

Особенности роста и развития растений отечественных гибридов сахарной свеклы в период гербицидного стресса

Е. В. Жеряков

Пензенский государственный аграрный университет,
г. Пенза

zheryakov.e.v@pgau.ru

Аннотация

В статье представлены результаты исследований устойчивости растений сахарной свеклы различных гибридов к негативному воздействию гербицидов. На начальных этапах своего роста наиболее устойчивыми к негативному воздействию гербицидов были растения сахарной свеклы гибридов F₁ Скала, F₁ Прилив и F₁ Буря. После второй обработки на вариантах с применением гербицидов наблюдалось торможение роста с нарастанием дефицита массы. Наиболее устойчивым к негативному воздействию гербицидов был гибрид F₁ Скала. У гибридов F₁ Прилив и F₁ Горизонт влияние химического стресс-фактора оценивалось наиболее токсичным. Фитотоксичность комбинации гербицидов для сахарной свеклы заметно снижалась (до 12–13 %) по сравнению с более ранними гербицидными обработками. После проведения трех гербицидных обработок высокая устойчивость к негативному воздействию гербицидов отмечена у гибрида F₁ Скала.

Ключевые слова:

сахарная свекла, гербициды, гибриды, фитотоксичность

Сахарная промышленность важна для экономики России, поскольку сахарный песок не только выступает в роли готового продукта, но также является важным сырьем для других товаров. Основным источником производства сахара в России – сахарная свекла, доля которой превышает 90 % с 2012 г. Культивирование свеклы проводится в 30 регионах страны. Россия занимает одно из лидирующих мест в мировом производстве сахарной свеклы, уступая лишь Китаю. Наша страна удерживает первое место в мире по выращиванию сахарной свеклы и производству свекловичного сахара с 2016 г. За последние пять лет объем производства свеклы увеличился на 14 %, достигнув годовой отметки в 51,3 млн т. Отрасль производства сахарной свеклы в России оставалась стабильной до конца 2022 г. С 2010 г. площадь посевов сахарной свеклы в Российской Федерации зафиксирована на уровне от 1027,2 до 1159,3 тыс. га, причем в последние годы отмечается небольшое снижение площади посева культуры [1, с. 101]. Анализ показал, что средняя урожайность сахарной свеклы постоянно растет, и за последние 10 лет в Пензенской области она составила 378,4

Growth and development features of sugar beet domestic hybrids during the herbicide stress period

E. V. Zheryakov

Penza State Agrarian University,
Penza

zheryakov.e.v@pgau.ru

Abstract

The article presents the study results on the resistance of different sugar beet hybrids to the negative impact of herbicides. At the initial growth stages, sugar beet plants of the hybrids F₁ Skala, F₁ Priliv (Tide), and F₁ Burya (Storm) were highly resistant to the negative impact of herbicides. After the second treatment of fields with sugar beet plants with herbicides, we observed growth inhibition signs with the increasing weight deficit. The hybrid F₁ Skala was best resistant to the negative impact of herbicides. The hybrids F₁ Priliv and F₁ Horizont were least resistant to the toxic effect of chemical stress. The phytotoxicity of the herbicide combination for sugar beet markedly reduced (to 12–13 %) in contrast to the previous herbicide treatments. After three herbicide treatments, the F₁ hybrid Skala showed best resistance to the negative impact of herbicides.

Keywords:

sugar beet, herbicides, hybrids, phytotoxicity

ц/га (в Российской Федерации – 423,5 ц/га), а за последние 5 лет – 391,5 ц/га (в Российской Федерации – 426,3 ц/га). Свекловодство по-прежнему остается одной из наиболее наукоемких, технологически и организационно сложных отраслей. Несмотря на достигнутые успехи отечественного свеклосахарного комплекса, производители сельскохозяйственного сырья имеют сложности с семенным материалом. Доля семян зарубежной селекции в российском агропромышленном комплексе (далее – АПК) к 2020 г. по сахарной свекле достигла 98 %. Снижение зависимости от гибридов сахарной свеклы иностранной селекции за счет разработки и продвижения гибридов сахарной свеклы отечественной селекции с комплексным технологическим оснащением процесса семеноводства сахарной свеклы является важным направлением, которое необходимо развивать для обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации [2, с. 3; 3, 4]. Поэтому одна из важнейших задач семеноводства заключается в правильном размещении сортов (гибридов) по природно-экологическим зонам нашей страны, с учетом наилучшей приспособ-

бленности каждого сорта (гибрида) к местным условиям. Основным принципом для определения приспособленности сорта (гибрида) к данным условиям может быть нормальный рост и его развитие, обеспечивающие получение высоких и устойчивых урожаев по годам [5, 6]. Баковую смесь гербицидов составляли с учетом количества сорняков, их фазы развития, а также видового состава.

В период химической борьбы с сорняками сахарная свекла испытывает стресс от воздействия гербицидов, особенно в ранние фазы развития. В зависимости от возраста растений под действием гербицидов отстает нарастание массы сахарной свеклы, нарушаются физиолого-биохимические процессы формирования листового аппарата и корнеплода.

Устойчивость растений к повреждающему действию пестицидов зависит от анатомо-морфологических и физиологических особенностей вида, условий произрастания, типа почвы [7]. Нарастание массы корнеплода – от функциональной активности листьев и сформированности листового аппарата. Поэтому адаптация растений сахарной свеклы к воздействию гербицидов посредством активации роста листового аппарата (количество, масса и площадь листьев) может протекать в диспропорции с нарастанием корнеплода [8].

Полевой опыт был заложен на полях ООО «Красная горка» Колышлейского района Пензенской области. Для решения поставленных задач проведены полевые опыты. Опыт 1 – двухфакторный был заложен методом рендомизации по схеме: фактор А – гибрид: 1 – F₁ РМС 121; 2 – F₁ Скала; 3 – F₁ Буря; 4 – F₁ Вулкан; 5 – F₁ Волна; 6 – F₁ Цунами; 7 – F₁ Прилив; 8 – F₁ Горизонт; фактор В – фон: 1 – ручная обработка (контроль); 2 – обработка гербицидами. Агротехника в опыте – принятая в хозяйстве. Сахарную свеклу возделывали в паровом звене зернопаропропашного севооборота. Предшественник – озимая пшеница. Норма высева – 120 тыс. шт./га. Баковую смесь составляли с учетом количества сорняков, их фазы развития, а также видового состава.

В современной системе выращивания сахарной свеклы по интенсивной технологии важное место занимает защита посевов от сорняков с помощью гербицидов. За последние годы наметилась тенденция увеличения засоренности посевов всех культур, в том числе и сахарной свеклы, явившаяся следствием введения в севооборот залежных земель, нарушения агротехники возделывания, в первую очередь, несоблюдения севооборотов и системы обработки почвы. Произошло значительное увеличение численности многолетних и трудноистребимых однолетних сорных растений [9]. Исследования проводили на фоне слабой и средней засоренности посевов сахарной свеклы с преобладанием малолетних двудольных сорняков (84,8–110,7 шт./м²). В севообороте, где регулярно проводили гербицидную обработку посевов сельскохозяйственных культур, группа малолетних двудольных сорняков в посеве сахарной свеклы не отличалась большим разнообразием видов и была представлена в основном ширицей запрокинутой. Среди многолетних двудольных сорняков были отмечены осоты и вьюнок полевой.

После первой гербицидной обработки среди изучаемых отечественных гибридов наибольшей массой растений в начальный период характеризовался гибрид F₁ Скала: через шесть суток на варианте с ручной прополкой масса одного растения составила 1,31 г, что на 38 % больше, чем у гибрида F₁ РМС 121. Масса растения гибридов F₁ Волна, F₁ Горизонт также была больше, чем у гибрида F₁ РМС 121, на 0,14 г, F₁ Прилив – на 0,13, F₁ Буря – на 0,12г, F₁ Цунами – на 0,11, а у гибрида F₁ Вулкан – на 0,09 г. Среднесуточная абсолютная скорость роста растений в фазу полных всходов за первый учетный период у гибрида F₁ РМС 121 (стандарт) была на уровне 120–130 г. Изучаемые гибриды отечественной селекции по скорости роста растений можно разделить на три группы: первая – гибриды F₁ Вулкан, F₁ Цунами и F₁ Буря с абсолютной среднесуточной скоростью роста 140–150 г, вторая – F₁ Волна, F₁ Прилив и F₁ Горизонт, увеличение массы – 150–155 г в сутки, третья – гибрид F₁ Скала, растения которого прибавляли в массу более 180 г в сутки, что на 46,9 % больше скорости роста растений гибрида F₁ РМС 121 (таблица).

Биометрические показатели растений сахарной свеклы через шесть суток после первой гербицидной обработки, (средняя масса одного растения до обработки – 0,18 г)

Biometric indexes of sugar beet plants in 6 days after the first herbicide treatment (average weight of one plant before treatment 0.18 g)

Гибрид F ₁	Земли старопашотные			
	Масса одного растения		Среднесуточная скорость роста	
	г	%	г/сут./раст.	%
РМС 121 (стандарт)	0,95	100,00	0,128	100,00
	0,77	100,00	0,099	100,00
Вулкан	1,04	109,47	0,143	111,72
	0,87	112,98	0,115	116,16
Цунами	1,06	111,58	0,146	114,06
	0,89	115,58	0,118	119,19
Буря	1,07	112,63	0,148	115,62
	0,89	115,58	0,119	120,20
Скала	1,31	137,89	0,188	146,87
	1,09	141,56	0,152	153,53
Волна	1,09	114,74	0,151	117,97
	0,91	118,18	0,122	123,23
Прилив	1,08	113,68	0,150	117,19
	0,83	107,79	0,109	110,10
Горизонт	1,09	114,74	0,152	118,75
	0,85	110,39	0,111	112,12

Примечание. В числителе – контроль (ручная прополка); в знаменателе – при обработке гербицидами.

Note. The nominator means control values (hand weeding); denominator – experimental values (after treatment with herbicides).

Установлено, что гербицид, примененный для защиты сахарной свеклы в первую химическую обработку, оказывал достоверное ингибирующее влияние на нарастание биомассы. Средняя масса одного растения через шесть суток после обработки гербицидом составляла 0,88 г. Анализ биометрических данных растений показал, что

воздействие стресс-фактора, которым в данном случае являлся гербицид, на растения всех гибридов оказалось негативным, что выражалось в снижении скорости роста и, как следствие, темпов нарастания массы. На начальных этапах своего роста наиболее устойчивыми к негативному воздействию гербицидов были растения сахарной свеклы гибридов F₁ Скала, F₁ Прилив и F₁ Буря, которые быстрее возобновляли активный рост после обработки гербицидом: снижение темпов прироста массы составило 0,028–0,029 г.

После второй гербицидной обработки на контрольном варианте (без применения пестицидов) наибольшая масса 100 растений сахарной свеклы была получена при выращивании гибрида отечественной селекции F₁ Скала и составила 1,166 кг. Гибрид F₁ РМС 121, используемый в данном опыте в качестве стандарта, отставал от изучаемых гибридов по накоплению массы на 32–111 г. Масса 100 растений гибридов F₁ Вулкан и F₁ Цунами была больше массы стандартного гибрида на 3,4–3,6 % соответственно, но меньше, чем у гибрида F₁ Скала на 62–65 г. Среднесуточная скорость роста растений гибрида F₁ Буря – 1,5 г в сутки – обеспечивала более интенсивное накопление массы, чем у стандартного гибрида F₁ РМС 121. У гибридов F₁ Прилив, F₁ Волна и F₁ Горизонт масса 100 растений составляла 1,115–1,118 кг, что на 4,7–5,0 % больше массы гибрида F₁ РМС 121, но по интенсивности накопления массы уступали гибриду F₁ Скала на 48–51 г.

На вариантах с гербицидной обработкой наблюдалось торможение роста с нарастанием дефицита массы, по сравнению с ручной прополкой, с последующей адаптацией и активизацией ростовых процессов, способствующих восстановлению физиологических функций растительного организма. У стандартного гибрида F₁ РМС 121 масса 100 растений составила 0,865 кг. Наиболее устойчивым к негативному воздействию гербицидов были гибриды F₁ Скала, масса 100 растений которого составила 961 г. Стандартный гибрид F₁ РМС 121 значительно отставал в росте при гербицидной обработке: среднесуточная скорость составила 1,230 г. Вес одного растения гибрида F₁ Буря был на 4,82–5,53 % больше растений гибрида F₁ РМС 121.

Масса 100 растений сахарной свеклы после проведения трех гербицидных обработок составляла 3,5–4,5 кг. Без применения химических обработок наибольшая масса одного растения была отмечена у гибрида F₁ Скала и составляла 45,59 г, что на 11,57 % больше, чем у стандартного гибрида F₁ РМС 121. У остальных изучаемых гибридов интенсивность накопления была несколько ниже, чем у гибрида F₁ Скала, и через шесть суток после проведения обработки масса одного растения составила 44,1–44,5 г. После проведения трех гербицидных обработок различия между массой интактных и подверженных негативному воздействию химических стресс-факторов растений сахарной свеклы были существенными, а способность растений противостоять угнетающему действию гербицидов отличалась в зависимости от гибридов. Растения сахарной свеклы, находясь в стрессовом состоянии, приостанавливают свой рост, что и отражается на интенсивности накопления массы. Отставание в накоплении массы у стан-

дартного гибрида F₁ РМС 121 составило 13,15 % по сравнению с ручной прополкой. Высокая устойчивость к негативному воздействию гербицидов отмечена у гибрида F₁ Скала. Менее устойчивыми были гибриды F₁ Вулкан, F₁ Цунами, F₁ Горизонт и F₁ Прилив – их способность к возобновлению активного роста после гербицидного стресса оценивалась на уровне 87,1–87,3 %.

Таким образом установлено, что фитотоксичность гербицидов для растений изучаемых гибридов проявлялась в разной степени. Наибольшая масса одного растения и продолжительность депрессии растений была короче у гибридов F₁ Скала и F₁ Волна. Учет урожайности корнеплодов показал, что преимущество по сбору корнеплодов за гибридом F₁ Скала, обеспечившим приrost урожайности на 11,55–12,16 т/га, или 23,7–24,0 % к средней (51,27 т/га). На втором месте по урожайности корнеплодов гибриды F₁ Волна и F₁ Горизонт, получено дополнительно (относительно средней) от 4,41 до 6,26 т/га продукции, или 8,6–12,2 %. Наименьшей урожайностью в сложившихся гидротермических условиях вегетации отличался гибрид F₁ РМС 121, урожайность которого составила 44,86 т/га.

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Источники и литература

1. Константинов, С. А. Ситуация на рынке сахара государств-членов Евразийского экономического союза / С. А. Константинов, И. А. Терещенкова // Проблемы экономики. – 2014. – № 2 (19). – С. 98–105.
2. Логвинов, А. В. Научные основы создания толерантных к церкоспорозу и гербицидам линии и гибридов сахарной свеклы: фенотипическое проявление, генотипические особенности и практическое использование: дис. ... д. с.-х. н. / А. В. Логвинов. – Гулькевичи, 2002. – 291 с.
3. Семина, С. А. Особенности роста растений сахарной свеклы при использовании различных полифункциональных регуляторов роста растений / С. А. Семина, Е. В. Жеряков, Ю. И. Жерякова // Нива Поволжья. – 2022. – № 2 (62). – С. 1008.
4. Продуктивность гибридов сахарной свеклы Российской селекции при внесении удобрений в 2022 году / О. А. Минакова, Л. В. Александрова, Т. Н. Подвигина [и др.] // Сахарная свекла. – 2023. – № 1. – С. 16–20.
5. Постановление Правительства РФ от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2030 годы» (с изменениями и дополнениями).
6. Милишкевичус, И. С. Сравнительная продуктивность сортов озимого тритикале в условиях южной части Беларуси / И. С. Милишкевичус, А. А. Пугач // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сборник статей по материалам XIII Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры растениеводства, Горки,

30–31 января 2019 года. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2019. – С. 182–184.

7. Роль полифункциональных регуляторов роста растений в преодолении гербицидного стресса / М. М. Наумов, Т. В. Зими́на, Е. И. Хрюкина [и др.] // *Агрохимия*. – 2019. – № 5. – С. 21–28.
8. Дворянкин, Е. А. Потери урожая от фитотоксичности гербицидов: методика исследования токсичности гербицидов / Е. А. Дворянкин // *Сахар*. – 2018. – № 7. – С. 25–29.
9. Жеряков, Е. В. Засоренность посевов сахарной свеклы и ее влияние на урожайность корнеплодов / Е. В. Жеряков, С. Ю. Дмитриева, В. А. Близов // *Научная жизнь*. – 2019. – № 1. – С. 15–23.

References

1. Konstantinov, S. A. Situaciya na rynke sahara gosudarstv-chlenov Evrazijskogo ekonomicheskogo soyuza [Sugar market situation of member states of the Eurasian Economic Union] / S. A. Konstantinov, I. A. Tereshchenkova // *Collection of Scientific Papers "Problemy ekonomiki" ["Issues of Economics"]*. – 2014. – № 2 (19). – P. 98–105.
2. Logvinov, A. V. Nauchnye osnovy sozdaniya tolerantnyh k cercosporozu i gerbici-dam linii i gibridov saharnoj svekly: fenotipicheskoe proyavlenie, genotipicheskie oso-bennosti i prakticheskoe ispolzovanie [Scientific basis for the creation of lines and hybrids of sugar beet tolerant to cercosporosis and herbicides: phenotypic manifestation, genotypic characteristics and practical use]: Doctor's thesis (Agriculture) / Logvinov A. V. – Gulkevichi, 2002. – 291 p.
3. Semina, S. A. Osobennosti rosta rastenij saharnoj svekly pri ispolzovanii razlichnyh polifunktionalnyh regulyatorov rosta rastenij [Growth characteristics of sugar beet plants when applying different polyfunctional plant growth regulators] / S. A. Semina, E. V. Zheryakov, Yu. I. Zheryakova // *Niva Povolzhya [Volga Region Farmland]*. – 2022. – № 2 (62). – P. 1008.
4. Minakova, O. A. Produktivnost gibridov saharnoj svekly Rossijskoj selekcii pri vnesenii udobrenij v 2022 godu [Productivity of domestic sugar beet hybrids when applying fertilizers in 2022] / O. A. Minakova, L. V. Aleksandrova, T. N. Podvigina, V. M. Vilkov // *Saharnaya svekla [Sugar Beet]*. – 2023. – № 1. – P. 16–20.
5. Decree of the Government of the Russian Federation dated August 25, 2017 № 996 "On approval of the Federal Scientific and Technical Program for the Development of Agriculture for 2017–2030" (with amendments and additions) // ILS Consultant Plus [Electronic resource]. – URL: <http://www.consultant.ru> (date of access: 03.06.2024).
6. Milishkevichyus, I. S. Sravnitel'naya produktivnost sortov ozimogo tritikale v usloviyah yuzhnoj chasti Belarusi [Comparative productivity of winter triticale varieties in the conditions of the southern part of Belarus] / I. S. Milishkevichyus, A. A. Pugach // *Tekhnologicheskie aspekty vozdeleyvaniya selskohozyajstvennykh kultur [Technological cultivation aspects of agricultural plants]: Collection of Papers to XIII Int. Sci-Practical Conf. dedicated to the 100th anniversary of the Department of Horticulture, Gorki, January 30–31, 2019*. – Gorki : Belarusian State Agricultural Academy, 2019. – P. 182–184.
7. Naumov, M. M. Rol polifunktionalnyh regulyatorov rosta rastenij v preodolenii gerbicidnogo stressa [The role of multifunctional plant growth regulators against the herbicide stress] / M. M. Naumov, T. V. Zimina, E. I. Khryukina, T. A. Ryabchinskaya // *Agrohimiya [Agrochemistry]*. – 2019. – № 5. – P. 21–28.
8. Dvoryankin, E. A. Poteri urozhaya ot fitotoksichnosti gerbicidov. Metodika issledovaniya toksichnosti gerbicidov [Yield losses due to the herbicide phytotoxicity. Investigation methods of herbicide phytotoxicity] / E. A. Dvoryankin // *Sahar [Sugar]*. – 2018. – № 7. – P. 25–29.
9. Zheryakov, E. V. Zasorennost posevov saharnoj svekly i ee vliyanie na urozhajnost korneplodov [Weed infestation of sugar beet crops and its impact on the yield] / E. V. Zheryakov, S. Yu. Dmitrieva, V. A. Blizov // *Nauchnaya zhizn [Scientific Life]*. – 2019. – № 1. – P. 15–23.

Информация об авторе:

Жеряков Евгений Викторович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Растениеводство и лесное хозяйство» Пензенского государственного аграрного университета; Scopus Author ID: 57363112300; WOS Research ID ABH-6643-2020; ID РИНЦ 321563; ORCID 0000-0003-1288-6323 (440014, Российская Федерация, г. Пенза, ул. Ботаническая, д. 30, ауд. 124; e-mail: zheryakov.e.v@pgau.ru).

About the author:

Evgeniy V. Zheryakov – Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor at the Plant Growing and Forestry Department, Penza State Agrarian University; Scopus Author ID: 57363112300; WOS Research ID ABH-6643-2020; ID RSCI 321563; ORCID 0000-0003-1288-6323 (Room 1248, 30 Botanicheskaya Street, Penza, 440014 Russian Federation; e-mail: zheryakov.e.v@pgau.ru).

Для цитирования:

Жеряков, Е. В. Особенности роста и развития растений отечественных гибридов сахарной свеклы в период гербицидного стресса / Е. В. Жеряков // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Сельскохозяйственные науки». – 2024. – № 7 (73). – С. 43–47.

For citation:

Zheryakov, E. V. Osobennosti rosta i razvitiya rastenij otechestvennyh gibridov saharnoj svekly v period gerbicidnogo stressa [Growth and development features of sugar beet domestic hybrids during the herbicide stress period] / E. V. Zheryakov // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series "Agricultural Sciences". – 2024. – № 7 (73). – P. 43–47.

Дата поступления статьи: 12.09.2024

Прошла рецензирование: 30.10.2024

Принято решение о публикации: 26.09.2024

Received: 12.09.2024

Reviewed: 30.10.2024

Accepted: 26.09.2024