

ИММУНИТЕТ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ И ИХ ДИКИХ РОДИЧЕЙ

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-113-121

УДК 635.21:633.4:631.523.5

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ

Е. А. Симаков¹, В. А. Жарова¹, А. В. Митюшкин¹, В. А. Бирюкова¹, Е. В. Рогозина², С. Д. Киру² **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КАРТОФЕЛЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЕКЦИИ**

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха» (ФГБНУ ВНИИКХ) 140051, Россия, Московская область, Люберецкий район, п. г. т. Красково, ул. Лорха, 23, e-mail: vniikh@mail.ru

²Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР) 190000, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 42, 44, e-mail: rogozinaelena@gmail.com

Ключевые слова:

картофель, межвидовая гибридизация, урожайность, фертильность, устойчивость к болезням и вредителям, эффективные родительские линии

Поступление:

06.12.2016

Принято:

12.06.2017

Актуальность. В селекции картофеля необходимо использовать родительские линии с комплексом ценных признаков: продуктивности и качества клубней, устойчивости к болезням и вредителям. Такие линии создаются в результате скрещивания предварительно отобранных селекционных сортов и межвидовых гибридов, в родословных которых присутствуют источники ценных генов (образцы диких и/или культурных видов картофеля). Для успешного использования в селекционных программах уникальной коллекции сложных межвидовых гибридов картофеля ВИР (Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова), созданных на основе различных диких и культурных клубненосных видов, надлежит провести их оценку по наиболее важным для селекции признакам. **Материал и методика.** Во ВНИИКХ (Всероссийский институт картофельного хозяйства им. А. Г. Лорха) начиная с 2008 г. ежегодно проводилась комплексная оценка 30–40 межвидовых гибридов ВИР по морфологическим признакам ботвы и клубней, фертильности (по интенсивности цветения и ягодообразования), урожайности и устойчивости к наиболее вредоносным патогенам в полевых и лабораторных испытаниях. Методом ИФА проведена диагностика X-, S-, M-, Y-вирусов картофеля, устойчивость к фитофторозу листьев и клубней оценена при искусственном заражении расой *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, характеризующейся широким спектром вирулентности. В 2015 г. проведен молекулярный анализ гибридов по ДНК-маркерам доминантных генов устойчивости к раку, золотистой и бледной картофельной нематодам, вирусам Y и X. Гибриды оценены по содержанию крахмала и кулинарным качествам клубней.

Результаты и выводы. Большинство изученных гибридов характеризовались длительным и интенсивным цветением, устойчивостью к болезням, а некоторые из них – раннеспелостью, повышенным содержанием крахмала, и другими хозяйственно ценными признаками. По комплексу признаков выделены гибриды 94-5, 128-05-02, 99-10-1, 8-1-2004, 8-3-2004, 8-5-2005, 135-5-2005, 167-1-2006 и др., большинство из которых в качестве родительских линий или доноров устойчивости к патогенам вовлечены и гибридизацию, в результате которой выполнено 197 удачных комбинаций скрещивания и получено более 400 тыс. гибридных семян. Значительный объем селекционного материала в виде гибридов 1-го года (около 4 тыс. генотипов) и ботанических семян (более 23 тыс.) 37 комбинаций скрещивания (с 2010 г.) переданы для испытания по схеме селекционного процесса подразделениям ВНИИКХ и 13-ти региональным учреждениям РФ в рамках совместной селекции сортов картофеля.

IMMUNITY OF CULTIVATED PLANTS AND THEIR WILD RELATIVES

DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-113-121

ORIGINAL ARTICLE

E. A. Simakov¹, V. A. Zharova¹,
A. V. Mityushkin¹,
V. A. Biryukova¹,
E. V. Rogozina², S. D. Kiru²

THE USE OF GENETIC RESOURCES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF POTATO BREEDING

¹The A. G. Lorch All-Russian of Potato Research Institute (ARPRI) 23 ul. Lorkh, Kraskovo, Moscow region, 140051, Russia, e-mail: vniikh@mail.ru

²Federal Research Center N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources (VIR) 42, 44, ul. Bolshaya Morskaya, St. Petersburg, 190000 Russia, e-mail: rogozinaelena@gmail.com

Keywords:

potato, interspecific hybridization, yield, fertility, resistance to disease and pests, effective parental lines

Received:

06.12.2016

Accepted:

12.06.2017

Background. Effective parental lines with a set of desired agronomic traits: productivity, quality of tubers and resistance to diseases and pests are necessary for potato breeding. Breeders create those parental lines by crossing selected potato cultivars with interspecific hybrid clones which contain in their pedigree genetic material from several potato species. Assessment of a unique collection of potato complex interspecific hybrids generated in VIR (the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources) from different wild and cultivated tuber-bearing species is important for their successful implementation into breeding programs. **Material and methods.** A comprehensive assessment of 30–40 potato interspecific hybrid clones from VIR started in ARPRI (the A.G. Lorch All-Russian of Potato Research Institute) in 2008 and was carried out annually. Hybrid clones were evaluated for the morphological characters of foliage and tubers, the fertility (intensity of flowering and berries), the yield and resistance to the most harmful pathogens, visually and by laboratory methods (ELISA and an artificial infection with the highly virulent race of *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary). In 2015 hybrid clones was studied for the presence of DNA markers of genes of resistance to wart, to golden and white potato nematodes, Y and X viruses, as well as a starch content and cooking qualities of tubers. **Results and conclusion.** The majority of the studied hybrid clones was characterized by a long and an intense flowering, resistance to diseases, and some of them by earliness and increased starch content in the presence of other agronomic traits. The hybrid clones 94-5, 128-05-02, 99-10-1, 8-1-2004, 8-3-2004, 8-5-2005, 135-5-2005, 167-1-2006 were selected as having the complex of valuable traits. Most of these hybrid clones were involved as parental lines or donor in hybridization. As a result we executed 197 successful crossing combinations and obtained more than 400 thousand hybrid seeds. A breeding material in the form of 1-th year hybrids (about 4 thousand genotypes) and botanical seeds (more 23 thousands), 37 crossing combinations since 2010 are submitted for testing according by scheme of selection process of the ARPRI units and 13 regional institutions Russian Federation in a joint breeding of potato varieties.

Введение

Известно, что С. М. Букасов (Bukasov, 1933), высоко оценивая значение мировой коллекции диких и культурных клубнеобразующих видов рода *Solanum* L., подчеркивал, что она является не только основой генетического разнообразия, но и перспективной дальнейшего развития селекции. Поэтому уже первые ценные образцы различных видов картофеля, собранные в экспедиции ВИР в 1925–1928 гг. и переданные на Кореневскую селекционную станцию, были успешно вовлечены в программу межвидовых скрещиваний. При использовании дикого вида *S. demissum* Lindl. И. И. Пушкаревым (Pushkarev, 1937) получены первые беккроссы, на основе которых создан сорт ‘Фитофтороустойчивый 8670’, обладающий специфической устойчивостью к патогену, контролируемой геном *R1*.

Позднее в исследованиях А. С. Филиппова (Philippov, Ivanchenko, 1964), в процессе селекции на устойчивость к фитофторозу с использованием другого мексиканского дикого вида *S. semidemissum* Juz. идентифицированы гибриды – демиссоиды, которые наряду с устойчивостью, контролируемой *R*-генами, характеризовались повышенной крахмалистостью и высокими кулинарными качествами. Результатом успешного отбора в гибридном потомстве явилось создание столового сорта ‘Надежда’, отличающегося превосходным вкусом клубней.

При этом следует подчеркнуть, что первоначально в селекционной работе методом межвидовой гибридизации использовались виды, которые относительно свободно скрещиваются с *S. tuberosum* L. На следующем этапе развития метода межвидовой гибридизации в работах И. М. Яшиной, начиная с середины 1960-х гг. (Yashina, 2000), осуществлена интрогрессия в селекционные сорта доминантных генов, контролирующих иммунитет к вирусам X и Y от диких видов *S. acaule* Bitter, *S. chacoense* Bitter, *S. stoloniferum* Schltdl. et Bouche, не скрещивающихся с культурным картофелем. Процесс их вовлечения в гибридизацию оказался труднореализуемым и потребовал более продолжительного пребридинга. Для преодоления нескрещиваемости Y-иммунных источников *S. chacoense* и *S.*

stoloniferum, полученных из ВИР и зарубежных селекционеров, вначале осуществляли перевод их на полиплоидный уровень. Причем, для получения гибридов F₁ использовали ранние и среднеранние сорта ‘Agra’, ‘Anoka’, ‘Смена’, а в процессе возвратных скрещиваний – устойчивые к фитофторозу среднеспелые и среднепоздние сорта, что позволяло на первом этапе комбинировать в отдельных генотипах многие хозяйственно ценные признаки. Некоторые беккроссы использовали в практической селекции, а большую часть – для создания доноров, сочетающих иммунитет к вирусам X и Y с высокой полевой устойчивостью к фитофторозу и продуктивностью.

Однако синтез исходных родительских линий с комплексом хозяйственно ценных признаков имеет для селекции более существенное значение, чем создание доноров, являющихся носителями отдельных, хотя и важных признаков (Yashina et al., 2010; Kiru et al., 2012).

В этой связи весьма актуально создание эффективных родительских линий с комплексом желаемых хозяйственно ценных признаков на основе гибридизации селекционных сортов со сложными межвидовыми гибридами, в родословной которых присутствуют источники ценных генов нескольких диких видов картофеля.

Материалы и методы

В качестве исходного материала использовали сложные межвидовые гибриды, созданные в отделе генетических ресурсов картофеля ВИР им Н. И. Вавилова и содержащие в своих родословных от двух до семи видов: *S. andigenum* Juz. et Buk., *S. ruginii* Juz. et Buk., *S. phureja* Juz. et Buk., *S. spagazzinii* Bitt., *S. microdontum* Bitter, *S. vallis-mexici* Juz., *S. acaule*, *S. chacoense*, *S. stoloniferum*, *S. alandiae* Cardenas, *S. okadae* Hawkes et Hjert., иногда в комбинациях с сортами *S. tuberosum*. Среди изученных гибридов клоны 117-2, 135-2-2006, 134-3-2006, 134-6-2006, 8-1-2004, 8-3-2004, 8-5-2004 отобраны в потомстве от межвидовой гибридизации с участием впервые вовлеченных в селекционную работу диких видов *S. alandiae*, *S. okadae* (Rogozina, 2005).

В родительском питомнике в условиях полевого участка и вегетационной площадки

экспериментальной базы «Коренево» ВНИИКХ с 2008 г. проводили испытание гибридов. Ежегодно 30–40 гибридов оценивали по морфологическим признакам ботвы и клубней, устойчивости к распространенным болезням при визуальной оценке в поле и с применением лабораторных методов (ИФА – на скрытое вирусносительство и искусственное заражение расой *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, характеризующейся широким спектром вирулентности для оценки листьев и клубней на устойчивость к фитофторозу). Оценку проводили по методике ВНИИКХ с использованием 9-ти балльной шкалы (Simakov et al., 2006). Определяли продуктивность в расчете на 1 растение (г/куст), крахмалистость клубней по удельному весу, вкус по 5-ти балльной шкале, разваримость и потемнение мякоти по 9-балльной шкале (Bukasov, 1975).

В 2015 г. проведен молекулярно-генетический анализ гибридов с использованием ДНК-маркеров генов устойчивости к раку, золотистой и бледной картофельной нематодам, вирусам X и Y согласно известным,

опубликованным проколам по применению соответствующих праймеров.

Гибридизацию выполняли согласно методике ВНИИКХ (Simakov et al., 2006) с обязательной кастрацией материнских цветков и оценкой фертильности скрещиваемых образцов по интенсивности цветения и ягодообразования.

Сеянцы выращивали рассадным способом на полевом участке и в закрытом грунте.

Результаты исследований

Большинство изучаемых гибридов в течение ряда лет (2008–2015 гг.) за исключением засушливого лета 2010 г. характеризовались мощным развитием, длительным и интенсивным цветением на уровне 5–9 баллов (рис. 1, 2). Обильное цветение отмечено у гибридов 160-1, 160-17, 160-40 (в родословной *S. andigenum* и *S. rybinii*), 34-06 и 123-3-2004 (*S. andigenum*, *S. phureja*, *S. rybinii* и *S. stoloniferum*), 99-4-1 (*S. stoloniferum*), 8-1-2004, 8-3-2004 и 135-5-2005 (*S. okadae*, *S. chacoense*).



Рис. 1. Межвидовой гибрид 3-86-9
Fig. 1. Interspecific hybrid clone 3-86-8



Рис. 2. Межвидовой гибрид 135-5-2005
Fig. 2. Interspecific hybrid clone 135-5-2005

Образование ягод от самоопыления было редким или слабым, поэтому в качестве мужских компонентов в скрещиваниях эти гибриды использовать оказалось нецелесообразно.

По результатам визуальной оценки поражения растений вирусными заболеваниями за весь период изучения выбракованы 10 гибридов, в основном, с симптомами мозаичного закручивания и крапчатости (122-29, 99-6-6, 51-3, 97-152-8, 8-8-2004, 135-3-2005, 135-2-2006, 138-3-2006, 23-3-2007, 134-3-2006). Выбракованы два гибрида (99-6-10 и 8-5-2004), содержащих в латентном состоянии L-вирус картофеля. По данным ИФА, наиболее вредоносный Y-вирус обнаружен у 6 гибридов (99-4-1, 134-6-2006, 135-2-2006, 138-3-2006, 23-3-2007, 88-2). У 8 гибридов, созданных с участием *S. andigenum*, *S. rubinii*, *S. stoloniferum*, *S. acaule*, *S. okadae*, *S. chacoense* отмечена высокая полевая устойчивость к вирусным болезням (на уровне 7–9 баллов) даже в условиях высокого инфекционного фона (табл. 1).

При искусственной инокуляции фитотрофом выделены с высокоустойчивыми листьями (на уровне 7–9 баллов) пять об-

разцов; клубнями – 22 образца. Устойчивые листья и клубни имеют 6 образцов: 94-5 (в родословной *S. tuberosum*, *S. acaule*, *S. stoloniferum* и *S. chacoense*), 8-1-2004, 8-3-2004 и 135-5-2005 (у всех в родословной *S. okadae* и *S. chacoense*), 138-4-г (в родословной *S. tuberosum*, *S. stoloniferum*) и 194-3-г (*S. andigenum*, *S. phureja* и *S. stoloniferum*).

В 2015 г. у гибридов выявлены ДНК-маркеры ассоциированные с генами устойчивости к вредителям и болезням: раку (ген *SenI*): 34-06, 94-5, 117-2, 160-40, 128-05-02, 167-1-2006, 194-4-г, 117-1, 138-1-2006, 171-3, 118-6-2011; золотистой картофельной нематоды (ген *HI*): 94-5, 117-2, 97-159-3, 99-10-1, 8-1-2004, 8-3-2004, 135-5-2005, 134-2-2006, 134-6-2006, 167-1-2006, 138-4-г, 160-1, 160-17, 118-6-2011; бледной нематоды (ген *Gpa2*): 134-6-2006, 167-1-2006, 134-2-2006; иммунитета к Y-вирусу (ген *Ry_{sto}*): 94-5, 99-10-1; (ген *Ry_{chc}*): 128-05-02, 194-4-г, 138-1-2006, 23-1-2007, 171-3, 118-6-2011; (ген *Ry_{adg}*): 8-1-2004, 8-3-2004, 135-5-2005, 135-1-2006, 194-4-г; к X-вирусу (ген *RxI*): 94-5, 99-10-1, 134-6-2006, 167-1-2006, 134-2-2006.

Таблица 1. Характеристика межвидовых гибридов картофеля, выделившихся по комплексу признаков
Table 1. Characteristics of potato interspecific hybrids selected by a complex of traits

Гибрид и виды в родословной ¹	Урожайность, г/куст	Крахмалистость, %	Вкус, балл	Наличие ДНК-маркеров генов устойчивости к:						Устойчивость к вирусам в поле (балл.)	ИФА (наличие вирусов) ⁴	Устойчивость к фитофторозу (искусственное заражение (балл.))	
				раку (NL25) ген <i>Sen1</i>	золотистой нематоды		бледной нематоды (Гра2-2) ген <i>Gra2</i>	PVY ³	PVX (PVX) ген <i>Rx1</i>			ли- стьев	клуб- ней
					ген <i>HI²</i>	(Gro1-4) ген <i>Gro1-4</i>							
94-5 (tub, acl, sto, chc)	595	18,1	3,4	+	+1 +2 +3	-	-	+1	+	7	PVM	8,9	9,0
99-10-1 (tub, acl, sto, chc)	762	19,9	4,2	-	+1 +2 +3	-	-	+1	+	7	PVS PVM	5,9	4,3
128-05-02 (tub, adg, ryb)	562	19,7	4,3	+	-	-	-	+3	-	7	PVM	4,5	8,0
8-1-2004 (chc, oka)	855	14,9	4,5	-	+2 +3	-	-	+2	-	9	PVM	7,0	7,9
8-3-2004 (chc, oka)	717	15,0	4,5	-	+2 +3	-	-	+2	-	7-9	PVM	7,5	8,3
135-5-2005 (chc, oka)	933	16,6	4,5	-	+2 +3	-	-	+2	-	9	PVM	7,5	8,5
167-1-2006 (tub, adg, rub, sto)	1001	14,0	4,7	+	+1	-	+	-	+	7	PVM	4,5	9,0
8-5-2004 (chc, oka)	920	17,2	4,8	-	+2 +3	-	-	+2	-	9	-	8,8	9,0

¹сокращенные названия видов картофеля приведены по Z. Huaman, R. Ross (1985) acl – *S. acaule*, adg – *S. andigenum*, chc – *S. chacoense*, ryb – *S. rybinii*, sto – *S. stoloniferum*, tub- *S. tuberosum*, oka – *S. okadae*;

²использовано 3 ДНК-маркера: 1-TG689 (ген *HI*), 2-57 R (ген *HI*), 3-N195 (ген *HI*),

³использовано 4 ДНК-маркера: 1-YES 3A-3A (ген *Ry_{sto}*), 2-RYSC3 (ген *Ry_{adg}*), 3-RAPD 38-530 (ген *Ry_{chc}*), 4-Ry 186 (ген *Ry_{chc}*).

⁴PVM – Potato Virus M, M вирус картофеля; PVS – Potato Virus S, S вирус картофеля.

У гибрида 194-4-т обнаружены ДНК-маркеры двух генов устойчивости к вирусу Y (*Ry_{adg}* и *Ry_{chc}*), у гибридов 94-5 и 99-10-1 – ДНК-маркеры генов устойчивости к вирусам Y и X (гены *Ry_{sto}* и *Rx1*).

Стабильно высокой урожайностью в среднем за три года характеризовались гибриды 194-4-т (1200 г/куст), 167-1-2006 (1000 г/куст), 135-1-2006 (990 г/куст), 135-5-2005 (930 г/куст), а низкой (на уровне 500 г/куст) – гибриды 97-159-3, 99-4-1, 160-40.

Повышенную крахмалистость клубней (более 18%) проявили 8 гибридов: 194-3-т (22,0%), 99-4-1 (21,5%), 117-2 (21,2%), 99-10-1 (19,9%), 128-05-02 (19,7%), 160-40 (19,7%), 34-06 (18,5%), 94-5 (18,1%).

Большинство изученных образцов обладают хорошим вкусом (выше 4х баллов по 5-балльной шкале), не темнеющей при варке мякотью, характеризуются выравненностью клубней и мелким залеганием глазков.

Исходя из того, что изученные межвидовые гибриды являются донорами устойчивости к различным патогенам, достаточно хорошо отселектированы по хозяйственно ценным признакам и отличаются обильным цветением, осуществлено их скрещивание с сортами и селекционными формами из коллекции ВНИИКХ для создания новых генотипов, обладающих комплексом сложных полигенных признаков (полевая устойчивость к болезням, адаптивная способность к абиотическим факторам среды, повышен-

ная крахмалистость, пригодность к переработке на картофелепродукты и др.) в сочетании с ранним и среднеранним сроками созревания, а также с ценными моногенными признаками – иммунитетом к вирусам Y и X, устойчивостью к золотистой картофельной нематодe, антоциановой пигментацией кожуры и мякоти клубней (табл. 2).

Родительские пары подбирали с учетом генетической отдаленности, возрастного соотношения и возможности реализации при однократных скрещиваниях желаемых перекрестов нескольких хозяйственно ценных признаков для идентификации трансгрессивных рекомбинантов в гибридном потомстве. Установлено, что оцененные гибриды целесообразнее использовать

в гибридизации в качестве материнских форм, а отцовскими компонентами (опылителями) могут служить коммерческие сорта отечественной и зарубежной селекции и межвидовые гибриды, созданные в ВНИИХ и других НИУ РФ, характеризующиеся, наряду с высокой фертильностью, оптимальным уровнем целевого признака или комплекса хозяйственно ценных признаков: ‘Аврора’, ‘Акжар’, ‘Бриз’, ‘Брянский надежный’, ‘Валентина’, ‘Вектор’, ‘Дина’, ‘Дубрава’, ‘Жуковский ранний’, ‘Киви’, ‘Крепыш’, ‘Колобок’, ‘Памяти Осиповой’, ‘Русский сувенир’, 128-6, 88.16/20, 88.34/14, 92.7-26, 270-52, 190-4, 2585-81, ‘Ausonia’, ‘Bora Valley’, ‘Felix’, ‘Gala’, ‘Labadia’, ‘Sharpo Mira’, ‘Superior’, ‘Tiras’.

Таблица 2. Результативность скрещиваний с участием межвидовых гибридов картофеля в качестве материнских форм (2008–2015 гг.)

Table 2. Results of crosses by using potato interspecific hybrids as maternal parents

Варианты скрещиваний		Опыленоцветков, шт.	Завязалось ягод, шт.	% ягодообразования	Количество семян, шт.		
Материнские формы (виды в родословной) ¹	Опылители				всего	на 1 цветок	на 1 ягоду
99-4-1 (sto)	Киви, 88.16/20, 88.34/14, Брянский надежный, Вектор, Аврора, Акжар, Бриз, Жуковский ранний, Velox, Labadia	569	377	66,2	45957	80,8	121,9
160-40 (adg, ryb)	Валентина, Брянский надежный, 2585-81, Памяти Осиповой, 88.34/14, Дубрава, Крепыш, Аврора, Акжар, Бриз, Labadia	765	134	17,5	27943	36,5	208,5
160-1 (adg, ryb)	Дубрава, Киви, Валентина, Акжар, Бриз, Labadia	265	132	49,8	27331	103,1	207,1
160-17 (adg, ryb)	Дубрава, Киви, Тирас, Бриз, Крепыш, Аврора Labadia	236	84	35,6	24696	104,6	294,0
25-1-2007 (tub, aln)	88.34/14, Бриз, Киви, Labadia	131	74	56,5	14906	113,8	201,4
135-5-2005 (oka, chc)	270-52, Аврора, Дубрава, Киви, Валентина, 92.7-26, Бриз, Labadia	246	119	48,4	14578	59,3	122,5
8-1-2004(oka, chc)	270-52, Бриз, Дубрава, Аврора, Gala, Labadia	198	67	33,8	12626	63,8	188,4
194-3-г (adg, phu, sto)	Аусония, Бриз, 270-52, Тирас, Labadia	210	102	48,6	15156	72,2	148,6
194-4-г (adg, phu, sto)	128-6, Тирас, Labadia,	104	69	66,3	12031	115,7	174,4
99-6-5 (adg, phu, sto)	Хозяюшка, Ирбитский, Крепыш, 92.7-26, Bora Valley	225	110	48,9	13837	61,5	125,8
97-159-3 (adg, ryb, sto)	Дубрава, Акжар, Аврора, Киви, Gala,	188	56	29,8	12230	65,1	218,4
34-06 (adg, ryb, phu, sto)	Дубрава, Аврора, Gala, Labadia	177	84	47,5	15385	86,9	183,2
123-3-2004 (adg, phu, ryb, sto)	92.7-26, Русский сувенир, Gala	88	58	65,9	11357	129,1	195,8
Итого	197 вариантов	7496	2893	38,6	43904 4	58,6	151,8

¹Сокращенные названия видов картофеля приведены по Z. Huaman, R. Ross (1985) aln – *S. alandiae*, phu – *S. phureja*, остальные – см. табл. 1

В период проведения исследований выполнено 197 удачных вариантов скрещиваний, опылено около 7,5 тыс. цветков и получено около 440 тыс. гибридных семян. Следует подчеркнуть, что основной объем гибридизации осуществлен в 2015 г., в наиболее благоприятных погодных условиях для цветения и ягодообразования картофеля – опылено более 3,5 тыс. цветков и получено свыше 300 тыс. семян 112 комбинаций скрещиваний. Эффективность использованных в качестве материнских форм межвидовых гибридов по результатам скрещиваний была различной в зависимости от их фертильности – интенсивности цветения, способности завязывать ягоды и образовывать в них семени. Выявлены наиболее фертильные образцы, с участием которых получено самое большое количество семян по нескольким вариантам скрещиваний: 99-4-1, 160-40, 160-1, 160-17, 34-06, 194-3-т и др. (см. табл. 2).

С использованием гибридов 99-6-5, 99-6-6, 99-6-10, 122-29, 117-2, 8-5-2004, 97-159-3 и 99-1-3 созданы и оценены при выращивании сеянцев по общепринятой методике 15 гибридных популяций: 99-6-6 × Bora Valley, 99-6-5 × Крепыш, 99-6-10 × Киви, 99-6-5 × Bora Valley, 99-6-10 × Bora Valley, 99-6-10 × Вектор, 99-1-3 × Ausonia, 97-159-3 × Bora Valley, 8-5-2004 × Хозяюшка, 122-29 × Ausonia, 122-29 × Bora Valley, 117-2 × Ирбитский, 117-2 × Хозяюшка, 117-2 × Bora Valley, 117-2 × Superior. В процессе проведения отборов при уборке для дальнейшей оценки по схеме селекционного процесса в лабораториях ВНИИКХ в питомнике сеянцев выделено около 4 тыс. генотипов без негативных признаков и сформированы по 2–3 набора идентичных гибридных генотипов для селекционной проработки в разных региональных НИУ России.

При этом общее число гибридов 1-го клубневого поколения для дальнейшей селекционной оценки с учетом наборов предназна-

ченных региональным НИУ, сотрудничающих с ВНИИКХ по совместному выведению сортов картофеля, составил 8330 генотипов, в т. ч. лаборатории ВНИИКХ – 5364, Южно-Уральский НИИПОК – 604, Башкирский НИИСХ – 300, Камчатский НИИСХ – 44, Удмуртский НИИСХ – 103, Сибирский НИИСХ – 148, Рязанский НИИСХ – 327, ДальНИИСХ – 83, Красноярский ГАУ – 95, ООО «ФАТ-АГРО» – 226, Фаленская селекционная станция НИИСХ Северо-Востока – 400, Смоленская ГОСХОС – 636.

Кроме того, в качестве исходного материала селекционным подразделениям ВНИИКХ, Приморской овощной станции и Кемеровскому НИИСХ переданы также гибридные семена, всего 23 тыс. штук 37-ми комбинаций скрещиваний.

В настоящее время на основе селекционного материала, созданного с участием гибридов межвидового происхождения, продолжается полевое испытание гибридов на различных этапах селекционного процесса как во ВНИИКХ, так и других научных учреждениях РФ. В частности, из популяции 05/12-49 × Velox во ВНИИКХ отобран сорт ‘Салатный’ – среднеранний, с розовой мякотью, рекомендуемый для диетического (лечебного) питания.

Заключение

На основе использования уникальных межвидовых гибридов из коллекции картофеля ВИР в качестве источников устойчивости к наиболее вредоносным патогенам и комбинирования их с формами, обладающими другими хозяйственно ценными признаками, существенно возрастает генетическое разнообразие гибридных популяций, что обеспечивает отбор трансгрессивных рекомбинантов и повышает эффективность селекции сортов различных сроков созревания и целевого использования.

References/Литература

Bukasov S. M. The Potatoes of South Amerika and their use in breeding / Sbornik materialov ekspedicii VIR v Central'nyuyu i Yuzhnyuyu Ameriku v 1925-1928 gg. Leningrad: VIR, 1933, 144 p. [in Russian] (Букасов С. М. Картофели Южной Америки и их селекционное использование /

Сб. мат. экспедиции ВИР в Центральную и Южную Америку в 1925-1928 гг., обработ. Институтом в 1928–1932 гг. Л.: ВИР, 1933. 144 с.).

Bukasov S. M. Methodical instructions by definition of table qualities of potatoes. Leningrad: VIR,

- 1975, 15 p.) [in Russian] (Букасов С. М. Методические указания по определению столовых качеств картофеля. Л.: ВИР, 1975. 15 с.).
- Huaman Z., Ross R. Updated listing of potato species names, abbreviations and taxonomic status // *Am. Potato J.*, 1985; 62(11), pp. 629–641.
- Kiru S. D., Kostina L. I., Rogozina E. V., Chalaya H. A. Genetic sources from world collection for potato breeding on complex of valuable traits // *Kartofelevodstvo. Sb. nauch. tr. Materialy nauch. konf. Moscow, 2012*, pp. 44–51. [in Russian] (Киру С. Д., Костина Л. И., Рогозина Е. В., Чалая Н. А. Генетические источники из мировой коллекции ВИР для селекции картофеля по комплексу ценных признаков // *Картофелеводство. Сб. науч. тр. Материалы науч. конф. М., 2012*. С. 44–51).
- Pushkarev I. I. A new potato variety 8670, resistant to late blight // *Novoe v sel'skom khozyajstve. Moscow, 1937*, iss. 6, pp. 10–15 [in Russian] (Пушкарев И. И. Новый фитофтороустойчивый сорт картофеля 8670 // *Новое в сельском хозяйстве. М., 1937*. Вып. 6. С. 10–15).
- Rogozina E. V. South American wild species of potato. Ontogenesis features and future trends for breeding // *Selskokhozyajstvennaya biologiya, 2005*, vol. 5, pp. 33–41 [in Russian] (Рогозина Е. В. Южноамериканские дикорастущие виды картофеля. Особенности онтогенеза и перспективы использования в селекции // *Сельскохозяйственная биология. 2005*. Вып. 5. С. 33–41).
- Philippov A. S., Ivanchenko G. Z. Potato breeding. Moscow: Kolos, 1964, pp. 96–116 [in Russian] (Филиппов А. С., Иванченко Г. З. Селекция картофеля. М: Колос, 1964. С. 96–116).
- Yashina I. M. Creating and genetic assesment of new initial material of potato and efficient ways of their use in breeding // *Nauchn. доклад diss. ... dokt. s.-kh. nauk. Moscow, 2000*, 65 p. [in Russian] (Яшина И. М. Создание и генетическая оценка нового исходного материала картофеля и эффективные пути его использования в селекции // *Научн. доклад дисс. на соиск. ученой степени доктора с.-х. наук. М., 2000*. 65 с.).
- Simakov E. A., Yashina I. M., Sklyarova N. P. Guidelines for technology selection process potatoes. Moscow: ООО «Redakciya zhurnala «Dostizheniya nauki i tehniki APK» 2006, 70 p. [in Russian] (Симаков Е. А., Яшина И. М., Склярова Н. П. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. 70 с.).
- Yashina I. M., Simakov E. A., Morozova H. H., Derevyagina M. K., Prohorova O. A., Sklyarova N. P., Zharova V. A., Belov G. L., Uskov A. I., Varicev Y. A., Variceva G. P. Donors and genetic sources for use in potato breeding process (Catalog). Moscow, 2010, 27 p.) [in Russian] (Яшина И. М., Симаков Е. А., Морозова Н. Н., Деревягина М. К., Прохорова О. А., Склярова Н. П., Жарова В. А., Белов Г. Л., Усков А. И., Варицев Ю. А., Варицева Г. П. Доноры и генетические источники для использования в селекционном процессе картофеля (каталог) – М., 2010. 27 с.).