

# Устойчивость селекционных образцов сахарной свёклы к воздействию гербицидов — ингибиторов синтеза аминокислот<sup>S</sup>

**С.В. МАЙСЕНЯ**, зав. отделом селекции (e-mail: majsena@bk.ru)

**С.А. МЕЛЕНТЬЕВА**, зам. директора по научной работе (e-mail: melenteva-s@mail.ru)  
РУП «Опытная научная станция по сахарной свёкле»

## Введение

Сахарная свёкла — культура интенсивного земледелия, и стабильные её урожаи можно получать только при высоком уровне агротехнологии. В процессе возделывания этой культуры любой фактор может оказаться лимитирующим, однако при сегодняшнем уровне технологичности наиболее важным, а порой и решающим остаётся вопрос защиты посевов от сорных растений.

Борьба с сорной растительностью в посевах сахарной свёклы проводится в течение продолжительного времени, начиная с высева и заканчивая смыканием рядков. В некоторые годы количество гербицидных обработок растений может достичь пяти-шести за период вегетации. Современные технологии возделывания сахарной свёклы включают в свой арсенал большой набор пестицидов, в основу которых положен широкий спектр действующих веществ и их комбинаций. Учитывая чувствительность сахарной свёклы к засорению, можно с уверенностью сказать, что пестицидная нагрузка на эту культуру весьма высока и, кроме того, требует больших финансовых вложений [1].

Анализ применения гербицидов в целом указывает на необходимость решения вопросов, связанных с недостаточной избирательностью их действия. В полевых условиях ряд факторов, подчас неожиданных и трудно прогнозируемых, может способствовать повреждению культурных растений гербицидами. Несмотря на соблюдение регламентов применения этих препаратов, они оказывают существенное воздействие на рост и развитие, обмен веществ и накопление метаболитов, определяющих качество урожая и продуктивность культур [2–4].

В сложившейся ситуации становится очевидным, что в систему защиты сахарной свёклы необходимо внедрять гербициды других химических классов.

Данный приём позволит уменьшить объём применения препаратов в четыре-пять раз, не снижая биологической эффективности проводимых защитных мероприятий, и тем самым значительно снизить затраты на приобретение и внесение пестицидов. Использование гербицидов других химических классов приведёт к снижению загрязнения почвы и выращиваемой продукции.

В качестве перспективных химических классов следует рассмотреть производные сульфонилмочевины и имидазолинонов, а также препараты на основе фосфорорганических соединений, которые широко применяются в сельском хозяйстве в борьбе с сорняками большей частью на зерновых и зернобобовых культурах. Эти соединения относятся к гербицидам четвёртого поколения и интенсивно используются во многих странах мира с конца 80-х гг. прошлого столетия. Достаточно широко они применяются и в Беларуси [5]. Широкий спектр действия гербицидов на основе сульфонилмочевины и имидазолинонов обуславливает высокую биологическую эффективность. Положительным моментом в использовании данных пестицидов является не только избирательность и большая продолжительность действия, но и широкий временной диапазон применения их на культуре. Внедрение в систему защиты сахарной свёклы в период вегетации гербицидов на основе фосфорорганических соединений (глифосатсодержащих) обосновано тем, что они относятся к препаратом общеистребительного действия.

В технологии возделывания сахарной свёклы появилась новая система под названием CONVISO SMART, разработанная совместно компаниями KWS SAAT SE и Bayer CropScience. Она предназначена для контроля сорняков в посевах и способна во многом решить ряд проблем [6]. Система базируется на специальных гибридах сахарной свёклы, созданных

<sup>S</sup> Выбор спонсора научных публикаций осуществляется по усмотрению редакции, любая взаимосвязь между видами деятельности спонсора и результатами научной работы исключается



**Таблица 1. Перечень гербицидов и дозы внесения**

Имидазолиноны		Сульфонилмочевины						Фосфорорганические соединения		
Тапир		4S-гербицид*		Крейцер		Конвизо 1		Гусар	Секатор	Спрут
0,5 л/га	0,25 л/га	75 г/га	37,5 г/га	9 г/га	4,5 г/га	0,7 л/га	0,35 л/га	0,1 л/га	0,1 л/га	1 л/га

4S-гербицид\* – четырёхкомпонентный препарат, относящийся к группе сульфонилмочевин

обычными методами селекции устойчивых (толерантных) к гербицидам – ингибиторам ацетолактат-синтазы (ALS).

Селекционной работы по признаку устойчивости сахарной свёклы к гербицидам в Республике Беларусь не проводилось. При данных обстоятельствах возникает необходимость в ближайшем будущем разработать альтернативную отечественную систему защиты сахарной свёклы от сорных растений. Поиск и создание исходного материала сахарной свёклы, устойчивого к гербицидам, представляется также весьма актуальным.

Исходя из вышесказанного, целью настоящей работы является создание исходного материала сахарной свёклы, устойчивого к гербицидам – ингибиторам аминокислот.

#### Материал и методика исследований

Исследования проводились на опытных полях РУП «Опытная научная станция по сахарной свёкле». Почва дерново-подзолистая, легкосуглинистая, с содержанием гумуса 2,1 %, рН – 6,5. Агротехника общепринятая, согласно отраслевому регламенту. Делянки трёхрядковые, площадь учётной делянки 10,8 м<sup>2</sup>.

В связи с отсутствием данных о наличии устойчивых к гербицидам растений сахарной свёклы нами была сформулирована задача оценить частоту встречаемости потенциальных наследственных факторов гербицидоустойчивости в генофонде сахарной свёклы при большем объёме выборки, на широком разнообразии форм различного селекционного материала.

Объектом исследований являлись селекционные линии, популяционный материал многосемянных и односемянных образцов со стерильной и нормальной цитоплазмой, межвидовые гибриды, гибриды отечественной селекции, гибриды зарубежной селекции, устойчивые к гербицидам ALS-ингибиторов. Изучалось также потомство *Bc2* от насыщающих скрещиваний, где в качестве донора использовался гибрид, устойчивый к гербициду Конвизо 1.

Селекционные образцы были двукратно обработаны гербицидами – ингибиторами синтеза аминокис-

лот (имидазолиноны, сульфонилмочевины, глифосатсодержащие гербициды) различной концентрации в разные фазы развития (табл. 1). Оценку степени повреждения листьев растений проводили на 10-й день после обработки по 9-балльной шкале, где 0 – отсутствие симптомов повреждения; от 1 до 3 – увеличение степени хлороза листьев; от 4 до 6 – появление и усиление морфологических аномалий; 7 – появление некроза; 8 – гибель точки роста, однако биологическая гибель растения не наступила; 9 – полный некроз апекса и гибель растения.

#### Результаты исследований и их обсуждение

В ходе исследований обработке было подвергнуто 87 пронумерованных селекционных образцов сахарной свёклы.

По степени повреждения листьев 49 образцов проявили устойчивость к одному или сразу к четырём гербицидам.

Гибрид Смарт Джаконда КВС проявил устойчивость к четырём гербицидам (Тапир, 4S-гербицид, Крейцер и Конвизо 1), распространение повреждения его листьев оценивается в 0 баллов. У 12 образцов повреждение листьев при полной дозе обработки (Тапир, 4S-гербицид, Крейцер и Конвизо 1) варьировало от 41,3 до 94,1 %. При внесении гербицидов в половинной дозе повреждение составляло в пределах от 16,7 до 84,2 %.

У остальных 37 номеров наблюдалось 100%-ное повреждение листьев от всех четырёх гербицидов.

В табл. 2 приведены результаты исследований, полученные после обработки селекционных образцов гербицидами Тапир и Конвизо 1 в фазу двух пар настоящих листьев.

Устойчивость к гербициду Тапир варьировала от 53 (FMS137 × K) до 86 % (FMSG<sub>13</sub>15 × K).

Многосемянный опылитель MM 665055 не проявил устойчивости к имидазолинонам, к сульфонилмочевинам устойчивость составила 35 %.

Устойчивость к гербициду Конвизо 1 варьировала от 15 (FMS 104 × K) до 59 % (FMS Gr<sub>14</sub>10 × K).

В табл. 3 представлены образцы, проявившие устойчивость к гербицидам Тапир и 4S-гербицид после обработки в фазу четырёх пар настоящих листьев.



**Таблица 2. Устойчивый к гербицидам селекционный материал**

Племенное обозначение	Тапир, 0,5 л/га	Конвизо 1, 0,7 л/га
	Устойчивость, %	
FMS Gr <sub>14</sub> 10 × К	63	59
FMS 149 × К	65	56
SD <sub>14</sub> 56 × К	55	57
FMS137 × К	53	50
FMSG <sub>r</sub> 14 22 × К	71	55
FMS 091 × К	61	55
FMSG <sub>r</sub> 13 15 × К	86	57
FMS <sub>09</sub> 3 × К	61	36
SD <sub>14</sub> 52 × К	70	45
FMS 103 × К	54	43
FMS 104 × К	64	15
FMSG <sub>r</sub> 14 8 × К	68	53
MM 665055	0	35

**Таблица 3. Устойчивые к гербицидам селекционные образцы сахарной свёклы**

Племенное обозначение	Тапир, 0,5 л/га	4S-гербицид, 75,0 г/га
	Устойчивость, %	
FMS Gr <sub>14</sub> 10 × К	8	25
FMS 149 × К	16	11
SD <sub>14</sub> 56 × К	27	26
FMS137 × К	28	20
FMSG <sub>r</sub> 14 22 × К	30	24
FMS 091 × К	81	21
FMSG <sub>r</sub> 13 15 × К	31	20
FMS <sub>09</sub> 3 × К	13	24
SD <sub>14</sub> 52 × К	37	26
FMS 103 × К	10	48
FMS 104 × К	22	13
FMSG <sub>r</sub> 14 8 × К	13	17
MM 665055	3	6
MM663872	20	21
ГО БЦ 3889/09	13	3

Действие пестицидов в значительной степени зависит от погодных-климатических факторов. В нашем случае стояла тёплая сухая погода, которая ускорила и усилила действие препаратов.

Устойчивость к гербициду Тапир в дозе 0,5 л/га варьировала от 8 (FMS Gr<sub>14</sub> 10 × К) до 81 % (FMS 091 × К). Многосемянные опылители американского проис-

хождения продемонстрировали следующие показатели устойчивости: MM 665055 – 3 %, MM 663872 – 20 %, а селекционный образец собственной селекции ГО БЦ 3889/09 – 13 %.

Устойчивость к 4S-гербициду в дозе 75 г/га у потомства *Vc2* от насыщающих скрещиваний составила от 11 до 48 %, у многосемянных опылителей американского происхождения – от 6 до 21 и у селекционного образца собственной селекции – 3 %.

Провести отбор образцов позволили большинство используемых гербицидов, кроме гербицида Секатор, который проявил низкую агрессивность по отношению к сахарной свёкле (проводить обработку им для отбора устойчивых генотипов нецелесообразно), и гербицида Спрут, после воздействия которого все растения погибли. При обработке остальными гербицидами процент выживших растений составил от 9 до 30 %. Необходимо отметить, что это наблюдалось не на всех испытываемых образцах.

Из 87 образцов проявили устойчивость 15, 12 из которых созданы в результате беккроссов. Результаты исследований показывают неполное наследование этого признака. Выживающие после обработки гербицидом гетерозиготы случайным образом распределены в посеве среди погибающих гомозигот. В результате формируется посев с нерегулярной установкой отдельных растений. Поэтому дальнейшая работа предполагает на каждом этапе беккроссов отбор гетерозиготных по целевому гену растений из расширяющегося потомства. При этом необходимо постоянно проводить отбор устойчивых растений после обработки гербицидом, в дальнейшей работе должны использоваться растения, не показавшие признаков гербицидного поражения, таких как хлороз, морфоз или некроз.

В процессе исследований доказано наличие перекрёстной устойчивости для имидазолиноно- и сульфонилмочевинуустойчивости. Изученный материал показал устойчивость к Тапиру, Конвизо 1 и 4S-гербициду.

Были отобраны 15 селекционных образцов, проявивших устойчивость к гербицидам, состоящим из действующих веществ класса ALS-ингибиторов. Это 12 мужскостерильных форм, которые были скрещены с коммерческим гибридом, устойчивым к гербициду Конвизо 1, два многосемянных опылителя американской селекции и односемянный опылитель белорусской селекции.

#### Заключение

В результате проведённых исследований был оценён коллекционный фонд сахарной свёклы и отобраны образцы, устойчивые (толерантные) к гербицидам.



Мы знаем о сахаре всё!

А вы?



На основании полученных результатов выделены 15 селекционных образцов, которые проявили неполную устойчивость к четырём гербицидам, состоящим из действующих веществ класса ALS-ингибиторов, и образцы, которые проявили устойчивость хотя бы к одному из гербицидов.

Действие гербицидов Тапир, 4S-гербицид, Крейцер и Конвизо 1 на восприимчивые растения приводит к проявлению хлороза, скручиванию листьев, отмиранию точки роста и гибели растений.

С целью отбора устойчивого селекционного материала сахарной свёклы опыт нужно проводить в полевых условиях с двукратной обработкой гербицидами различной концентрации в разные фазы развития.

#### Список литературы

1. Бирюков, П.А. Эффективный подход к защите посевов сахарной свёклы / П.А. Бирюков. — М., 2011.

2. Ладонин, В.Ф. Остатки пестицидов в объектах агрофитоценозов и их влияние на культурные растения / В.Ф. Ладонин, М.И. Лунёв. — М.: ВНИИ-ТЭИСХ, 1985. — 61 с. Калинин, А.Т. Урожайность и технологические качества сахарной свёклы в зависимости от основной обработки почвы в связи с применением удобрений, гербицидов и орошения в ЦЧЗ: автореф. дис. ... д-ра с/х. наук / А.Т. Калинин. — Киев, 1989. — 48 с.

3. Черепенко, Е.И. Биотехнологические подходы к устранению экологической опасности пестицидов / Е.И. Черепенко // Сельскохозяйственная биология. — 1990. — № 5. — С. 145–151.

4. Гербициды: прошлое и будущее // Агротехника. — 2013. — № 19.

5. Барановский, А.М. Выращивание сахарной свёклы в Республике Беларусь по инновационной технологии CONVISO SMART / А.М. Барановский, С.Н. Гайтюкевич, Н.А. Лукьянюк // Сахар. — 2019. — № 8. — С. 10.

**Аннотация.** Представлены результаты изучения признака устойчивости к гербицидам – ингибиторам аминокислот (имидазолинонам, сульфонилмочевинам, глифосатсодержащим гербицидам) у сахарной свёклы. Установлены селекционные образцы, характеризующиеся повышенной устойчивостью к гербицидам.

**Ключевые слова:** сахарная свёкла, образцы, гербициды, отбор, имидазолиноны, сульфонилмочевины, глифосаты.

**Summary.** The results of studying the signs of resistance to herbicides and amino acid inhibitors (imidazolinone, sulfonyleureas, glyphosate-containing herbicides) in sugar beet are presented. The breeding samples characterized by increased resistance to herbicides have been determined.

**Keywords:** sugar beet, samples, herbicides, selection, imidazolinones, sulfonyleureas, glyphosates.

