

в качестве компонентов в целенаправленных скрещиваниях для получения широкого спектра гибридных популяций, способствующих увеличению вероятности отбора генотипов, сочетающих комплекс признаков пригодности к переработке на картофелепродукты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве исходного материала использовали 26 сортов отечественной и зарубежной селекции, потенциально пригодных для приготовления картофелепродуктов высокого качества. Подбор сортообразцов осуществляли в соответствии с данными оригинаторов и сравнительного испытания в условиях оптимального фона минерального питания ($N_{90} P_{120} K_{160}$) на супесчаной почве экспериментальной базы «Пышлицы» Шатурского района Московской области. В период вегетации и в процессе уборки сортообразцы оценивали по основным хозяйственно полезным признакам: урожайности и товарности клубней, содержанию сухого вещества и редуцирующих сахаров, качеству хрустящего картофеля в соответствии с существующими методиками [8].

По результатам оценки комплекса хозяйственно полезных признаков сортообразцов выделяли различные по степени пригодности к переработке родительские формы для проведения прямых и обратных скрещиваний и получения гибридного потомства. В процессе выращивания гибридов 1-го клубневого поколения проводили оценку генотипов среди 10 комбинаций по содержанию редуцирующих сахаров и цвету ломтиков хрустящего картофеля. Для анализа в каждой гибридной популяции отбирали по 80–100 генотипов попусту без браковки. Оценка гибридов по окраске ломтиков хрустящего картофеля проводили в период зимнего хранения при температуре $+3...+4^{\circ}\text{C}$ без рекондиционирования по 9-балльной шкале. Содержание редуцирующих сахаров определяли экспресс-методом, основанном на использовании тест-полосок Глюкоурихром ДвБП-М.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью программ Microsoft Excel и Statistica.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сравнительный анализ урожайности, являющейся одним из важнейших показателей сортообразцов картофеля, используемых в качестве родительских форм в межсортных скрещиваниях, и в значительной степени обуславливающей их востребованность в качестве сырья для переработки, показал, что средняя урожайность родительских форм варьировала в пределах от 826 г/куст (сорт ВР 808) до 1275 г/куст (сорт Вымпел), или 37,2 и 57,4 т/га соответственно (табл. 1).

В связи с тем, что вегетационные периоды 2018–2019 гг. значительно различались по температурно-влажностному режиму, из 26 сортообразцов только 12 (46,2 %) показали повышенную (>900 г/куст, или 40 т/га) и 8 (30,8 %) из них – повышенную (>1000 г/куст, или 45 т/га). Установлена также широкая вариабельность показателя количества товарных клубней среди изучаемых сортообразцов: от 6,7 до 8,1 шт/куст у сортов Колорит, ВР 808, Сатурна, Леди Розетта, Блакит, Рамос, Ред Леди, Ньютон. Количество товарных клубней варьировало от 8,2 до 9,9 шт/куст у сортов Накра, Примадонна, Гусяр, Кураж, Пикколо Стар, Леди Клер, Гермес, Бонус, Европрима, Сантана, Брук, Альвара, Инноватор, до 10,5–12,4 шт/куст у сортов Фонтане, Фрителла, Астерикс, Фаворит и Вымпел. При этом оптимальное сочетание урожайности и товарности отмечено лишь у некоторых сортов: Альвара, Астерикс, Бонус, Гермес, Примадонна, Рамос, Фаворит, Фонтане.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Характеристика родительских форм картофеля по комплексу хозяйственно полезных признаков, 2015–2016 гг.

Сорт	Урожайность, г/куст	Количество товарных клубней, >75 мм	Содержание сухого вещества, %		Содержание редуцирующих сахаров, %		Качество хрустящих ломтиков, балл*
			через месяц после уборки	через 3 месяца хранения	через месяц после уборки	через 3 месяца хранения	
Альвара	1 011	9,9	21,1	20,8	0,15	0,46	8,0
Астерикс	900	11,3	23,1	21,4	0,18	0,35	8,6
Блакит	988	7,7	22,0	21,4	0,22	0,41	8,2
Бонус	960	9,1	21,2	20,4	0,24	0,39	8,0
Брук	866	9,6	26,8	26,6	0,21	0,33	9,0
ВР 808	826	6,8	27,3	27,0	0,12	0,30	9,0
Вымпел	1 275	12,4	20,5	20,1	0,18	0,37	6,2
Гермес	951	8,9	25,8	24,1	0,32	0,44	9,0
Гусляр	888	8,3	23,8	23,1	0,29	0,51	8,0
Европрима	1 106	9,1	26,2	25,1	0,26	0,48	8,4
Инноватор	1 120	9,8	26,3	25,0	0,18	0,35	9,0
Колорит	884	6,7	23,1	22,1	0,17	0,41	8,0
Кондор	878	7,7	21,8	19,4	0,24	0,40	8,2
Кураж	960	8,6	22,8	22,3	0,15	0,38	6,8
Леди Клер	975	8,9	21,2	21,0	0,12	0,29	8,0
Леди Розетта	994	7,5	22,0	21,8	0,21	0,40	9,0
Накра	960	8,2	27,5	26,9	0,27	0,39	9,0
Ньютон	853	8,1	24,6	24,2	0,14	0,41	8,5
Пикколо Стар	1 050	8,7	27,8	26,9	0,24	0,42	9,0
Примадонна	1 005	8,2	25,8	24,1	0,32	0,50	8,6
Рамос	927	7,8	22,7	22,1	0,20	0,53	9,0
Ред Леди	920	7,9	26,8	26,5	0,25	0,36	8,8
Сантана	1 040	9,8	24,1	23,8	0,15	0,44	9,0
Сатурна	845	7,1	23,1	22,9	0,14	0,40	7,0
Фаворит	1 010	11,4	21,6	21,1	0,25	0,39	6,5
Фонтане	968	10,5	23,8	22,8	0,32	0,56	8,4
Фрителла	921	11,2	26,4	25,5	0,17	0,39	9,0
НСР _{0,5}	104	1,6	–	–	–	–	–

* Через 3 месяца хранения сортообразцов.

Послеуборочный анализ содержания сухого вещества в клубнях изученных сортообразцов свидетельствует о различном уровне проявления данного признака, что предполагает высокую степень его варьирования в гибридном потомстве. Так, среднее содержание сухого вещества в клубнях сортообразцов через месяц после уборки в годы испытания изменялось от 20,5 % (сорт Вымпел) до 27,8 % (сорт Пикколо Стар), а высокий уровень проявления признака отмечался у половины сортообразцов. Оценка содержания сухого вещества после 3-х месяцев хранения сортообразцов в картофелехранилище с системой «климат-контроль» при температуре +3...+4 °С указывает на незначительное изменение признака с учетом сортовых особенностей.

Важно отметить, что низкое содержание редуцирующих сахаров в клубнях после уборки наблюдалось у большинства сортообразцов, рекомендуемых в качестве пригодных для переработки: Альвара (0,15 %), Астерикс (0,18), Брук (0,21), ВР 808 (0,12),

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

Вымпел (0,18), Инноватор (0,18), Колорит (0,17), Кураж (0,15), Леди Клер (0,12), Ньютон (0,14), Сантана (0,15), Сатурна (0,14), Фрителла (0,14 %). Более того, через 3 месяца хранения клубней при температуре +3...+4 °С у большинства данных сортообразцов происходило незначительное увеличение содержания редуцирующих сахаров в клубнях, которое снижалось до минимальных пределов при рекондиционировании.

Оценка сортообразцов по цвету хрустящих ломтиков картофеля показала, что высокопригодными (9,0 балла) являются Брук, ВР 808, Гермес, Инноватор, Накра, Пикколо Стар, Рамос, Сантана, Фрителла; пригодными (8,0–8,8 балла) – Альвара, Астерикс, Блакит, Бонус, Гусяр, Европрима, Колорит, Леди Клер, Ньютон, Примадонна, Ред Леди, Фонтане; среднепригодными (6,5–7,0 балла) – Вымпел, Кураж, Леди Розетта, Сатурна, Фаворит. Эти сортообразцы, являющиеся потенциальными источниками ценных генов, ответственных за низкое содержание редуцирующих сахаров, широко использовали в качестве компонентов в прямых и обратных типах скрещиваний: высокопригодный × высокопригодный, высокопригодный × пригодный, высокопригодный × среднепригодный, пригодный × высокопригодный, пригодный × пригодный, пригодный × среднепригодный и среднепригодный × пригодный.

Анализ 1-го клубневого поколения гибридных популяций от скрещивания родительских форм с различной степенью пригодности к переработке свидетельствует о различном характере расщепления гибридов по признаку цвета ломтиков хрустящего картофеля и содержанию редуцирующих сахаров в клубнях. Как правило, в послеуборочный период высокопригодные для переработки гибриды с цветом хрустящих ломтиков 8–9 баллов выделялись во всех популяциях независимо от типа скрещиваний (табл. 2). Однако наибольшее число таких гибридов (до 60 %) отмечалось в популяциях от скрещивания высокопригодных сортов. В популяциях от скрещивания пригодных сортов с высокопригодными количество пригодных форм достигало 45 % и практически не зависело от направления использования компонентов скрещивания.

Среди популяций, у которых в качестве второго компонента скрещивания использовали среднепригодные сорта, наибольшее количество пригодных гибридов составило 30 %, а в прямых и обратных скрещиваниях среднепригодных сортов с пригодными сортами их количество не превышало 25 %. Аналогичная зависимость отмечалась

Таблица 2 – Распределение гибридов 1-го клубневого поколения по цвету ломтиков хрустящего картофеля и содержанию редуцирующих сахаров в клубнях, 2018 г.

Происхождение гибридных популяций	Тип скрещивания *	Доля гибридов с цветом хрустящих ломтиков, %			Доля гибридов с содержанием редуцирующих сахаров, %		
		8–9 баллов	6–7 баллов	1–5 баллов	<0,30 %	0,31–0,50 %	>0,51 %
Бонус×Леди Клер	П×П	20,7	49,8	29,5	48,8	38,7	12,5
Брук×Сатурна	ВП×СП	29,1	58,7	12,2	68,7	18,3	13,0
ВР 808×Вымпел	ВП×СП	30,7	32,4	36,9	69,3	17,4	13,3
Леди Розетта×Европрима	СП×П	24,5	60,7	14,8	70,1	15,2	14,7
Ньютон×Вымпел	П×СП	29,7	54,8	15,5	57,1	28,2	14,7
Пикколо Стар×Инноватор	ВП×ВП	61,4	28,9	9,7	82,3	10,4	7,3
Примадонна×Сантана	П×ВП	45,6	48,7	5,7	88,1	8,8	3,1
Рамос×Инноватор	ВП×ВП	58,7	34,9	6,4	80,7	10,4	8,9
Ред Леди×Сантана	П×ВП	47,2	48,2	4,6	89,3	9,0	1,7
Фонтане×ВР 808	П×ВП	48,4	45,6	6,0	90,1	2,8	7,1

* ВП – высокопригодный, СП – среднепригодный, П – пригодный.

РАЗДЕЛ 1. СЕЛЕКЦИЯ КАРТОФЕЛЯ

и в отношении содержания редуцирующих сахаров. В частности, лучшие результаты также были в популяциях с высокопригодными сортами. Количество гибридов с низким содержанием редуцирующих сахаров (до 0,30 %) в популяциях с их участием в качестве опылителей достигало 80–90 %. При этом в популяциях с высокопригодными материнскими формами количество таких гибридов составляло 80 %, а с пригодными значительно больше – 90 %. При скрещивании пригодных родительских форм доля гибридов с низким содержанием редуцирующих сахаров не превышала 45 %.

Следует отметить, что при сравнении результатов отбора среди популяций пригодных для переработки гибридов по двум основополагающим признакам установлено, что пригодных по цвету ломтиков хрустящего картофеля гибридов выявлялось значительно меньше, чем с низким содержанием редуцирующих сахаров.

Одновременный анализ гибридов по цвету ломтиков хрустящего картофеля и содержанию редуцирующих сахаров показал, что среди высокопригодных и пригодных гибридов с цветом ломтиков 8–9 баллов содержание редуцирующих сахаров в послеуборочный период изменялось от 0,05 до 0,32 %, среднепригодных (6–7 баллов) – от 0,15 до 0,57 % и непригодных (1–5 баллов) – от 0,09 до 1,20 % (табл. 3).

После 3 месяцев холодного хранения предел вариативности признака «содержание редуцирующих сахаров» у высокопригодных и пригодных генотипов отличался незначительно и составлял 0,08–0,36 %, в то время как у среднепригодных возрастал до 0,19–1,22 %, а у пригодных – до 0,21–1,36 %. При этом необходимо подчеркнуть, что соотношение гибридов с различным уровнем содержания редуцирующих сахаров в различных группах пригодности отличалось весьма существенно. Так, у высокопригодных и пригодных гибридов с цветом хрустящих ломтиков 8–9 баллов в послеуборочный период количество редуцирующих сахаров не превышало 0,12 %, в то время как в других группах пригодности выделялись генотипы с различным уровнем содержания редуцирующих сахаров. Среди среднепригодных гибридов с цветом хрустящих ломтиков 7–6 баллов отмечали формы с содержанием редуцирующих сахаров 0,15–0,20 %. В группе непригодных гибридов у большинства генотипов увеличивалось содержание редуцирующих сахаров до уровня 0,45 % и более.

Через 3 месяца хранения в холодильной камере содержание редуцирующих сахаров в клубнях гибридов также значительно возрастало, поэтому не отмечено генотипов с цветом хрустящих ломтиков на уровне 9 баллов. В то же время у гибридов с цветом хрустящих ломтиков на уровне 8 баллов содержание редуцирующих сахаров не превышало 0,11 %. Доля генотипов с содержанием редуцирующих сахаров

Таблица 3 – Результаты оценки гибридов 1-го клубневого поколения по цвету ломтиков хрустящего картофеля и содержанию редуцирующих сахаров в клубнях, 2018 г.

Цвет хрустящих ломтиков, балл	Оценено гибридов, шт.	Количество гибридов с содержанием редуцирующих сахаров, шт.			Предел вари- бельности при- знака (min–max), %
		< 0,30 %	0,31–0,50 %	> 0,51 %	
Послеуборочный период					
8–9	131	131	0	0	0,05–0,32
6–7	156	122	29	5	0,15–0,57
1–5	98	23	38	37	0,09–1,20
3 месяца хранения в холодильной камере					
8–9	120	37	79	4	0,08–0,36
6–7	142	51	61	30	0,19–1,22
1–5	90	7	26	57	0,21–1,36

0,14–0,21 % и с цветом хрустящих ломтиков 7 баллов возрастала до 60,0 %, а в группе непригодных гибридов с содержанием редуцирующих сахаров 0,31–0,50 % увеличивалась более значительно.

При использовании рекондиционирования у изучаемых гибридов отмечали некоторое улучшение цвета ломтиков хрустящего картофеля. При этом высокие показатели ресинтеза редуцирующих сахаров среди гибридов проявляли генотипы с низкими их содержанием после холодного хранения. К примеру, цвет хрустящих ломтиков до 9 баллов после рекондиционирования восстанавливали только генотипы с содержанием редуцирующих сахаров после 3-х месяцев холодного хранения не более 0,20 % и лишь несколько из них с содержанием более 0,30 %. Более того, при сравнительной оценке содержания редуцирующих сахаров в клубнях в послеуборочный период и цвета хрустящих ломтиков после 3-х месяцев холодного хранения установлено, что цвет ломтиков на уровне 7–8 баллов после холодного хранения имели только те генотипы, которые на момент уборки содержали не более 0,10–0,15 % редуцирующих сахаров.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сравнительный анализ урожайности и товарности клубней, содержания сухого вещества и редуцирующих сахаров 26 потенциально пригодных для переработки исходных родительских форм показал, что комплексом хозяйственно полезных признаков среди высокопригодных (9 баллов) для приготовления хрустящих ломтиков картофеля характеризуются сорта Брук, ВР 808, Гермес, Инноватор, Накра, Пикколо Стар, Рамос, Сантана, Фрителла. Сорта Альвара, Астерикс, Блакит, Бонус, Гусяр, Европрима, Колорит, Леди Клер, Ньютон, Примадонна, Ред Леди, Фонтане являются пригодными (8,0–8,8 балла), а сорта Вымпел, Кураж, Леди Розетта, Сатурна, Фаворит – среднепригодными (6,5–7,0 балла). Для повышения результативности селекции в направлении пригодности к переработке необходимо использовать для гибридизации родительские формы с высокой степенью проявления данного признака, так как результативность отбора пригодных гибридов зависит как от генотипа исходных родительских пар, так и направления их использования в качестве компонентов скрещивания. Для эффективного отбора пригодных гибридов следует учитывать не только содержание редуцирующих сахаров в клубнях в послеуборочный период, но и степень его варьирования в период длительного хранения, а также реакцию гибридов на рекондиционирование.

Список литературы

1. Росс, Х. Селекция картофеля: проблемы и перспективы / Х. Росс. – М. : Агропромиздат, 1989. – 183 с.
2. Симаков, Е. А. Переработка картофеля – стратегический путь развития картофелеводства России / Е. А. Симаков, Б. В. Анисимов, В. И. Старовойтов. – М. : ВНИИКС, 2006. – 153 с.
3. Haverkort, A. J. On the road to Potato Processing / A. J. Haverkort, C. D. Van Loon, P. Van Eijck // The Netherlands, NIVAA : Plantijn Casparie. – 2002. – 24 p.
4. Методологические аспекты селекции картофеля на пригодность к переработке / Е. А. Симаков [и др.] // Вопросы картофелеводства. Актуальные проблемы науки и практики : сб. науч. тр. ВНИИКС. – М., 2006. – С. 20–30.
5. Незаконова, Л. В. Оценка потомства по продуктивности и содержанию крахмала в селекции картофеля на пригодность к промышленной переработке / Л. В. Незаконова, А. П. Пинголь // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад.

наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству : редкол. В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2008. – Т. 14. – С. 260–268.

6. Яшина, И. М. Генетические основы селекции картофеля на пригодность к переработке / И. М. Яшина, Н. О. Юрьева // Селекция и семеноводство. – 1992. – № 1. – С. 11–15.

7. Burton, W. G. The Potato / W. G. Burton // Third Edition. – London : Longman Group UK Limited, 1989. – 246 p.

8. Симаков, Е. А. Методические указания по технологии селекционного процесса / Е. А. Симаков, Н. П. Склорова, И. М. Яшина. – М. : ВНИИКС, 2006. – 65 с.

Поступила в редакцию 07.12.2020 г.

A. V. MITYUSHKIN, A. A. ZHURAVLEV, AL-DR V. MITYUSHKIN,
V. A. ZHAROVA, A. S. GAIZATULIN, E. A. SIMAKOV,
S. S. SALYUKOV, S. V. OVECHKIN

SELECTION OF PARENTAL PAIRS IN THE BREEDING OF POTATOES VARIETIES SUITABLE FOR PROCESSING INTO POTATOES PRODUCTS

SUMMARY

The results of the evaluation of potato variety samples potentially suitable for processing into potatoes products on a complex of economically useful features are presented and parental forms for inclusion in various crossing combinations are identified. Hybrid populations by crossing parental forms with different degrees of suitability for processing into potatoes products are assessed. The frequency of genotypes occurrence among hybrids of the 1-st generation of tubers suitable for processing by the color of crispy potatoes slices and the content of reducing sugars in tubers in the dynamics of winter-spring cold storage ($t=+3...+4$ °C) was analyzed. It is established that the efficiency of selection of suitable hybrids that do not require conditioning depends on the genotype of parental forms and the direction of their use as of crossing components.

Key words: potatoes, breeding, hybrid populations, processing, color of crispy slices, reducing sugars.