

# Синергический эффект снижения продуктивности сахарной свёклы от воздействия примеси зерновых гербицидов в баковом растворе при обработке посева свекловичными гербицидами

Е.А. ДВОРЯНКИН, д-р с/х. наук (e-mail: dvoryankin149@gmail.com)

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»

## Введение

Рост и развитие сахарной свёклы отражают реакцию растений на условия среды. Подавление ростовых процессов является основной причиной уменьшения ассимиляционной активности растений и потери урожайности культуры, подверженной воздействию токсикантов [4, 9].

В современных технологиях возделывания сахарной свёклы по разным причинам возможны повреждения растений культуры гербицидами, применяемыми для уничтожения сорной растительности в посевах. Между силой воздействия поражающего фактора и активностью ростовых процессов растений существует тесная зависимость, которая корректируется погодными условиями [5–8].

Для обработки сахарной свёклы схемы с противодвудольными гербицидами группы бетаналов дополняют граминицидами и страховыми препаратами, например содержащими метамитрон. Сбалансированное применение этих гербицидов не приводит к сильному токсикозу растений сахарной свёклы, тогда как в присутствии даже незначительного количества остатков зерновых гербицидов в баке опрыскивателя резко возрастает фитотоксичность баковой смеси для растений

культуры. Примеси токсичных для сахарной свёклы гербицидов гормоноподобного действия, ингибиторов синтеза аминокислот или каротиноидов в баковом растворе свекловичных гербицидов заметно снижают нарастание массы растений сахарной свёклы, особенно в фазе семядолей – первой пары настоящих листьев [2, 3].

Во многих хозяйствах в севообороте размещают зерновые, зернобобовые культуры и сахарную свёклу, которые обрабатывают предназначенными для них гербицидами, используя для наведения растворов одни и те же механизмы. При этом небрежное отношение к санитарной обработке опрыскивателя или растворного узла в случае наведения раствора для другой культуры, такой как сахарная свёкла, может заметно повлиять на её продуктивность.

Цель исследования – изучить влияние остатков различных зерновых гербицидов в баке опрыскивателя при смешении их с комбинацией свекловичных гербицидов на продуктивность сахарной свёклы.

## Задачи исследования

1. Установить влияние сублетальных и изреживающих посев доз различных зерновых герби-

цидов на формирование посева и урожайность сахарной свёклы в зависимости от фазы развития культуры и погодных условий.

2. Установить влияние примесей отдельных зерновых гербицидов в баке опрыскивателя при внесении свекловичных гербицидов на продуктивность сахарной свёклы.

## Методика проведения исследований

Исследования проводились на опытном поле ФГБНУ ВНИИСС в 2016–2018 гг. Объектом исследования служили растения сахарной свёклы в фазе семядолей – двух пар настоящих листьев и различные зерновые гербициды в сублетальных и изреживающих посев дозах: «Эстерон», «Пульсар», «Каллисто», «Ларен», «Гранстар», «Титус», «Серто Плюс», применяемые на пшенице, горохе, кукурузе. Расчёт сублетальных и изреживающих доз испытуемых гербицидов осуществляли по ранее приведённой методике [1].

В опытах на сахарной свёкле изучали действие гербицидов в дозах 2,0–6,0 % от нормы применения «Эстерона», 0,8 л/га; «Пульсара», 1,0 л/га; «Каллисто», 0,2 л/га; «Гранстара», 0,02 кг/га; «Ларена», 0,01 кг/га; «Титуса», 0,05 кг/га; «Серто Плюс», 0,2 л/га. Почва опытного участка – чернозём

выщелоченный малогумусный среднетяжелосуглинистый.

Схема опыта предусматривала 28 вариантов в двукратной повторности. Площадь делянки 16,2 м<sup>2</sup> расщепляли пополам, затем на одной половине вносили испытуемый гербицид, а на другой – испытуемый гербицид + комбинацию свекловичных гербицидов: БЭОФ, 1,2 л/га + «Пилот», 1,3 л/га + «Пантера», 1,0 л/га. Опыт включал в себя контроль с ручной прополкой; контроль с обработкой комбинацией свекловичных гербицидов; варианты с зерновыми гербицидами (ручная прополка); варианты с зерновыми гербицидами на фоне комбинации свекловичных гербицидов (проросшие сорняки удалялись вручную). Площадь расщеплённой делянки 8,1 м<sup>2</sup>, учётной 5,4 м<sup>2</sup>. Размещение делянок в опыте рендомизированное.

В опытах проведено однократное внесение гербицидов на делянке. Растворы вносили ранцевым опрыскивателем, оборудованным штангой с 6 распылителями на 6 рядков сахарной свёклы.

Сахарная свёкла возделывалась в звене севооборота «чёрный пар – озимая пшеница – сахарная свёкла». Технология возделывания культур общепринятая для ЦЧР.

#### Результаты исследований

Наиболее быстро поразились гербицидами растения сахарной свёклы в фазе семядолей – первой пары настоящих листьев. Поражённые растения частично выпадали, посев изреживался. При слабом поражении гербицидами растения сахарной свёклы постепенно формировали листовой аппарат, способный эффективно ассимилировать углерод для процессов роста и развития организма.

Исследуемые гербициды различались по фитотоксичности для сахарной свёклы. Во влажных условиях произрастания с увеличе-

нием малых доз зерновых гербицидов (1,0–6,0 % от нормы применения, регламентированной для культуры по каталогу), отмечалось резкое снижение массы растений сахарной свёклы через 12 дней после внесения препаратов в фазе семядолей – первой пары настоящих листьев. Наиболее высокую токсичность проявляли «Каллисто», «Гранстар», «Ларен», «Пульсар», а наименьшую – «Титус». Так, под действием малых доз «Гранстара» нарастание массы у растений снижалось на 11–82, «Ларена» – на 3–54, «Титуса» – на 1–14 % к контролю без гербицидов.

В условиях недостатка влаги и высокой инсоляции токсическое действие гербицидов на растения сахарной свёклы в фазе семядолей – первой пары настоящих листьев усиливалось.

Симптомы повреждения гербицидами сахарной свёклы в фазе двух пар настоящих листьев проявлялись через два-три дня после нанесения препарата, в этом возрасте симптомы были более отчётливы. В условиях недостатка влаги возрастали деформации листьев. Растения полегали, листья сворачивались.

Фитотоксичность исследуемых гербицидов для растений в фазе двух пар настоящих листьев по показателю динамики нарастания массы 100 растений была заметно ниже, чем для растений в возрасте семядолей – первой пары настоящих листьев. Для более взрослых растений она была в 1,5–2,0 раза ниже, чем для растений в фазе семядолей – первой пары настоящих листьев. Токсичность «Титуса» для сахарной свёклы в фазе двух пар настоящих листьев по показателю массы 100 растений проявлялась при наиболее высоких испытуемых дозах препарата и выражалась в снижении массы на 8–10 % в сравнении с контролем.

Под действием гербицидов растения сахарной свёклы частично выпадали и посев изреживался

в зависимости от токсичности препарата, обширности повреждений и погодных условий. Как правило, изреженность посева наблюдалась больше при повреждении в фазе семядолей – первой пары настоящих листьев, чем у растений старшего возраста. Но если при прохождении культурой стадий роста, в которые она была повреждена токсичными гербицидами, происходила смена погоды от влажной к засушливой, то выпад растений в фазе двух пар настоящих листьев мог быть больше, чем растений, повреждённых в раннем возрасте. Это происходило вследствие более быстрой адаптации к действию гербицидов оставшихся растений, повреждённых в фазе семядолей – первой пары настоящих листьев.

В условиях длительного недостатка влаги и жаркой погоды выпад растений сахарной свёклы под действием испытуемых гербицидов возрастал в 1,5–2 раза в сравнении с исследуемой возрастной группой растений в условиях оптимальной погоды. При этом особенно сильно страдали посевы, поражённые гербицидами в наиболее ранние фазы развития.

В большинстве случаев растения сахарной свёклы повреждались остатками токсичных для неё гербицидов при наведении растворов в баке опрыскивателя или растворных узлах средств защиты, применяемых на этой культуре. Например, сульфонилмочевины и имидазолиноны, являясь сильными биологически активными веществами, могут в малых количествах проявлять синергическое повреждающее действие на чувствительные культуры в смесях с другими химическими веществами [3]. Поэтому даже незначительное количество гербицидов, предназначенных для применения на зерновых культурах, их остатки в баке, в шлангах, фильтрах могут оказать негативное влияние на рост и развитие сахарной свёклы

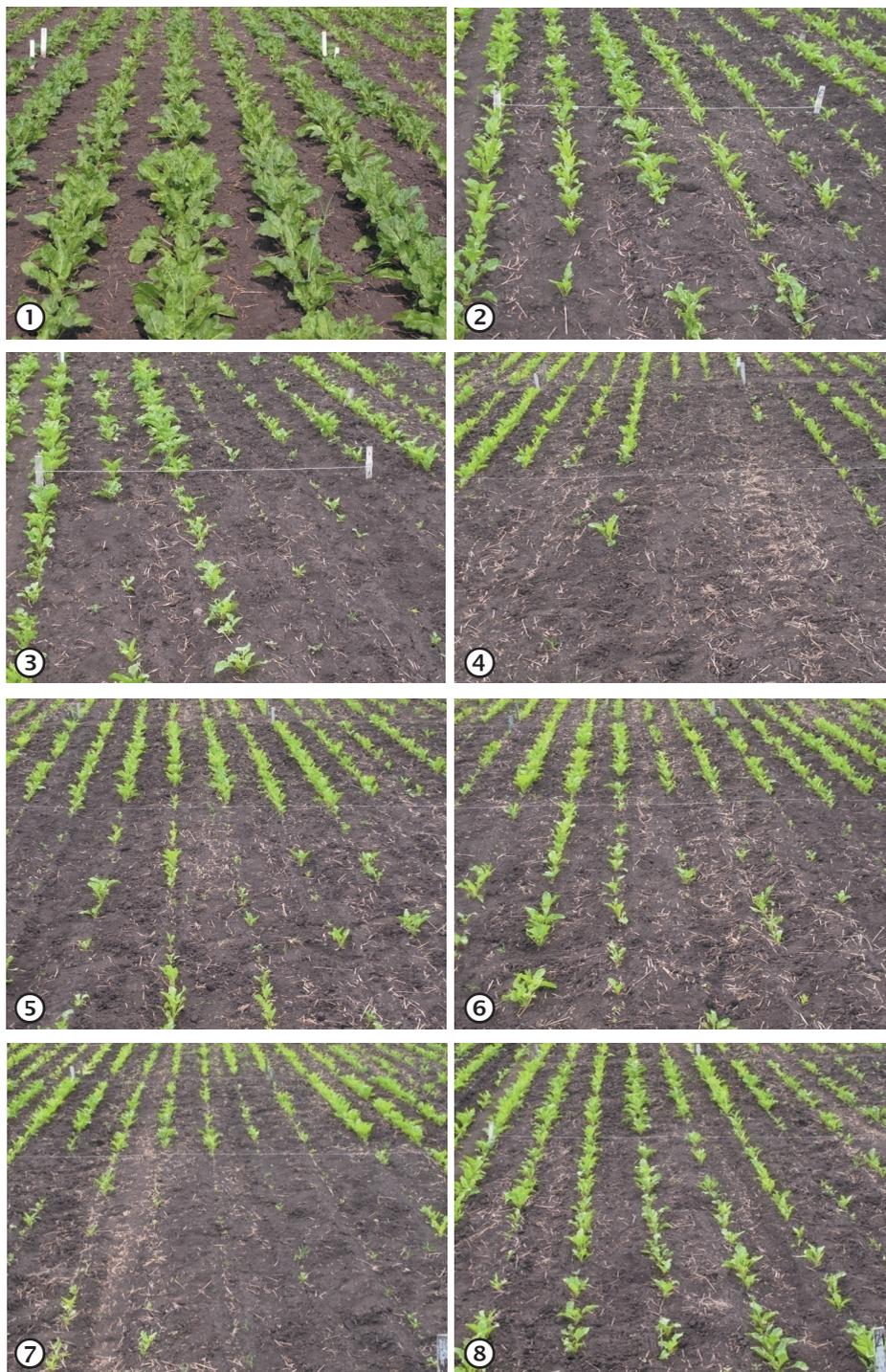
при смешивании с другими препаратами, например бетаналами.

Так, под действием комбинации свекловичных гербицидов в смеси с остатками в баке опрыскивателя зерновых гербицидов отмечалось более сильное угнетение растений сахарной свёклы, возрастала доля необратимых повреждений, от которых растения неспособны восстановиться. Вследствие этого негативное действие на продуктивность сахарной свёклы остатков данной группы гербицидов в растворе со свекловичными гербицидами увеличивалось в 1,3–2 раза в сравнении с действием только остатков испытуемых гербицидов в баке опрыскивателя после полной заправки ёмкости водой [3]. Эффект синергии от смеси гербицидов вызывал увеличение потери урожайности и сахаристости корнеплодов.

Растворы свекловичных гербицидов, применённые на вегетирующей культуре с примесью гербицидов зерновых культур, заметно увеличивают изреженность посева и усиливают симптоматику повреждения сахарной свёклы.

Так, изреженность посева в контроле (с применением свекловичных гербицидов) перед уборкой культуры была в пределах 2,5 % от густоты всходов (102 тыс/га). Примеси зерновых гербицидов, оставшиеся в баке опрыскивателя, при разведении со свекловичными гербицидами угнетали растения сахарной свёклы и изреживали посев культуры сильнее, чем раствор зерновых гербицидов, разведённый водой до аналогичной концентрации, но без свекловичных препаратов (см. рис.).

В целом следует отметить, что при повреждении сахарной свёклы в фазе семядолей – первой пары настоящих листьев низкими дозами зерновых гербицидов оставшиеся растения восстанавливали физиологические функции. Поэтому при сохранении в посевах густоты стояния растений не менее



*Влияние остатка гербицидов в баке опрыскивателя, применённых на зерновых культурах, вызывающее повреждение и гибель сахарной свёклы при внесении их в смеси со свекловичными гербицидами. 1 – контроль (смесь свекловичных гербицидов – БЭОФ, 1,2 л/га + «Пилот», 1,3 л/га + «Пантера», 1,0 л/га); 2 – «Эстерон» (слева направо по три рядка от колышка), 2,5 и 5 % от полной нормы на культуре по каталогу; 3 – «Пульсар», 2,5 и 5 %; 4 – «Каллисто», 2,5 и 5 %; 5 – «Серто Плюс», 2,5 и 5 %; 6 – «Ларен», 2,5 и 5 %; 7 – «Гранстар», 2,5 и 5 %; 8 – «Титус», 3 и 6 %. На переднем плане (до шпагата) смесь свекловичных гербицидов с примесью зерновых гербицидов, на заднем плане (за шпагатом) – зерновые гербициды в той же концентрации*

65 тыс. шт/га урожайность сахарной свёклы уменьшалась на 2,5–11,9 % в зависимости от токсичности гербицидов. В смеси с комбинацией свекловичных гербицидов потери урожайности корнеплодов от примеси зерновых гербицидов возрастали до

10,2–47,3 %. Наибольшие потери урожайности отмечены в вариантах с «Каллисто», «Гранстаром», «Лареном» и «Пульсаром». Относительно низкие потери – в вариантах с «Титусом», «Серто Плюс» и «Эстероном» (см. табл.). В фазе двух пар настоящих листьев

выпад растений под действием исследуемых токсикантов уменьшался, а урожайность корнеплодов варьировала в зависимости от специфики действия препаратов и погодных условий.

Наличие остатков в баке опрыскивателя токсичных для сахар-

*Продуктивность сахарной свёклы в зависимости от фитотоксичности раствора свекловичных гербицидов (БЭОФ, 1,2 л/га + «Пилот», 1,3 л/га + «Пантера», 1,0 л/га), наведённого с остатками зерновых гербицидов в баке опрыскивателя (2016–2018 гг.)*

Гербициды, л/га; % от полной нормы расхода на культуре по каталогу	Без применения свекловичных гербицидов (ручная прополка)			С применением свекловичных гербицидов (с дополнительной ручной прополкой)		
	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га	Урожайность, т/га	Сахаристость, %	Сбор сахара, т/га
При однократном внесении смеси свекловичных гербицидов на сахарной свёкле в фазе отрастания первой пары настоящих листьев						
1. Контроль с ручной прополкой	40,2	17,4	7,0	40,2	17,4	7,0
2. БЭОФ, 1,2 + «Пилот», 1,3 + «Пантера», 1,0	–	–	–	40,8	17,2	7,0
3. + «Эстерон», 2 %	42,7	17,2	7,3	36,1	17,3	6,2
4. + «Пульсар», 2 %	37,2	17,0	6,3	32,1	17,1	5,5
5. + «Серто Плюс», 2 %	37,4	17,2	6,4	35,8	16,9	6,0
6. + «Гранстар», 2 %	35,7	17,0	6,1	28,6	16,6	4,7
7. + «Ларен», 2 %	37,2	16,9	6,3	30,4	16,5	5,0
8. + «Титус», 2 %	39,2	17,1	6,7	37,6	16,6	6,2
9. + «Каллисто», 2 %	35,4	16,8	5,9	21,2	16,6	3,5
При однократном внесении смеси свекловичных гербицидов на сахарной свёкле в фазе двух пар настоящих листьев						
1. Контроль с ручной прополкой	40,2	17,4	7,0	40,2	17,4	7,0
2. БЭОФ, 1,2 + «Пилот», 1,3 + «Пантера», 1,0	–	–	–	39,3	17,5	6,9
3. + «Эстерон», 2 %	36,8	17,3	6,4	33,2	17,2	5,7
4. + «Пульсар», 2 %	38,7	17,3	6,7	34,4	17,2	5,9
5. + «Серто Плюс», 2 %	39,0	17,1	6,7	36,9	17,1	6,3
6. + «Гранстар», 2 %	37,2	16,9	6,3	30,8	16,7	5,1
7. + «Ларен», 2 %	38,8	16,8	6,5	36,2	16,6	6,0
8. + «Титус», 2 %	39,2	17,0	6,7	37,8	16,8	6,4
9. + «Каллисто», 2 %	38,4	16,9	6,5	33,5	16,6	5,6
НСР <sub>05</sub>	3,4	0,4		3,4	0,4	

ной свёклы гербицидов при обработке посева свекловичными гербицидами приводило к значительным потерям продукции, что свидетельствовало о необходимости тщательного соблюдения правил подготовки оборудования, предназначенного для наведения растворов и опрыскивания сельскохозяйственных культур химическими средствами защиты растений.

#### Заключение

Торможение роста растений и изреженность посева сахарной свёклы являются основными факторами снижения урожайности корнеплодов от примесей зерновых гербицидов, присутствующих в составе баковой смеси свекловичных гербицидов при обработке посева культуры от сорняков. При этом погода оказывает сильное влияние на токсичность смеси гербицидов и потери урожая сахарной свёклы. В условиях продолжительной засушливой погоды с явлениями гипертермии потери урожая возрастают. В условиях тёплой погоды с периодически выпадающими осадками даже при яркой симптоматике повреждений активность роста растений культуры восстанавливается. Через две-три недели признаки повреждения нивелируются, а урожайность корнеплодов может варьироваться в пределах НСР. Поэтому констатация факта повреждения культуры гербицидом в отдельных непредвиденных ситуациях не является основанием для выплаты страхового возмещения. Для этого необходимо наличие определённых экономических и юридических последствий повреждения. Таким последствием, учитываемым в страховании, является убыток, т. е. снижение продуктивности культуры, частичная или полная потеря продукции в виде упущенной выгоды или недобора урожая.

Повреждение сахарной свёклы гербицидами зернового ряда – не частое, но периодически встречаемое на практике явление. Знание симптомов повреждения и особенностей продуктивности сахарной свёклы в зависимости от токсичности малых доз гербицидов позволит специалистам свекло-сахарного производства оценить тяжесть последствий от интоксикации инородными для культуры гербицидами и потери продукции при возмещении убытка в случае страхования посева.

#### Список литературы

1. Дворянкин, Е.А. Методология оценки повреждений сахарной свёклы токсичными гербицидами, применяемыми на других культурах / Е.А. Дворянкин // Сахар. – 2019. – № 12. – С. 32–35.
2. Дворянкин, Е.А. Продуктивность сахарной свёклы, повреждённой гербицидами гормоноподобного действия в сублетальных и изреживающих посев дозах / Е.А. Дворянкин // Агрохимия. – 2021. – № 1. – С. 50–56.
3. Дворянкин, Е.А. Влияние загрязнения опрыскивателя остаточными количествами сульфо-

нилмочевины и имидазолинона на продуктивность сахарной свёклы / Е.А. Дворянкин // Агрохимия. – 2021. – № 4. – С. 64–71.

4. Кошкин, Е.И. Патофизиология сельскохозяйственных культур / Е.И. Кошкин. – М. : Проспект, 2016. – 359 с.

5. Спиридонов, Ю.Я. Современные проблемы изучения гербицидов (2006–2008) / Ю.Я. Спиридонов, С.Г. Жемчужин // Агрохимия. – 2010. – № 7. – С. 73–91.

6. Рекомендации по применению имидазолиноновых гербицидов в посевах зернобобовых культур в России / Ю.Я. Спиридонов, Г.Е. Ларина, В.Г. Щестаков [и др.]. – М. : БАСФ–ВНИИФ, 2003. – 94 с.

7. Федтке, К. Биохимия и физиология действия гербицидов / К. Федтке. – М. : Агропромиздат, 1985. – 222 с.

8. Чкаников, Д.И. Гербицидное действие 2,4-Д и других галоидфеноксикислот / Д.И. Чкаников, М.С. Соколов. – М. : Наука, 1973. – 216 с.

9. Яковец, О.Г. Фитофизиология стресса : курс лекций / О.Г. Яковец. – Минск : БГУ, 2009. – 101 с.

**Аннотация.** Исследовано влияние примесей некоторых зерновых гербицидов в растворе смеси свекловичных гербицидов, применённых против широкого спектра сорняков, на густоту стояния растений и продуктивность сахарной свёклы. Показано, что зерновые гербициды в малых дозах заметно тормозят нарастание массы растений и изреживают посев сахарной свёклы. Наличие примесей зерновых гербицидов в баке опрыскивателя при наведении раствора свекловичных гербицидов увеличивает токсичность смеси для растений культуры. Приведены данные снижения показателей продуктивности сахарной свёклы в зависимости от концентрации примеси зерновых гербицидов в баке опрыскивателя при обработке посева свекловичными гербицидами.

**Ключевые слова:** сахарная свёкла, гербициды, токсичность, продуктивность, масса, густота стояния, синергизм.

**Summary.** Influence of admixtures of some grain-crop herbicides in a solution of beet herbicides mixture applied against a wide spectrum of weeds, plant density and sugar beet productivity has been studied. It has been shown that grain-crop herbicides in small doses inhibit plant mass increase and reduce sugar beet plant density appreciably. When making solution of beet herbicides, presence of grain-crop herbicides' admixtures in a sprayer tank increases the mixture toxicity for the crop plants. Data displaying reduction of sugar beet productivity indices depending concentration of grain-crop herbicides' admixture in a sprayer tank with sugar beet herbicides when treating fields are presented. **Keywords:** sugar beet, herbicides, toxicity, productivity, mass, plant density, synergism.