

Технологическое качество корнеплодов перспективных гибридных комбинаций сахарной свёклы отечественной селекции

Л.Н. ПУТИЛИНА, канд. с/х. наук (e-mail: lputilina@bk.ru)

Н.П. ГРИБАНОВА, канд. с/х. наук

Н.А. ЛАЗУТИНА, научн. сотрудник

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

Введение

Сахарная свёкла является одной из основных технических культур в Российской Федерации и единственным сахароносным видом растений, возделываемым в почвенно-климатических условиях нашей страны. По площади посевов данной сельскохозяйственной культуры Россия занимает первое место в мире, опережая такие страны, как Соединённые Штаты Америки, Германия и Франция [1]. По данным Росстата, валовой сбор сахарной свёклы в 2019 г. составил 54 305 тыс. т, что выше уровня 2018 г. на 29,2% (2018 г. – 42 066 тыс. т) [2].

Однако следует отметить, что в последние годы в отечественном свекловодстве нарастающими темпами расширяется использование гибридов зарубежной селекции. Так, если в 2001 г. зарубежные сортообразцы в общей площади посевов культуры в целом по Российской Федерации занимали менее 10 %, в 2005 г. – 58 %, то в 2019 г. ими засевалось более 98 % посевных площадей.

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, по состоянию на 2019 г. зарегистрировано 323 гибрида сахарной свёклы, из которых 74 (22,9 %) – гибриды отечественной и 249 (77,1 %) зарубежной селекции. Однако в настоящее время только 25 отечественных гибридов поддерживаются и воз-

делываются в производстве, что составляет 33,8 % от заявленных [3].

В связи с принятой в декабре 2018 г. Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы и входящей в неё подпрограммой «Развитие селекции и семеноводства сахарной свёклы в Российской Федерации» перед отечественной селекцией была поставлена задача создания новых высокопродуктивных гибридов с высокими технологическими качествами, в наибольшей степени отвечающими требованиям переработки.

Анализ работы селекционно-семеноводческих фирм по сахарной свёкле Европы и других стран – крупных производителей свекловичного сахара показывает, что исследования направлены не только на повышение потенциальной урожайности, но и на достижение хорошего качества корнеплодов (высокое содержание сахара и низкое – несахаров, преимущественно калия, натрия и α -аминного азота, максимальный выход сахара) [4].

В настоящее время при изучении отечественного селекционного материала особое внимание уделяется основным показателям продуктивности – урожайности и сахаристости. Приёмку свеклосырья сахарные заводы в Российской Федерации также осуществляют только по массе и сахаристости.

Однако варьирование отдельных компонентов химического состава сахарной свёклы может оказывать существенное влияние на эффективность свеклосахарного производства [5]. Поэтому селекционный материал (родительские компоненты, простые и пробные гибриды) необходимо оценивать комплексно, с обязательным учётом технологических показателей качества корнеплодов.

В связи с вышесказанным в условиях современного состояния сырьевой базы свеклосахарной отрасли исследования по изучению технологических показателей отечественного селекционного материала сахарной свёклы являются актуальными и имеют важное практическое значение.

Материалы и методы исследований

Цель исследований состояла в комплексной оценке технологического качества гибридных комбинаций сахарной свёклы отечественной селекции и выделении лучших для дальнейшей селекционной работы и передачи в ГСИ.

Объектом исследований являлись корнеплоды простых и пробных гибридов сахарной свёклы отечественной селекции, выращенные в 2019 г. на селекционном поле ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свёклы и сахара имени А.Л. Мазлумова» коллективом

лаборатории селекции сахарной свёклы на основе ЦМС.

Почва опытного участка – чернозём выщелоченный средне-мощный с содержанием гумуса в пахотном слое 5,2–5,6 %, рН_{вод.} – 5,4–5,6.

Расчёт гидротермического коэффициента (ГТК) показал, что в 2019 г. апрель был слабо засушливым месяцем (ГТК = 1,0); май, сентябрь – очень засушливыми (ГТК = 0,7 и 0,6 соответственно); июль – слабо засушливым (ГТК = 1,1); июнь и август – сухими (ГТК = 0,3 и 0,2 соответственно).

Оценку технологических показателей корнеплодов исследуемого селекционного материала проводили в лаборатории хранения и переработки сырья ВНИИСС имени А.Л. Мазлумова. Для этого использовали экспресс-метод, включающий в себя получение дигератов на автоматизированной линии Veneta и определение в них на автоматизированной линии анализа сахарной свёклы Betalyser сахаристости, содержа-

ния калия, натрия и α-аминного азота (см. рис.). На основании результатов анализа проб свёклы рассчитывали прогнозируемые потери сахара в мелассе по формуле Брауншвейгского университета, прогнозируемый выход сахара, коэффициент его извлечения и МБ-фактор.

Результаты исследований и обсуждения

В сравнительном испытании селекционного материала ВНИИСС по технологическим показателям было изучено 111 гибридных комбинаций, из них 26 простых и 85 пробных гибридов. Всего в четырёхкратной повторности проанализировано 444 образца. В качестве группового стандарта использовали гибриды Митика (LION SEEDS LTD) и Дубровка (KWS).

Из общего числа данных, полученных в результате анализа, были отмечены гибридные комбинации с лучшим анализируемым технологическим показателем в сравнении с групповым стандартом (St) (табл. 1).

Так, по сахаристости групповой стандарт (18,08 %) превзошли на 0,5 и более абсолютных процентов 13 простых (50 % от анализируемых соответствующих гибридных комбинаций) и 18 (21 %) пробных гибридов. Максимальная сахаристость, превышающая 19,0 %, выявлена у 7 простых гибридов № 1113 (19,07 %), 1121 (19,02 %), 1123 (19,33 %), 1124 (19,19 %), 1126 (19,06 %), 1209 (19,17 %) и 1211 (19,06 %) и 7 пробных гибридов № 1157 (19,0 %), 1173 (19,53 %), 1174 (19,06 %), 1224 (19,62 %), 1263 (20,25 %), 1266 (19,50 %) и 1272 (19,07 %).

В сахарном производстве наряду с сахарозой важнейшим показателем качества сырья отмечают содержание несахаров, отрицательно влияющих на ход технологических процессов, снижающих выход и качество готовой продукции. Одними из основных вредоносных мелассообразователей являются α-NH₂, K⁺, Na⁺. Согласно руководству № D041B001EN-D по эксплуатации Betalyser точность приборов по определению α-NH₂, K⁺,



Определение технологических показателей корнеплодов сахарной свёклы анализируемых селекционных образцов на автоматизированной линии Betalyser

Таблица 1. Простые и пробные гибриды с лучшими технологическими показателями

Критерии оценки анализируемых технологических показателей	Селекционные образцы, соответствующие критерию оценки	
	Простой гибрид, шт. (%)	Пробный гибрид, шт. (%)
Сахаристость, превышающая групповой St (18,08 %) на 0,5 и более абс. %	13 (50 %) № 1101, 1113, 1120, 1121, 1123, 1124, 1126, 1127, 1202, 1207, 1209, 1210, 1211	18 (21 %) № 1157, 1158, 1163, 1170, 1172, 1173, 1174, 1175, 1218, 1220, 1224, 1261, 1263, 1264, 1265, 1266, 1268, 1272
Количество всех несахаров-мелассообразователей (K ⁺ , Na ⁺ , α-NH ₂) ниже St	–	5 (6 %) № 1263, 1264, 1265, 1266, 1267
Потери сахара в мелассе ниже значения St (1,40 %)	–	7 (8 %) № 1171, 1173, 1263, 1264, 1265, 1266, 1267
Прогнозируемый выход сахара, превышающий St (15,68 %) на 0,2 и более абс. %	12 (46 %) № 1113, 1120, 1121, 1123, 1124, 1126, 1127, 1202, 1207, 1209, 1210, 1211	26 (31 %) № 1157, 1158, 1163, 1166, 1169, 1170, 1171, 1172, 1173, 1174, 1175, 1213, 1216, 1218, 1220, 1224, 1261, 1262, 1263, 1264, 1265, 1266, 1267, 1268, 1271, 1272
Коэффициент извлечения сахарозы из корнеплодов, превышающий St (86,72 %)	1 (4 %) № 1211	19 (22 %) № 1157, 1163, 1170, 1171, 1173, 1174, 1175, 1218, 1220, 1261, 1262, 1263, 1264, 1265, 1266, 1267, 1268, 1271, 1272
МБ-фактор ниже группового St (17,86)	–	14 (16 %) № 1163, 1170, 1171, 1173, 1174, 1175, 1261, 1262, 1263, 1264, 1265, 1266, 1267, 1272

Na⁺ составляет 0,05 ммоль/100 г свёклы. Поэтому отклонение между значениями определяемых показателей отечественных селекционных образцов и группового стандарта считали достоверным, если оно выше 0,05 ммоль/100 г свёклы.

Следует отметить, что если содержание Na⁺ практически у всех исследуемых образцов было ниже группового стандарта (0,64 ммоль/100 г свёклы), то количество K⁺ и α-аминного азота, наоборот, превысило 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 всех анализируемых мелассо-

образующих несахаров Na⁺, K⁺ и α-аминного азота 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 Брауншвейгской формуле, только у 7 пробных гибридов были ниже группового стандарта (1,40 %) на 0,03–0,14 абс. % и составили 1,26–1,37 %. В остальных исследуемых гибридных комбинациях данный показатель был выше группового стандарта на 0,04–0,48 абс. % (простые гибриды) и 0,03–0,56 абс. % (пробные гибриды), что, вероятно, вызвано значительным превышением в корнеплодах количества мелассообразующих несахаров.

При расчёте прогнозируемого выхода сахара установлено, что у

12 простых (46 % от анализируемых соответствующих гибридных комбинаций) и 26 пробных гибридов (31 %) данный показатель находился на уровне 15,90–17,99 %, что достоверно выше группового стандарта (15,68 %) на 0,22–2,31 абс. %. Пробные гибриды № 1173, 1263 и 1266 имели наибольший прогнозируемый выход сахара 17,17–17,99 %.

При сравнении извлекаемости сахара из корнеплодов анализируемых селекционных образцов только у 1 простого и 19 пробных гибридов прогнозируемый коэффициент извлечения (K_{извл.}) сахарозы из свёклы был выше в сравнении с групповым стандартом (86,72 %) на 0,03–2,12 абс. %. Наилучшей извлекаемостью характеризовались пробные гибриды № 1173 (87,92 %), 1263 (88,84 %), 1265 (87,59 %) и 1266 (88,0 %).

Техническая спелость сахарной свёклы характеризуется оптимальным соотношением в корнеплодах сахарозы и несахаров, минимальным содержанием вредных несахаров-мелассообразователей и определяется по МБ-фактору. Отмечено, что только у 14 пробных гибридов МБ-фактор был на уровне 14,01–17,85 ед., что ниже группового стандарта (17,86 ед.) на 0,01–3,85 абс. ед. Повышенное содержание мелассообразователей, а следовательно, и более высокий МБ-фактор у остальных селекционных образцов в сравнении с групповым стандартом, возможно, объясняется тем, что на момент уборки в сахарной свёкле ещё продолжались ростовые процессы и не была достигнута техническая спелость корнеплодов.

На основании полученных результатов по каждому анализируемому показателю были сгруппированы гибридные комбинации, обладающие лучшими технологическими характеристиками в совокупности (табл. 2).

Таблица 2. Комплексная оценка показателей технологического качества корнеплодов простых и пробных гибридов

№ п/п	Полевой номер	СХ, %	П _м , %	Выход сахара, %	К _{извл.} , %	МБ-фактор
Простые гибриды						
1	St	18,08	1,40	15,68	86,72	17,86
2	1090	+	—	+	—	—
3	1098	+	—	+	—	—
4	1101	+	—	+	—	—
5	1104	+	—	+	—	—
6	1113	+	—	+	—	—
7	1120	+	—	+	—	—
8	1121	+	—	+	—	—
9	1123	+	—	+	—	—
10	1124	+	—	+	—	—
11	1126	+	—	+	—	—
12	1127	+	—	+	—	—
13	1202	+	—	+	—*	—*
14	1203	+	—*	+	—*	—*
15	1207	+	—	+	—	—
16	1209	+	—	+	—	—
17	1210	+	—	+	—	—
18	1211	+	—*	+	+	—*
Пробные гибриды						
19	1142	+	—*	+	—*	—*
20	1157	+	—*	+	+	—*
21	1158	+	—*	+	—*	—*
22	1163	+	—*	+	+	+
23	1165	+	—*	+	—*	—
24	1166	+	—*	+	—*	—*
25	1168	+	—	+	—	—
26	1169	+	—	+	—	—
27	1170	+	—*	+	+	+
28	1171	+	+	+	+	+
29	1172	+	—	+	—	—
30	1173	+	+	+	+	+
31	1174	+	—*	+	+	+
32	1175	+	—*	+	+	—
33	1186	+	—	+	—	—
34	1213	+	—	+	—*	—
35	1216	+	—	+	—*	—
36	1218	+	—*	+	+	—*
37	1219	+	—*	+	—*	—
38	1220	+	—*	+	+	—*
39	1224	+	—	+	—*	—
40	1261	+	—*	+	+	+
41	1262	+	—*	+	+	+
42	1263	+	+	+	+	+
43	1264	+	+	+	+	+
44	1265	+	+	+	+	+
45	1266	+	+	+	+	+
46	1267	+	+	+	+	+
47	1268	+	—*	+	+	—*
48	1271	+	—*	+	+	—*
49	1272	+	—*	+	+	+

Примечание:
1) «+» – анализируемые показатели лучше группового стандарта:

– сахаристость выше на 0,5 и более абс. %;

– потери сахара в мелассе ниже;

– прогнозируемый выход сахара выше на 0,2 и более абс. %;

– коэффициент извлечения сахара из корнеплодов выше;

– МБ-фактор ниже;

2) «+*» или «-*» – показатели, приближённые к групповому стандарту, т. е. с незначительными отклонениями в меньшую или большую сторону:

– превышение сахаристости < 0,5 абс. %;

– превышение потерь сахара в мелассе < 0,1 абс. %;

– превышение прогнозируемого выхода сахара < 0,2 абс. %;

– К_{извл.} ниже St менее чем на 0,5 абс. %;

– МБ-фактор выше St менее чем на 1,0 абс. ед.;

3) □ – гибридные комбинации, обладающие совокупностью высоких технологических показателей.

В результате оценки выделены 17 (65 %) простых и 31 (36 %) пробных гибридов, у которых не менее двух из анализируемых показателей достоверно превзошли групповой стандарт или имели незначительное отклонение от него.

При отборе селекционных образцов помимо основного технологического показателя – сахаристости необходимо обращать внимание на содержание нес сахаров-мелассообразователей, от которых зависят потери сахара в мелассе и выход сахара, а также на извлекаемость сахарозы из свёклы и коэффициент технической спелости (МБ-фактор). Учитывая все анализируемые показатели в комплексе, были отобраны 14 лучших пробных гибридов (16 % от анализируемых соответствующих гибридных комбинаций) с высокими технологическими характеристиками, цифровые значения которых представлены в табл. 3.

Таблица 3. Технологическое качество лучших пробных гибридов сахарной свёклы

№ п/п	Полевой номер	СХ, %	d, абс. ед.	П _м , %	d, абс. ед.	Выход сахара, %	d, абс. ед.	К _{извл.} , %	d, абс. ед.	МБ-фактор	d, абс. ед.
1	St	18,08	—	1,40	—	15,68	—	86,72	—	17,86	—
2	1163	18,61	0,53	1,43	0,03	16,18	0,50	86,94	0,22	17,68	-0,18
3	1170	18,69	0,61	1,45	0,05	16,24	0,56	86,89	0,17	17,85	-0,01
4	1171	18,48	0,40	1,35	-0,05	16,13	0,45	87,28	0,56	16,74	-1,12
5	1173	19,53	1,45	1,36	-0,04	17,17	1,49	87,92	1,20	15,84	-2,02
6	1174	19,06	0,98	1,43	0,03	16,63	0,95	87,25	0,53	17,20	-0,66
7	1175	18,97	0,89	1,47	0,07	16,50	0,82	86,98	0,26	17,82	-0,04
8	1261	18,78	0,70	1,46	0,06	16,32	0,64	86,90	0,18	17,83	-0,03
9	1262	18,53	0,45	1,42	0,02	16,11	0,43	86,94	0,22	17,63	-0,23
10	1263	20,25	2,17	1,26	-0,14	17,99	2,31	88,84	2,12	14,01	-3,85
11	1264	18,68	0,60	1,37	-0,03	16,31	0,63	87,31	0,59	16,80	-1,06
12	1265	18,61	0,53	1,31	-0,09	16,30	0,62	87,59	0,87	16,07	-1,79
13	1266	19,50	1,42	1,34	-0,06	17,16	1,48	88,00	1,28	15,62	-2,24
14	1267	18,39	0,31	1,33	-0,07	16,06	0,38	87,33	0,61	16,56	-1,30
15	1272	19,07	0,99	1,43	0,03	16,64	0,96	87,26	0,54	17,19	-0,67

Примечание: СХ – сахаристость, d – отклонение анализируемого показателя от стандарта.

*Мы знаем о сахаре всё!
А вы?*



Заключение

Таким образом, в результате комплексной оценки отечественного селекционного материала были выделены перспективные гибриды сахарной свёклы на основе ЦМС с высокими технологическими показателями для дальнейшей работы и передачи их в последующем в ГСИ.

Список литературы

1. Подпрограмма «Развитие селекции и семеноводства сахарной свёклы в Российской Федерации» Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы / Постановление Правительства РФ от 21 декабря 2018 г. № 1615. – М. – 64 с.
2. О ситуации на рынке сахара (10–13.03.2020) [Электронный

ресурс] // www.mcx.ru/ Мониторинг рынков АПК / Обзор рынков за 13.03.2020 (дата обращения: 03.04.2020).

3. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1 «Сорта растений» (официальное издание) / М. : Росимформагротех, 2019. – 504 с.

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

5. Ионицой, Ю.С. Технологические качества корнеплодов сахарной свёклы современных гибридов / Ю.С. Ионицой // Сахарная свёкла. – 2006. – № 9. – С. 26–29.

Аннотация. Представлены результаты комплексной технологической оценки отечественного селекционного материала сахарной свёклы. Отобраны лучшие пробные гибриды с высокими технологическими показателями для дальнейшей селекционной работы и передачи их в ГСИ.

Ключевые слова: сахарная свёкла, селекционный материал, простые и пробные гибриды, технологические показатели.

Summary. In the article presented results of complex technological evaluation of Russian selection materials of sugar beet. Best test hybrids with high technological parameters for further selection works and passing to SVT has been selected.

Keywords: sugar beet, selection material, technological parameters.