

Общее земледелие и растениеводство / General Agriculture and Crop Production

Научная статья

Original article

DOI: [10.12731/2658-6649-2026-18-3-1817](https://doi.org/10.12731/2658-6649-2026-18-3-1817)

EDN: JEOUOT

УДК 633.63:632.93:632.954



Изучение разных схем защиты посевов сахарной свеклы от сорняков в северо-западной части Центрального Черноземья

В.А. Гулидова, Р.В. Щучка, В.Л. Захаров,
В.А. Кравченко, Б.А. Сотников

*ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»,
Елец, Российская Федерация*

Аннотация

Обоснование. Обосновывается подход расширения химических средств защиты сахарной свеклы от сорной растительности в целях реализации генетического потенциала свекловичного растения современных гибридов, сохранения экологии и увеличения эффективности проводимых обработок. Химические средства должны быть ориентированы на оптимизацию использования известных и новых гербицидов на принципах эффективности и экологической безопасности. Современные средства защиты сахарной свеклы - это высоко активные химические соединения, которые являются токсичными и могут негативно влиять на окружающую среду и здоровье человека.

Цель исследований состояла в разработке экономически эффективных и экологически малоопасных схем применения многокомпонентных инновационных гербицидов для защиты сахарной свеклы от вредоносных объектов и минимизация последствий их воздействия на агроценоз культуры.

Материалы и методы. Исследования проводили в полевых мелкоделяночных опытах в соответствии с «Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве» (2009). Объектами исследований была сахарная свекла гибрида Дубрава КВС и гербофауна агроценозов данной культуры. При выборе пестицидов, руководствовались «Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, 2025 г.

Результаты. Подавление двудольных сорняков лучше всего было от применения схем защиты № 3 и № 4. Эффективность высокая - 97,6 и 95,8%. Все изучае-

мые схемы хорошо защищали посевы сахарной свеклы от однодольных сорняков, кроме схемы №1 (эталонный вариант). На этом варианте было больше на 3,4% однодольных сорняков в сравнении со схемой № 4. Наибольшего эффекта по урожайности корнеплодов (67,6 т/га) и сбору сахара (11,42 т/га) удается достичь с использованием четвертой схемы защиты. Превышение над другими вариантами по сбору сахара составило 3,4 % (схема № 3), 7,3% (схема № 2) и 10,9% (схема №1). Если не проводить защиты посевов от сорняков потери сахара составят 23,8% (2,2 т/га).

Заключение. Система защиты сахарной свеклы, построенная по примеру схемы № 4 обуславливает высокую биологическую и экологическую эффективность за счет применения в этой схеме дважды метамитрона в виде препаратов Метафол, СК (700 г/л метамитрона) и Пилот, ВСК (700 г/л метамитрона) – 1,5 л/га. Метамитрон очень хорошо переносится молодыми растениями сахарной свеклы, даже при высоких дозах по послеуборочному способу. Очень низкая фитотоксичность для свеклы, широкий диапазон сроков применения и высокая надежность действия метамитрона способствуют снижению производственного риска при возделывании сахарной свеклы.

Ключевые слова: сахарная свекла; сорняки; защита; урожайность; сахаристость; схема защиты; гербициды; эффективность; метамитрон

Для цитирования. Гулидова, В. А., Щучка, Р. В., Захаров, В. Л., Кравченко, В. А., & Сотников, Б. А. (2026). Изучение разных схем защиты посевов сахарной свеклы от сорняков в северо-западной части Центрального Черноземья. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 18(3), 176–196. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2026-18-3-1817>

Study of different schemes for protecting sugar beet crops from weeds in the northwestern part of the Central Black Earth Region

V.A. Gulidova, R.V. Shchuchka, V.L. Zakharov,
V.A. Kravchenko, B.A. Sotnikov

Yelets State University named after I.A. Bunin, Yelets, Russian Federation

Abstract

Background. This paper substantiates an approach to expanding chemical weed control measures for sugar beets in order to realize the genetic potential of modern sugar beet hybrids, preserve the environment, and increase the effectiveness of treatments. Chemical control measures should be focused on optimizing the use of existing and new

herbicides based on principles of efficiency and environmental safety. Current sugar beet protection products contain highly active chemical compounds that are toxic and can negatively impact the environment and human health.

Purpose. The aim of the research was to develop cost-effective and environmentally friendly schemes for the application of multi-component innovative herbicides to protect sugar beets from harmful objects and to minimize the consequences of their impact on the crop agrocenosis.

Materials and methods. The research was conducted in small-plot field trials in accordance with the “Methodological Guide for the Study of Herbicides Used in Crop Production” (2009). The objects of the study were Dubrava KVS hybrid sugar beet and the herbivorous fauna of this crop’s agrocenoses. The selection of pesticides was guided by the “State Catalog of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use in the Russian Federation, 2025.”

Results. Dicotyledonous weed suppression was best achieved with control schemes № 3 and № 4, with high efficiency rates of 97.6% and 95.8%. All studied schemes provided good protection for sugar beet crops from monocotyledonous weeds, except for scheme №1 (the reference variant). This variant had 3.4% more monocotyledonous weeds than scheme № 4. The greatest effect on root crop yield (67.6 t/ha) and sugar yield (11.42 t/ha) was achieved with the fourth control scheme. The sugar yield increase over other variants was 3.4% (scheme № 3), 7.3% (scheme № 2), and 10.9% (scheme № 1). If crops are not protected from weeds, sugar losses will amount to 23.8% (2.2 t/ha).

Conclusion. The sugar beet protection system based on Scheme #4 demonstrates high biological and ecological effectiveness due to the double application of metamiltron: Metafol, SK (700 g/L metamiltron) and Pilot, VSK (700 g/L metamiltron) at 1.5 L/ha. Metamiltron is very well tolerated by young sugar beet plants, even at high post-emergence doses. Its very low phytotoxicity to sugar beets, wide application window, and highly reliable performance contribute to the reduction of production risks in sugar beet cultivation.

Keywords: sugar beet; weeds; protection; yield; sugar content; protection scheme; herbicides; efficiency; metamiltron

For citation. Gulidova, V. A., Shchuchka, R. V., Zakharov, V. L., Kravchenko, V. A., & Sotnikov, B. A. (2026). Study of different schemes for protecting sugar beet crops from weeds in the northwestern part of the Central Black Earth Region. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 18(3), 176–196. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2026-18-3-1817>

Введение

Сахарная свекла важнейшая техническая культура современной России [3-5; 19], которая не терпит ошибок в агротехнике. Производство сахарной

свеклы не обходится без применения химических средств, особенно когда ее возделывают без затрат ручного труда [1; 14; 15; 21].

В последние годы на сахарной свекле появились вредители и патогены, которые были мало распространены и не наносили экономического ущерба культуре. Но в настоящее время они наносят вред урожаю [7]. Причем, некоторые виды становятся устойчивыми к традиционным химическим препаратам [20]. Это связано не только с изменениями в регионе климатических условий в сторону потепления, но и с тем, что 98% семян сахарной свеклы импортируются из регионов, где они в сильной степени распространены.

Современные средства защиты сахарной свеклы - это высоко активные химические соединения. Они часто являются токсичными и могут негативно влиять на окружающую среду и здоровье человека [13]. Их применение отрицательно сказывается на экосистемах и плодородии земель, отмечается снижение биологической активности почв [12].

Химическая структура и препаративная форма пестицида, концентрация, норма расхода рабочей жидкости и кратность внесения оказывают значительное влияние на поведение пестицида в почве [11], так как действие ряда препаратов связаны с патологическим и генетическим действием на биоту [10]. Поэтому в настоящее время целью применения пестицидов для защиты сахарной свеклы от вредных объектов должно быть сведение до минимума негативных последствий для агроэкосистемы [18], а также надежная защита культуры от стрессовых биотических и абиотических факторов. И все это на фоне максимального выхода конечного продукта - белого кристаллического свекловичного сахара.

Северо-запад Центрального Черноземья (ЦЧР) отличается специфическими почвенно-климатическими условиями, которые влияют на эффективность высокоэффективных пестицидов. При их применении важно учитывать ряд факторов: климатические условия, тип почвы, биологическое разнообразие культурных и сорных растений.

Цель исследований состояла в разработке экономически эффективных и экологически малоопасных разных схем применения многокомпонентных инновационных гербицидов для защиты сахарной свеклы от вредоносных объектов и минимизация последствия их воздействия на агроценоз культуры.

Материалы и методы

Исследования проводились в хозяйстве «Заря» ГК Доминант Краснинского района Липецкой области в течение 2021-2022 гг. Объектами

исследований была сахарная свекла гибрида Дубрава КВС и гербофауна агроценозов данной культуры. Сахарная свекла возделывалась по технологии, рекомендованной для Центрального Черноземья. В исследованиях применяли общепринятые методы проведения полевых опытов [9].

Сроки внесения гербицидов увязывали как с фазой развития растений сахарной свеклы, так и с фазой развития сорняков. Гербициды вносили 3 раза за вегетацию культуры: 1-ое внесение, когда культура находилась в фазе семядолей-вилочки, 2-ое внесение - фаза 2-4 настоящих листьев, 3-е внесение – фаза 4-6 настоящих листьев. Защита посевов от вредителей была одинаковой на всех вариантах. При появлении долгоносиков и свекловичных блошек вносили препарат Борей, СК (имidakлоприд 150 г/л + лямбда-цигалотрин 50 г/л) в дозе 0,12 л/га.

Для оценки уровня засоренности сахарной свеклы использовали метод наложения рамки площадью 0,25м² и подсчета количества всех видов сорняков внутри нее [16]. Уровень засоренности оценивали по 5-бальной шкале [22]. Этот метод позволяет получить количественную оценку засоренности участка, что важно для принятия решений о проведении опрыскивания гербицидами. Засоренность сахарной свеклы учитывали три раза: перед опрыскиванием, через 30 дней после опрыскивания и перед уборкой урожая.

Изучаемые схемы защиты сахарной свеклы от сорной растительности показаны в табл.1. При выборе пестицидов, руководствовались «Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории РФ, 2025 г.» [2].

Таблица 1.

Схемы защиты сахарной свеклы от сорной растительности**Table 1. Methods for Controlling Weeds in Sugar Beet Fields**

Фаза развития растений сахарной свеклы	Схема №1 (эталон)	Схема № 2	Схема № 3	Схема № 4
	Контроль (без применения пестицидов)			
1-обработка (семядолей-вилочки)	Бицепс 300, МКЭ (десмедифам 150 г/л + фенмедифам 150 г/л) – 1,5 л/га	Бицепс 300, МКЭ (десмедифам 150 г/л + фенмедифам 150 г/л) – 1,5 л/га	Бицепс Гарант, КЭ (этофумизат 110 г/л + фенмедифам 91 г/л + десмедифам 71 г/л) – 1,0 л/га	Бицепс 300, МКЭ (десмедифам 150 г/л + фенмедифам 150 г/л) – 1,5 л/га + Борей, СК (имidakлоприд 150 г/л + лямбда-цигалотрин 50 г/л) – 0,12 л/га

2 обработ- ка (2-4 на- стоящих листьев)	Бицепс Га- рант, КЭ (этофумизат 110 г/л + фенмедифам 91г/л+десме- дифам 71г/л)- 3л/га+Три- цепс, ВДГ (трифлусуль- фурон-ме- тил 750 г/л)-0,02 л/ га+Борей, СК (имидакло- прид 150 г/ л+лямбда-ци- галотрин 50 г/л)-0,12 л/га	Бис 300, ВР (клопира- лид 300г/л)- 0,3 л/га+ Метафол, СК (мета- митрон 700 г/л) - 1,5 л/га	Пилот, ВСК (метамитрон 700 г/л) -1,5 л/га	Бицепс Гарант, КЭ (этофумизат 110 г/ л+фенмедифам 91г/ л+десмедифам 71 г/л)-2,0 л/га+ Мета- фол, СК (метамитрон 700г/л)-1,5 л/га
3 обработ- ка (4-6 на- стоящих листьев)	Фюзилад Форте, КЭ (флуази- фоп-П-бутил 150 г/л) - 1,0 л/га	Метафол, СК (мета- митрон 700г/л) - 1,5 л/га + Фюзилад Форте, КЭ (флуази- фоп-П-бутил 150 г/л) - 1,0 л/га +Борей, СК (имидакло- прид 150 г/л +лямбда-ци- галотрин 50 г/л)-0,12 л/га	Трицепс, ВДГ (трифлусуль- фурон-метил 750 г/л)-0,02 л/га + Фюзи- лад Форте, КЭ (флуази- фоп-П-бутил 150 г/л) - 1,0 л/ га)+ Борей, СК (имидакло- прид 150 г/ л+лямбда-ци- галотрин 50 г/л)-0,12 л/га	Пилот, ВСК (метамитрон 700 г/л)+Трицепс, ВДГ (трифлусульфу- рон-метил 750 г/л)- 0,02 л/га + Фюзилад Форте, КЭ (флуа- зифоп-П-бутил 150 г/л) - 1,0л/га)+Аль- бит, ТПС – 0,3 л/га

Погодные условия в годы проведения основных полевых учетов и наблюдений были разнообразны. Сумма осадков с апреля по сентябрь отличалась от среднееголетних значений: в 2021 г. выпало 83,9 %, в 2022 г. 73,9 % от среднееголетней нормы. Особенно засушливым был период в течение двух месяцев (май и июнь) в 2022 г., когда выпало всего 10 мм осадков, а температура воздуха была выше среднееголетних значений за этот период на 3,4°C. По температурному режиму вегетационный период 2021 г. был теплее на 2,8 °С, 2022 г. – на 1,5°C среднееголетних значений.

Гербициды, применяемые в исследованиях, относятся к разным химическим классам и с разным механизмом действия на сорные растения (табл. 2).

Таблица 2.

Механизм действия гербицидов, используемых в изучаемых схемах для защиты сахарной свеклы от сорняков

Table 2. Mechanism of action of the herbicides used in the study protocols to protect sugar beets from weeds

Класс химических соединений	Действующее вещество	Препарат	Механизм действия на сорное растение
Сульфонилмочевины	Трифлу-сульфурон-метил	Трицепс, ВДГ	Ингибиторы ацетолактатсинтазы (ALS)
Триазиноны	Метамитрон	Пилот, ВСК; Метафол, СК	Ингибиторы фотосинтеза, системы II
Пиридазины	Этофумизат	Бицепс Гарант, КЭ	Ингибиторы биосинтеза каротиноидов фитоендисатуразы (PDS). Ингибирует дыхание растений и фотосинтез, угнетает синтез жиров.
Фенилкарбаматы	Фенмедифам	Бицепс Гарант, КЭ; Бицепс 300, МКЭ	Ингибитор нециклического фотофосфорилирования. Нарушает фотосинтез и обмен белков в чувствительных растениях.
Фенилкарбаматы	Десмедифам	Бицепс Гарант, КЭ; Бицепс 300, МКЭ	Подавляет образование белков и нуклеиновых кислот (прежде всего РНК), нарушая деление клеток.
Пиридины	Клопиралид	Бис 300, ВР	Действие, подобное индолилуксусной кислоте (синтетические ауксины)
Арилоксифеноксипропионовые кислоты (производные)	Флуазифоп-П-бутил	Фюзилад Форте, КЭ	Ингибиторы ацетил-СоА-карбоксилазы (АССазы)

Результаты и обсуждение

Борьба с сорняками является обязательным и ответственным агроприемом в технологии возделывания сахарной свеклы. Особенно значение этого агроприема возросло, когда стали свеклу высевать на конечную густоту. Сахарная свекла в начале вегетации медленно растет и слабо конкурирует с сорняками, которые обгоняют ее в росте. Видовой состав сорняков в сред-

ней полосе России (Липецкая область) очень разнообразен, в свекловичном агроценозе присутствуют до 60 видов сорняков. Для того чтобы правильно подобрать гербицид и решить проблему управления сорным компонентом в посевах этой важной технической культуры, надо проводить экологический мониторинг сорняков. Наблюдения за динамикой численности сорняков по фазам развития сахарной свеклы показали, что их количество возрастает за счет появления новых видов в течение всего периода произрастания культуры.

Перед обработкой гербицидами на контрольном варианте был смешанный тип засоренности, состоящий из однодольных и двудольных сорняков. Наиболее выраженное негативное влияние оказывали щетинники (зеленый и сизый), щирица запрокинутая и марь белая, так как именно они формировали наиболее сильные очаги поражения полей. Их численность достигала до 90 шт/м² с покрытием поверхности посевов от 85 до 95%. Марь белая (*Chenopodium album*) в средней и сильной степени засоренности была на площади 19,3%. Щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*) в сильной степени распространения была на площади 17,9%, но на 1,4% меньше, чем марь белая. Щетинники (*Setaria* spp.) сильно засоряли поле сахарной свеклы на площади 29,5%.

Другие виды вредоносных сорняков: горчица полевая (*Sinapis arvensis*), подмаренник цепкий (*Galium aparine*), горец почечуйный (*Persicaria maculosa*) имели слабую степень засоренности, хотя и занимали достаточно большую площадь распространения - 27,3; 39,0 и 42,0 % соответственно. Горца почечуйного и горчицы полевой на 1 м² насчитывалось не более 5 шт/м². Осот полевой (*Sonchus arvensis*), который для сахарной свеклы является очень злостным сорняком, встречался на 35% площади опыта и 95% этой площади имела до 5 шт/м² сорняка. Сорняк в большей степени распространялся куртинками.

В период массовых всходов сахарной свеклы было 46,5 шт/м² двудольных и 37,8 шт/м² однодольных сорняков (табл.3). Анализируя таблицу динамики численности сорняков в посевах сахарной свеклы по фазам ее развития, можем сделать несколько выводов. Двудольные виды представлены марью белой, осотом полевым, щирицей запрокинутой, подмаренником цепким, горчицей полевой и горцем почечуйным. Их численность значительно превышает количество однодольных видов. Однодольные виды также присутствуют, однако их общая численность ниже двудольных на всех этапах развития культуры.

Фазы развития сахарной свеклы и динамика сорняков имеют свои особенности. Начальная фаза роста сахарной свеклы характеризуется отно-

сительно низкой численностью сорняков обоих типов. Это связано с тем, что сорные растения ещё недостаточно развиты, чтобы конкурировать с культурными растениями. Из двудольных больше всего было *Amaranthus retroflexus* (18,0 шт/м²) и *Chenopodium album* (12,1 шт/м²). Меньше всего в этот период было *Galium aparine* и *Persicaria maculosa* по 3,7 шт/м².

Таблица 3.

Динамика численности сорняков в посевах сахарной свеклы по фазам ее развития на контрольном варианте, шт/м²

Table 3. Changes in weed abundance in sugar beet crops by growth stage in the control treatment, plants/m²

Вид сорняка	Фаза развития сахарной свеклы				
	Всходы	Смы- кание рядков	Размы- кание рядков	Накопление сахара в кор- неплодах	Уборка
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)	12,1	18,1	29,3	34,3	31,3
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	4,0	5,7	7,3	8,1	8,6
Щирица запрокинутая (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	18,0	37,3	30,7	22,3	34,7
Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i> L.)	3,7	5,0	8,7	10,3	12,3
Горчица полевая (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	5,0	9,3	15,7	18,7	18,3
Горец почечуйный (<i>Polygonum persicaria</i> L.)	3,7	7,7	13,7	18,3	18,0
Двудольные, всего	46,5	83,1	105,4	112,0	123,2
Однодольные, всего	37,8	49,7	74,9	88,5	123,0

В северо-западной части Центрального Черноземья фаза смыкания рядков - это время активного роста надземной части у растений сахарной свеклы, но одновременно с этим и увеличивается плотность популяции нежелательной сорной растительности, особенно среди двудольных видов сорняков. В исследованиях количество двудольных сорняков увеличилось на 78,7%, однодольных – на 31,5%.

Анализируя динамику изменения численности сорняков в период смыкания рядков сахарной свеклы отмечаем, что повышение численности сорняков происходило, но менее интенсивно. Двудольные увеличились на 26,8%, но произошло снижение конкретного вида (щирицы запрокинутой) на 17,7%. Рост численности однодольных составил 50,7%. Это объясня-

ется улучшением условий среды обитания для сорной растительности, таким как доступ к свету, воде и питательным веществам.

К фазе накопления сахара в корнеплодах продолжалось дальнейшее увеличение количества сорняков в посевах сахарной свеклы: двудольные увеличились на 6,3%, однодольные – на 18,2%. К уборке урожая на контрольном варианте продолжала нарастать численность сорняков: прирост двудольных составил 10% при одновременном снижении численности мари белой на 3 шт/м², однодольных - 39%. В период накопления сахара в корнеплодах число сорняков в северо-западной части ЦЧР достигает своего пика, что негативно сказывается на качестве и количестве урожая сахарной свеклы. Даже перед уборкой урожая сохраняется высокая плотность сорняков, что требует дополнительного внимания к агротехническим мероприятиям для минимизации потерь урожая.

За весь период вегетации степень засоренности сахарной свеклы варьировала от сильной до слабой и составила 94 шт/м² двудольных сорняков и 74,8 шт/м² однодольных. Однодольные сорняки менее многочисленны, но их влияние на урожай также значимо. Сорняки как постоянные компаньоны сахарной свеклы оказывали негативное влияние на культуру в течение всего периода произрастания. Синхронизация роста и развития свеклы и сорняков диктует необходимость применения эффективных мер борьбы с сорняками, включая механические обработки почвы и использование гербицидов, особенно в критические фазы развития культуры.

Для каждого поля, где произрастает сахарная свекла, используется своя индивидуальная схема защиты от нежелательной сорной растительности. Эта схема в первую очередь основывается на видовом составе сорных растений, их чувствительности к разным препаратам, учитывается показатель биологической эффективности каждого препарата и сочетания этих препаратов, кратность их применения. Каждый вид сорняка обладает уникальными характеристиками роста, развития и устойчивости к химическим веществам. Например, однолетние злаковые сорняки чувствительны к одним гербицидам, многолетники – к другим. Поэтому на первом этапе разработки оптимальной схемы защиты сахарной свеклы включает выявление доминирующих видов сорняков в конкретном регионе или хозяйстве. Биологическая эффективность гербицидов зависит от дозы внесения, срока обработки и погодных условий. Для повышения эффективности рекомендуется применять препараты последовательно или комбинировано. Таблица 4 демонстрирует влияние различных комбинаций гербицидов на контроль доминирующих сорных растений в посевах сахарной свеклы.

Таблица 4.

**Биологическая эффективность применения гербицидов против
доминирующих видов сорных растений в посевах сахарной свеклы, %**

Table 4. Biological efficacy of herbicides against dominant weed species in sugar beet crops, %

Вид сорняка	Вариант опыта				
	Схема №1 (эталон)	Схема №2	Схема №3	Схема №4	НСР ₀₅
Марь белая (<i>Chenopodium album</i> L.)	85,9	87,0	96,4	97,2	2,8
Осот полевой (<i>Sonchus arvensis</i> L.)	90,3	95,9	94,0	93,8	2,9
Щирица запрокинутая (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	94,0	95,9	95,3	95,5	2,3
Подмаренник цепкий (<i>Galium aparine</i> L.)	98,4	99,8	98,0	99,2	1,4
Горчица полевая (<i>Sinapis arvensis</i> L.)	90,0	87,1	92,0	93,9	2,6
Горец почечуйный (<i>Polygonum persicaria</i> L.)	90,1	91,3	95,7	95,1	2,5
Двудольные, всего (<i>Dicotyledons, total</i>)	91,4	92,8	95,2	95,8	2,6
Однодольные, всего (<i>Monocots, total</i>)	95,4	98,0	97,6	98,8	2,3

Однократное применение гербицидов часто недостаточно эффективно, особенно при высоком уровне засоренности полей. Повторные обработки повышают вероятность уничтожения устойчивых видов и обеспечивают длительную защиту культуры. Применение гербицидов должно учитывать экологические требования и минимизацию негативного воздействия на окружающую среду. Необходимо выбирать препараты с низкой токсичностью и избегать накопления остатков в почве и продукции. Оптимальная схема предполагает использование двух-трехкратных обработок в течение вегетационного периода. Схема № 2 была не такая эффективная в сравнении схемы № 3 в подавлении мари белой на 9,4 %, горчицы полевой – на 4,9%, горца почечуйного – на 4,4%. Это связано с тем, что в схеме № 3 применяли 3-х компонентный гербицид бетанальной группы Бицепс Гарант, КЭ (этофумизат 110 г/л + фенмедифам 91 г/л + десмедифам 71 г/л) в норме расхода 1,0 л/га. Присутствие в препарате этофумизата, который проникает в растение сорняка не только через листья, но и через корневую систему, обеспечивает усиленное действие гербицида на сорняки. Но

схема № 2 была более эффективной в подавлении осота полевого, щирицы запрокинутой и подмаренника цепкого, что связано с применением в этой схеме клопиралида в виде препарата Бис 300 (0,3 л/га).

Схема № 4 продемонстрировала сопоставимую общую эффективность с защитой по схеме № 3. Однако существуют некоторые нюансы, которые стоит учитывать. Преимущества схемы № 4 – это подавление мари белой (*Chenopodium album*), эффективность которой составила 97,2%, что выше, чем по схеме № 3 на 0,8%. Это очень важно, поскольку марь белая является экономически значимым видом и индикатором правильного выбора гербицида и сроков его применения. Второй сорняк из этой категории – это щирица запрокинутая (*Amaranthus retroflexus*), постоянный спутник сахарной свеклы. Его еще в нашем регионе называют подсвекольник. Эффективность на 0,2% выше, хотя разница незначительная. Горчица полевая (*Sinapis arvensis*): эффективность на 1,9% выше, однако эта разница тоже находится в пределах статистической погрешности ($HCP_{05} = 2,6\%$).

К недостаткам схемы № 4 следует отнести, что такие сорняки как осот полевой, горец почечуйный подавляются хуже, чем по схеме № 3 на 0,2 и 0,6% соответственно. Однако указанные недостатки несущественны, так как различия находятся в пределах нормированной статистической погрешности ($HCP_{05} = 2,9-2,6\%$).

Таким образом, можно заключить, что обе схемы защиты растений обеспечивают схожую эффективность, но схема № 4 имеет преимущества в подавлении ключевых видов сорняков, таких как марь белая, щирица запрокинутая и горчица полевая, то есть двудольных сорняков в посевах двудольной культуры.

Высокая защита сахарной свеклы от сорной растительности по схеме № 4 связана с тем, что в этой схеме два раза применяли метамитрон в виде препаратов Метафол, СК (700 г/л метамитрона) и Пилот, ВСК (700 г/л метамитрона) в одинаковой норме расхода – 1,5 л/га. Гербициды на основе метамитрона имеют широкий спектр действия, помимо двудольных сорняков они искореняют злаковые сорняки. Дополнительным преимуществом метамитрона еще является то, что при его применении по послеуборочному способу он очень хорошо переносится молодыми растениями сахарной свеклы, даже при высоких дозах. В то время как основным недостатком применения противодвудольных гербицидов в посевах сахарной свеклы является их фитотоксичность на растения свеклы. Очень низкая фитотоксичность для свеклы, широкий диапазон сроков применения и высокая надежность действия метамитрона способствуют снижению производственного риска при возделывании сахарной свеклы.

На варианте, где применяли эталонную схему защиты сахарной свеклы, сорняков было больше, гербициды показали недостаточно хорошую эффективность относительно других вариантов. На этом варианте в сравнении с самой эффективной схемой № 4 разница в подавлении осота полевого составила 3,5%, горчицы полевой – 3,9%, горца почечуйного – 5,0%. Наибольшее подавление злаковых сорняков было от применения схемы № 4 с метамитроном (98,8%), несколько хуже – в схемах № 2 и № 3 (98,0 и 97,6%), минимальное - в эталоне (схема № 1) – 95,4%.

Таким образом, в связи с синтезом высокоэффективных селективных гербицидов различного спектра действия, в настоящее время можно уничтожить практически всю гамму сорных растений во время вегетации свеклы, а также целенаправленно уничтожить определенные виды сорняков специфическими гербицидами. В современных агротехнологиях сахарной свеклы оптимальным уровнем защиты ее от сорняков, когда не происходит снижение продуктивности, является порог биологической эффективности применяемых гербицидов не ниже 95%, исходя из этого можно заключить, что схемы защиты №3 и № 4 соответствуют этому критерию как в отношении двудольных, так и однодольных сорняков. В этих схемах набор современных высокоэффективных гербицидов при правильном применении позволяет надежно защитить сахарную свеклу от сорняков при любой степени и уровне засоренности.

Схемы № 1 и № 2 для защиты сахарной свеклы от двудольных сорняков не соответствуют требуемому уровню биологической активности гербицидов, они недостаточно эффективны (91,4% и 92,8%) в современных агротехнологиях культуры. Снижение эффективности возможно связано с возникновением резистентности у двудольных сорняков. Но у этих схем защиты высокая эффективность против однодольных сорняков 93,4% (схема № 1) и 98,0% (схема № 2).

Урожайность – это аккумулирующий показатель любого изучаемого агроприема. В наших исследованиях этот показатель зависел от чистоты посевов, то есть от того как изучаемые гербициды справились с сорняками в посевах свеклы. Без использования гербицидов урожайность составляет 55,9 т/га, что является базовым значением для сравнения (табл.5). Применение эталона (схема №1) повышает урожайность до 60,6 т/га, увеличивая показатель на 8,4% по сравнению с контролем. Схемы № 2 и № 3 обеспечивают дальнейшее повышение урожайности до 62,2 т/га (+11,3%) и 62,7 т/га (+12,2%), соответственно. Схема № 4 демонстрирует максимальный эффект, достигая урожайности 67,6 т/га, что соответствует увеличению на +20,9 % по сравнению с контрольным вариантом и +7,0 т/га или +11,6% к эталонному варианту.

Таблица 5.

**Урожайность, сахаристость корнеплодов и валовый выход сахара
в зависимости от разных схем защиты посевов свеклы от сорняков**

Table 5. Yield, sugar content of the roots, and gross sugar yield as a function of different weed control strategies for beet crops

Показатель	Схема защиты сахарной свеклы					НСР ₀₅
	контроль (без гербицидов)	№ 1 (эталон)	№ 2	№ 3	№ 4	
Урожайность, т/га	55,9	60,6	62,2	62,7	67,6	3,9
Сахаристость, %	16,5	17,0	17,1	17,6	16,9	1,2
Выход сахара, т/га	9,22	10,30	10,64	11,04	11,42	0,61

Схемы защиты № 3 и № 4 обеспечили одинаковую защиту сахарной свеклы от сорняков (95,5% и 95,7% соответственно). Однако в варианте № 4 использование препарата Альбит, ТПС (0,3 л/га) значительно повысило урожайность корнеплодов. Это произошло благодаря активизации роста и улучшению корнеплодообразовательных процессов, а также снижению стресса у растений после обработки гербицидами.

Таким образом, применение защитных мер последовательно увеличивает урожайность корнеплодов в разрезе по вариантам опыта от 4,7 до 11,7 т/га (НСР₀₅ - 3,9 т/га) или на 8,4-20,9%.

Конечный продукт производства сахарной свеклы – это белый кристаллический сахар, количество которого зависит от многих параметров, но в первую очередь от сахаристости корнеплодов. Это ключевой показатель для товаропроизводителей культуры [6,8]. Применение гербицидов в разных сочетаниях и кратностях не оказали отрицательного влияния на накопление сахарозы в корнеплодах. В среднем вариация по сахаристости в опыте была от 16,5 до 17,6%. Наилучшая сахаристость корнеплодов была на вариантах, где свеклу защищали по схеме № 3. Превышение этого показателя над лучшим вариантом по урожайности (схема № 4) составило 0,7%. По всей видимости здесь свою роль сыграл эффект разбавления.

Все исследуемые схемы демонстрируют сахаристость, варьирующуюся от 16,5% (контроль) до 17,6% (схема № 3). Несмотря на небольшие различия, наибольший валовый сбор сахара достигается благодаря повышению урожайности, а не исключительно за счет увеличения содержания сахарозы в корнеплодах. Расчетный валовый выход сахара по вариантам составил от 9,22 до 11,42 т/га, максимальным он был от действия схемы № 4, минимальным – в контроле.

Заключение

1. Подавление двудольных сорняков лучше всего было от применения схем защиты № 3 и № 4. Эффективность составила 97,6 и 95,8%. Марь белую в посевах сахарной свеклы лучше всего уничтожали, когда применяли защиту по схеме №3 (96,4%) и схему № 4 (97,2%). Подмаренник цепкий одинаково хорошо подавлялся всеми изучаемыми схемами, вариация эффективности была от 98,0% (схема №3) до 99,2% (схема №4).

2. Уничтожение однодольных сорняков эффективнее было, когда применяли схемы защиты сахарной свеклы №2, №3 и № 4, но защита сахарной свеклы по схеме № 4 способствовала лучшему очищению посевов от однодольных сорняков относительно эталонного варианта схема № 1 на 3,4%.

3. Наибольшего эффекта по урожайности корнеплодов (67,6 т/га) и количества собираемого сахара (11,42 т/га) удается достичь с использованием четвертой схемы (№ 4), что свидетельствует о её преимуществе перед остальными схемами защиты сахарной свеклы. Эффективность каждой схемы оценивается также по общему количеству производимого сахара: контроль – 9,22 т/га, эталонная схема защиты (№ 1) – 10,30 т/га (+11,7% к контролю), схема № 2 – 10,64 т/га (+15,4%), схема №3 – 11,04 т/га (+19,7%), схема № 4 – 11,42 т/га (+23,8%). Наиболее эффективным способом повышения сбора сахара является система защиты сахарной свеклы, построенная по примеру схемы № 4, в которой применяли препараты на основе метамитрона.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы

1. Апасов, И. В., Сергеев, Г. Я., Минакова, О. А., Кислинская, Т. М., Стогниенко, О. И., Гулидова, В. А., & Хрюкина, Е. И. (2017). *Сахарная свекла. Современные технологии возделывания. Практическое руководство по выращиванию*. Воронеж. 62 с.
2. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к применению на территории Российской Федерации. Ч. I. Пестициды. Ч. II. Агрохимикаты (официальное издание). Информация приведена по состоянию на 3 июля 2025 г. (2025). Москва. Получено с <http://www.mcx.gov.ru> (дата обращения: 05.07.2025).
3. Гулидова, В. А. (2022). Технологические качества гибридов сахарной свеклы компании Florimond Desprez, выращенных на выщелоченных черноземах в Липецкой области. *Вестник Алтайского государственного аграрного универси-*

- meta*, 4(210), 20–28. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-210-4-20-28>. EDN: <https://elibrary.ru/ESMGIV>
4. Гулидова, В. А., & Захаров, В. Л. (2024). Продуктивность перспективных гибридов сахарной свеклы в условиях Липецкой области. *Вестник Алтайского ГАУ*, 5(235), 18–25. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2024-235-5-18-25>. EDN: <https://elibrary.ru/XPXQHU>
 5. Гулидова, В. А. (2022). Технологические качества гибридов сахарной свеклы компании Betaseed, выращиваемых в почвенно-климатических условиях типичной лесостепи ЦЧР. *Вестник Воронежского государственного аграрного университета*, 15(3), 87–96. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_3_87-96. EDN: <https://elibrary.ru/GIKKON>
 6. Гулидова, В. А. (2023). Качество корнеплодов и выход сахара при возделывании современных гибридов сахарной свеклы компании Sesvanderhave на полях Липецкой области. *Аграрный научный журнал*, (1), 11–16. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i1pp11-16>. EDN: <https://elibrary.ru/CKCEFE>
 7. Гулидова, В. А. (2022). Сравнительная продуктивность и поражаемость корнеплодов корневыми гнилями лучших иностранных гибридов сахарной свеклы в почвенно-климатических условиях Липецкой области. *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*, 4(60), 77–84. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-4-77-84>. EDN: <https://elibrary.ru/XDBXZW>
 8. Гулидова, В. А. (2022). Продуктивность гибридов Betaseed в условиях Липецкой области. *Вестник КрасГАУ*, 5(182), 43–50. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-5-43-50>. EDN: <https://elibrary.ru/UODFMR>
 9. Доспехов, Б. А. (2011). *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования): учебник для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений по агрономическим специальностям* (6-е изд., стер., перепеч. с 5-го изд. 1985). Москва: Альянс. 351 с.
 10. Иванцова, Е. А. (2017). Экологические аспекты фитосанитарной оптимизации агроэкосистем. В *Экологические аспекты использования земель в современных экономических формациях: Материалы Международной научно-практической конференции* (с. 54–61). Волгоград. EDN: <https://elibrary.ru/YOMPCI>
 11. Колупаев, М. В., Львов, А. Г., Нестерова, Л. М., Сукачева, М. С., & Тюмаков, А. Ю. (2019). Сравнительная оценка последствий препаратов Горгон, ВРК, Ланцелот, ВДГ и Магнум, ВДГ на горохе посевном (*Pisum sativum*) в вегетационном опыте. *Агрохимия*, (5), 48–55. <https://doi.org/10.1134/S0002188119050065>. EDN: <https://elibrary.ru/HIPLAS>
 12. Коржов, С. И., & Трофимова, Т. И. (2016). *Земледелие Центрального Черноземья*. Воронеж: ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ. 415 с. ISBN: 978-5-7267-0876-8. EDN: <https://elibrary.ru/WNPBWV>

13. Кочетков, П. П. (2017). Комплексное влияние пестицидного загрязнения на состояние окружающей среды. В *Экология, здоровье и образование в XXI веке. Глобальная интеграция современных исследований и технологий: Материалы III Кавказского экологического форума* (с. 170–174). Грозный. EDN: <https://elibrary.ru/ZSZGLT>
14. Мамсилов, Н. И., & Бондарева, Т. Н. (2017). Надежная защита посевов сахарной свеклы от сорняков в предгорной зоне республики Адыгея. *Новые технологии*, (4), 118–125. EDN: <https://elibrary.ru/YMPNPK>
15. Мерзликин, М. А., Минакова, О. А., & Вилков, В. М. (2021). Комплексная защита сахарной свеклы от сорняков, болезней и вредителей в ЦЧР. *Сахар*, (3), 50–56. <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2021-3-50-56>. EDN: <https://elibrary.ru/OCKMZL>
16. *Методические рекомендации по учету и картированию засоренности посевов.* (1987). Днепропетровск. 70 с.
17. Михайликова, В. В., Стребкова, Н. С., & Пустовалова, Е. А. (2019). Применение пестицидов и их действующих веществ в Российской Федерации. В *Инновационные направления в химизации земледелия и сельскохозяйственного производства: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием* (с. 84–88). Белгород. EDN: <https://elibrary.ru/VUOXHN>
18. Природоохранная защита сахарной свеклы от вредителей, болезней и сорняков с помощью химических средств. (n.d.). Получено с <https://studbooks.net/1137386/agropromyshlennost/vvedenie> (дата обращения: 26.10.2025).
19. Путилина, Л. Н., Дворянkin, Е. А., Апасов, И. В., & Смирнов, М. А. (2017). Свеклосахарный комплекс России: состояние и направление развития. *Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий*, 79(2), 180–190. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-2-180-190>. EDN: <https://elibrary.ru/ZJSGID>
20. Санin, С. С. (2016). Проблемы фитосанитарии России на современном этапе. *Защита и карантин растений*, (4), 3–6. EDN: <https://elibrary.ru/VSYWCH>
21. Цыганкова, Е. В. (2017). Фузариозная желтуха – новое экономически значимое заболевание сахарной свеклы. *Международный студенческий научный вестник*, (1), 33. EDN: <https://elibrary.ru/YISYCD>
22. Ченкин, А. Ф., Захаренко, В. А., Белозерова, Г. С., и др. (1994). *Фитосанитарная диагностика*. Москва: Колос. 323 с.

References

1. Apasov, I. V., Sergeev, G. Ya., Minakova, O. A., Kislinskaya, T. M., Stognienko, O. I., Gulidova, V. A., & Khrjukina, E. I. (2017). *Sugar beet: Modern cultivation technologies. A practical guide for growing*. Voronezh. 62 p.

2. State catalog of pesticides and agrochemicals permitted for use in the Russian Federation. Part I: Pesticides. Part II: Agrochemicals (official publication). Data as of July 3, 2025. (2025). Moscow. Retrieved from <http://www.mcx.gov.ru> (accessed July 5, 2025).
3. Gulidova, V. A. (2022). Technological qualities of sugar beet hybrids by Florimond Desprez grown on leached chernozems in the Lipetsk region. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*, 4(210), 20–28. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2022-210-4-20-28>. EDN: <https://elibrary.ru/ESMGIV>
4. Gulidova, V. A., & Zakharov, V. L. (2024). Productivity of promising sugar beet hybrids in the Lipetsk region conditions. *Bulletin of the Altai SAU*, 5(235), 18–25. <https://doi.org/10.53083/1996-4277-2024-235-5-18-25>. EDN: <https://elibrary.ru/XPXQHU>
5. Gulidova, V. A. (2022). Technological qualities of Betaseed sugar beet hybrids grown in the soil and climatic conditions of the typical forest-steppe of the Central Chernozem Region. *Bulletin of the Voronezh State Agrarian University*, 15(3), 87–96. https://doi.org/10.53914/issn2071-2243_2022_3_87-96. EDN: <https://elibrary.ru/GIKKOH>
6. Gulidova, V. A. (2023). Root quality and sugar yield when cultivating modern sugar beet hybrids by Sesvanderhave in the fields of the Lipetsk region. *Agrarian Scientific Journal*, (1), 11–16. <https://doi.org/10.28983/asj.y2023i1pp11-16>. EDN: <https://elibrary.ru/CKCEFE>
7. Gulidova, V. A. (2022). Comparative productivity and susceptibility of roots to root rot in the best foreign sugar beet hybrids under the soil and climatic conditions of the Lipetsk region. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 4(60), 77–84. <https://doi.org/10.18286/1816-4501-2022-4-77-84>. EDN: <https://elibrary.ru/XDBXZW>
8. Gulidova, V. A. (2022). Productivity of Betaseed hybrids in the conditions of the Lipetsk region. *Bulletin of KrasGAU*, 5(182), 43–50. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-5-43-50>. EDN: <https://elibrary.ru/UODFMR>
9. Dospekhov, B. A. (2011). *Field experiment methodology (with fundamentals of statistical processing of research results): A textbook for students of higher agricultural educational institutions in agronomic specialties* (6th ed., stereotyped, reprinted from the 5th ed. of 1985). Moscow: Alliance. 351 p.
10. Ivantsova, E. A. (2017). Environmental aspects of phytosanitary optimization of agroecosystems. In *Environmental aspects of land use in modern economic formations: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference* (pp. 54–61). Volgograd. EDN: <https://elibrary.ru/YOMPCI>
11. Kolupaev, M. V., Lvov, A. G., Nesterova, L. M., Sukacheva, M. S., & Tyumakov, A. Yu. (2019). Comparative assessment of the after-effects of Gorgon, VRK, Lancelot, VDG, and Magnum, VDG preparations on common pea (*Pisum sativum*) in a pot experiment. *Agrokhimiya*, (5), 48–55. <https://doi.org/10.1134/S0002188119050065>. EDN: <https://elibrary.ru/HIILAS>

12. Korzhov, S. I., & Trofimova, T. I. (2016). *Agriculture of the Central Chernozem Region*. Voronezh: Voronezh State Agrarian University. 415 p. ISBN: 978-5-7267-0876-8. EDN: <https://elibrary.ru/WNPBWV>
13. Kochetkov, P. P. (2017). Integrated impact of pesticide pollution on the environment. In *Ecology, health, and education in the 21st century. Global integration of modern research and technologies: Proceedings of the III Caucasian Ecological Forum* (pp. 170–174). Grozny. EDN: <https://elibrary.ru/ZSZGLT>
14. Mamsirov, N. I., & Bondareva, T. N. (2017). Reliable protection of sugar beet crops from weeds in the foothill zone of the Republic of Adygea. *New Technologies*, (4), 118–125. EDN: <https://elibrary.ru/YMPNPK>
15. Merzlikin, M. A., Minakova, O. A., & Vilkov, V. M. (2021). Integrated protection of sugar beet from weeds, diseases, and pests in the Central Chernozem Region. *Sugar*, (3), 50–56. <https://doi.org/10.24412/2413-5518-2021-3-50-56>. EDN: <https://elibrary.ru/OCKMZL>
16. *Guidelines for the accounting and mapping of crop infestation*. (1987). Dnepropetrovsk. 70 p.
17. Mikhailikova, V. V., Strebkova, N. S., & Pustovalova, E. A. (2019). Application of pesticides and their active ingredients in the Russian Federation. In *Innovative directions in the chemicalization of agriculture and agricultural production: Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation* (pp. 84–88). Belgorod. EDN: <https://elibrary.ru/VUOXHN>
18. *Environmental protection of sugar beet from pests, diseases, and weeds using chemical agents*. (n.d.). Retrieved from <https://studbooks.net/1137386/agropromyshlennost/vvedenie> (accessed October 26, 2025).
19. Putilina, L. N., Dvoryankin, E. A., Apasov, I. V., & Smirnov, M. A. (2017). The sugar beet and sugar complex of Russia: Current state and development directions. *Bulletin of the Voronezh State University of Engineering Technologies*, 79(2), 180–190. <https://doi.org/10.20914/2310-1202-2017-2-180-190>. EDN: <https://elibrary.ru/ZJSGID>
20. Sanin, S. S. (2016). Problems of phytosanitary control in Russia at the present stage. *Plant Protection and Quarantine*, (4), 3–6. EDN: <https://elibrary.ru/VSYWCH>
21. Tsygankova, E. V. (2017). Fusarium yellows – a new economically significant disease of sugar beet. *International Student Scientific Bulletin*, (1), 33. EDN: <https://elibrary.ru/YISYCD>
22. Chenkin, A. F., Zakharenko, V. A., Belozerova, G. S., et al. (1994). *Phytosanitary diagnostics*. Moscow: Kolos. 323 p.

ВКЛАД АВТОРОВ

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку статьи для публикации (проведение эксперимента, интерпретация результатов, подготовка текста статьи).

AUTHOR CONTRIBUTIONS

The authors contributed equally to this article (conducting of the experiment, interpretation of the results, and preparation of the text of the paper).

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Гулидова Валентина Андреевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры «Агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»

*ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
ул. Коммунаров, 28, г. Елец, Липецкая область, 399770, Российская Федерация
Guli49@yandex.ru*

Щучка Роман Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»

*ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
ул. Коммунаров, 28, г. Елец, Липецкая область, 399770, Российская Федерация
Romanelez@yandex.ru*

Захаров Вячеслав Леонидович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»

*ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
ул. Коммунаров, 28, г. Елец, Липецкая область, 399770, Российская Федерация
zaxarov7979@mail.ru*

Кравченко Владимир Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»

*ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
ул. Коммунаров, 28, г. Елец, Липецкая область, 399770, Российская Федерация
agrosoil@yandex.ru*

Сотников Борис Александрович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Агротехнологий, хранения и переработки сельскохозяйственной продукции»

*ФГБОУ ВО «Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина»
ул. Коммунаров, 28, г. Елец, Липецкая область, 399770, Российская Федерация
agro.elsu@mail.ru*

DATA ABOUT THE AUTHORS

Valentina A. Gulidova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products

Yelets State University named after I.A. Bunin

28, Kommunarov Str., Yelets, Lipetsk region, 399770, Russian Federation

Guli49@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7585-0956>

Roman V. Shchuchka, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products

Yelets State University named after I.A. Bunin

28, Kommunarov Str., Yelets, Lipetsk region, 399770, Russian Federation

Romanelez@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1011-5413>

Vyacheslav L. Zakharov, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products

Yelets State University named after I.A. Bunin

28, Kommunarov Str., Yelets, Lipetsk region, 399770, Russian Federation

zaxarov7979@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4891-658X>

Vladimir A. Kravchenko, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agrotechnology, Storage and Processing of Agricultural Products

Yelets State University named after I.A. Bunin

28, Kommunarov Str., Yelets, Lipetsk region, 399770, Russian Federation

agrosoil@yandex.ru

Boris A. Sotnikov, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agricultural Technologies, Storage and Processing of Agricultural Products

Yelets State University named after I.A. Bunin

28, Kommunarov Str., Yelets, Lipetsk region, 399770, Russian Federation

agro.elsu@mail.ru

Поступила 25.12.2025

После рецензирования 26.02.2026

Принята 16.03.2026

Received 25.12.2025

Revised 26.02.2026

Accepted 16.03.2026