

ОТБОР ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ С ВЫСОКИМИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ КАЧЕСТВАМИ

В.П. Ошевнев, доктор сельскохозяйственных наук
Л.Н. Путилина, кандидат сельскохозяйственных наук
Н.А. Лазутина
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»
e-mail: lputilina@bk.ru

Аннотация. Цель исследований – комплексная оценка технологических показателей отечественного селекционного материала сахарной свеклы и отбор лучших сортообразцов для дальнейшей работы и передачи на госсортоиспытания. Объектом изучения являлись корнеплоды селекционных образцов сахарной свеклы селекции ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова». По технологическим показателям изучено 60 селекционных образцов, в том числе 6 МС-линий, 24 О-типа, 10 опылителей, 8 сингл-кроссов, 12 пробных гибридов. В качестве группового стандарта St использован гибрид Митика (Lion Seeds). В результате комплексной оценки корнеплодов отобраны 7 лучших селекционных образцов, обладающих совокупностью высоких технологических показателей (сахаристость, выход сахара, его извлекаемость, сбор очищенного сахара с 1 га посева): 1093 (МС-линия), 1120 (О-тип), 1123 (опылитель), 1100, 1119 (сингл-кросс), 1124, 1125 (пробный гибрид). Отобранный материал рекомендован селекционерам для дальнейшей работы.

Ключевые слова: сахарная свекла, селекция, гибрид, групповой стандарт, технологические показатели.

Сахарная свекла является одной из важнейших технических культур, по площади посевов которой Российская Федерация находится на первом месте в мире (1 млн га, или около 25 % мировых посевов культуры), опережая такие страны, как США (490 тыс. га), Германия (350 тыс. га) и Франция (280 тыс. га). Вместе с тем, в России около 98 % посевных площадей сахарной свеклы засевают семенным материалом зарубежной селекции, что крайне негативно влияет на технологическую и экономическую устойчивость функционирования всего свеклосахарного комплекса страны [1].

Зависимость российской отрасли свекловодства от импортных семян объясняется отсутствием организационно-экономических механизмов для

проведения современных научных исследований в области селекции и семеноводства сахарной свеклы, низким уровнем господдержки, недостаточным интересом к инвестированию в этот сектор со стороны крупных агропромышленных компаний [2].

С целью обеспечения продовольственной безопасности страны в производстве сахара и снижения импортозависимости в семенах сахарной свеклы поставлена стратегическая задача возобновления отечественной селекции культуры и обеспечение ее семенами свекловодов страны. Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. предусматривается достижение к 2025 г. доли семян гибридов сахарной свеклы отечественной селекции в 20 % и выведение новых конкурентоспособных высокопродуктивных гибридов с высокими технологическими качествами, в наибольшей степени отвечающим требованиям переработки [3–4].

Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории России, в 2020 г. включал в себя 375 гибридов, 106 линий и родительских компонентов сахарной свеклы, из них 99 гибридов (26,4 %) и 15 линий (14,2 %) выведены отечественными селекционерами. Анализ данных показал, что с 2008 по 2012 г. в Госреестр было внесено 127 новых гибридов культуры, из них 110 зарубежной селекции и 17 – отечественной (13,4 %). За период с 2013 по 2017 г. доля гибридов, выведенных отечественными селекционерами, составила всего 3,4 %. В 2018 г. из 9 новых гибридов сахарной свеклы, включенных в Госреестр, 3 были отечественными, в 2019 г. – из 8 гибридов только один. В 2020 г. отмечен значительный рост количества отечественных гибридов, внесенных в Госреестр, – 25, количество иностранных гибридов составило 27 [5].

В настоящее время при отборе селекционного материала главное внимание направлено на основные

Таблица 1. Селекционные образцы сахарной свеклы с лучшими технологическими показателями

Критерии оценки анализируемых технологических показателей	Селекционные образцы, соответствующие критерию оценки				
	опылитель	О-тип	МС линии	сингл-кросс	пробный гибрид
Сахаристость, превышающая St (16,46 %)	1123*, 1126*, 1132, 1139	1083*, 1085*, 1087*, 1088, 1091, 1094*, 1095, 1097, 1098, 1102*, 1103*, 1104, 1109*, 1110, 1114, 1118, 1120*, 1145*	1086*, 1090, 1093*, 1107, 1113*	1100*, 1106*, 1108, 1115, 1117*, 1119*	1121, 1122*, 1124*, 1125*, 1127, 1128, 1130*, 1131*
Потери сахара в мелассе на уровне** St (1,07 %) или ниже его	1123**, 1132**, 1139**	1091, 1102, 1103, 1089**, 1101**	1093**	1117**	
Прогнозируемый выход сахара, превышающий стандарт St (14,39 %)	1123*, 1126*, 1132	1083, 1085, 1087*, 1091, 1094, 1095, 1098, 1102*, 1103*, 1109*, 1110, 1120*, 1145*	1086*, 1090, 1093*, 1113	1100*, 1106*, 1117*, 1119*	1121, 1122, 1124*, 1125*, 1130*, 1131*
Коэффициент извлечения сахарозы из корнеплодов ($K_{извл.}$) на уровне** St (87,43 %) или превышающий его	1123, 1126**, 1132**, 1139**	1089**, 1091, 1102, 1103, 1109**	1086**, 1093**	1100**, 1117**	1125**, 1130**
Сбор очищенного сахара на уровне** St (3,63 т/га) или превышающий его	1123, 1135, 1132**, 1136**	1091**, 1094**, 1098**, 1102**, 1103**, 1112, 1120	1093, 1111, 1113**	1099, 1100, 1119, 1117**	1121, 1122**, 1124, 1125, 1127**, 1131**, 1133**

*Селекционные образцы, у которых сахаристость (или прогнозируемый выход сахара) достоверно превысила значение стандарта St более чем на 0,3 абс. % (или на 0,2 абс. % соответственно).

**Селекционные образцы с технологическими показателями на уровне стандарта St: потери сахара в мелассе выше стандарта St на 0,1 и менее абс. %; коэффициент извлечения сахарозы из корнеплодов ниже стандарта St менее чем на 0,5 абс. %; сбор очищенного сахара ниже стандарта St менее чем на 10 %.



Получение дигератов из сахарной свеклы на линии Venema Automatic и определение технологических показателей корнеплодов анализируемых селекционных образцов на линии Betalyser

показатели продуктивности – урожайность и сахаристость, а также их составляющую – сбор сахара с гектара. Российские сахарные заводы осуществляют приемку свеклосырья только по оценке его массы и сахаристости. Однако варьирование отдельных компонентов химического состава сахарной свеклы может оказывать существенное влияние на эффективность свеклосахарного производства [6–8]. Поэтому селекционный материал (родительские компоненты, сингл-кросс и пробные гибриды) необходимо оценивать комплексно, с обязательным учетом технологических показателей качества корнеплодов.

В связи с вышесказанным, в условиях современного состояния сырьевой базы свеклосахарного комплекса для обеспечения продовольственной безопасности страны в производстве сахара, снижения импортозависимости в семенах и повышения конкурентоспособности гибридов сахарной свеклы ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова» отбор селекционного материала по технологическим показателям является актуальной задачей и имеет важное практическое значение.

Объект исследований – корнеплоды селекционного материала сахарной свеклы селекции ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова» в сравнении с зарубежным гибридом Митика (Lion Seeds), выращенные сотрудниками лаборатории селекции сахарной свеклы на ЦМС основе.

Научные исследования проводили в 2021 г. на базе лаборатории хранения и переработки сырья ФГБНУ «ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова». В процессе изучения осуществляли оценку технологического качества корнеплодов экспресс-методом, включающим получение свекловичных дигератов на линии Venema Automatic и определение в них на автоматизированной линии анализа сахарной свеклы Betalyser сахаристости, содержания калия, натрия и α-аминного азота (см. рис.). На основании результатов исследования проб культуры рассчитывали прогнозируемые потери сахара в мелассе, выход сахара, коэффициент его извлечения, сбор очищенного сахара с 1 га посева по формуле Брауншвейгского университета [9].

В сравнительном испытании по технологическим показателям, определяемым на автоматизированной линии анализа сахарной свеклы Betalyser, было изучено 60 селекционных образцов, представленных лабораторией селекции сахарной свеклы на ЦМС основе, в том числе 6 МС линий, 24 О-типа, 10 опылителей, 8 сингл-кроссов (простых МС гибридов), 12 пробных гибридов.

В результате из общего числа изученных селекционных образцов выявлены образцы с лучшим исследуемым технологическим показателем в сравнении с групповым стандартом – иностранным гибридом Митика (St) (табл. 1).

Важным показателем сахарной свеклы является сахароза, составляющая 65–72 % растворимой сухой

массы культуры, другие виды сахаров (инвертный сахар, раффиноза, полисахариды) содержатся лишь в незначительных количествах. Сахаристость имеет первостепенное значение для выхода сахара. По данному показателю из 60 селекционных образцов 41 номер (68 %) превзошел стандарт St (16,46 %), в том числе у 23 образцов содержание сахара в корнеплодах было на уровне 16,77–17,69 %, что достоверно выше иностранного гибрида Митика на 0,31–1,23 абс. %.

Анализ мелассообразующих несахаров в корнеплодах исследуемых образцов показал, что содержание Na⁺ у 42 номеров (6 опылителей, 21 О-тип, 4 МС линий, 8 сингл-кроссов, 8 пробных гибридов) было ниже на 1,8–30,5 %, или на уровне стандарта St (0,55 ммоль/100 г свеклы). Отмечено, что во всех представленных образцах, кроме 1102 (О-тип), коли-

Таблица 2. Комплексная оценка показателей технологического качества корнеплодов селекционных образцов сахарной свеклы

	Полевой номер	Сахаристость, %	Пм, %	Выход сахара, %	Кизвл., %	Сбор очищенного сахара, т/га
	St	16,46	1,07	14,39	87,43	3,63
Опылитель						
1	1123	+	..*	+	+	+
О-тип						
2	1102	+	+	+	+	..*
3	1103	+	+	+	+	..*
4	1120	+	-	+	-	+
МС линия						
5	1093	+	..*	+	..*	+
Сингл-кросс						
6	1100	+	-	+	..*	+
7	1117	+	..*	+	..*	..*
8	1119	+	-	+	-	+
Пробный гибрид						
9	1124	+	-	+	-	+
10	1125	+	-	+	+	+

Примечание: 1) + – анализируемые показатели лучшего группового стандарта St: сахаристость (прогнозируемый выход сахара) достоверно выше значения St более чем на 0,3 абс. % (на 0,2 абс. % соответственно); коэффициент извлечения сахарозы из корнеплодов, сбор очищенного сахара выше St; потери сахара в мелассе ниже St.

2) ..* – анализируемые показатели на уровне группового стандарта St, то есть с незначительными отклонениями в меньшую сторону: потери сахара в мелассе выше стандарта St на 0,1 и менее абс. %; прогнозируемый выход сахара ниже St менее чем на 0,2 абс. %; коэффициент извлечения сахарозы из корнеплодов ниже стандарта St менее чем на 0,5 абс. %; сбор очищенного сахара ниже St менее чем на 10 %.

3) – селекционные образцы, обладающие совокупностью высоких технологических показателей.

чество К+ превысило иностранный гибрид (3,08 ммоль/100 г свеклы) на 0,04–1,28 ммоль/100 г свеклы (на 1,3–41,5 %) и составило 3,12–4,36 ммоль/100 г. Содержание α -аминного азота было ниже стандарта St (0,60 ммоль/100 г свеклы) на 0,08–0,18 ммоль/100 г (на 13,3–30,4 %) только у образцов 1091, 1102, 1103, а на уровне иностранного гибрида Митика – у 1089, 1123, 1139. У остальных селекционных номеров данный показатель достоверно превысил St на 0,11–1,25 ммоль/100 г свеклы (или в 1,2–3,1 раза).

В связи с повышенным содержанием мелассообразующих веществ в корнеплодах изученных селекционных образцов потери сахара в мелассе (P_m) только у 10 номеров были на уровне стандарта St (1,07 %) или ниже его. У остальных – они значительно превысили иностранный гибрид на 0,11–0,39 ммоль/100 г свеклы и составили 1,18–1,46 ммоль/100 г свеклы.

При расчете прогнозируемого выхода сахара (V_c) установлено, что 30 селекционных номеров (50 % от представленных) превзошли St (14,39 %), в том числе у 18 образцов он был достоверно выше показателя иностранного гибрида на 0,25–1,04 абс. %, достигнув значений 14,64–15,43 %. У 14 номеров выход сахара был на уровне гибрида Митика.

При сравнении извлекаемости сахара из корнеплодов только у селекционных образцов 1123 (опылитель), 1091, 1102, 1103 (О-тип) прогнозируемый коэффициент извлечения сахарозы из свеклы ($K_{извл}$) превысил St (87,43 %) на 0,14–0,59 абс. % и достиг 87,57–88,02 %. У 11 исследованных номеров (1086, 1089, 1093, 1100, 1109, 1117, 1125, 1126, 1130, 1132, 1139) данный показатель незначительно уступил стандарту (менее 0,5 абс. %).

По интегральному показателю – прогнозируемому сбору очищенного сахара с 1 га посева ($СБ_{ос}$) – 12 селекционных образцов (20 %) превзошли стандарт St (3,63 т/га) на 2,2–39,1 %, достигнув уровня 3,71–5,05 т/га. У номеров 1093 (МС линия), 1100, 1119 (сингл-кросс), 1120 (О-тип), 1123 (опылитель), 1124 (пробный гибрид) положительный эффект получен за счет более высоких значений биологической урожайности и прогнозируемого выхода сахара при переработке корнеплодов (относительно St).

На основании полученных результатов по каждому изученному показателю были сгруппированы селекционные образцы, обладающие лучшими технологическими характеристиками (табл. 2).

Таким образом, в результате технологической оценки корнеплодов сахарной свеклы с использованием автоматизированной линии Betalyser отобраны пер-

Таблица 3. Технологические показатели лучших селекционных образцов сахарной свеклы селекции ФГБНУ «ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова»

Полевой №	Сахаристость, %	d, абс. %	P_m , %	d, абс. %	V_c , %	d, абс. %	$K_{извл}$, %	d, абс. %	$СБ_{ос}$, т/га	d, %
Лаборатория селекции сахарной свеклы на ЦМС основе										
St	16,46		1,07		14,39		87,43		3,63	
Опылитель										
1123	16,99	0,53	1,11	0,04	14,88	0,49	87,58	0,15	4,08	12,4
О-тип										
1120	17,30	0,84	1,33	0,26	14,97	0,58	86,53	-0,90	4,12	13,5
МС линия										
1093	16,79	0,33	1,15	0,08	14,64	0,25	87,19	-0,24	3,72	2,5
Сингл-кросс										
1100	16,99	0,53	1,20	0,13	14,79	0,40	87,05	-0,38	5,05	39,1
1119	17,12	0,66	1,30	0,25	14,82	0,43	86,56	-0,87	4,54	25,1
Пробный гибрид										
1124	17,16	0,69	1,34	0,27	14,82	0,43	86,36	-1,07	4,64	27,8
1125	17,33	0,87	1,26	0,19	15,07	0,68	86,96	-0,47	3,71	2,2

спективные селекционные образцы, обладающие совокупностью высоких технологических показателей (сахаристость, выход сахара, его извлекаемость, сбор очищенного сахара с 1 га посева): 1093 (МС линия), 1120 (О-тип), 1123 (опылитель), 1100, 1119 (сингл-кросс), 1124, 1125 (пробный гибрид) (табл. 3).

Селекционерам следует также обратить внимание на номера 1102, 1103 (О-тип), 1117 (сингл-кросс), у которых отмечены высокие технологические показатели в сравнении с иностранным гибридом, а сбор очищенного сахара с 1 га посева незначительно уступил St.

Список литературы

1. Каракотов, С.Д. Современные аспекты селекции гибридов сахарной свеклы (*Beta vulgaris* L.) / С.Д. Каракотов, И.В. Апасов, А.А. Налбандян, Е.Н. Васильченко, Т.П. Федулова // Вавиловский журнал генетики и селекции. - 2021. - № 25 (4). - С. 394-400.
2. Федоренко, В.Ф. Современные технологии и обособление в селекции и семеноводстве отечественных сортов сахарной свеклы: научный аналитический обзор / В.Ф. Федоренко, Н.П. Мишуров, Т.А. Щеголихина. - Москва: Росинформагротех, 2018. - 88 с.
3. Кухарев, О.Н. К вопросу технико-технологического обеспечения селекции и семеноводства сахарной свеклы / О.Н. Кухарев, И.А. Старостин, И.Н. Семов // Вестник Казанского ГАУ. - 2019. - № 4 (56). - С. 25-30.
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 «Об утверждении Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы».
5. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. «Сорта растений» (официальное издание). – М: ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. - 719 с.
6. Чернявская, Л.И. Методы прогнозирования ожидаемого

выхода сахара и содержания его в мелассе по химическому составу принимаемого сырья / Л.И. Чернявская, А.П. Пустоход, М.З. Хелемский. - М.: АгроНИИТЭИПП, 1991. - 52 с.

7. Бугаенко, И.Ф. Принципы эффективного сахарного производства / И.Ф. Бугаенко. - М.: Сахарный бизнес России, 2003. - 287 с.

8. Ионицой, Ю.С. Технологические качества корнеплодов сахарной свеклы современных гибридов / Ю.С. Ионицой // Сахарная свекла. - 2006. - № 9. - С. 26-29.

9. Шпаар, Д. Сахарная свекла (Выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар. - Мн.: ЧУП «Орех», 2004. - 326 с.

Selection of sugar beet domestic breeding samples with high technological qualities

V.P. Oshevnev, L.N. Putilina, N.A. Lazutina

Summary. The purpose of the research is a comprehensive assessment of the technological indicators of domestic selection material of sugar beet and the selection of the best variety types for further work and transfer to state testing. The object of study was the root crops of sugar beet selection samples of the selection of A.L. Mazlumov VNIISS. According to technological indicators, 60 selection samples were studied, including 6 MS lines, 24 O-types, 10 pollinators, 8 single crosses, 12 trial hybrids. The hybrid Mitica (Lion Seeds) was used as the St group standard. As a result of a comprehensive assessment of root crops, 7 best samples were selected with a set of high technological indicators (sugar content, sugar yield, its recoverability, collection of refined sugar from 1 hectare of sowing): 1093 (MS line), 1120 (O-type), 1123 (pollinator), 1100, 1119 (single cross), 1124, 1125 (trial hybrid). The selected material is recommended to breeders for further work.

Key words: sugar beet, selection, hybrid, group standard, technological indicators.

ЧТОБЫ ПОМНИЛИ...

Память о поколении ученых, к которому относился В.П. Ошевнев, должна жить долго, потому что они являются примером высочайшего профессионализма и преданности выбранному пути. О них должны знать те, кто приходит им на смену.

В этом номере мы публикуем последнюю прижизненную статью одного из самых авторитетных авторов журнала — Ошевнева Валерия Павловича. Его уход — это невосполнимая утрата для отечественной сельскохозяйственной науки и селекции сахарной свеклы. С этой культурой связан весь профессиональный путь ученого, который, наверное, был предопределен и местом его рождения, которое находится в центре рождения российской науки о свекловодстве.

В 1958 году Валерий поступил в Воронежский сельскохозяйственный институт, после окончания которого был направлен на Смоленскую опытную станцию по сахарной свекле, где достаточно быстро вырос до заведующего отделом селекции. С 1966 по 1969 гг. он обучался в аспирантуре при Всероссийском научно-исследовательском институте сахарной свеклы и сахара и в 1969 году стал старшим научным сотрудником лаборатории цитологии и стерильности, в 1970 году успешно защитил кандидатскую диссертацию.

В 1979 и 1981 годах Валерий Павлович проходил стажировку в ГДР, изучая методы создания высокопродуктивных сортов сахарной свеклы. В 1982 году его назначили заведующим лаборатории ЦМС, а в 1999 году ему была присуждена ученая степень доктора сельскохозяйственных наук.

В.П. Ошевнев стоял у истоков селекции сахарной свеклы на основе ЦМС и до последних дней был предан избранному направлению.

Его научная деятельность, направленная на создание MS форм, линий O-типа и гибридов сахарной свеклы, позволила разработать оригинальные способы их получения. На основе применения этих способов создано около 40 высокопродуктивных гибридов на стерильной основе, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Российской Федерации, среди них: РМС 46 — первый гибрид, созданный на основе ЦМС во ВНИИСС, а также РМС 60, РМС 68, РМС 70, РМС 73, РМС 90, РМС 91, РМС 120, РМС 121, Рамоза, РМС 501 и другие. Ошевнев В.П. сотрудничал с учеными из других стран, совместно с фирмой КВС были созданы гибриды РК 1 и РК 7.



Таких результатов он добивался благодаря высокому профессионализму, глубоким знаниям, целеустремленности, принципиальности и творческому подходу к работе. Это обеспечило ученому уважение среди коллег-ученых и признание его заслуг в научном сообществе.

Надеемся, что Валерий Павлович Ошевнев останется в памяти современников как яркий самобытный ученый, внесший значительный вклад в развитие селекции сахарной свеклы в России, неутомимый исследователь, человек высоких нравственных принципов.

Редакция и редколлегия журнала «Сахарная свекла»