

УДК 632.954:631.559:633.63

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОПРЫСКИВАТЕЛЯ ОСТАТОЧНЫМИ КОЛИЧЕСТВАМИ СУЛЬФОНИЛМОЧЕВИНЫ И ИМИДАЗОЛИНОНА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

© 2021 г. Е. А. Дворянкин

Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара им. А.Л. Мазлумова
396030 Воронежская обл., Рамонский р-н, п. ВНИИСС, 86, Россия

E-mail: dvoryankin149@gmail.com

Поступила в редакцию 13.08.2020 г.

После доработки 08.10.2020 г.

Принята к публикации 11.01.2021 г.

В многолетних полевых испытаниях на опытном поле Всероссийского НИИ сахарной свеклы и сахара исследовано действие сублетальных и изреживающих посев доз гербицидов-ингибиторов фермента ацетолактатсинтазы (АЛС) на растения сахарной свеклы в зависимости от фазы развития культуры и погодных условий. Влияние гербицидов на сахарную свеклу в фазе раннего роста и развития оценивали по показателям нарастания массы и выпадения растений в посеве. Урожайность культуры учитывали количественно – весовым методом с определением сахаристости на поточной линии “Венема”. Гербициды-ингибиторы АЛС (гранстар, ларен, титул, пульсар) в малых дозах подавляли нарастание массы 100 растений сахарной свеклы, изреживали посев, снижали продуктивность культуры в зависимости от количества примеси гербицидов. Нарушение роста и развития растений культуры сопровождалось проявлениями симптомов повреждения – прекращением роста, хлорозом, красной окантовкой листьев, увеличением толщины листьев, характерной ломкостью черешков и листа, некрозом тканей. Примеси гербицидов-ингибиторов АЛС в баке опрыскивателя при обработке сахарной свеклы бетаналом Эксперт ОФ (БЭОФ) 1.3 л/га вызвали синергический эффект усиления в 1.3–1.7 раза негативного воздействия смеси гербицидов на растения сахарной свеклы.

Ключевые слова: сахарная свекла, гербициды, фитотоксичность, факторы среды, продуктивность.

DOI: 10.31857/S0002188121040037

ВВЕДЕНИЕ

Сульфонилмочевина – химические соединения, которые широко применяют в сельском хозяйстве в борьбе с сорняками на зерновых культурах. Из-за невысокой стоимости этих препаратов они востребованы сельхозпроизводителями многих культур как за рубежом, так и в России. Сульфонилмочевина включает большое количество соединений, из которых более 35 обладают гербицидными свойствами [1]. Эти соединения наиболее эффективны на ранних стадиях развития сорняков (до 10 см высотой).

Помимо большого разнообразия сульфонилмочевинных соединений, в практике сельского хозяйства широкое распространение получили имидазолиноны, наиболее часто используемые для подавления сорняков в посевах зернобобовых культур. Имидазолиноны проникают через листья и корни и накапливаются в меристемной ткани, точках роста. Действующие вещества перемещаются как по флоэме, так и по ксилеме [2].

Сульфонилмочевина и имидазолиноны обладают общим механизмом действия на чувствительные к ним растения. Они связывают фермент ацетолактатсинтазу (АЛС), который отвечает за синтез аминокислот в хлоропластах. Угнетение фермента приводит к снижению количества аминокислот и подавлению синтеза незаменимых аминокислот – валина, лейцина и изолейцина. Нарушение биосинтеза аминокислот ведет к изменениям в синтезе белков и нуклеиновых кислот, вызывает хлороз ткани [3, 4].

В зависимости от степени проявления хлороза на листьях снижается интенсивность фотосинтеза растений. Торможение фотосинтеза под действием гербицидов замедляет синтез и транспорт сахарозы. Повреждение гербицидами корневой системы лимитирует поступление воды и питательных веществ. Ухудшение снабжения растений ассимилятами приводит к снижению интенсивности нарастания биомассы, а повреждение корневой системы – к подвяданию растений [5].

Токсичность гербицидов-ингибиторов АЛС в значительной степени зависит от температуры и влажности воздуха.

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

Цель работы – изучение влияния примесей различных гербицидов-ингибиторов АЛС в баке опрыскивателя при внесении их в смеси с гербицидами группы бетаналов на продуктивность сахарной свеклы. В задачи исследования входило: 1 – установить влияние примесей гербицидов-ингибиторов фермента АЛС (гранстара, ларена, пульсара, титуса) на показатели формирования посева (массу и густоту стояния растений) и урожайность сахарной свеклы в зависимости от фазы развития и погодных условий; 2 – изучить влияние загрязнения бака опрыскивателя остатками раствора гербицидов-ингибиторов АЛС после обработки зерновых культур при внесении их с препаратом бетанал Эксперт ОФ (БЭОФ) на продуктивность сахарной свеклы.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование проводили на опытном поле ВНИИСС в 2012–2019 гг. Объектом исследования служили растения сахарной свеклы в фазах семядолей–2-х пар настоящих листьев и различные гербициды-ингибиторы АЛС в сублетальных и изреживающих посев дозах. Расчет сублетальных и изреживающих доз испытанных гербицидов осуществляли по ранее приведенной методике [6]. В опытах растения сахарной свеклы повреждали гербицидами-сульфонилмочевинами в нормах 1.0, 2.0, 3.0, 4.0, 5.0 и 6.0% от нормы применения гранстара, ВДГ, 0.02 кг/га, ларена, ВДГ, 0.01 кг/га для озимой пшеницы (по каталогу) и препарата титус, СТС, 0.05 кг/га для кукурузы. Препарат пульсар, ВР (группа имидазолинонов) в опытах вносили в нормах 2.0, 3.0, 4.0, 5.0, 6.0 и 8.0% от нормы его применения для гороха (1.0 л/га). Почва опытного участка – чернозем выщелоченный малогумусный среднемощный тяжелосуглинистый. Схема опыта имела 50 вариантов в двукратной повторности. Площадь делянки 16.2 м², которую расщепляли пополам, затем на одной половине делянки вносили испытуемый герби-

цид, а на другой – испытуемый гербицид + БЭОФ 1.3 л/га. Опыт включал: варианты контроля с ручной прополкой и контроля с обработкой растений БЭОФ 1.3 л/га, варианты с гербицидами-ингибиторами АЛС (ручная прополка), варианты с гербицидами-ингибиторами АЛС + БЭОФ 1.3 л/га (остаточные и прораставшие сорняки удаляли вручную). Площадь расщепленной делянки – 8.1 м², учетной – 5.4 м², размещение делянок в опыте рендомизированное.

В опытах проведено однократное внесение гербицидов в вариантах. Гербициды вносили ранцевым опрыскивателем, оборудованным штангой с 6-ю распылителями на 6 рядков сахарной свеклы.

Сахарную свеклу возделывали в звене севооборота черный пар – озимая пшеница – сахарная свекла. Технология возделывания культур – общепринятая для ЦЧР.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Скорость проявления симптомов повреждения сахарной свеклы под действием гербицидов-ингибиторов АЛС зависела от фазы развития растений культуры, погодных условий и концентрации препаратов. Симптомы повреждения гербицидами проявлялись как в зоне внесения, так и в местах транспортировки препаратов вблизи точки роста молодых отравивших листьев. В дозах 1–2% от рекомендованных на культурах влияние гербицидов проявлялось в виде задержки роста и слабого хлороза, продолжительность которого была небольшой – окраска листьев восстанавливалась через 5–7 сут, растения возобновляли активный рост. В дозах 3–4% от нормы использования на предназначенной культуре гербициды, особенно гранстар, ларен и пульсар, вызывали резкое снижение нарастания биомассы растений культуры и устойчивый хлороз листьев. На отдельных растениях сахарной свеклы отмечено появление красноватой окантовки на листьях. В условиях благоприятной погоды большинство растений культуры восстанавливали рост и ассимиляцию углерода через 2–3 нед. Под влиянием наиболее высоких доз испытанных гербицидов частота повреждения сахарной свеклы с признаками антоциановой окраски листьев растений заметно возрастала. Сильный хлороз отрастающих молодых листьев и в точке роста приводил к гибели растений.

У менее поврежденных всходов сахарной свеклы из точки роста отрастали деформированные лимонно-желтого цвета листья. В условиях достаточной влаги интенсивнее отрастали обработанные гербицидами семядоли, черешки листьев,

новые деформированные листья. При недостатке влаги в почве и повышенной температуре воздуха прекращался рост растений, сворачивались в трубку листья, интенсивнее развивался хлороз с последующим некрозом ткани и отмиранием корневых волосков и корневой системы.

Обработанные листья сахарной свеклы приобретали матовый зеленый цвет, увеличивалась толщина листьев, сглаживался рисунок их жилкования. В течение 2-х нед после поражения гербицидами отмечали повышенную ломкость черешков и листьев сахарной свеклы на ветру. При изломе листьев отчетливо был слышен хруст, характерный для ломки тонкого стекла или тонких льдинок. Исследования подтвердили, что гербициды, обладающие сходством механизма действия, приводили к появлению сходных симптомов повреждения растений [5].

Наиболее быстро поражались гербицидами-ингибиторами АЛС растения сахарной свеклы в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев. Симптомы повреждения гербицидами сахарной свеклы в фазе 2-х пар настоящих листьев проявлялись через 2–3 сут после нанесения препарата на растения. В этом возрасте симптомы повреждения гербицидами на сахарной свекле были более отчетливыми. Хлорозом поражалась центральная часть розетки сахарной свеклы. В условиях недостатка влаги возрастали деформации листьев. Растения полегали, листья сворачивались.

Пораженные растения частично выпадали, посев изреживался. При высоких дозах гранстара сначала отмирали попавшие под обработку листья, затем процесс затрагивал растение в целом, изреженность посева в отсутствии осадков могла достигать 90%.

При слабом поражении гербицидами растения сахарной свеклы постепенно формировали листовую аппарат, способный эффективно ассимилировать углерод для процессов роста и развития организма. У сильно пострадавших, но выживших растений сахарной свеклы при формировании корнеплода иногда образовывалось несколько точек роста (например, под действием гранстара), из которых отрастал пучок листьев на тонких черешках. Листья были ланцетовидной формы и с меньшей площадью. При отрастании головки корнеплода легко было обнаружить до 5–7 точек роста листьев.

Исследованные гербициды группы сульфенилмочевин отличались разной фитотоксичностью для сахарной свеклы. Во влажных условиях произрастания с нарастанием малых норм гран-

стара и ларена от 1.0 до 6.0% от нормы применения, регламентированной по каталогу для озимой пшеницы, отмечено резкое снижение массы растений сахарной свеклы через 12 сут после внесения препаратов в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев. В отличие от выше приведенных препаратов фитотоксичность титуса в нормах от 1.0 до 6.0% от нормы внесения для кукурузы для растений сахарной свеклы была относительно слабо выражена (рис. 1–1А). Наиболее высокую токсичность на сахарной свекле проявлял гранстар, наименьшую – титус. Под действием малых доз гранстара нарастание биомассы растений сахарной свеклы снижалось на 11–82, ларена – на 3–54, титуса – на 1–14% к контролю без гербицидов.

В условиях недостатка влаги и высокой инсоляции токсичность гербицидов на растения сахарной свеклы в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев усиливалась, особенно при внесении относительно высоких доз гранстара и ларена (рис. 1–2А). Например, под действием гербицидов в дозах 3–6% от нормы расхода препаратов для озимой пшеницы нарастание биомассы сахарной свеклы снижалось в вариантах с гранстаром на 60–98, лареном – на 54–80, титусом (от нормы расхода для кукурузы) – на 9–28% в сравнении с контролем.

В условиях достаточной влагообеспеченности фитотоксичность гранстара и ларена для растений в фазе 2-х пар настоящих листьев по показателю динамики нарастания массы 100 растений была заметно меньше, чем для растений в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев (рис. 1, 1А). Их фитотоксичность для более взрослых растений была в 1.5–2.0 раза меньше фитотоксичности для растений в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев. Токсичность титуса для сахарной свеклы в фазе 2-х пар настоящих листьев по показателю массы 100 растений проявлялась при наиболее высоких дозах препарата и выражалась снижением массы на 8–10% в сравнении с контролем.

В засушливых условиях фитотоксичность гербицидов для растений сахарной свеклы в фазе 2-х пар настоящих листьев возрастала, но была заметно меньше, чем для растений, поврежденных в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев (рис. 1, 2А). Нарастание биомассы сахарной свеклы в фазе 2-х пар настоящих листьев в условиях засухи с увеличением дозы гранстара снижалось на 19–65, ларена – на 24–52, титуса – на 5–18%.

Под действием гербицидов растения сахарной свеклы частично выпадали, и посев изреживался в зависимости от токсичности препарата, обшир-

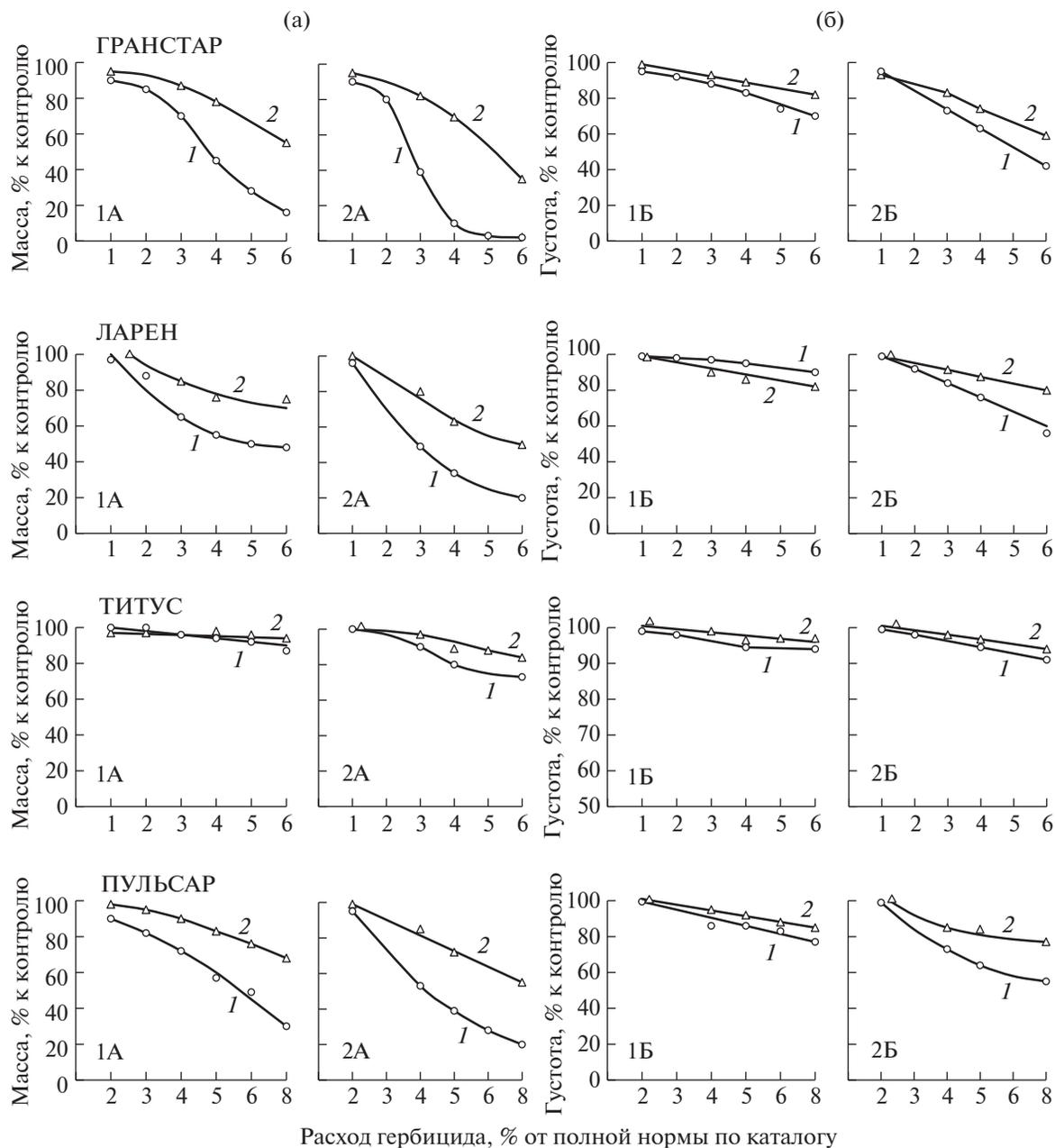


Рис. 1. Биомасса (а) через 12 сут и густота стояния (б) растений сахарной свеклы через 30 сут после обработки гербицидами. Зависимости от дозы гербицидов-ингибиторов АЛС (сульфонилмочевины, имидазолиноны), фазы развития растений и погодных условий: 1 – обработано в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев, 2 – в фазе 2-х пар настоящих листьев; 1А, 1Б – в условиях достаточной влаги в период обработок, 2А, 2Б – в условиях сухой жаркой погоды в период обработок.

ности повреждений и погодных условий. Как правило, изреженность посева сахарной свеклы была больше при повреждении сульфонилмочевиной культуры в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев, чем растений старшего возраста. Но если при прохождении растениями сахарной свеклы стадий роста, в которые их повреждали гербицидами-ингибиторами АЛС, происходила смена погоды от увлажненной к засушливой, то

выпад растений в фазе 2-х пар настоящих листьев мог быть больше, чем растений, поврежденных в раннем возрасте. Это происходило вследствие более быстрой адаптации к действию гербицидов растений, поврежденных в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев. Например, через 30 сут гранстар в наибольших дозах изреживал посев растений, поврежденных в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев, на 31%, в фазе развития

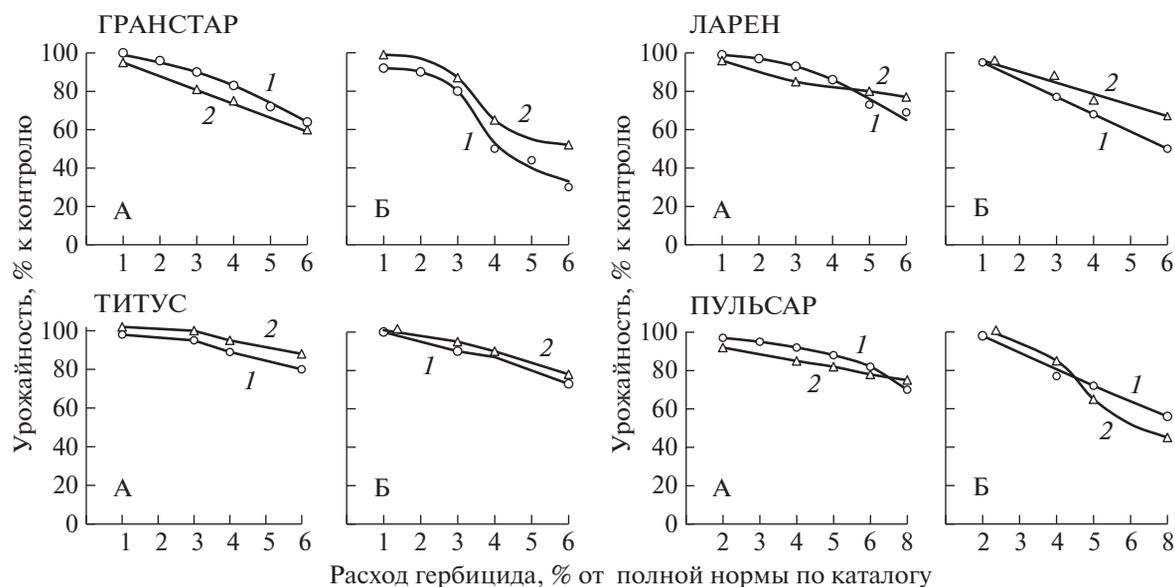


Рис. 2. Урожайность сахарной свеклы в зависимости от действия гербицидов-ингибиторов АЛС, фазы развития растений и погодных условий: 1 – обработано в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев, 2 – в фазе 2-х пар настоящих листьев; А – в условиях достаточной влаги в период обработок, Б – в условиях сухой жаркой погоды в период обработок.

2-х пар настоящих листьев – на 20%, тогда как Ларен сильнее изреживал посев растений, поврежденных в старшем возрасте (до 19%). Изреживание посева сахарной свеклы под действием титуса заметных изменений не претерпевало в зависимости от возраста обработанных растений и составляло 8–13% к контролю (рис. 1, 1Б).

В условиях длительного недостатка влаги и жаркой погоды выпад растений сахарной свеклы под действием сульфонилмочевин возрастал в 1.5–2.0 раза в сравнении с таким же возрастом растений в условиях оптимальной погоды. При этом особенно сильно страдали посевы, пораженные гербицидами в наиболее ранние фазы развития (рис. 1, 2Б).

Пульсар – соединение химического класса имидазолиноны по показателям токсичности (массы 100 растений и выпادا их на делянке) для сахарной свеклы в исследованных дозах был близок по действию с лареном в те же фазы развития культуры и погодных условиях.

В целом следует отметить, что при последующем установлении благоприятных условий для роста и развития культуры, растения, поврежденные гербицидами в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев быстрее восстанавливали физиологические функции, чем растения в фазе 2-х пар настоящих листьев. Поэтому в условиях достаточной влаги при сохранении в посеве густоты стояния растений >65 тыс. шт./га урожайность

сахарной свеклы менее страдала от повреждений гербицидами культуры в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев, особенно при низких дозах препаратов. В засушливых условиях более высокая урожайность посева сохранялась при повреждении растений гербицидами-ингибиторами АЛС в фазе 2-х пар настоящих листьев.

При благоприятных условиях погоды средние потери урожайности сахарной свеклы в вариантах с разными сроками повреждения ее гербицидами-ингибиторами АЛС в нормах 3–6% от нормы расхода для озимой пшеницы (гороха, кукурузы) составили от действия гранстара 18–38, ларена – 11–25, титуса – 6–18% (рис. 2А).

В засушливых условиях потери урожая сахарной свеклы от воздействия малых доз сульфонилмочевинных гербицидов заметно возрастали. Например, в выше приведенных дозах гранстар снижал урожайность корнеплодов в среднем в вариантах с разными сроками повреждения на 18–55, ларен – на 19–42, титус – на 8–23% (рис. 2Б). Пульсар по показателям влияния его на урожайность сахарной свеклы был близок к действию ларена на растения культуры в эти же фазы роста и развития. Торможение роста и развития в зависимости от токсичности препарата, изреживание посева являлись основными причинами снижения урожайности сахарной свеклы, поврежденной гербицидами-ингибиторами АЛС.

Таблица 1. Влияние гербицидов-ингибиторов АЛС на урожайность сахарной свеклы (2016–2018 гг.), т/га

Вариант	% от нормы расхода для культуры по каталогу				
	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0
Обработка в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев					
1. Контроль (без гербицидов)	44.8				
2. Гранстар	42.8	37.0	30.2	17.0	–
3. Титус	43.6	42.2	41.2	35.7	–
4. Ларен	41.4	39.6	33.2	20.8	–
5. Пульсар	42.0	40.8	38.6	29.4	26.2
Обработка в фазе 2-х пар настоящих листьев					
1. Контроль (без гербицидов)	44.8				
2. Гранстар	41.0	40.6	28.6	21.4	–
3. Титус	43.2	42.5	39.0	37.4	–
4. Ларен	43.4	40.2	33.8	26.2	–
5. Пульсар	43.8	41.6	32.2	24.9	18.3
<i>НСР₀₅</i>			3.2		

Средние данные урожайности сахарной свеклы, учтенные за 3 года исследования с разными погодными условиями, согласовались выше приведенными результатами исследований в оценке реакции растений культуры на малые дозы гербицидов-ингибиторов АЛС (табл. 1).

В большинстве случаев растения сахарной свеклы повреждались остатками токсичных для нее гербицидов при наведении растворов в баке опрыскивателя или растворных узлах средств защиты, примененных на этой культуре. 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 свеклы при смешивании с другими препаратами, например с бетаналами.

Например, под действием смеси БЭОФ 1.3 л/га с остатками в баке опрыскивателя гербицидов-ингибиторов АЛС отмечали более сильное угнетение растений сахарной свеклы, возрастала доля необратимых повреждений, от которых растения были не способны восстановиться. Вследствие этого негативное действие остатков этой группы гербицидов в растворе с БЭОФ 1.3 л/га на продуктивность сахарной свеклы увеличивалось в 1.3–1.7 раза в сравнении с действием только остатков

гербицидов-ингибиторов АЛС в баке опрыскивателя после полной заправки емкости водой (табл. 2). Эффект синергии от смеси гербицидов вызывал увеличение потерь урожайности и сахаристости корнеплодов. Расчетный сбор сахара снижался на 9.5–18.2% при наличии в растворе БЭОФ и остатков гербицидов-ингибиторов АЛС в дозе 2% от нормы применения на предназначенной культуре и на 12.9–32% – в дозе 3%.

Наличие остатков токсичных для сахарной свеклы гербицидов-ингибиторов АЛС при обработке посева бетаналами 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.

Представленные данные позволят специалистам свеклосахарного производства оценить тяжесть последствий от интоксикации сахарной свеклы гербицидами-ингибиторами АЛС и обозначить потери продукции при возмещении убытка в случае страхования посева.

ВЫВОДЫ

1. Гербициды-ингибиторы АЛС (гранстар, ларен, титус, пульсар) в малых дозах подавляли у чувствительных к ним растений сахарной свеклы нарастание биомассы 100 растений, изреживали посев, снижали продуктивность культуры в зависимости от количества загрязнителя в баке опрыскивателя. Нарушение роста и развития рас-

Таблица 2. Снижение продуктивности сахарной свеклы (% к контролю) в зависимости от фитотоксичности смеси БЭОФ 1.3 л/га с остатками различных гербицидов-ингибиторов АЛС в баке опрыскивателя (гербициды вносили в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев, среднее за 2017–2019 гг.)

Гербициды, % от нормы расхода на культуре по каталогу	Снижение показателей продуктивности, % к контролю с ручной прополкой					
	без применения БЭОФ (с ручной прополкой)			с применением БЭОФ (с дополнительной ручной прополкой)		
	урожайность	сахаристость	сбор сахара	урожайность	сахаристость	сбор сахара
1. Контроль с ручной прополкой	55.4	15.2	8.4	—	—	—
2. БЭОФ 1.3 л/га (с дополнительной ручной прополкой)	—	—	—	55.1	15.1	8.3
3. Гранстар 2.0%	8.6	3.3	11.4	14.4	4.6	18.2
4. Титус 2.0%	4.8	2.6	7.2	6.7	3.3	9.5
5. Ларен 2.0%	7.3	3.3	10.0	10.6	4.0	14.0
6. Пульсар 2.0%	8.3	4.0	11.7	11.7	4.6	15.6
7. Гранстар 3.0%	14.7	4.6	18.4	28.0	6.0	32.0
8. Титус 3.0%	6.9	4.0	10.4	8.8	4.6	12.9
9. Ларен 3.0%	11.4	3.3	14.0	21.8	5.3	25.7
10. Пульсар 4.0%	9.8	4.0	13.2	16.2	5.3	21.2
<i>HCP</i> ₀₅	6.5	2.2	6.1	6.5	2.2	6.1

Примечание. В вариантах 1 и 2 представлены абсолютные показатели продуктивности сахарной свеклы (т/га, %, т/га).

тений культуры в раннем возрасте сопровождалось проявлениями симптомов повреждения — прекращением роста, хлорозом, красной окантовкой листьев, увеличением толщины листьев, характерной ломкостью черешков и листа, похожих на хруст тонкого стекла или льдинок, некрозом тканей, сильной деформацией новых отрастающих листьев. Примеси гербицидов-ингибиторов АЛС в баке опрыскивателя при обработке сахарной свеклы БЭОФ 1.3 л/га вызывали синергический эффект усиления негативного воздействия смеси гербицидов на растения сахарной свеклы.

2. В оптимальных условиях произрастания гербициды-ингибиторы АЛС в нормах 1–6% от нормы расхода для озимой пшеницы, кукурузы (2–8% от нормы расхода для гороха) через 12 сут снижали нарастание биомассы растений сахарной свеклы, поврежденных в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев: гранстар — на 11–82, ларен — на 3–54, пульсар — на 4–35, титус — на 1–14% к контролю без гербицидов. Для растений сахарной свеклы в фазе 2-х пар настоящих листьев фитотоксичность этих гербицидов была в 1.5–2.0 раза меньше от фитотоксичности на растениях в ранней фазе развития.

В засушливых условиях погоды токсичность гербицидов-ингибиторов АЛС на растения сахар-

ной свеклы усиливалась, особенно с увеличением нормы от 3 до 6% от нормы расхода для озимой пшеницы (кукурузы, гороха). Для растений сахарной свеклы в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев гранстар снижал нарастание биомассы на 60–98, ларен — на 54–80, пульсар — на 46–74, титус — на 9–28% в сравнении с контролем. Нарастание биомассы сахарной свеклы, поврежденной гербицидами в фазе 2-х пар настоящих листьев, под действием гранстара снижалось на 19–65, ларена — на 24–52, пульсара — на 17–38, титуса — на 5–18% к контролю.

3. Под действием исследованных норм гербицидов-ингибиторов АЛС растения сахарной свеклы частично выпадали, и посев изреживался в зависимости от токсичности препарата и погодных условий. Более сильный выпад растений чаще отмечали на делянках с повреждениями культуры в фазе семядолей–1-й пары настоящих листьев. В условиях оптимального увлажнения средняя изреженность посева в вариантах с разными сроками повреждения сахарной свеклы под действием гранстара достигала 26, ларена — 15, пульсара — 17, титуса — 10% к контролю. В засушливых условиях изреженность посева сахарной свеклы под действием гербицидов возрастала в 1.7–2.0 раза.

4. Гербициды-ингибиторы АЛС снижали урожайность сахарной свеклы в зависимости от нормы препаратов: гранстар > ларен ≥ пульсар > титус. При благоприятных условиях погоды средние потери урожайности сахарной свеклы в вариантах с разными сроками повреждения ее гербицидами-ингибиторами АЛС в нормах 3–6% от нормы расхода для озимой пшеницы (гороха, кукурузы) составили: от действия гранстара 18–38, ларена – 11–25, пульсара – 10–19, титуса – 6–18%. В засушливых условиях гранстар в тех же нормах снижал урожайность сахарной свеклы на 18–55, ларен – на 19–42, пульсар – на 8–40, титус – на 8–23% в сравнении с контролем.

5. Наличие остатков раствора гербицидов-ингибиторов АЛС в баке опрыскивателя при обработке посева сахарной свеклы БЭОФ 1.3 л/га увеличивало потери расчетного сбора сахара культуры в 1.3–1.7 раза в сравнении с действием только остатков этих гербицидов в баке опрыскивателя после полной заправки емкости водой. Расчетный сбор сахара снижился на 9.5–18.2% при наличии в растворе БЭОФ остатков гербицидов-ингибиторов АЛС в норме 2% от нормы примене-

ния на предназначенной культуре и на 12.9–32% – в дозе 3%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Спиридонов Ю.Я., Жемчужин С.Г. Современные проблемы изучения гербицидов (2006–2008) // Агрохимия. 2010. № 7. С. 73–91.
2. Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е. Рекомендации по применению имидазолиновых гербицидов в посевах зернобобовых культур в России. М.: БАСФ–ВНИИФ, 2003. 94 с.
3. Куликова Н.А., Лебедева Г.Ф. Гербициды и экологические аспекты их применения. М.: Книжн. дом “Либроком”, 2010. 152 с.
4. Кошкин Е.И. Патофизиология сельскохозяйственных культур. М.: Проспект, 2016. 359 с.
5. Спиридонов Ю.Я. К вопросу о последствии сульфонилмочевинных гербицидов в почвах РФ и пути снижения их отрицательного действия на культурные растения // Вестн. защиты раст. 2009. № 3. С. 10–19.
6. Дворянkin Е.А. Методология оценки повреждений сахарной свеклы токсичными гербицидами, применяемыми на других культурах // Сахар. 2019. № 12. С. 32–35.

Influence of a Sprayer Pollution with Sulfonyl-Urea and Imidazolinone Residuals on Sugar Beet Productivity

E. A. Dvoryankin

A. L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar
p. VNIISS 86, Ramonsky district, Voronezh region, 396030, Russia

E-mail: dvoryankin149@gmail.com

In the experimental field of the All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar, long-term field trials testing effect of sublethal and reducing plant density doses of herbicides – inhibitors of acetolactatesynthase (ALS) enzyme on sugar beet plants depending on the crop development stage and weather conditions were conducted. Influence of herbicides on sugar beet at early stages of growth and development were estimated by indices of mass increase and plant density reduction. The crop yield was calculated by quantity-weight method using VENEMA production line to determine sugar content. The herbicides – inhibitors of ALS (Granstar, Laren, Titus, and Pulsar) in small doses inhibited mass increase of 100 sugar beet plants, reduced plant density, and decreased sugar beet productivity depending on quantity of herbicide admixtures. Disorder of the crop plant growth and development was accompanied by appearing symptoms of damage: growth stop, chlorosis, red colour of leaf edge, increased thickness of leaves, specific petiole and leaf fragility, and necrosis of tissues. When applying Betanal Expert OF (BEOF) for sugar beet (1/3 l/ha), admixtures of herbicides – ALS inhibitors in a sprayer tank caused a synergetic effect 1.3–1.7-fold enhancing negative influence of the herbicides' mixture on sugar beet plants.

Key words: sugar beet, herbicides, phytotoxicity, environment factors, productivity.