

АГРОНОМИЯ

4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

4.1.3. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Научная статья

УДК 633. 63:632.954

doi: 10.28983/asj.y2024i11pp4-9

Совершенствование технологии защиты сахарной свеклы от сорняков на юге Нечерноземья

Дмитрий Владимирович Бочкарев¹, Екатерина Владимировна Тюкина¹, Андрей Николаевич Слугин¹, Дроздова Ксения Олеговна¹, Владимир Викторович Дубровин², Татьяна Федоровна Девяткина¹

¹ Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева, г. Саранск, Россия

² Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова, г. Саратов, Россия

e-mail: bochkarevdv@yandex.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований по оценке эффективности комплексного применения гербицидов и регуляторов роста при возделывании сахарной свеклы. Установлено, что наиболее эффективной была система дробного применения гербицидов: в первую обработку использовали Бетарен Супер МД, МКЭ в норме 1,30 л/га, Лорнет, ВР в норме 0,075 л/га, Форвад, МКЭ в дозе 0,80 л/га, Кондор, ВДГ в дозе 0,03 л/га, во вторую обработку Бетарен Супер МД, МКЭ в дозе 1,30 л/га, Лорнет, ВР в дозе 0,20 л/га, Форвад, МКЭ в норме 1,00 л/га, Кондор, ВДГ в дозе 0,045 л/га и в третью обработку Бетарен 22, МКЭ в дозе 2,00 л/га, Лорнет, ВР в дозе 0,30 л/га, Форвад, МКЭ в норме 1,00 л/га, Кондор, ВДГ в дозе 0,045 л/га. Биологический эффект в регулировании численности малолетних сорных растений составлял от 46 до 94 %, многолетних от 67 до 91 % по срокам учетов. Наибольший эффект в снижении массы сорных растений 98 % отмечался при трехкратном применении гербицидов в комплексе с Эпином Экстра. Оценка хозяйственной эффективности гербицидов выявила, что они оказывали некоторый гербитоксический эффект, недобор урожая от которого при сравнении с механическим удалением сорняков составлял порядка 6 т/га. Применение Эпина Экстра не ослабляло действие гербицидов, а, напротив, усиливало фитосенотический потенциал культуры и на данном варианте гербитоксическое воздействие сглаживалось. Наибольшую урожайность 65,5 т/га обеспечивало трехкратное внесение комплекса гербицидов совместно с регулятором роста.

Ключевые слова: система защиты; гербициды; сахарная свекла; урожайность; засоренность; численность; масса сорных растений; регулятор роста; Эпин Экстра; эффективность

Для цитирования: Бочкарев Д. В., Тюкина Е. В., Слугин А. Н., Дроздова К. О., Дубровин В. В., Девяткина Т. Ф. Совершенствование технологии защиты сахарной свеклы от сорняков на юге Нечерноземья // Аграрный научный журнал. 2024. № 11. С. 4–9. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i11pp4-9>.

AGRONOMY

Original article

The improvement of the technology of protecting sugar beet from weeds in the south of the Non-Chernozem region

Dmitry V. Bochkarev¹, Ekaterina V. Tyukina¹, Andrey N. Slugin¹, Ksenia O. Drozdova¹, Vladimir V. Dubrovin², Tatyana F. Devyatkina¹

¹ Mordovia State University named after N. P. Ogarev, Saransk, Russia

² Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov, Saratov, Russia
e-mail: bochkarevdv@yandex.ru

Abstract. The results of studies assessing the effectiveness of the integrated use of herbicides and growth regulators in the cultivation of sugar beets are presented. It was found that the most effective system was the fractional application of herbicides: the first treatment used Betaren Super MD, MKE at a rate of 1.30 l/ha, Lornet, BP at a rate of 0.075 l/ha, Forvad, MKE at a dose of 0.80 l/ha ha, Condor, VDG at a dose of 0.03 l/ha, the second treatment – Betaren Super MD, MKE at a dose of 1.30 l/ha, Lornet, VR at a dose of 0.20 l/ha,

© Бочкарев Д. В., Тюкина Е. В., Слугин А. Н., Дроздова К. О., Дубровин В. В., Девяткина Т. Ф., 2024





Forvad, MKE at a rate of 1.00 l/ha, Condor, VDG at a dose of 0.045 l/ha, and the third treatment – Betaren 22, MKE at a dose of 2.00 l/ha, Lornet, VR at a dose of 0.30 l/ha, Forvad, MKE at a rate of 1.00 l/ha, Condor, VDG at a dose of 0.045 l/ha. The biological effect in regulating the number of young weeds ranged from 46 to 94 %, and of perennial weeds from 67 to 91 % according to the survey periods. The greatest effect in reducing the weight of weeds by 98 % was observed with three times the use of herbicides in combination with Epin Extra. An assessment of the economic effectiveness of herbicides revealed that they had some herbotoxic effect, the harvest deficiency from which, when compared with mechanical weed removal, was about 6 t/ha. The use of Epin Extra did not weaken the effect of herbicides, but, on the contrary, enhanced the phytocenotic potential of the crop and in this variant the herbotoxic effect was smoothed out. The highest yield of 65.5 t/ha was ensured by three-fold application of the herbicide complex together with a growth regulator.

Keywords: protection system; herbicides; sugar beet; yield; weed infestation; number; weight of weeds; growth regulator; Epin Extra; efficiency

For citation: Bochkarev D. V., Tyukina E. V., Slugin A. N., Drozdova K. O., Dubrovin V. V. The improvement of the technology of protecting sugar beet from weeds in the south of the Non-Chernozem region. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2024;(11):4–9 (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i11pp4-9>.

Введение. От эффективности производства и объема получения сахарной свеклы во многом зависит продовольственная безопасность России, что делает культуру стратегической для экономики [4, 10]. Юг нечерноземной зоны, куда территориально относится Республика Мордовия, является самой северной зоной производства сахарной свеклы в РФ. Посевная площадь культуры в Мордовии стабильна и составляет более 20 тыс. га. Однако ее урожайность далека от потенциально возможной и сильно колеблется по годам: от 28,05 до 47,40 т/га за последние 5 лет.

Сахарная свекла в силу биологических особенностей слабоконкурентна по отношению к сорным растениям, в особенности в начальный период вегетации первые 6–8 недель. Таким образом, создается экологическая ниша, которую занимают сорные растения. В начальный период развития защита сахарной свеклы от сорных растений должна быть высокоэффективной, чтобы в последующем за счет нарастания листового аппарата ее конкуренция по отношению к сорнякам возрастала [5, 7].

Исследователи отмечают, что современному сельхозтоваропроизводителю доступны как монокомпонентные, так и поликомпонентные гербициды. Но, несмотря на их высокую биологическую эффективность, имеющийся поливидовой ряд сорных растений, его различия по регионам, определенные биологические особенности, растянутый период появления требуют разработки адаптивных подходов к конкретным условиям [1, 9].

На сегодняшний день система химической защиты сахарной свеклы от сорных растений строится по разным схемам. Зачастую используют комбинированную схему, в которой применяются как почвенные, так и повсходовые препараты. Широкое применение получила схема дробного внесения повсходовых гербицидов. Не менее эффективной является схема системного использования препаратов с включением глифосатов в период послеуборочной подготовки почвы и последующим дробным внесением как противодвудольных, так и противозлаковых препаратов [3, 8].

Цель исследования – определение эффективности комплексного применения гербицидов и регуляторов роста при возделывании сахарной свеклы.

Материалы и методы. В 2021–2023 гг. заложен двухфакторный опыт в трехкратной повторности. Первый изучаемый фактор (А) включал в себя следующие варианты: 1) контроль (без гербицидов), 2) ручная прополка, 3) однократное применение комплекса гербицидов, 4) двукратное применение комплекса гербицидов, 5) трехкратное применение комплекса гербицидов (схема внесения гербицидов представлена в таблице). Второй фактор (Б): 1) контроль (без регулятора роста), 2) регулятор роста Эпин Экстра, Р (24-эпибрассинолид) в норме 0,10 л/га.

Первую обработку проводили в фазу 1–2 пар настоящих листьев, вторую – в фазу 4–5 пар настоящих листьев, а третью – перед смыканием рядков. В качестве адъюванта при каждой обработке использовали Сателлит, Ж (этоксилата изодецилового спирта, 900 г/л).

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный; содержание гумуса варьировалось от 5,7 до 6,0 %; $pH_{\text{сол.}}$ 6,2–6,4; P_2O_5 112–116 мг/кг; K_2O 165–180 мг/кг. Погодные условия в годы проведения опытов заметно различались. ГТК в 2021 г. составил 0,7, в 2022 г. – 0,8, в 2023 г. – 1,3, что характерно для климата юга Нечерноземной зоны.

Результаты исследований. Разработка эффективных мероприятий по регулированию засоренности посевов невозможна без определения видового состава сорного комплекса в конкретной природной зоне. Гербологический мониторинг показал, что в посевах встречались яровые ранние (овсюг обыкновенный, виды пикульников, марь белая и др.), яровые поздние (ежовник обыкновенный, виды щетинников, щирица запрокинутая), зимующие (подмаренник цепкий); из многолетников – корнеотпрысковые (бодяк щетинистый, вьюнок полевой). Исследуемые в опыте препараты сдерживали развитие сорных растений. В среднем за годы исследований численность малолетних сорных растений при однократном использовании комплекса гербицидов снижалась на 45 %, многолетних видов на 69 %. Внесение Эпина Экстра к статистически подтвержденному изменению изучаемого показателя не приводило.

К третьему периоду наблюдений отмечали увеличение численности сорняков почти в 2 раза за счет появления второй волны яровых ранних видов и массового отрастания яровых поздних злаковых видов и щирицы запрокинутой.

После второй гербицидной обработки численность малолетних сорняков снижалась на 71 %, многолетних на 82 %. На вариантах с однократным внесением гербицидов технологический эффект сохранялся, но был существенно ниже 53 % по малолетним и 55 % по многолетним. Добавление Эпина Экстра усиливало фитоценотический потенциал культуры в отношении малолетних сорняков до 60 %.

Наибольший эффект применяемой системы защиты сахарной свеклы отмечали при трехкратной дробной обработке посевов комплексом гербицидов. К моменту уборки культуры снижение засоренности малолетними и многолетними сорными видами составляло 92 и 91 % к контролю.

Применение Эпина Экстра не оказывало отрицательного влияния на биологический эффект гербицидов. В отношении малолетних сорняков при реализации полной схемы применения препаратов он был выше на 30 % при сравнении с аналогичным вариантом без применения регулятора роста.

При оценке эффективности мероприятий, регулирующих обилие сорных растений в агрофитоценозах, наряду с плотностью популяций особей на единице площади важное значение имеет масса сорных растений, в особенности к уборке культуры. Данный показатель характеризуется как непосредственный технологический эффект препаратов и последующий ценотический эффект культуры в агрофитоценозе [2, 6].

Проведенные исследования показали, что используемая в опыте схема защиты имела высокую биологическую эффективность в снижении массы сорных растений как без использования регулятора роста, так и с его внесением (см. таблицу). Наивысший биологический эффект по всем вариантам опыта отмечен на делянках, где проводили системное внесение комплекса гербицидов по фону использования регулятора роста Эпин Экстра. Общая биомасса сорных растений была ниже контроля на 98 % (267 г/м²). Варианты с двукратным опрыскиванием и двойной ручной прополкой несколько уступали вышеописанному варианту, однако их эффективность также была высокой: 90 и 93 %.

Основным показателем, характеризующим эффективность применения гербицидов, является урожайность сельскохозяйственных культур (см. рисунок).

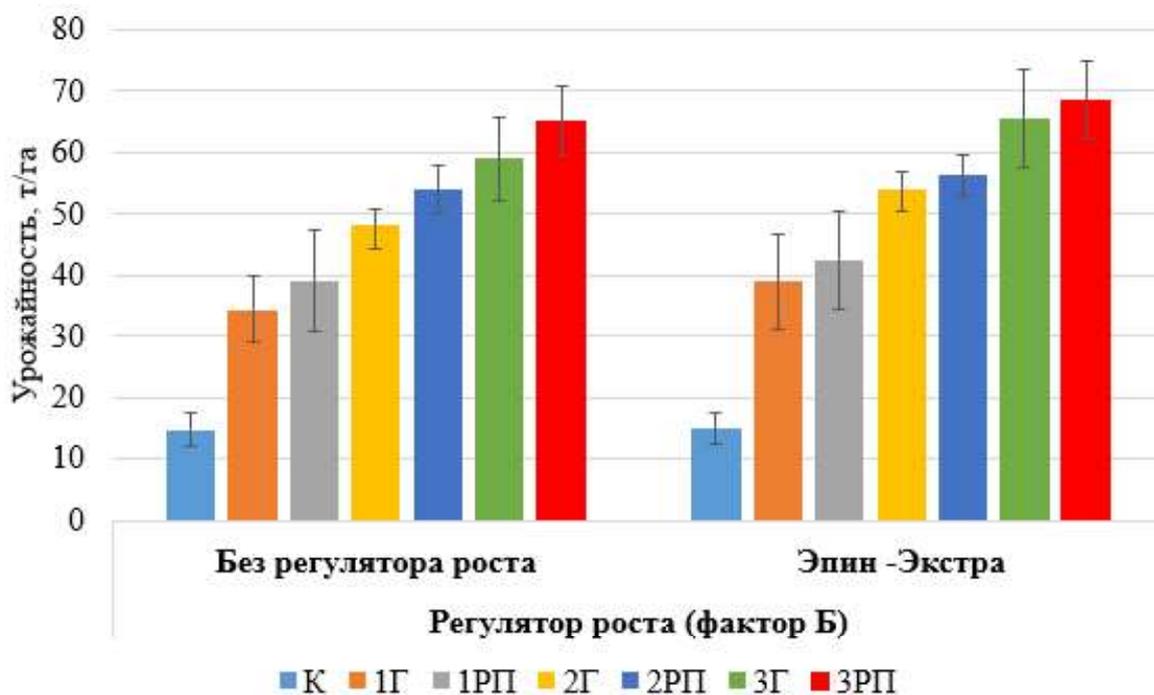
При отсутствии системы защитных мероприятий урожайность сахарной свеклы снижалась в 3 раза в сравнении с опытными вариантами. Дробное внесение комплекса гербицидов обеспечивало достоверную прибавку урожайности. Хозяйственную эффективность прослеживали от однократного применения комплексов гербицидов. В среднем прибавка составляла 19,8 т/га. Двукратное применение гербицидов обеспечивало прибавку 33,5 т/га, трехкратное – 44,3 т/га.



Численность и масса сорных растений в посевах сахарной свеклы в среднем за 3 года (2021–2023 гг.)
 Number and weight of weeds in sugar beet crops on average for 3 years (2021–2023)

Фактор А (гербицидная обработка)	Фактор Б (регулятор роста)	Количество сорняков, шт./м ²						Масса сорняков, г/м ² к фазе технической спелости	
		перед 2-й гербицидной обработкой и прополкой		перед 3-й гербицидной обработкой		в фазу технической спелости сахарной свеклы		малолетние	многолетние
		малолетние	многолетние	малолетние	многолетние	малолетние	многолетние		
контроль (без гербицида)	без регулятора	57	12	116	22	116	23	244,7	32,7
	Эпин Экстра	58	13	117	21	109	23	239,0	34,2
1-я гербицидная обработка	без регулятора	33	3	60	9	60	11	73,6	22,7
	Эпин Экстра	31	4	46	9	51	11	65,2	18,5
1-я ручная прополка	без регулятора	22	7	40	14	58	16	75,6	20,4
	Эпин Экстра	24	7	36	12	55	15	66,4	18,9
2-я гербицидная обработка	без регулятора	32	4	20	4	31	7	23,0	9,5
	Эпин Экстра	31	4	19	4	28	7	17,5	7,1
2-я ручная прополка	без регулятора	23	6	16	8	22	12	17,1	7,0
	Эпин Экстра	21	7	15	7	21	11	14,3	5,1
3-я гербицидная обработка	без регулятора	30	4	20	5	10	2	7,5	1,8
	Эпин Экстра	31	4	17	4	7	2	5,1	0,5
3-я ручная прополка	без регулятора	21	7	14	8	7	4	5,7	2,5
	Эпин Экстра	21	7	13	8	7	4	4,5	1,4
НСР ₀₅ фактор А		9	6,6	9,2	7,6	5,8	7,3	2,78	1,05
НСР ₀₅ фактор Б, АБ		5,6	4,7	6,4	4,5	7,4	4,8	4,8	1,82





Влияние системы защиты на урожайность сахарной свеклы в среднем за 2021–2023 гг., т/га

Impact of the protection system on sugar beet yield on average for 2021-2023, t/ha

Следует отметить, что помимо высокого хозяйственного эффекта изучаемые препараты оказывали токсическое действие на растения сахарной свеклы, что определялось при сравнении их с вариантами, где проводили механическое удаление сорняков (ручная прополка), урожайность на которых была выше на 5–6 т/га. Применение Эпина Экстра в баковой смеси снижало гербитоксический стресс и позволяло сохранить урожай на уровне 65,5 т/га.

Заключение. Проведенные исследования позволяют рекомендовать для юга Нечерноземной зоны дробную систему защиты сахарной свеклы от сорных растений по следующей схеме: при 1-й обработке Бетарен Супер МД, МКЭ в норме 1,30 л/га, Лорнет, ВР в норме 0,075 л/га, Форвад, МКЭ в дозе 0,80 л/га, Кондор, ВДГ в дозе 0,03 л/га, при 2-й обработке Бетарен Супер МД, МКЭ в дозе 1,30 л/га, Лорнет, ВР в дозе 0,20 л/га, Форвад, МКЭ в норме 1,00 л/га, Кондор, ВДГ в дозе 0,045 л/га, при 3-й обработке Бетарен 22, МКЭ в дозе 2,00 л/га, Лорнет, ВР в дозе 0,30 л/га, Форвад, МКЭ в норме 1,00 л/га, Кондор, ВДГ в дозе 0,045 л/га. Для снижения гербитоксического стресса, повышения конкурентоспособности культуры и увеличения урожайности при каждой обработке в баковую смесь включать Эпин Экстра в норме 0,05 л/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние схемы защиты растений на густоту стояния и конечную продуктивность сахарной свеклы с обоснованием устройства для внесения гербицидов / И. П. Заволока [и др.] // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2021. № 4. С. 112–119. DOI 10.24412/2311-6447-2021-4-112-119. EDN YRIWAT.
2. Гаврюшина И. В., Семина С. А., Надежкин С. М. Влияние условий выращивания на фитосанитарное состояние посевов кукурузы // Научная жизнь. 2020. Т. 15. № 9(109). С. 1215–1223. DOI 10.35679/1991-9476-2020-15-9-1215-1223. EDN OUNUUF.
3. Гамуев В. В., Рябчинский А. В. Интегрированная защита сахарной свеклы от сорняков // Защита и карантин растений. 2010. № 12. С. 39–42.
4. Гулидова В. А. Сравнительная продуктивность и поражаемость корнеплодов корневыми гнилями лучших иностранных гибридов сахарной свёклы в почвенно-климатических условиях Липецкой области // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 4(60). С. 77–84. DOI 10.18286/1816-4501-2022-4-77-84. EDN XDBXZW.



5. Игнатова Г. А. Совершенствование интегрированной системы защиты посевов сахарной свеклы от сорных растений в условиях Орловской области // Вестник аграрной науки. 2022. № 1(94). С. 12–16.
6. Кузнецова С. В., Багринцева В. Н. Отечественные гербициды для защиты кукурузы от сорняков // Земледелие. 2021. № 4. С. 44–48. DOI 10.24411/0044-3913-2021-10411. EDN JTTXNK.
7. Сахарная свёкла (Выращивание, уборка, хранение) / под общ. ред. Д. Шпаара / Д. Шпаар [и др.]. М.: ИД ООО «DLV АГРОДЕЛО», 2006. 315 с.
8. Система защиты посевов от злостных сорняков / Д. В. Бочкарев [и др.] // Сахарная свекла. 2014. № 7. С. 32–34.
9. Совершенствование технологии и средств механизации при возделывании и уборке сахарной свеклы в условиях Центрального черноземья / В. И. Горшенин [и др.] // Теория и практика мировой науки. 2017. № 12. С. 78–81.
10. Указ Президента России от 30 января 2010 г. № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации». Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/news/6752>.
11. Hoad S., Topp C., Davies K. Selection of cereals for weed suppression in organic agriculture: a method based on cultivar sensitivity to weed growth // *Euphytica*. 2008. Vol. 163. P. 355–366.
12. Holst N., Rassmusen I. A., Bastians L. Field weed population dynamics: a review of model approaches and applications // *Weed Res.* 2007. Vol. 47. P. 1–14.

REFERENCES

1. The influence of a plant protection scheme on the standing density and final productivity of sugar beets with justification for the device for applying herbicides / I. P. Zavoloka, A. A. Zavrazhnov, A. I. Zavrazhnov [et al.]. *Technologies for the Food and Processing Industry of Aic – Healthy Food*. 2021;(4):112–119. DOI: 10.24412/2311-6447-2021-4-112-119. EDN YRIWAT. (In Russ.).
2. Gavryushina, I. V., Semina S. A., Nadezhkin S. M. Influence of growing conditions on the phytosanitary condition of corn crops. *Scientific Life*. 2020;15(9(109)):1215–1223. DOI: 10.35679/1991-9476-2020-15-9-1215-1223. EDN OUNUUF. (In Russ.).
3. Gamuev V. V., Ryabchinsky A. V. Integrated protection of sugar beets from weeds. *Zašita i Karantin Rastenij*. 2010;(12):39–42. (In Russ.).
4. Gulidova V. A. Comparative productivity and susceptibility of root crops to root rot of the best foreign hybrids of sugar beet in the soil and climatic conditions of the Lipetsk region. *Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*. 2022;4(60):77–84. DOI: 10.18286/1816-4501-2022-4-77-84. EDN XDBXZW. (In Russ.).
5. Ignatova G. A. Improving the integrated system for protecting sugar beet crops from weeds in the Oryol region. *Bulletin of Agrarian Science*. 2022;1(94):12–16. (In Russ.).
6. Kuznetsova S. V., Bagrintseva V. N. Domestic herbicides for protecting corn from weeds. *Agriculture*. 2021;(4):44–48. DOI: 10.24411/0044-3913-2021-10411. EDN JTTXNK. (In Russ.).
7. Sugar beets (Growing, harvesting, storage) / under the general editorship of D. Shpaar / D. Shpaar [et al.] Moscow, 2006. 315 p. (In Russ.).
8. System for protecting crops from malicious weeds / D. V. Bochkarev [et al.] *Sugar Beets*. 2014;(7):32–34. (In Russ.).
9. Improving technology and mechanization for cultivating and harvesting sugar beets in the Central Black Earth Region / V. I. Gorshenin, S. V. Soloviev, A. G. Abrosimov, A. V. Alekhin. *Theory and Practice of World Science*. 2017;(12):78–81. (In Russ.).
10. The Decree of the President of the Russian Federation of January 30, 2010 No. 120 On Approval of the Doctrine of Food Security of the Russian Federation. Available at: <http://www.kremlin.ru/news/6752>. (In Russ.).
11. Hoad S., Topp C., Davies K. Selection of cereals for weed suppression in organic agriculture: a method based on cultivar sensitivity to weed growth. *Euphytica*. 2008;(163):355–366.
12. Holst N., Rassmusen I. A., Bastians L. Field weed population dynamics: a review of model approaches and applications. *Weed Res.* 2007;(47):1–14.

Статья поступила в редакцию 18.03.2024; одобрена после рецензирования 20.04.2024; принята к публикации 03.05.2024.
The article was submitted 18.03.2024; approved after reviewing 20.04.2024; accepted for publication 03.05.2024.

