

Реакция отдельных гибридов сахарной свёклы на различные комбинации гербицидов^S

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

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

Введение

Гербициды относятся к ксенобиотикам – чужеродным для растений химическим веществам, и тем не менее их целенаправленно производят и применяют в хозяйственной деятельности для химической прополки сорняков с целью сохранения и увеличения продукции сельскохозяйственных культур. При систематическом применении, особенно в повышенных дозах, гербициды способны накапливаться в окружающей среде. Интенсификация применения гербицидов наряду с повышением эффективности сельскохозяйственного производства ведёт к нарастанию химической нагрузки на культурные растения и биоценоз в целом [1, 6, 7, 12].

Сахарная свёкла очень требовательна к условиям произрастания, поэтому для совершенствования её адаптационного потенциала технология производства предусматривает создание благоприятных условий, включающих эффективное и полноценное использование удобрений, качественную обработку почвы, эффективную и безопасную защиту от вредителей, болезней и сорняков [3, 8, 10].

Особая осторожность в применении средств химической прополки на сахарной свёкле требуется при сочетании нескольких неблагоприятных факторов, таких как засушливая жаркая погода, заморозки, нарушение баланса питательных веществ, повреждение растений болезнями и вредителями [4].

Неблагоприятные биотические и абиотические факторы вызывают у растений культуры стресс [2], который отягощается химическим воздействием. Характерным проявлением химической интоксикации растений является подавление роста и развития, нарушение обмена веществ и накопление метаболитов, изменяющих качество урожая и продуктивность культуры. Признаки действия гербицидов могут быть различными. Нередко стрессовый эффект проявляется в виде снижения всхожести, появления пятен, ожогов, скручивания и деформации листьев, а также других симптомов [10, 11]. Как правило, симптомы исчезают через две-три недели после их проявления. В условиях жаркой сухой погоды интенсивность повреждений нарастает вплоть до отмирания обработанных листьев [3].

Цель исследования – оценить фитотоксичность смесей гербицидов группы бетаналов с препаратами «Карибу» или «Митрон» для различных гибридов сахарной свёклы в период химической прополки сорняков.

Материалы и методы исследований

Опыты закладывали в 2019–2020 гг. на опытном поле ВНИИСС (Воронежская обл.) в посеве сахарной свёклы (см. схему полевого опыта). Объектом исследования служили гибриды, районированные в ЦЧР: Митика (Lion Seeds LTD), РМС 120, РМС 121, РМС 127 (ВНИИСС); гербициды

«Бетанал максПро» (БМП), «Бетанал Эксперт ОФ» (БЭОФ), «Бетанал 22», «Митрон», «Карибу». Фоновые обработки против злаковых сорняков проводили «Пантерой», 1 л/га. Численность многолетних сорняков не достигала пороговых значений (менее 0,1 шт/м²).

Обработку растений гербицидами осуществляли ручным опрыскивателем со штангой, оборудованной 6 распылителями с интервалом 45 см (длина штанги 2,7 м), расход рабочей жидкости составил 250 л/га. Первая послевсходовая обработка посевов проводилась по сорнякам в фазе семядолей – двух настоящих листьев двудольных растений, вторая и третья – по мере появления следующих волн нарастания сорняков.

Размещение вариантов рендомизированное. В исследованиях варьировали сроки и норму применения препаратов. В опытах оценивали фитотоксичность гербицидов для сахарной свёклы по показателю массы растений через 7–8 дней после внесения. Математическая обработка данных проводилась методом дисперсионного анализа.

Сравнительная оценка фитотоксичности гербицидов предусматривает наличие одинаковых условий и требований при закладке и проведении полевых опытов. Она сводится к учётам степени угнетённости растений по показателям всхожести семян, дружности появления всходов, массы 100 растений, площади листьев, количества растений, повреждённых ожогом. Наиболее распространён

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



Схема полевого опыта

№ варианта	Послевсходовое внесение, л/га, кг/га		
	Первое внесение	Второе внесение	Третье внесение
1	Контроль без прополки		
2	Контроль с ручной прополкой		
3	БЭОФ, 1,25	«Бетанал 22», 1,5 + + «Карибу», 0,03 + + «Тренд», 0,2	«Бетанал 22», 1,5 + + «Карибу», 0,03 + + «Тренд», 0,2
4	БЭОФ, 1,25	БМП, 1,5 + + «Митрон», 1,5	БМП, 1,5 + + «Митрон», 1,5
5	БЭОФ, 1,0 + + «Митрон», 1,0	БМП, 1,25 + + «Митрон», 1,0	БМП, 1,5 + + «Митрон», 1,0
6	БЭОФ, 1,0 + + «Митрон», 1,5	БМП, 1,25 + + «Митрон», 1,5	БМП, 1,8
7	«Бетанал 22», 0,8 + + «Митрон», 1,5	«Бетанал 22», 0,8 + + «Митрон», 1,5	«Бетанал 22», 1,5

показатель массы 100 растений при учётах на проростках и массы одного растения при отборе взрослых экземпляров.

В опытах устанавливали одинаковый для испытуемой группы препаратов расход рабочей жидкости, близкое время внесения и другие параметры (вода, техника приготовления раствора и т. д.).

Погодные условия

Вегетационный период 2019 г. характеризовался как умеренно влажный в апреле, мае, июне; влажный в июле и умеренно засушливый с недобором влаги в августе и сентябре. В начале вегетации (апрель – июнь) температура воздуха была выше среднегогодовой на 1,2–1,8 °С, а в августе – сентябре ниже среднегогодовой на 1,2–1,8 °С.

В целом вегетационный период 2020 г. можно характеризовать как засушливый, хотя в мае и первой декаде июня выпало 68 мм осадков, что соответствовало среднегогодовому количеству влаги. Остальной период вегетации сахарная свёкла произрастала в засушливых условиях с большим недобором влаги в августе и сентябре. Температура воздуха в апреле – мае была ниже среднегогодовой на 2–5 °С, в июне выше на 2 °С, а в июле – сентябре была близка к среднегогодовой.

Фитотоксичность гербицидов для различных гибридов сахарной свёклы

Растения сахарной свёклы наиболее чувствительны к гербицидам в фазе вилочки – первой пары настоящих листьев. Гербицидный стресс у них проявлялся торможением роста с нарастанием дефицита массы в зависимости от силы воздействия противодудольного гербицида (смеси гербицидов) с последующей адаптацией и активизацией ростовых процессов, способствующих восстановлению физиологических функций растительного организма.

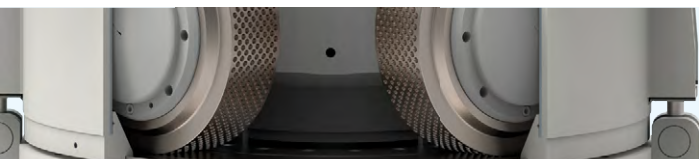
Вторая и третья обработки гербицидами в нормированных дозах способны вновь привести растения в стрессовое состояние или продлить период их депрессии после первой химической прополки посева, если они не полностью

восстановили свои жизненные функции. Поэтому период внесения гербицидов является наиболее ответственным и критическим с точки зрения защиты сахарной свёклы от повреждений.

Для химической прополки посева в наиболее раннем возрасте растений культуры используют трёхкомпонентные бетаналы или смеси гербицидов в нормированных либо щадящих дозах по сорнякам в фазе семядолей – первой пары настоящих листьев, что позволяет минимизировать их воздействие. Так, в условиях 2019 г. после первой химической прополки сорняков гербицидом БЭОФ, 1,25 л/га снижение массы у гибридов сахарной свёклы в вариантах 3 и 4 достигало 17–25 % в сравнении с контролем – ручной прополкой сорняков (табл. 1). Применение смеси гербицидов БЭОФ + «Митрон» в нормах расхода (1 + 1) л/га не обеспечивало снижения фитотоксичности их на растения культуры в стадии проростков, но повышало эффективность действия смеси на сорную растительность. Увеличение нормы расхода «Митрона» до 1,5 л/га в смеси с БЭОФ, 1 л/га или «Бетаналом 22», 0,8 л/га приводило к нарастанию фитотоксичности смесей для растений сахарной свёклы на 6–10 % в сравнении с вариантами 3–5. С нарастанием массы растений влияние гербицидов постепенно нивелировалось. После двух обработок смесями гербицидов

Таблица 1. Фитотоксичность гербицидов для сахарной свёклы после первой обработки, 2019 г.

Вариант	Масса 100 растений					
	Митика		РМС 121		РМС 120	
	Г	%	Г	%	Г	%
2. Контроль	92	100	78	100	81	100
3. БЭОФ, 1,25	76	82,6	65	83,3	63	77,8
4. БЭОФ, 1,25	79	85,9	66	84,6	61	75,3
5. БЭОФ, 1,0 + «Митрон», 1,0	75	81,5	64	82,1	60	74,0
6. БЭОФ, 1,0 + «Митрон», 1,5	70	76,1	58	74,4	58	71,6
7. «Бетанал 22», 0,8 + «Митрон», 1,5	65	70,7	53	68,0	61	75,3
НСР ₀₅ 6,8 %						



(варианты 4–7), внесённых в минимальных нормах расхода, отставание растений в росте в сравнении с контролем с прополкой было несущественным (табл. 2).

Смесь «Бетанала 22», 1,5 л/га с «Карибу», 0,03 кг/га, применённая на сахарной свёкле в возрасте двух пар настоящих листьев, оказывала заметное фитотоксическое действие на растения, масса которых была ниже контрольных на 20–26 %.

После трёх обработок гербицидами их влияние на активно растущие растения культуры было в пределах ошибки опыта в вариантах 4 и 5 или незначительным в вариантах 6 и 7 (табл. 3).

Высокая фитотоксичность гербицидов для сахарной свёклы отмечена в варианте 3, где применили смесь «Бетанала 22», 1,5 л/га с «Карибу», 0,03 кг/га, так как растения не восстановились после предыдущей аналогичной химической прополки.

В каждом варианте размещали три гибрида (Митика, РМС 120, РМС 121 в 2019 г. и Митика, РМС 120 и РМС 127 в 2020 г.) для исследования их реакции на гербициды. После первой и второй обработок гербицидами отмечали близкое угнетение роста и развития у всех трёх гибридов. Впоследствии динамика нарастания массы у растений гибрида Митика заметно отличалась от таковой у растений других гибридов. Отечественные гибриды отставали от Митики по накоплению массы на 20–25 %, поэтому после третьей обработки гербицидами растения гибрида Митика, отличающиеся более высокой энергией роста от других гибридов (РМС 120 и РМС 121), восстанавливались от негативного воздействия гербицидов.

В условиях 2020 г. после двух обработок гербицидами заметное отставание в накоплении массы у растений было в варианте 3, где применили более «жёсткий» препарат «Бетанал 22», 1,3 л/га

(на 22–24 % в сравнении с контролем с ручной прополкой). «Бетанал максПро», 1,25 л/га в смеси с «Митроном», 1,0 л/га оказывали меньшее в среднем на 8 % фитотоксическое действие на растения в фазе двух-трёх пар настоящих листьев (табл. 4).

В засушливых условиях продолжительность депрессии у сахарной свёклы от воздействия гербицидов возрастала. Поэтому после трёх обработок гербицидами отмечен более продолжительный стресс, чем в условиях 2019 г.

При самостоятельном применении граминицидов проявление их фитотоксичности на растениях не установлено. В смесях с противодвудольными гербицидами, включающими гербициды группы бетанала, граминициды в условиях недостатка влаги могут способствовать усилению фитотоксичности смеси (на 2–4 %).

Есть мнение, что середина вегетации, приходящаяся на июль, является наиболее критическим периодом в развитии культуры [9]. Недостаток влаги у повреждённых

Таблица 2. Фитотоксичность гербицидов для сахарной свёклы после двух обработок, 2019 г.

Вариант	Масса одного растения					
	Митика		РМС 121		РМС 120	
	Г	%	Г	%	Г	%
2. Контроль	17,4	100	15,6	100	15,3	100
3. «Бетанал 22», 1,5 + «Карибу», 0,03	13,8	79,3	11,9	76,3	11,3	73,8
4. БМП, 1,5 + «Митрон», 1,5	16,2	93,1	14,7	94,2	14,3	93,5
5. БМП, 1,25 + «Митрон», 1,0	16,8	96,6	15,0	96,2	14,8	96,7
6. БМП, 1,25 + «Митрон», 1,5	16,3	93,1	14,3	91,7	14,5	94,8
7. «Бетанал 22», 0,8 + «Митрон», 1,5	16,2	93,1	14,3	91,7	14,5	94,8
НСР ₀₅ 8,3 %						

Таблица 3. Фитотоксичность гербицидов для сахарной свёклы после трёх обработок, 2019 г.

Вариант	Масса одного растения					
	Митика		РМС 121		РМС 120	
	Г	%	Г	%	Г	%
2. Контроль	187	100	142	100	155	100
3. «Бетанал 22», 1,5 + «Карибу», 0,03	169	90,4	119	83,8	133	85,8
4. БМП, 1,5 + «Митрон», 1,5	193	103,2	133	93,8	143	92,5
5. БМП, 1,5 + «Митрон», 1,0	196	104,8	135	95,3	148	95,4
6. БМП, 1,8	182	97,3	134	94,8	142	92,2
7. «Бетанал 22», 1,5	180	96,1	130	91,7	141	90,8
НСР ₀₅ 7,6 %						

Таблица 4. Фитотоксичность гербицидов для сахарной свёклы, 2020 г.

Вариант	Масса одного растения					
	Митика		РМС 127		РМС 120	
	Г	%	Г	%	Г	%
После двух обработок гербицидами (2 июня)						
2. Контроль (с ручной прополкой)	11,8	100,0	11,3	100,0	10,7	100,0
3. «Бетанал 22», 1,5 + «Карибу», 0,03	9,2	78,0	8,6	76,1	8,3	77,6
5. БМП, 1,25 + «Митрон», 1,0	10,2	86,4	9,4	83,2	9,1	85,0
НСР ₀₅ 6,2 %						
После трёх обработок гербицидами (21 июня)						
2. Контроль (с ручной прополкой)	125,7	100,0	116,2	100,0	112,8	100,0
3. «Бетанал 22», 1,5 + «Карибу», 0,03	103,6	82,4	90,1	77,5	88,3	78,3
5. БМП, 1,25 + «Митрон», 1,0	114,0	90,7	97,6	84,0	94,6	83,9
НСР ₀₅ 7,2 %						



гербицидами растений именно в этот период ведёт к нарушению водного баланса, продолжительному торможению роста и задержке миграции пластических веществ [5]. Торможение нарастания массы в вариантах с разными схемами гербицидов особенно заметно в жаркую засушливую погоду. «Жёсткая» схема применения гербицидов увеличивала продолжительность депрессии растений, что повышало вероятность усиления торможения их роста при более отдалённых проявлениях неблагоприятных сочетаний среды.

Подавление роста растений сахарной свёклы в раннем возрасте гербицидами в регламентированных нормах расхода является предпосылкой, а не критерием прогноза снижения урожайности корнеплодов без учёта погодных условий в течение всего периода вегетации. Как правило, в неблагоприятных погодных условиях вероятность снижения урожайности культуры, особенно на фоне «жёсткой» схемы применения гербицидов, заметно возрастает.

Таким образом, торможение нарастания массы у гибридов сахарной свёклы в значительной мере зависело от сочетания условий внешней среды во время химической прополки, возраста растений и гербицидной нагрузки на них.

Сравнительная оценка фитотоксичности гербицидов группы бетанала на растения культуры позволяет решать следующие вопросы:

- коррекцию нормы применения препарата с фазой развития сахарной свёклы и сорняков в разных условиях погоды;
- определение «жёсткости» препарата в экстремальных условиях погоды и позиционирование его в технологии дробного внесения на культуре;
- оптимальный подбор комбинации препаратов для последовательного применения их на культуре.

Заключение

Реакция растений сахарной свёклы на гербициды, применённые в регламентированных нормах расхода, наиболее выражена в фазе семядолей – первой пары настоящих листьев. С нарастанием массы растений культуры негативное влияние гербицидов нивелируется.

Препараты БЭОФ, БМП или «Бетанал 22» в низких нормах расхода, внесённые в смеси «Митроном», оказывали наименьшее влияние на рост и развитие сахарной свёклы. Фитотоксичность гербицидов была ниже для растений гибрида Митика, отличающихся более высокой энергией роста в начале вегетации культуры, в сравнении с гибридами РМС 120, РМС 121 и РМС 127.

Список литературы

1. Альберт, Э. Избирательная токсичность / Э. Альберт. – М. : Мир, 1971. – 421 с.
2. Веселова, Т.В. Стресс у растений / Т.В. Веселова, В.А. Веселовский, Д.С. Черновский. – М. : МГУ, 1993. – 145 с.
3. Дворянкин, Е.А. Оптимизация возделывания сахарной свёклы / Е.А. Дворянкин. – М., 2019. – 252 с.
4. Дворянкин, Е.А. Причины повышения фитотоксичности гербицидов на растения сахарной свёклы /

Е.А. Дворянкин // Сахарная свёкла. – 2006. – № 5. – С. 36–40.

5. Деева, В.П. Действие гербицидов на различные по продуктивности сорта сахарной свёклы / В.П. Деева, Е.А. Дворянкин // Химия в сельском хозяйстве. – 1981. – № 4. – С. 26–29.

6. Захаренко, А.В. Теоретические основы управления сорным компонентом агрофитоценоза в системах земледелия / А.В. Захаренко. – М. : МСХА, 2000. – 468 с.

7. Куликова, Н.А. Гербициды и экологические аспекты их применения / Н.А. Куликова, Г.Ф. Лебедева. – М. : Книжный дом «Либроком», 2010. – 152 с.

8. Мордерер, Е.Ю. Избирательная фитотоксичность гербицидов / Е.Ю. Мордерер. – Киев : Лотос, 2001. – 240 с.

9. Орловский, Н.И. Основы биологии сахарной свёклы / Н.И. Орловский. – Киев : Госсельхозиздат УССР, 1961. – 302 с.

10. Рябченко, Н.А. Адаптогенез растений к пестицидам / Н.А. Рябченко, Н.П. Кошубинская, Е.В. Домашнева [и др.] – Днепропетровск : Пороги, 2000. – 193 с.

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

12. Чиркова, Т.В. Физиологические основы устойчивости растений / Т.В. Чиркова. – СПб. : СПбГУ, 2002. – 244 с.

Аннотация. Исследовано фитотоксическое действие различных комбинаций гербицидов на растения отдельных гибридов сахарной свёклы. Показано, что растения культуры наиболее чувствительны к гербицидам в фазе вилочки – первой пары настоящих листьев. С нарастанием биомассы растений отмечали снижение влияния на них гербицидов. Смеси «Бетанала Эксперт ОФ», «Бетанала максПро» или «Бетанала 22» в низких нормах расхода, внесённые с «Митроном», 1–1,5 л/га оказывали наименьшее влияние на рост и развитие растений сахарной свёклы. Фитотоксичность гербицидов была ниже для растений гибрида Митика, отличающихся более высокой энергией роста в начале вегетации культуры, в сравнении с гибридами РМС 120, РМС 121 и РМС 127.

Ключевые слова: сахарная свёкла, гибриды, гербициды, фитотоксичность, погодные условия.

Summary. Phytotoxic effect of different combinations of herbicides on plants of some sugar beet hybrids was investigated. It was shown that sugar beet plants were the most sensitive to herbicides at the stages from cotyledonous leaf to first pair of true leaves. With increase of sugar beet plant biomass, decrease in herbicide influence on them was marked. Mixtures of «Betanal Expert OF», «Betanal maxPro» or «Betanal 22» with low consumption rate applied together with «Mitron» (1–1.5 l/ha) made the least impact on growth and development of sugar beet plants. Phytotoxicity of the herbicides was lower for the Mitika hybrid plants characterized by higher growing capacity at the beginning of the crop vegetation in comparison with the hybrids: RMS 120, RMS 121 and RMS 127.

Keywords: sugar beet, hybrids, herbicides, phytotoxicity, weather conditions.

