

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА И ОТБОР ОТЕЧЕСТВЕННОГО СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА САХАРНОЙ СВЕКЛЫ ПО ПРОДУКТИВНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ КАЧЕСТВУ

Л.Н. Путилина, Н.П. Грибанова, кандидаты сельскохозяйственных наук,
Н.А. Лазутина

Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова,
396030, Воронежская область, Рамонский район, п. ВНИИСС, д. 86
E-mail: lputilina@bk.ru

Цель исследований состояла в комплексной оценке продуктивности и технологических показателей селекционного материала сахарной свёклы и отборе конкурентоспособных гибридов. Объект исследований – простые и пробные гибриды сахарной свёклы отечественной селекции, в сравнении с групповым стандартом иностранных гибридов – Митики (Lion Seeds) и Дубравки (KWS). Исследования предусматривали полевой опыт и лабораторный анализ сахарной свёклы на автоматизированной линии Betalyser. Проанализировано 111 гибридов отечественной селекции, включающих 26 простых и 85 пробных. На основании комплексной оценки селекционного материала сахарной свёклы по продуктивности и технологическому качеству отобраны 4 простых и 6 пробных гибридов с высокими показателями сахаристости и прогнозируемого выхода сахара, которые превысили или находились на уровне группового стандарта по урожайности и сбору очищенного сахара. Особого внимания заслуживают пробные гибриды № 1262 и 1264, которые превзошли групповой стандарт по сахаристости на 0,55 и 0,60 %; прогнозируемому выходу сахара на заводе – на 0,48 и 0,63 %; урожайности – на 6,89 и 22,77 %; сбору очищенного сахара – на 10,10 и 27,69 % соответственно. Выделенные перспективные гибриды предложены селекционерам для дальнейшей работы.

COMPLEX EVALUATION AND SELECTION OF DOMESTIC SUGAR BEET BREEDING MATERIAL ON PRODUCTIVITY AND TECHNOLOGICAL QUALITY

Putilina L.N., Griбанова N.P., Lazutina N.A.

The A.L. Mazlumov All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar,
396030, Voronezhskaya oblast, Ramonsky rayon, p. VNISS, d. 86
E-mail: lputilina@bk.ru

Aim of the investigation consisted in a complex evaluation of sugar beet breeding material productivity and technological indices and selection of competitive hybrids. Object of the investigations was comparison of simple and trial domestic hybrids of sugar beet and group standard of the foreign hybrids: Mitiki (Lion Seeds) and Dubravki (KWS). The investigations included a field experiment, laboratory analysis of sugar beet using the computer-aided line Betalyser, and statistical data processing. 111 domestic hybrids including 26 simple and 85 trial ones were analysed. Based on the complex evaluation of sugar beet breeding material according to productivity and technological quality, 4 simple and 6 trial hybrids with high values of sugar content and predicted sugar output were selected. Their beet root yield and white sugar yield exceeded or were at level of the group standard. The trial hybrids No. 1262 and 1264 are worthy of special attention as they exceed the group standard in sugar content by 0.55 and 0.60 absolute %, predicted factory sugar output by 0.48 and 0.63 absolute %, beet root yield by 6.89 and 22.77 %, and white sugar yield by 10.10 and 27.69 %, accordingly. The chosen perspective sugar beet hybrids are suggested to breeders for further work and subsequent sending to State Committee for Variety Trials.

Ключевые слова: сахарная свёкла, отечественная селекция, простые и пробные гибриды, урожайность, технологическое качество, сбор очищенного сахара, перспективные гибриды

Key words: sugar beet, domestic hybrids, simple and trial hybrids, yield, white sugar yield, perspective hybrids

Сахарное производство – важнейшая отрасль во многих регионах мира. В России свеклосахарный комплекс представлен 1200 хозяйствами и 74 сахарными заводами общей мощностью 382 тыс. т в сутки. На протяжении последних 5 лет (2015–2019 гг.) средняя урожайность сахарной свёклы по стране увеличилась, по сравнению с 2005–2014 гг. на 26 %, сахаристость – на 5 %, биологический сбор сахара с 1 га посевов – на 33 %, достигнув в 2019 г. соответственно 47,0 т/га, 18,0 % и 8,5 т/га. Благодаря проведенной модернизации и реконструкции сахарных заводов за последние 5 лет повысилась эффективность работы перерабатывающих предприятий: общие потери сахарозы в производстве и мелассе снизились, в сравнении с сопоставляемым периодом, на 18 %, что позволило добиться увеличения выхода сахара на 7,6 % и довести его в среднем до 14,7 %. Повышение степени извлечения сахарозы в сочетании с ростом объемов перерабатываемого сырья стало

причиной того, что производство сахара в РФ за последние 5 лет превысило величину аналогичного показателя в 2005–2014 гг. в среднем на 67 % и достигло 6035 тыс. т.

При этом в последние годы отмечается увеличение использования гибридов сахарной свёклы зарубежной селекции. Более 98 % ее посевных площадей в России засевают импортным семенным материалом, что создает угрозу независимости и стагнации дальнейшего развития сахарной промышленности. В связи с этим, согласно принятой в декабре 2018 г. Федеральной научно-технической программе развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг. и входящей в нее подпрограмме «Развитие селекции и семеноводства сахарной свёклы в Российской Федерации» перед отечественными селекционерами была поставлена задача создания новых высокопродуктивных гибридов с высокими технологическими показателями, в наибольшей степени отвечающими требованиям переработки [1].

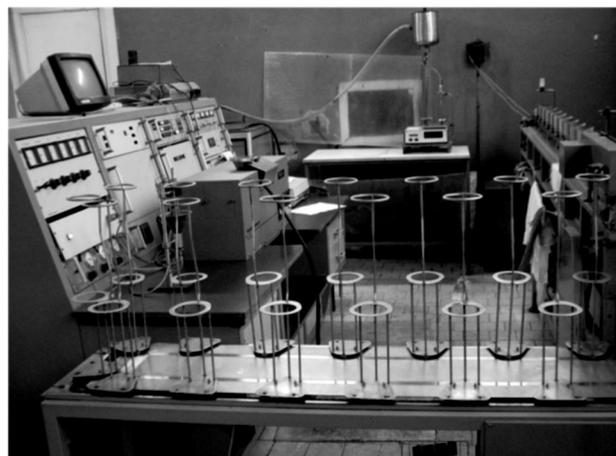


Рис. 1. Получение свекловичных дигератов на автоматизированной линии Veneta.



Рис. 2. Определение технологических показателей селекционных образцов сахарной свёклы на автоматизированной линии Betalyser.

Для получения конкурентоспособных гибридов сахарной свёклы большое значение имеет селекция на гетерозис, предусматривающая создание родительских форм, скрещивание и оценку утилитарных признаков. Непременное условие создания гибридов – полнота их переопыления. Эта задача решается путем использования материнского компонента с цитоплазматической мужской стерильностью (Sxxzz mm) и сростноплодного опылителя с высокой комбинационной и пыльцеобразовательной способностью (NXXZZ MM) [2, 3, 4].

Один из важных этапов создания гибридов сахарной свёклы на основе ЦМС – получение простых МС гибридов посредством проведения насыщающих, возвратных скрещиваний и гибридизации МС-форм с линиями закрепителями стерильности О-типа неродственного происхождения. Методом циклического скрещивания простых гибридов со сростноплодными опылителями получают пробные (гетерозисные) гибриды [5, 6].

Успешное решение селекционных задач по совершенствованию сортимента сахарной свёклы неразрывно связано с комплексной оценкой генетического потенциала родительских компонентов, простых и пробных гибридов по наиболее важным хозяйственно-полезным признакам. Как показывают результаты анализа работы селекционно-семеноводческих фирм

Европы и других стран – крупных производителей свекловичного сахара, отбор материала должен быть направлен не только на повышение потенциальной урожайности, но и на достижение высокого технологического качества корнеплодов [7].

В связи с изложенным, изучение гибридных комбинаций сахарной свёклы по продуктивности и технологическим показателям актуально и имеет важное практическое значение для селекционной работы. Цель наших исследований состояла в оценке и отборе простых и пробных гибридов с лучшими хозяйственно-полезными признаками.

Методика. Работу проводили в 2019 г. на базе ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова» (Воронежская область, Рамонский район). Объект исследований – простые и пробные гибриды сахарной свёклы отечественной селекции, гибриды иностранной селекции Митика (Lion Seeds) и Дубровка (KWS).

В посевах сравнительного испытания селекционного материала ВНИИСС были получены 111 гибридных комбинаций, включающих 26 простых и 85 пробных гибридов, в 4-х кратной полевой повторности – всего 444 образца. Корнеплоды исследуемых селекционных номеров оценивали по продуктивности и технологическому качеству. Гибриды иностранной селекции Ми-

Табл. 1. Комплексная оценка показателей технологического качества и продуктивности простых и пробных гибридов сахарной свёклы

Полевой номер	Показатели технологического качества				Показатели продуктивности, т/га	
	СХ, %	Пм, %	выход сахара, %	$K_{\text{извл}}$, %	урожайность	сбор очищенного сахара
<i>St</i>	18,08	1,40	15,68	86,72	34,69	5,44
Простые гибриды						
1113	+		+			
1120	+		+		-*	+
1121	+		+		-*	+
1123	+		+		-*	+
1124	+		+			
1126	+		+			
1202	+		+		-*	+
1207	+		+			-*
1209	+		+			
1210	+		+			
1211	+	-*	+	+		
Пробные гибриды						
1157	+	-*	+	+		
1158	+	-*	+	-*		
1163	+	-*	+	+		
1170	+	-*	+	+	-*	+
1173	+	+	+	+		
1174	+	-*	+	+		
1175	+	-*	+	+		
1220	+	-*	+	+		
1224	+	-*	+	+	-*	+
1261	+	-*	+	+	-*	-*
1262	+	-*	+	+	+	+
1263	+	+	+	+		+
1264	+	+	+	+	+	+
1265	+	+	+	+		
1266	+	+	+	+		-*
1268	+	-*	+	+	-*	+
1272	+	-*	+	+		

+ – анализируемые показатели лучше группового St (сахаристость выше на 0,5 % и более; потери сахара в мелассе ниже; прогнозируемый выход сахара выше на 0,2 % и более; коэффициент извлечения сахара из корнеплодов, урожайность и сбор очищенного сахара выше);
 -* – показатели на уровне группового St (превышение потерь сахара в мелассе < 0,1 %; $K_{\text{извл}}$ ниже St менее чем на 0,5 %; урожайность ниже St менее чем на 10 %; сбор очищенного сахара ниже St менее чем на 10 %).

тика и Дубровка использовали в качестве группового стандарта (St).

Критериями оценки селекционного материала служили такие технологические характеристики, как сахаристость, содержание несахаров (калия, натрия и α -аминного азота), потери сахара в мелассе, прогнозируемый выход и коэффициент извлечения сахара из свёклы, а также показатели продуктивности – урожайность и сбор очищенного сахара с 1 га посевов, интегрально объединяющий урожай корнеплодов и расчетный выход сахара на заводе.

Исследования предусматривали проведение полевого опыта и лабораторного анализа. В задачу полевых исследований в севообороте ВНИИСС входили посев

и выращивание селекционного материала на 1-рядковых деланках площадью 4,5 м² в 4-х кратной повторности с последующей оценкой его продуктивности.

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный среднемощный с содержанием гумуса в пахотном слое 5,2-5,6 %, рН_{вод} – 5,4-5,6. Посев проводили 29 апреля, уборку корнеплодов – 23 сентября 2019 г.

В период вегетации сахарной свёклы температура воздуха в апреле и июне была выше среднемноголетней на 1,9 и 1,8 °С соответственно, а в остальные месяцы – ниже на 1,1-2,9 °С. Сумма осадков, кроме июля, была меньше среднемноголетней нормы в 1,2-5,4 раза. Меньше всего их выпало в июне (22,9 мм) и августе (13,7 мм), что ниже среднемноголетнего количества на 22,3 и 59,9 мм соответственно. Гидротермический коэффициент (ГТК) в апреле и июле находился на уровне 1,0 и 1,1 соответственно, что характеризует эти периоды как слабо засушливые; в мае и сентябре – 0,7 и 0,6 соответственно (очень засушливые); в июне и августе – 0,3 и 0,2 соответственно (сухие).

Для оценки технологических показателей корнеплодов исследуемого селекционного материала в лаборатории хранения и переработки сырья использовали экспресс-метод, включающий получение дигератов на автоматизированной линии *Venema* (рис. 1) и определение в них сахаристости, содержания калия, натрия и α -аминного азота на автоматизированной линии анализа сахарной свёклы *Betalyser* (рис. 2).

На основании результатов анализа селекционных образцов свёклы рассчитывали прогнозируемые потери сахара в мелассе по формуле Брауншвейгского университета; прогнозируемый выход сахара – как разницу между значениями сахаристости и потерями сахара в производстве и мелассе; коэффициент его извлечения – как отношение выхода сахара к сахаристости, умноженное на 100 % [8].

Результаты и обсуждение. По каждому исследуемому технологическому показателю были выделены лучшие, в сравнении с групповым стандартом, гибридные комбинации. Так, по сахаристости 13 (50 % от анализируемых соответствующих гибридных комбинаций) простых и 18 (21 %) пробных гибридов превошли St (18,08 %) на 0,5 % и более, величина этого показателя находилась у них на уровне 18,60-20,25 %.

Помимо сахаристости (СХ), определяющей качество сырья при его переработке на сахарных заводах, важно знать концентрацию щелочных ионов калия, натрия и α -аминного азота (α -NH₂), которые в сумме отражают общее содержание несахаров в корнеплодах, поскольку концентрация именно этих элементов оказывает значительное влияние на потери сахара в мелассе и, в конечном итоге, на выход готового продукта. Количество Na⁺ практически у всех исследуемых селекционных образцов было ниже группового стандарта (0,64 ммоль/100 г свёклы). Содержание K⁺ и α -NH₂, наоборот, превышало значения St (3,42 и 1,81 ммоль/100 г свёклы соответственно) за исключением единичных номеров. Только у 5 пробных гибридов (№ 1263, 1264, 1265, 1266, 1267) количество анализируемых мелассообразующих несахаров Na⁺, K⁺ и α -NH₂ было ниже значений St на 25,0-54,7 %, 1,5-11,1 % и 0,5-12,2 % соответственно.

Потери сахара в мелассе (П_м), рассчитанные по формуле Брауншвейгского университета, были ниже St (1,40 %) только у 7 пробных гибридов (на 0,03-0,14 %) и составили 1,26-1,37 %. Прогнозируемый выход сахара у 12 (46 %) простых и 26 (31 %) пробных гибридов достоверно превышал St (15,68 %) на 0,22-2,31 % и до-

Табл. 2. Селекционные номера сахарной свёклы, имеющие в совокупности лучшие показатели продуктивности и технологического качества

Полевой номер	CX, %	d, %*	Выход сахара, %	d, %	Урожайность, т/га	d ₁ , %**	Сбор очищенного сахара, т/га	d ₁ , %
St	18,08		15,68		34,69		5,44	
Простой гибрид								
1120	18,82	0,74	16,19	0,51	33,87	-2,36	5,48	0,80
1121	19,02	0,94	16,20	0,52	33,93	-2,19	5,49	0,98
1123	19,33	1,25	16,55	0,87	34,18	-1,47	5,66	3,99
1202	18,66	0,58	16,12	0,44	34,08	-1,76	5,49	0,99
Пробный гибрид								
1170	18,69	0,61	16,24	0,56	33,63	-3,06	5,46	0,46
1224	19,55	1,47	16,96	1,28	32,64	-5,90	5,54	1,84
1261	18,78	0,70	16,32	0,64	33,29	-4,04	5,43	-0,13
1262	18,63	0,55	16,16	0,48	37,08	6,89	5,99	10,10
1264	18,68	0,60	16,31	0,63	42,59	22,77	6,95	27,69
1268	18,60	0,52	16,14	0,46	34,59	-0,29	5,58	2,63
НСР _{0,5}		0,48		0,19		6,17		

*d – отклонение сахаристости и выхода сахара от стандарта в абсолютных процентах;
**d₁ – отклонение урожайности и сбора очищенного сахара от стандарта в относительных процентах.

стигал 15,90-17,99 %. Коэффициент извлечения сахара из корнеплодов ($K_{извл.}$) анализируемых селекционных образцов только у 1 простого и 19 пробных гибридов был выше, чем у группового стандарта (86,72 %), на 0,03-2,12 %.

На основании результатов оценки селекционного материала сахарной свёклы по комплексу всех анализируемых технологических показателей были отобраны 11 простых и 17 пробных гибридов, формирующих корнеплоды лучшего качества (табл. 1).

В результате статистического анализа данных по показателям продуктивности установлено, что пробные гибриды № 1262 и 1264 превзошли групповой стандарт по урожайности корнеплодов на 6,89 и 22,77% (табл. 2). Кроме этого, у 4 простых (№ 1120, 1121, 1123 и 1202) и 4 пробных (№ 1170, 1224, 1261, 1268) гибридов она была на уровне 32,64-34,59 т/га, что ниже, чем у St (34,69 т/га) на 0,10-2,05 т/га (менее 10 %). Остальные анализируемые селекционные образцы значительно уступили иностранным гибридам по урожайности (отклонение превысило 10 %).

По сбору очищенного сахара 4 простых (№ 1120, 1121, 1123 и 1202) и 6 пробных (№ 1170, 1224, 1262, 1263, 1264, 1268) гибридов превосходили групповой стандарт (5,44 т/га) на 0,46-27,69 %. Это связано с высоким расчетным выходом сахара. Селекционные образцы № 1207 (простой гибрид) и 1261, 1266 (пробные гибриды) незначительно уступали St по величине этого показателя (отклонение не превысило 10 %).

Лучшие пробные гибриды № 1262 и 1264 превзошли групповой стандарт по сахаристости на 0,55 и 0,60 %; прогнозируемому выходу сахара на заводе – на 0,48 и 0,63 %; сбору очищенного сахара – 10,10 и 27,69 % соответственно.

Остальные представленные гибриды превысили групповой St по сахаристости – на 0,52-1,47 % и прогнозируемому выходу сахара – на 0,44-1,28 %. По урожайности и сбору очищенного сахара они были практически на уровне иностранных гибридов.

Таким образом, в результате комплексной оценки отечественного селекционного материала были выделены перспективные гибриды сахарной свёклы (4 простых и 6 пробных) с лучшими показателями продуктивности и технологического качества для дальнейшей работы.

В селекционной работе следует обратить внимание и доработать пробные гибриды с полевыми номерами 1173, 1263, 1265 и 1266, которые уступали групповому стандарту по урожайности на 12,0-16,3 %, но отличались минимальным содержанием мелассообразующих несахаров (калия, натрия и α-аминного азота) среди исследуемых образцов.

Литература.

1. *Постановление Правительства Российской Федерации «О внесении изменений в Федеральную научно-техническую программу развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы» № 1615 от 21.12.2018 // Нормативно-правовое и методическое обеспечение реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы: сборник. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 328 с.*
2. *Волгин В.В. Теория и практика создания гетерозисных гибридов са-харной свёклы на ЦМС основе: автореф. дисс. на соиск. уч. степ. д. с.-х. н. Краснодар, 2007. 49 с.*
3. *Ошевнев В.П., Грибанова Н.П. Улучшение компонентов гибридов сахарной свёклы в процессе поддерживающей селекции и первичного семеноводства // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2003. № 1. С. 11–15.*
4. *Федоренко В.Ф., Мишуков Н.П., Щеголихина Т.А. Современные технологии и оборудование в селекции и семеноводстве отечественных сортов сахарной свёклы: науч. анализ. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 88 с.*
5. *Эволюция сахарной свёклы: от огородных форм – до современных рентабельных гибридов / И.Я. Балков, С.Д. Каракотов, А.В. Логвинов и др. Щелково: АО «Щелково Агротех», 2017. 384 с.*
6. *Селекция сахарной свёклы: теория и практические аспекты проблемы / В.А. Логвинов, В.И. Сулов, Н.В. Карева и др. // Особенности возделывания и переработки сахарной свёклы на Северном Кавказе. 2007. Ч. 1. С. 66–81.*
7. *Бугаенко И.Ф. Принципы эффективного сахарного производства. М.: Сахарный бизнес России, 2003. 287 с.*
8. *Шнаар Д., Дрегер Д., Захаренко А. Сахарная свёкла (выращивание, уборка, хранение). М.: ИД ООО «ДЛВ АГРОДЕЛО», 2012. 315 с.*

Поступила в редакцию 17.06.20
После доработки 19.09.20
Принята к публикации 20.12.20