари белой (относительно схемы № 4) на 9,6% (таблица 3), редьки дикой – на 5,6%, гречихи татарской – на 3,8%, примерно равна по силе действия в подавлении осота полевого, щирицы запрокинутой и подмаренника цепкого. Средняя степень подавления сорной растительности составила 92,3%, что ниже требуемого 95%-го уровня подавления.

Таблица 3 – Биологическая эффективность применения средств защиты растений в опыте, %

Схема защиты	Мари белой	Осот полевой	Щирица запрокинутая	Подмаренник цепкий	Редька дикая	Гречиха татарская	Среднее по двудольным	Однодольные (мышей)
Схема № 1	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 биологической 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, отличалось несущественно. Подавление таких сорняков, как осот полевой, редька дикая схема № 3 обеспечивала на 0,4 и 0,3% выше, чем № 4, но данные цифры были также статистически несущественны. Значительное снижение подавления (на 1,6%) при действии схемы № 3 отмечалось только в отношении подмаренника цепкого. Степень подавления сорной растительности по схеме № 3 составила 95,5%, благодаря чему ее также можно рекомендовать к применению в производстве.

Наибольшая эффективность подавления всех групп сорных растений наблюдалась при действии схемы защиты № 4. Данный вариант обеспечивал снижение численности мари белой на 97,3%, осота полевого – на 94,2%, щирицы запрокинутой – на 95,3%, подмаренника цепкого – на 99,7%, редьки дикой – на 92,8%, гречихи татарской – на 94,9%, а в среднем по всем груп-

пам сорных двудольных растений – на 95,7%, 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 мари белой – 10,6%, осота полевого – 3,9%, редьки дикой – 2,7%, гречихи татарской – 4,5%, различия по подавлению подмаренника цепкого и щирицы запрокинутой были невелики и составили в обоих случаях 1,0%, что ниже уровня НСР₀₅ и, таким образом, разница являлась недостоверной. Общее снижение численности сорняков по сравнению с контролем составило всего 91,7%.

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

Учитывая, что пороговым уровнем биологической эффективности пестицидов, при достижении которого не происходит существенного снижения урожайности сахарной свеклы, считается 95%, можно сделать вывод о том, что в отношении двудольных этому критерию удовлетворяют схемы № 3 и № 4, а однодольных – схемы № 2, № 3 и № 4.

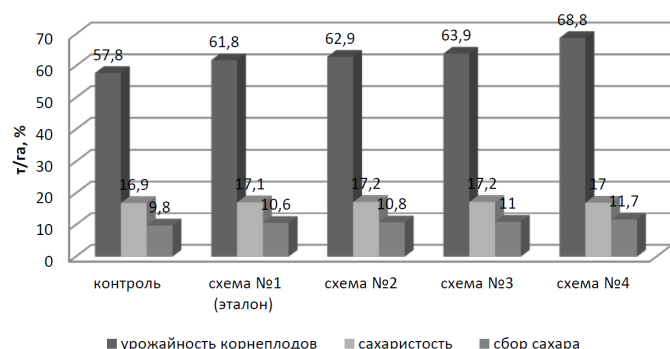
Коэффициент продуктивности фотосинтеза – интегральный показатель, отражающий содержание хлорофилла в листовых пластинках и их площадь. В 1-й и 2-й периоды наблюдений показатель был максимальным при действии схемы № 4 (6,46 и 9,52) (таблица 4), несколько ниже – в вариантах № 2 и № 3 (6,09-6,16 и 8,77-8,90), минимальным – в контроле (1,62 и 3,31 соответственно). В 3-й период коэффициент продуктивности фотосинтеза 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). В 1-й период разница в показателе в вариантах с пестицидами составила 8,75-15,4%, во 2 – 13,0-22,7%, в 3 – 11,7-14,9%.

Вследствие отсутствия пестицидных обработок, а следовательно, и наибольшей поврежденности, пораженности и засоренности, самая низкая средняя урожайность корнеплодов получена в контрольном варианте: 57,8 т/га (рисунок 1). При этом потери урожайности корнеплодов

вследствие подавления культуры сорной растительностью относительно вариантов с применением пестицидов составили 4,0-11,0 т/га корнеплодов. Применение химической защиты сахарной свеклы обеспечило повышение урожайности корнеплодов на 6,92-19,0% относительно контроля без химической обработки, наибольшее повышение было отмечено при действии химических средств, входящих в схему № 4, наименьшее – схемы № 1 (эталона).

Таблица 4 – Коэффициент продуктивности фотосинтеза (КПФ) сахарной свеклы

Схема обработки	Дата определения		
	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
HCP ₀₅	0,25	0,45	0,23



HCP₀₅ урожайность – 4,1 т/га, HCP₀₅ сахаристость – нет, HCP₀₅ сбор сахара – 0,71 т/га

Рисунок 1 – Влияние применения пестицидов на продуктивность сахарной свеклы

Разница урожайности корнеплодов по вариантам опыта с разными схемами защиты растений составила 1,1-7,0 т/га или 1,78-11,3%. Различие между эталонным вариантом и схемами № 2 и № 3 было несущественным и составило 1,1-2,1 т/га (HCP₀₅ = 4,1 т/га). Эталонный вариант не обеспечивал достаточной защиты растений сахарной свеклы, разница между ним и контролем без применения пестицидов составила 4,0 т/га.

Различные сочетания пестицидов не оказали отрицательного влияния на накопление сахара в корнеплодах. В среднем колебания сахаристости корнеплодов по вариантам с пести-

цидами были несущественными (0,1-0,2 абс.%), сахаристость в опыте составляла 16,9-17,2%. Отмечена тенденция к повышению сахаристости относительно контроля на всех вариантах с применением пестицидов (на 0,2-0,3%).

Выход сахара по вариантам опыта составил 9,8-11,7 т/га, максимальное значение соответствовало схеме № 4, минимальное – контролю. Из вариантов с пестицидами высокий выход сахара также отмечался при действии схем № 1 и № 2. Разница между схемами № 4 и № 3, № 2 и № 3 по этому показателю была несущественной (HCP₀₅ = 0,71 т/га), тогда как различия между № 1 и № 4, № 2 и № 4 составили 1,1 и 0,9 т/га соответственно, что являлось существенным. Вследствие наиболее высокой урожайности при применении пестицидов по схеме № 4 было собрано с 1 га наибольшее количество сахара, повышение относительно контроля составило 1,9 т/га (19,4%), относительно схемы № 1 (эталона) – 0,8 т/га (8,16%).



Рисунок 2 – Экологическая нагрузка на 1 га посевов сахарной свеклы в опыте, усл. ед.

Наибольшая экологическая нагрузка наблюдалась в варианте с обработкой пестицидами по схеме № 3 (483,1 усл. ед.) (рисунок 2), несколько ниже она была при действии схем № 4, № 2 и № 1 (97,6, 96,9 и 83,8 усл. ед. соответственно) вследствие применения в данных схемах гербицидов с невысокой экологической нагрузкой и умеренного применения фунгицидов. Данная группа пестицидов имела высокую степень экологической опасности (фунгициды Фалькон, Беномил, Фолиант, Алькор, Терапевт Про), а также инсектицид Шарпей, применяемый в схемах № 1 и № 2. 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.

Выводы. Наибольшее положительное действие на снижение распространенности и развития корнееда и церкоспороза оказал фунгицид Беномил 500, входящей в схему защиты № 4. Действие фунгицидов Альбит и Фолиант, входящих в схемы № 1-3, было значительно ниже.

Лучшее подавление двудольных сорняков выше уровня биологической эффективности (95%) обеспечивало применение гербицидов по схемам № 3 и № 4, однодольных – по схемам № 2, № 3 и № 4.

В период интенсивного развития листовой поверхности культуры наиболее высокий коэффициент продуктивности фотосинтеза отмечался в варианте с метамитроном (схема № 4), в период затухания роста культуры – в этом же варианте и в варианте с применением аналогов бетанала (№ 2).

Схема № 4 обеспечивала наибольшее повышение урожайности корнеплодов относительно контроля в опыте (на 11,0 т/га, 19,0%), а также относительно эталона – на 7,0 т/га (11,3%).

Применение пестицидов в опыте способствовало тенденции к увеличению сахаристости корнеплодов до 0,3% относительно контроля, но разные схемы их применения по этому показателю не отличались друг от друга. Максимальный выход сахара с 1 га посевов обеспечивали схемы № 3 и № 4 вследствие высокой урожайности и отсутствия снижения содержания сахара в корнеплодах.

Наиболее экологически безопасными были схемы с пестицидами № 1, № 2 и № 4 (ниже 100 усл. ед.), что позволило отнести их к классу малоопасных.

Схема с применением гербицидов на основе метамитрона (в 1-е внесение Голтикс, КС (метамитрон, 700 г/л) — 2 л/га + фунгицид Беномил 500 (фундазол, 500 мг/кг) — 0,6 л/га + инсектицид Имидор, ВРК (имидаклоприд, 200 г/л) – 0,2 л/га; во 2-е внесение – Метамир, ВДГ (метамитрон, 700 г/л) — 1,5 л/га) + Альбит, ТПС – 0,3 л/га; в 3-е внесение – Метамир, ВДГ (метамитрон, 700 г/л) – 1,5 л/га, Центурион, КЭ (клетодим, 240 г/л) — 0,8 л/га + фунгицид Аль-

кор, КС (ципроконазол, 400 г/л) – 0,15 л/га + микроудобрение Полидон Био Свекла – 0,5 л/га; в 4-е внесение – Терапевт Про, КС (дифеконазол, 80 г/л + крезоксим-метил, 125 г/л + эпоксиконазол, 125 г/л) – 0,9 л/га + микроудобрение Полидон Био Свекла — 0,5 л/га с предпосевной обработкой семян препаратами Круйзер (тиаметаксам, 350 г/л) в дозе 12 л/т в сочетании с ТМТД (тирам, 400 г/л), ВСК – 12 л/т и Гимексазолом, СП (гимексазол 700 г/кг) в дозировке 15 л/т) имела наивысшую биологическую и экологическую эффективность, обеспечивая значительное снижение распространения болезней сахарной свеклы, высокую биологическую эффективность подавления сорняков и значительный коэффициент продуктивности фотосинтеза сахарной свеклы. Данная схема имела невысокую экологическую нагрузку, при этом способствовала получению 68,8 т/га корнеплодов с высокой сахаристостью и сбора 10,7 т сахара с 1 га посевов.

Список литературы

1 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.

2 Гуреев И.И., Климов Н.С. Принципы углубленной адаптации технологий возделывания сельскохозяйственных культур к исходному состоянию почвы // Вестник Курской ГСХА. 2019. № 9. С. 6-13.

3 Соколов М.С., Глинушкин А.П., Спиридонов Ю.Я., Торопова Е.Ю., Филипчук О.Д. Технологические особенности почвозащитного ресурсосберегающего земледелия (в развитие концепции ФАО) // Агрохимия. 2019. № 5. С. 3-20.

4 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.

5 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.

6 Захарова М.Н., Рожкова Л.В. Осеннее внесение гербицидов в посевы озимой пшеницы // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 5. С. 27-29.

7 Гамуев В.В. Агротехническое и эколо-

гическое обоснование современной системы защиты сахарной свеклы от сорной растительности: автореф. на соиск. ученой степ. доктора сельскохозяйственных наук. Рамонь, 2010. 45 с.

8 Дворянкин Е.А. Эффективность различных способов применения гербицидов на сахарной свекле в России // Сахарная свекла. 2016. № 9. С. 30-34.

9 Мамсиоров Н.И., Бондарева Т.Н. Надежная защита посевов сахарной свеклы от сорняков в предгорной зоне республики Адыгея // Новые технологии. 2017. № 4. С. 118-125.

10 Цыганкова Е.В. Фузариозная желтуха – новое экономически значимое заболевание сахарной свеклы // Международный студенческий научный вестник. 2017. № 1. С. 33.

11 Заргарян Н.Ю., Филиппов А.С., Кекало А.Ю., Немченко В.В., Козлова Т.А. Эффективность допосевого применения гербицидов и их фитотоксичность на выщелоченном чернозёме в Курганской области // Вестник Курганской ГСХА. 2020. № 2 (34). С. 16-19.

12 Кочетков П.П. Комплексное влияние пестицидного загрязнения на состояние окружающей среды // Экология, здоровье и образование в XXI веке. Глобальная интеграция современных исследований и технологий: материалы III Кавказского экологического форума. Грозный, 2017. С. 170-174.

13 Иванцова Е.А. Экологические аспекты фитосанитарной оптимизации агроэкосистем // Экологические аспекты использования земель в современных экономических формациях: материалы Международной научно-практической конференции. Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, 2017. С. 54-61.

14 Оказова З.П., Басиев В.А. Оценка экологической безопасности применения гербицидов // Вестник Северо-Осетинского отдела Русского географического общества. 2010. № 13. С. 52-55.

15 Михайликова В.В., Стребкова Н.С., Пустановалова Е.А. Применение пестицидов и их действующих веществ в Российской Федерации // Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Белгород: Принт, 2019. С. 84-88.

16 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).

17 Полтавский А.Н. Оптимизация защиты растений как способ охраны окружающей среды // Актуальные проблемы биологии и экологии: материалы Международной научно-практической конференции. Грозный, 2019. С. 193-198.

18 Михайлова М.П., Синеговская В.Т. Использование биологически активных веществ для повышения устойчивости сои к гербицидам // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 5. С. 13-17.

19 Дворянкин Е.А. Антидепрессанты на сахарной свекле, поврежденной гербицидами // Сахарная свекла. 2019. № 4. С. 27-30.

20 Разработка интегрированной технологии защиты посевов полевых культур от болезней, вредителей и сорняков на основе биологических и химических методов / Ю.Я. Спиридонов [и др.] // Аграрный научный журнал. 2017. № 9. С. 37-42.

21 Рекомендации по учету и выявлению вредителей и болезней сельскохозяйственных растений / под ред. Ю.Б. Шуровенкова, А.Ф. Ченкина. Воронеж: ВНИИЗР, 1984. 274 с.

22 Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации на 2013 год. М.: Минсельхоз России, 2013. 708 с.

23 Косякин П.А., Боронтов О.К., Стогниенко О.И., Плотников С.Ю., Манаенкова Е.Н. Влияние погодных условий, обработки почвы и удобрений на засорённость и корневую сахарной свёклы в ЦЧР // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов: материалы VIII международной научно-практической конференции, посвящается 95-летию Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2017. С. 226-229.

24 Стогниенко О.И., Мелькумова Е.А., Корниенко А.В. Церкоспороз сахарной свеклы и методы снижения его вредоносности. Воронеж: ООО «Антарес», 2016. 160 с.

List of references

1 Putilina L.N., Dvoryankin E.A., Apasov I.V., Smirnov M.A. Sugar-beet complex of Russia: state and directions of development // Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2017. T. 79. №. 2 (72). Pp. 180-190.

2 Gureyev I.I., Klimov N.S. Principles of deep adaptation of agricultural crops' cultivation technology to initial soil condition // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. 2019. № 9. Pp. 6-13.

3 Sokolov M.S., Glinushkin A.P., Spiridonov

- Yu.Ya., Toropova E.Yu., Filipchuk O.D. Technological features of soil-protective resources-economy agriculture (as development of the FAO concept) // *Agrochemistry*. 2019. № 5. Pp. 3-20.
- 4 Maslova V.R. Integrated system for protecting sugar beet from diseases // *New word in science: a collection of scientific works based on the materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference*. Stavropol, 2020. Pp. 157-162.
- 5 Dobrynin N.D., Merzlikin M.A. Harmful organisms of sugar beet crops in the forest-steppe of the Central Black Earth Region // *Vestnik of Voronezh State Agrarian University*. 2015. № 2 (45). Pp. 32-35.
- 6 Zakharova M.N., Rozhkova L.V. Autumn introduction of herbicides in winter wheat crops // *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2020. № 5. Pp. 27-29.
- 7 Gamuev V.V. Agrotechnical and ecological justification of the modern system for protecting sugar beets from weed vegetation: autoreconstruction for the degree of Doctor of Agricultural Sciences. Ramon, 2010. 45 p.
- 8 Dvoryankin E.A. The effectiveness of various methods of using herbicides on sugar beet in Russia // *Sugar beet*. 2016. № 9. Pp. 30-34.
- 9 Mamsirov N.I., Bondareva T.N. Reliable protection of sugar beet crops from weeds in the foothill zone of the Republic of Adygea // *New technologies*. 2017. № 4. Pp. 118-125.
- 10 Tsygankova E.V. Fusarium jaundice - a new economically significant disease of sugar beet // *International student scientific bulletin*. 2017. № 1. P. 33.
- 11 Zargaryan N.Yu., Filippov A.S., Kekalo A.Yu., Nemchenko V.V., Kozlova T.A. The effectiveness of the pre-sowing application of herbicides and their phytotoxicity on leached chernozem in the Kurgan region // *Vestnik Kurganskoy GSKhA*. 2020. № 2 (34). Pp. 16-19.
- 12 Kochetkov P.P. Complex impact of pesticide pollution on the environment // *Ecology, health and education in the XXI century. Global integration of modern research and technology: materials of the III Caucasus Environmental Forum*. Grozny, 2017. Pp. 170-174.
- 13 Ivantsova E.A. Ecological aspects of phytosanitary optimization of agroecosystems // *Ecological aspects of land use in modern economic formations: materials of the International Scientific and Practical Conference*. Volgograd: Volgograd GAU, 2017. Pp. 54-61.
- 14 Okazova Z.P., Basiev V.A. Assessment of the ecological safety of the use of herbicides // *Vestnik of the North Ossetian Department of the Russian Geographical Society*. 2010. № 13. Pp. 52-55.
- 15 Mikhailikova V.V., Strebkova N.S., Pustovalova E.A. The use of pesticides and their active substances in the Russian Federation // *Innovative directions in the chemicalization of agriculture and agricultural production: materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. Belgorod: Print, 2019. Pp. 84-88.
- 16 Environmental protection of sugar beets from pests, diseases and weeds using chemicals. [Electronic resource]. Studbook.net. URL: <https://studbooks.net/1137386/agropromyshlennost/vvedenie> (date of access 05/12/2020).
- 17 Poltavsky A.N. Optimization of plant protection as a method of environmental protection // *Actual problems of biology and ecology: materials of the International scientific and practical conference*. Grozny, 2019. Pp. 193-198.
- 18 Mikhailova M.P., Sinegovskaya V.T. The use of biologically active substances to increase the resistance of soybeans to herbicides // *Vestnik of the Russian agricultural science*. 2020. № 5. Pp. 13-17.
- 19 Dvoryankin E.A. Antidepressants on sugar beet damaged by herbicides // *Sugar beet*. 2019. № 4. Pp. 27-30.
- 20 Development of an integrated technology for the protection of field crops from diseases, pests and weeds based on biological and chemical methods / Yu.Ya. Spiridonov [et al.] // *Agrarian scientific journal*. 2017. № 9. Pp. 37-42.
- 21 Recommendations for the registration and identification of pests and diseases of agricultural plants / ed. Yu.B. Shurovenkov, A.F. Chenkin. Voronezh: VNIIZR, 1984. 274 p.
- 22 State catalog of pesticides and agrochemicals permitted for use on the territory of the Russian Federation for 2013. M.: Ministry of Agriculture of Russia, 2013. 708 p.
- 23 Kosyakin P.A., Borontov O.K., Stognienko O.I., Plotnikov S.Yu., Manaenkova E.N. The influence of weather conditions, soil cultivation and fertilizers on weediness and root crops of sugar beets in the Central Black Earth Region // *Agrotechnical method of protecting plants from harmful organisms: materials of the VIII international scientific and practical conference, dedicated to the 95th anniversary of the Kuban State Agrarian University*. Krasnodar, 2017. Pp. 226-229.
- 24 Stognienko O.I., Melkumova E.A., Kornienko A.V. Cercosporosis of sugar beet and methods of reducing its harmfulness. Voronezh: LLC «Antares», 2016. 160 p.