

ИЗУЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ

Научная статья
УДК 635.21:631.527
DOI: 10.30901/2227-8834-2024-1-51-63



Проявление селекционно ценных признаков у межвидовых гибридов картофеля из коллекции ВИР в условиях Камчатского края

А. Д. Иващенко¹, Т. П. Шерстюкова¹, О. И. Хасбиуллина¹, Е. В. Рогозина²

¹ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ВИР, Камчатский край, Россия

² Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия

Автор, ответственный за переписку: Елена Вячеславовна Рогозина, rogozinaelena@gmail.com

Актуальность исследования заключается в обновлении генофонда для селекции ранних и среднеранних сортов картофеля в условиях Камчатского края. Использование межвидовых гибридов из коллекции ВИР в качестве родительских форм увеличивает генетическое разнообразие. Выбор родительских пар для скрещивания основан на всесторонней их оценке в конкретных почвенно-климатических условиях. Цель исследования – оценить гибриды картофеля в условиях Камчатского края по комплексу признаков, выделить лучшие родительские формы, создать новые гибридные комбинации и отобрать перспективный селекционный материал.

Материалы и методы. В течение трех лет (2020–2022) в Камчатском НИИСХ в соответствии с общепринятой методикой селекционного процесса картофеля изучены 11 гибридов картофеля, созданных в ВИР. Стандарты – ‘Fresco’ (раннеспелый) и ‘Вулкан’ (среднеранний). В теплице проведены скрещивания с 28 сортами отечественной и зарубежной селекции. Новый селекционный материал оценен в питомнике предварительного испытания по продуктивности и скороспелости.

Результаты. В условиях разной тепло- и влагообеспеченности гибрид 117-2 по продуктивности (899 г/куст) не уступал сортам-стандартам ‘Вулкан’ и ‘Fresco’ (700–739 г/куст). Гибриды 94-5, 99-10-1, 8-1-2004, 8-3-2004, 8-5-2004, 135-3-2005, 135-5-2005, 99-6-6 и 134-2-2006 по большинству признаков соответствуют сортам картофеля в коллекционном питомнике Камчатского НИИСХ, при скрещивании отличаются хорошими показателями ягодообразования и завязываемости семян. Выполнено 140 вариантов скрещиваний, получено 35 комбинаций с участием 10 гибридов и 13 сортов картофеля. Большинство гибридов результативно использованы в скрещиваниях как материнские формы.

Заключение. Использование созданных в ВИР гибридов 94-5, 8-1-2004 и 8-5-2004 в качестве материнских форм при скрещивании с сортами ‘Bellarosa’ и ‘Солнышко’ позволило создать новый материал для селекции картофеля на скороспелость и выносливость в условиях Камчатского края.

Ключевые слова: сорт, исходный материал, скрещиваемость, продуктивность, раннеспелость

Благодарности: работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану Камчатского научно-исследовательского института сельского хозяйства № 0824-2019-0003 «Разработать ресурсоэнергоэкономные экологически безопасные технологии возделывания сельскохозяйственных культур на основе мобилизации генетических ресурсов растений, использования методов селекции, конструирования адаптивных экосистем» и согласно тематическому плану ВИР по проекту FGEM 0481-2022-0004 «Совершенствование подходов и методов *ex situ* сохранения идентифицированного генофонда вегетативно размножаемых культур и их диких родичей, разработка технологий их эффективного использования в селекции».

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Для цитирования: Иващенко А.Д., Шерстюкова Т.П., Хасбиуллина О.И., Рогозина Е.В. Проявление селекционно ценных признаков у межвидовых гибридов картофеля из коллекции ВИР в условиях Камчатского края. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2024;185(1):51-63. DOI: 10.30901/2227-8834-2024-1-51-63

STUDYING AND UTILIZATION OF PLANT GENETIC RESOURCES

Original article

DOI: 10.30901/2227-8834-2024-1-51-63

Breeding value of potato hybrid clones from the VIR collection revealed in the environments of Kamchatka Territory

Anna D. Ivashchenko¹, Tamara P. Sherstyukova¹, Olga I. Khasbiullina¹, Elena V. Rogozina²

¹ N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Kamchatka Research Institute of Agriculture, branch of VIR, Kamchatka Territory, Russia

² N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, St. Petersburg, Russia

Corresponding author: Elena V. Rogozina, rogozinaelena@gmail.com

Background. Potato breeding involves planned artificial hybridization between previously selected parental lines. A way to make potato breeding more efficient is to use the diversity of the germplasm and broaden the gene pool of parental lines. Inter-specific potato hybrids originated on the elite potato germplasm display a set of valuable traits. The current challenge is to assess the performance of potato hybrids under specific soil and climate conditions to clarify their breeding value. The objective of the study was to evaluate potato hybrids in the environments of Kamchatka Territory according to a set of traits, identify the best parental lines, develop new hybrid combinations, and select promising breeding material.

Materials and methods. Eleven potato hybrids from VIR were studied over three years (2020–2022) in the fields of Kamchatka Research Institute of Agriculture. The hybrids were benchmarked against two reference potato cultivars, 'Fresco' and 'Vulkan', belonging to the early and mid-early maturity groups, respectively. Crosses between the hybrids and 28 potato cultivars were carried out in the greenhouse. The new hybrid material was tested in a preliminary trial nursery for yield and earliness.

Results. Hybrid 117-2 was better in yield (899 g/plant) than cvs. 'Vulkan' and 'Fresco' (700–739 g/plant). Hybrids 94-5, 99-10-1, 8-1-2004, 8-3-2004, 8-5-2004, 135-3-2005, 135-5-2005, 99-6-6, and 134-2-2006 in most traits matched the potato cultivars, manifesting good berry formation and seed setting when crossed. Out of 140 crosses between 11 hybrids and 28 cultivars, 35 crosses between 10 hybrids and 13 cultivars were successful. Most hybrids were effectively used in crossings as maternal forms.

Conclusion. VIR's hybrids 94-5, 8-1-2004, and 8-5-2004 proved the most promising as source material for the development of new early potatoes under the conditions of Kamchatka Territory.

Keywords: cultivar, source material, crossability, yield, earliness

Acknowledgments: the study was conducted within the framework of the state task according to the theme plan of Kamchatka Research Institute of Agriculture, No. 0824-2019-0003 "To develop resource- and energy-efficient environmentally safe technologies of crop cultivation based on plant genetic resources mobilization, use of breeding methods, and construction of adaptable ecosystems", and the theme plan of VIR, Project No. FGEM 0481-2022-0004 "Improving the approaches and methods for *ex situ* conservation of the identified genetic diversity of vegetatively propagated crops and their wild relatives, and development of technologies for their effective utilization in plant breeding".

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

For citation: Ivashchenko A.D., Sherstyukova T.P., Khasbiullina O.I., Rogozina E.V. Breeding value of potato hybrid clones from the VIR collection revealed in the environments of Kamchatka Territory. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2024;185(1):51-63. DOI: 10.30901/2227-8834-2024-1-51-63

Введение

Природные и экономические условия Камчатского края, обусловленные его географическим положением, определяют особенности сельскохозяйственного производства, которое призвано обеспечивать население полуострова собственным картофелем (Ryakhovskaya et al., 2016). Производство высококачественных семян и выращивание сортов картофеля, адаптированных к почвенно-климатическим условиям полуострова, представляют актуальные направления растениеводческой отрасли в Камчатском крае и соответствуют концепции «Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года» (Strategy for the development..., 2022). Короткий вегетационный период на Камчатке (80–90 дней) делает возможным выращивание только ранних и среднеранних сортов картофеля. Для высокой продуктивности и стабильности картофелеводства необходимо расширение сортимента путем выведения сортов, адаптивных к специфическим условиям северного земледелия, повышения устойчивости картофеля к болезням и вредителям (Ryakhovskaya et al., 2016).

Основной путь создания сортов картофеля – гибридизация родительских линий, дополняющих друг друга по комплексу хозяйственно ценных признаков. Селекция картофеля во всех развитых странах на протяжении XX века и до настоящего времени представляет длительный процесс улучшения популяций гибридов путем увеличения частоты желаемых комбинаций аллелей (генов) в половом потомстве (Bradshaw, 2021; Nagel et al., 2022). Использование уникальных межвидовых гибридов из коллекции картофеля ВИР в качестве источников устойчивости к наиболее вредоносным патогенам и комбинирование их с формами, обладающими другими ценными признаками, увеличивает генетическое разнообразие гибридных популяций и повышает эффективность отечественной селекции картофеля (Simakov et al., 2017). В то же время для обоснованного подбора пар для скрещивания необходима всесторонняя оценка родительских форм в конкретных почвенно-климатических условиях, в том числе по важным селекционным признакам – интенсивности цветения, фертильности, способности к ягодообразованию и завязываемости семян. Параметры отдельных хозяйственно полезных признаков сортов, таких как срок созревания, количество и средняя масса клубней, содержание крахмала и устойчивость к наиболее вредоносным болезням, при возделывании в регионах России могут незначительно варьировать из-за различий почвенно-климатических условий и фитосанитарной ситуации (Simakov et al., 2018). Изучение межвидовых гибридов, созданных на основе образцов диких и культурных родичей картофеля из коллекции ВИР, в разных регионах России актуально, так как позволяет выяснить потенциал их применения в качестве родительских форм для практической селекции картофеля. Цель исследования – оценить межвидовые гибриды из коллекции картофеля ВИР в условиях Камчатского края по комплексу признаков, выделить лучшие родительские формы, создать новые гибридные комбинации и отобрать перспективный селекционный материал.

Материалы и методы

В течение трех лет (2020–2022) в коллекционном питомнике Камчатского научно-исследовательского инсти-

тута сельского хозяйства (Камчатский НИИСХ, Елизовский район, п. Сосновка) изучены 11 клонов межвидовых гибридов картофеля из коллекции ВИР, обладающие комплексом ценных признаков (табл. 1).

Клоны межвидовых гибридов, указанные в таблице 1, созданы в ВИР в период с 1999 по 2006 г. методом скрещивания и отбора лучших форм в потомстве гибридных комбинаций с участием дикорастущих и культурных видов, сортов и интродуцированных селекционных линий картофеля (Rogozina et al., 2018).

Клоны межвидовых гибридов картофеля из коллекции ВИР изучены в юго-восточном районе Камчатки, где расположены опытные поля Камчатского НИИСХ – местности наиболее обеспеченной и пригодной для выращивания картофеля. Факторами, ограничивающими рост картофеля в условиях Камчатки, являются: короткий безморозный период, холодная, затяжная весна, заморозки (в отдельные годы) в конце августа – начале сентября и неравномерное распределение осадков. Почвы опытных участков Камчатского НИИСХ охристо-вулканические, их отличительные особенности – низкое содержание подвижных элементов питания, слабокислая реакция среды, легкий механический состав и интенсивный промывной режим (Ryakhovskaya et al., 2016).

Метеоусловия периодов вегетации в 2020–2021 гг. были различны, показатели температуры воздуха и количества осадков отличались от средних многолетних значений. Вегетационный период 2020 г. характеризовался достаточным количеством тепла и малым количеством осадков. Среднесуточная температура воздуха составила 10,2–14,0°C, сумма активных температур воздуха (1121°C) была близка к среднемуголетнему значению (1092°C). Осадков за летние месяцы выпало 297,3 мм, что меньше среднегоголетнего значения (369 мм) на 71,7 мм (19,4%). Вегетационный период 2021 г. характеризовался повышенной температурой воздуха и недостатком влаги. Сумма активных температур за вегетацию составила 1297,5°C, что больше среднего многоголетнего значения на 205,5°C. Осадков в летние месяцы выпало 151,3 мм, что меньше среднего многоголетнего значения на 43,8%. Вегетационный период 2022 г. характеризовался повышенной температурой воздуха: среднесуточная температура за июнь, июль, август и сентябрь была выше средней многолетней на 2,3°C, 3,6°C, 1,4°C и 1,6°C соответственно. Сумма активных температур составила 1377°C. Осадков в период вегетации выпало 363,9 мм, что соответствовало норме (369 мм), однако отсутствовала стабильность: в июне выпало 27%, в июле – 66% (вторая декада июля была засушливой), в августе – 151%, а в сентябре – 135,6% от среднего многоголетнего значения.

Клоны межвидовых гибридов из коллекции ВИР оценивали по комплексу признаков в соответствии с общепринятой методикой селекционного процесса картофеля (Methodology of potato..., 1967; Simakov et al., 2006). Ежегодно у клонов межвидовых гибридов картофеля в коллекционном питомнике проводили фенологические наблюдения, оценивали интенсивность цветения и ягодообразование по 9-балльной шкале, поражение болезнями по 9-балльной шкале (где 9 – отсутствие поражения), продуктивность в расчете на одно растение (г/куст), товарные и биохимические качества клубней.

Межвидовые гибриды картофеля из коллекции ВИР были использованы нами в качестве одной из родительских форм в скрещиваниях, которые проводили в 2019–2021 гг. в теплице Камчатского НИИСХ. В качестве вто-

Таблица 1. Происхождение и характеристика межвидовых гибридов картофеля из коллекции ВИР**Table 1. Pedigrees and descriptions of interspecific potato hybrids from the VIR collection**

Номер гибрида	Происхождение	Устойчивость к болезням и вредителям (Rogozina et al., 2018)	Другие признаки (Khloruyuk et al., 2021)
94-5	'Bobr' × <i>S. chacoense</i> Bitt. (к-19759)	ER YBK, R ЗКН, R рак	Среднеранний, раннее клубнеобразование
99-10-1	'Bobr' × <i>S. chacoense</i> Bitt. (к-19759)	ER YBK, R ЗКН, S рак	Среднеранний
8-1-2004	<i>S. okadae</i> (к-20921) × <i>S. chacoense</i> (к-19759)	ER YBK, R ЗКН, R рак	Среднеранний
8-3-2004	<i>S. okadae</i> (к-20921) × <i>S. chacoense</i> (к-19759)	ER YBK, R ЗКН, R рак, парша обыкновенная и ризоктониоз	Среднеранний, экологически пластичный
8-5-2004	<i>S. okadae</i> (к-20921) × <i>S. chacoense</i> (к-19759)	ER YBK, R ЗКН, R рак, парша обыкновенная	Среднеспелый
135-3-2005	<i>S. okadae</i> (к-20921) × <i>S. chacoense</i> (к-19759)	R YBK, R ЗКН, R рак, парша обыкновенная, ризоктониоз	Среднеспелый
135-5-2005	<i>S. okadae</i> (к-20921) × <i>S. chacoense</i> (к-19759)	ER YBK, R ЗКН, R рак, парша серебристая	Среднеранний, экологически пластичный
99-6-5	90-6-2 × 'Hertha'	ER YBK, R ЗКН, парша серебристая, ризоктониоз	Среднеранний, высокая продуктивность
99-6-6	90-6-2 × 'Hertha'	ER YBK, R ЗКН, парша обыкновенная, ризоктониоз	Среднеспелый, высокая продуктивность
117-2	'Atzimba' × <i>S. alandiae</i> (к-21240)	R ЗКН, MR фитофтороз, парша и ризоктониоз	Среднеспелый, высокая продуктивность
134-2-2006	24-2 × 'Свитанок Киевский'	R ЗКН, MR к фитофторозу	Среднеранний

Примечание: YBK – Y-вирус картофеля; ЗКН – золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Skarbilovich; ER – крайняя устойчивость; R – устойчивость; MR – умеренная устойчивость

Note: YBK – potato virus Y (PVY); ЗКН – golden nematode *Globodera rostochiensis* (Wollenweber) Skarbilovich; ER – extreme resistance; R – resistance; MR – moderate resistance

рой родительской формы в скрещивания вовлекали сорта картофеля отечественной и зарубежной селекции разных по срокам созревания групп: ранней – 'Алёна', 'Жуковский Ранний', 'Жемчужина Камчатки', 'Колымский', 'Каменский', 'Фермер', 'Юбиляр', 'Red Scarlett', 'Bellarosa'; среднеранней – 'Alwara', 'Adretta', 'Вулкан', 'Гейзер', 'Zekura', 'Ирбитский', 'Маяк', 'Рябинушка', 'Отрада', 'Солнышко', гибрид 12-13-90 (Тамара), 'Чародей'; средней – 'Василёк', 'Камчатка', 'Чайка', 'Ладожский', 'Лазарь', 'Сиреневый туман', 'Петербургский'. Все 28 сортов (партеров для скрещиваний) исследовали в те же сроки и по тем же методикам, которые указаны выше для межвидовых гибридов картофеля из коллекции ВИР. Кроме того, ежегодно для всех родительских форм определяли фертильность пыльцы (методом окрашивания ацетокармином) и проводили опыление в условиях теплицы на интактных растениях при температуре +18...+20°C (Methodology of potato..., 1967). Сорта, имеющие высокофертильную пыльцу, использовали в качестве отцовских

форм, а имеющие стерильную – в качестве материнских без предварительной кастрации цветков.

Сеянцы – первое и последующие клубневые поколения потомства от скрещивания сортов картофеля с клонами межвидовых гибридов – оценивали в селекционном питомнике Камчатского НИИСХ (рис. 1). Сеянцы выращивали в горшечной культуре. В качестве стандарта использованы сорта 'Fresco' (раннеспелый) и 'Вулкан' (среднеранний). Скороспелость созданного в Камчатском НИИСХ нового селекционного материала (потомства от скрещиваний в 2019 г. клонов межвидовых гибридов из коллекции ВИР с сортами картофеля) определяли по результатам оценки массы ботвы и массы клубней во время динамической копки в питомнике предварительного испытания. Сорт или гибрид относят к группе раннеспелых, если отношение массы клубней к массе ботвы близко к 1 (Sherstyukova, 1977). Статистическая обработка опытных данных выполнена в программе Statistica.



Рис. 1. Селекционный питомник картофеля Камчатского НИИСХ, 2023 г.

Fig. 1. Potato breeding nursery at Kamchatka Research Institute of Agriculture, 2023

Результаты

Селекционные и хозяйственно ценные признаки клонов межвидовых гибридов ВИР и сортов картофеля в коллекционном питомнике Камчатского НИИСХ

В 2020–2022 гг. продолжительность вегетации клонов межвидовых гибридов из коллекции ВИР и сортов картофеля, использованных для скрещивания, в коллекционном питомнике Камчатского НИИСХ составила 66–74 дня. Массовое появление всходов отмечено на 20–26-й день после посадки, период от массовых всходов до бутонизации составил 23–28 дней, до цветения – 32–39 дней. Обильное и продолжительное цветение и массовое образование ягод отмечено ежегодно у растений клона 134-2-2006. Умеренное цветение и хорошее ягодообразование отмечено ежегодно у растений клонов 99-6-6, 99-10-1, 8-3-2004 и 8-5-2004. У остальных изученных клонов интенсивность цветения и образование ягод изменялись в зависимости от года испытаний. Наблюдалось умеренное и массовое цветение растений клонов 99-6-5, 94-5, 135-3-2005 и 135-5-2005, цветение от умеренного до обильного и продолжительного – у клона 8-1-2004. Ягодообразование от слабого до массового отмечено у клонов 8-1-2004, 117-2, от массового до обильного – у клона 135-3-2005.

Отмечена разная степень поражения альтернариозом и проявления вирусных болезней у клонов межвидовых гибридов. Не поразились альтернариозом растения клона 99-6-5, слабое поражение (7-8 баллов) отмечено у клонов 135-3-2005, 99-6-6, 117-2, среднее поражение (4–6 баллов) – у клонов 8-1-2004, 99-10-1, 135-5-2005, 8-3-2004, 134-2-2006, 8-5-2004, сильное поражение (1–3 балла) отмечено у растений клона 94-5. У сортов 'Fresco' и 'Вулкан' отмечено среднее поражение альтернариозом (4–6 баллов).

Симптомы вирусных болезней отсутствовали у растений клонов 99-6-5, 135-5-2005, 8-3-2004, 8-5-2004, 94-5, обыкновенной мозаикой поразились клоны 99-10-1, 117-2, 134-2-2006, мозаичное закручивание листьев в сочетании с обыкновенной мозаикой наблюдали у клонов 99-6-6, 8-1-2004, 135-5-2005. Сорта 'Fresco' и 'Вулкан' в годы исследований не имели симптомов вирусных болезней.

Продуктивность сортов-стандартов и клонов межвидовых гибридов картофеля варьировала в зависимости от года испытаний. У сорта 'Fresco' высокая продуктивность (1043 г/куст) получена в 2020 г., крайне низкая (542 г/куст) – в 2021 г. (при повышенных температурах и дефиците влаги) и средняя (633 г/куст) – в 2022 г. Продуктивность сорта 'Вулкан' составила 860, 400 и 841 г/куст соответственно. В течение трех лет испытаний у клона 117-2 отмечена самая высокая средняя продуктивность – 899 г/куст – выше, чем у стандартов 'Fresco' (739 г/куст) и 'Вулкан' (700 г/куст). Клоны 99-6-6, 8-1-2004, 8-3-2004 и 8-5-2004 по средней продуктивности (753–810 г/куст) не уступали сортам-стандартам, но по-разному реагировали на условия периода вегетации: превзошли по продуктивности сорта-стандарты в 2022 г. (830–1282 г/куст), в 2021 г. показали продуктивность на уровне стандартов (444–560 г/куст), уступали сортам-стандартам по этому показателю в 2020 г. (310–911 г/куст).

Продуктивность сортов картофеля, используемых для скрещивания, в коллекционном питомнике в годы испытаний была выше, чем у клонов межвидовых гибридов из коллекции ВИР (рис. 2, а). Средняя продуктивность сортов достигала 795 г/куст, клонов межвидовых гибридов – 674 г/куст, различия достоверны по t-критерию: $t = 2,38$, $p = 0,025$. Среди изученных сортов самая высокая продуктивность (среднее за три года исследований) отмечена у сорта 'Сиреневый туман' (1094 г/куст), продуктивность лучшего среди клонов межвидовых гибридов 117-2 – 899 г/куст. Средняя масса клубней у сортов и клонов межвидовых гибридов составляет 87 и 80 г (рис. 2, б), различия незначительны: $t = 1,04$, $p = 0,30$. Клубни массой более 110 г сформированы у сортов 'Алёна' и 'Жуковский Ранний', среди клонов межвидовых гибридов наиболее крупные клубни (96 г) – у 8-1-2004. Высокая товарность отмечена как у сортов (90%), так и у клонов межвидовых гибридов (86%), различия незначительны: $t = 1,68$, $p = 0,10$.

Содержание крахмала в клубнях сортов и клонов межвидовых гибридов среднее – 12,3 и 13,0% соответственно (рис. 2, в), различия незначительны: $t = 1,46$, $p = 0,15$. Лучшие по этому показателю среди сортов –

‘Василёк’ (14,3%) и ‘Юбиляр’ (14,1%), среди клонов межвидовых гибридов – 94-5 (14,5%). По содержанию витамина С в клубнях сортов и клонов межвидовых гибридов установлена большая амплитуда изменчивости (рис. 2, г). Высокое содержание витамина С (более 15 мг/%) отмечено у сортов ‘Adretta’, ‘Вулкан’, ‘Василёк’, ‘Жуковский Ранний’ и ‘Юбиляр’, у клонов – 99-6-5, 99-10-1, 8-1-2004, 135-5-2005 и 134-2-2006. Вкусовые качества клубней хорошие и отличные (в среднем 7,4 и 7,3 балла; рис. 2, д), различия между сортами и клонами межвидовых гибридов по этому показателю несущественны: $t = 0,21$, $p = 0,87$.

Скрещиваемость

В 2019–2021 гг. выполнено 140 вариантов скрещиваний между клонами межвидовых гибридов из коллекции ВИР и сортами картофеля. В теплицах Камчатского НИИСХ опылено 1455 цветков, получено 35 удачных комбинаций с участием 10 клонов (табл. 2). Из 28 сортов, использованных в качестве второго партнера для скрещивания, оказались результативными комбинации только с 13 сортами: ‘Алёна’, ‘Жуковский Ранний’, ‘Жемчужина Камчатки’, ‘Юбиляр’, ‘Bellarosa’, ‘Alwara’, ‘Adretta’, ‘Вулкан’, ‘Рябинушка’, ‘Солнышко’, ‘Василёк’, ‘Сиреневый Туман’, ‘Петербургский’.

Большинство клонов межвидовых гибридов из коллекции ВИР результативно использованы в скрещиваниях как материнские формы. Клоны 99-6-6 и 134-2-2006 удалось использовать при гибридизации в качестве как материнской, так и отцовской форм, клон 117-2 – только как опылитель. Завязываемость ягод при гибридизации варьировала от 7% до 100% (см. табл. 2) и зависела от комбинации скрещивания и внешних факторов. Так, в комбинации 94-5 × ‘Bellarosa’ в 2019 г. завязываемость ягод составила 100%, среднее число семян в одной ягоде – 158 шт., а в 2021 г. – 41% и 38 шт. соответственно. В комбинации 94-5 × ‘Солнышко’ 100-процентная завязываемость ягод отмечена в 2019 г. и 60-процентная – в 2021 г., среднее число семян в ягоде почти одинаково – 66 и 68 штук. В комбинации 8-1-2004 × ‘Солнышко’ завязываемость ягод также составила 100% в 2020 г. и 45% в 2021 г., среднее число семян в ягоде – 45% и 50 штук соответственно.

В комбинациях скрещиваний клона 135-3-2005 с сортами ‘Bellarosa’, ‘Сиреневый Туман’, ‘Alwara’, ‘Солнышко’ и ‘Василёк’, выполненных в 2020 г., завязываемость ягод варьировала от 7 до 100% (см. табл. 1). Наиболее результативным было скрещивание с сортом ‘Солнышко’: 100-процентная завязываемость ягод, среднее содержание семян – 133 штуки, наименее успешным – скрещивание с сортом ‘Bellarosa’: после опыления 13 цветков получена 1 ягода, содержащая 23 семени.

Хорошая завязываемость ягод (не менее чем у 75% опыленных цветков) и многосемянные ягоды (100 и более семян) получены при опылении клонов 134-2-2006, 94-5, 99-10-1, 8-1-2004 и 8-5-2004 сортом ‘Bellarosa’ в 2019 г., при опылении клона 134-2-2006 пылью сорта ‘Алёна’ в 2020 г., при опылении клона 135-3-2005 пылью сортов ‘Солнышко’ и ‘Василёк’ в 2021 г.

В условиях Камчатского края результативными оказались четыре комбинации скрещиваний, в которых в качестве опылителей использованы клоны межвидовых гибридов: ‘Рябинушка’ × 99-6-6, ‘Петербургский’ × 117-2 и сортов ‘Жуковский Ранний’ и ‘Юбиляр’ с клоном 134-2-2006. Из этих комбинаций наиболее удачно скрещивание ‘Рябинушка’ × 99-6-6 (завязываемость ягод – 66%, среднее число семян в ягоде – 67 шт.), результаты

близки полученным в комбинации 99-6-6 × ‘Вулкан’ (завязываемость ягод – 100%, среднее число семян в ягоде – 75 шт.). При использовании клона 134-2-2006 в качестве опылителя завязываемость ягод слабая – 10–14%, ягоды малосемянные – 22–57 шт. При использовании этого же клона в качестве материнской формы в комбинациях с сортами ‘Bellarosa’, ‘Алёна’, ‘Alwara’ и ‘Вулкан’ завязываемость ягод и число семян в ягоде значительно выше: 33–100% и 60–222 шт. соответственно. Клон 117-2 при опылении сорта ‘Петербургский’ обеспечил 50-процентную завязываемость ягод, но с малым числом семян (см. табл. 2).

Оценка нового селекционного материала

В течение 2020–2022 гг. проведена оценка сеянцев 35 комбинаций от скрещивания клонов 94-5, 99-10-1, 8-1-2004, 8-3-2004, 8-5-2004, 135-3-2005, 135-5-2005, 99-6-6, 117-2 и 134-2-2006 с сортами ‘Алёна’, ‘Жуковский Ранний’, ‘Жемчужина Камчатки’, ‘Юбиляр’, ‘Bellarosa’, ‘Alwara’, ‘Adretta’, ‘Вулкан’, ‘Рябинушка’, ‘Солнышко’, ‘Василёк’, ‘Сиреневый Туман’, ‘Петербургский’. В 2020 г. высеяно 1339 семян, распикировано 589 (44%) сеянцев, отобрано 523 клубня (от 36 до 100 в зависимости от комбинации), в 2021 г. высеяно 1344 семян, распикировано 399 (29%) сеянцев, отобрано 298 клубней (от 15 до 99 штук), в 2022 г. высеяно 3099 семян, распикировано 1615 (52%) сеянцев, отобрано 1068 клубней (от 41 до 100 штук).

Сеянцы семи комбинаций скрещиваний, полученных в 2019 г., прошли оценку в питомниках первого, второго клубневого поколений и предварительного испытания. Это потомство от опыления клонов 134-2-2006, 94-5, 99-10-1, 8-1-2004 и 8-5-2004 сортом ‘Bellarosa’, клона 94-5 – сортом ‘Солнышко’ и комбинации ‘Рябинушка’ × 99-6-6. В 2022 г. среди 22 генотипов пяти комбинаций скрещивания межвидовых гибридов из коллекции ВИР с сортами картофеля выделены высокопродуктивные и скоро-спелые формы в потомстве четырех комбинаций скрещивания (табл. 3).

Массовое появление всходов у новых гибридных форм картофеля отмечено на 21–32-й день после посадки, период от массовых всходов до бутонизации составил 28–36 дней, до цветения – 34–40 дней. По результатам динамической копки на 70-й день (16 августа) продуктивность гибридов составила от 17 до 1000 г/куст. Выделены формы, продуктивность которых выше, чем у сортов-стандартов ‘Fresco’ и ‘Вулкан’ (рис. 3, 4). Формы с высокой продуктивностью на 70-й день после посадки выделены в потомстве от скрещиваний клонов 94-5, 8-1-2004 и 8-5-2004 с сортом ‘Bellarosa’ и клона 94-5 с сортом ‘Солнышко’. Это гибриды 73-1-22, 73-6-22, 73-12-22 и 73-21-22; 64-13-22, 27-2-22 и 78-21-22 (см. табл. 3). Среди 22 новых селекционных форм выделены шесть ранне-спелых: 73-1-22, 73-16-22, 64-7-22, 78-21-22, 78-3-22, 27-7-02, у которых отношение массы клубней к массе ботвы – 1,0–1,7. Продуктивность этих гибридов составляет 367–1000 г/куст. Наибольший интерес представляют новые раннеспелые гибриды 73-1-22 (94-5 × ‘Bellarosa’) и 78-21-22 (8-5-2004 × ‘Bellarosa’), более продуктивные, чем сорта-стандарты. Гибриды 73-20-22, 73-13-22, 73-6-22, 73-21-22, 64-13-22, 78-2-22, 27-2-22 относятся к среднеранней группе спелости (отношение массы клубней к массе ботвы – 0,6–0,8). Среди новых гибридных форм среднеранней группы спелости наибольший интерес представляют гибриды 73-21-22 (94-5 × ‘Bellarosa’) и 27-2-22 (8-1-2004 × ‘Bellarosa’), продуктивность которых выше, чем у сортов-стандартов.

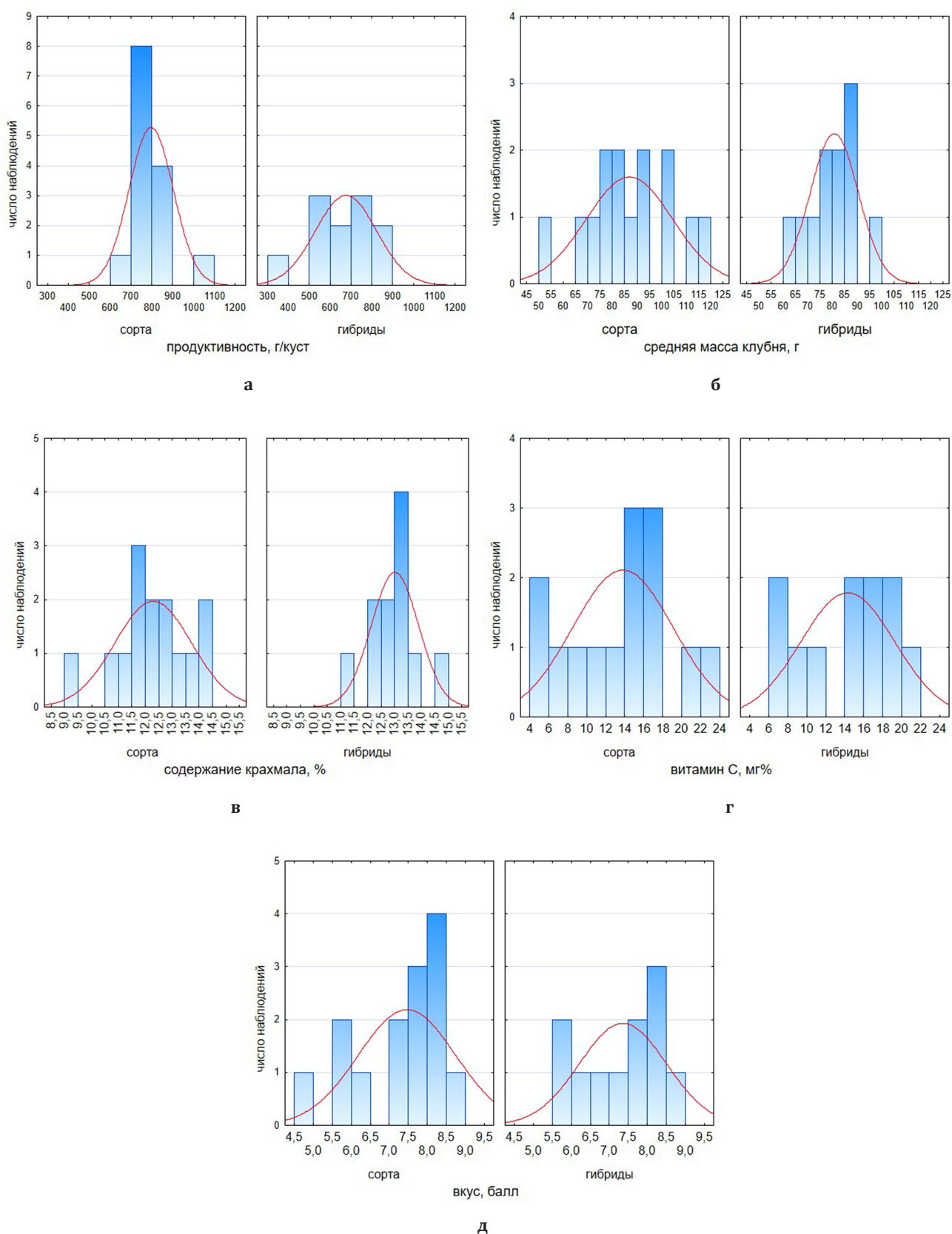


Рис. 2. Продуктивность и качество клубней у сортов (14) и гибридов картофеля (11) в коллекционном питомнике Камчатского НИИСХ в 2020–2022 гг.: а – продуктивность; б – средняя масса клубня; в – содержание крахмала; г – содержание витамина С; д – вкус

Fig. 2. Yield and tuber quality characteristics of potato hybrids (11) and cultivars (14) at the collection nursery of Kamchatka Research Institute of Agriculture (2020–2022): а – yield; б – average tuber weight; в – starch content; г – vitamin C content; д – taste

Таблица 2. Результаты скрещиваний межвидовых гибридов из коллекции ВИР с сортами картофеля, проведенных Камчатским НИИСХ в 2019–2021 гг.**Table 2.** Results of the crosses between interspecific hybrids and cultivars of potato at Kamchatka Research Institute of Agriculture (2019–2021)

Гибрид картофеля / Potato hybrid	Число комбинаций скрещиваний с сортами / Number of crosses with potato cultivars	Число опыленных цветков / Number of pollinated flowers	Завязалось ягод, мин. – макс. (%) / Berries formed, min – max (%)	Средне число семян в одной ягоде, мин. – макс. / Average seed number per berry, min – max
99-6-5	0	46	0	0
99-6-6 (♂♀)	2	5	66–100	67–75
94-5	5	45	42–100	30–158
99-10-1	3	13	40–100	46–110
8-1-2004	2	19	45–100	45–241
8-3-2004	3	19	57–100	21–103
8-5-2004	4	48	12–75	67–207
135-3-2005	5	35	7–100	13–133
135-5-2005	4	11	18–100	30–102
117-2	1	12	50	18
134-2-2006 (♂♀)	6	28	14–100	22–222
Итого:	35	281		

Примечание: ♂♀ – скрещивания результативны при использовании гибридов картофеля в качестве и материнской, и отцовской форм

Note: ♂♀ – the crosses were effective when potato hybrids were used as maternal and paternal forms

Таблица 3. Продуктивность и скороспелость нового поколения гибридов картофеля (учет на 70-й день вегетации, 16.08.2022 г., Камчатский НИИСХ)**Table 3.** Yield and earliness of the new generation of potato hybrids

(assessed on the 70th day of the growing season, Aug. 16, 2022, Kamchatka Research Institute of Agriculture)

Сорт, селекционный номер гибрида / Cultivar or hybrid breeding No.	Происхождение гибрида / Pedigree of the hybrid	Масса ботвы, г/куст / Haulm weight, g/plant	Продуктивность, г/куст / Yield, g/plant	Средняя масса 1 клубня, г / Average weight of 1 tuber, g	Товарность, % / Tuber marketability, %	Отношение массы клубней к массе ботвы / Ratio of tuber weight to haulm weight
‘Fresco’		567	466	50	86	0,8
‘Вулкан’		667	600	45	83	0,9
73-1-22	94-5 × ‘Bellarosa’	934	1000	49	83	1,1
73-2-22	“	700	300	42	61	0,4
73-3-22	“	633	167	–	–	0,3
73-6-22	“	900	633	37	58	0,7
73-9-22	“	534	266	–	–	0,5
73-12-22	“	1633	666	40	60	0,4
73-13-22	“	867	500	56	60	0,6

Таблица 3. Окончание

Table 3. The end

Сорт, селекционный номер гибрида / Cultivar or hybrid breeding No.	Происхождение гибрида / Pedigree of the hybrid	Масса ботвы, г/куст / Haulm weight, g/plant	Продуктивность, г/куст / Yield, g/plant	Средняя масса 1 клубня, г / Average weight of 1 tuber, g	Товарность, % / Tuber marketability, %	Отношение массы клубней к массе ботвы / Ratio of tuber weight to haulm weight
73-16-22	“	400	483	37	41	1,2
73-20-22	“	834	533	40	63	0,6
73-21-22	“	1033	833	38	52	0,8
64-7-22	94-5 × ‘Солнышко’	233	400	50	50	1,7
64-13-22	“	1000	633	45	71	0,6
27-2-22	8-1-2004 × ‘Bellarosa’	900	867	62	81	0,8
27-5-22	“	533	167	38	36	0,3
27-7-02	“	533	533	35	56	1,0
78-2-22	8-5-2004 × ‘Bellarosa’	567	566	56	76	0,6
78-3-22	“	333	367	39	82	1,1
78-6-22	“	333	17	–	–	–
78-13-22	“	567	300	40	44	0,5
78-21-22	“	567	650	46	67	1,1
63-9-22	‘Рябинушка’ × 99-6-6	1167	267	30	38	0,2
63-10-22	“	1033	300	39	39	0,3



Рис. 3. Клубни сортов-стандартов ‘Вулкан’ и ‘Fresco’

Fig. 3. Tubers of cvs. ‘Vulkan’ and ‘Fresco’ (references)



Рис. 4. Клубни новых высокопродуктивных гибридов 73-1-22 и 73-21-22 (отбор в комбинации 94-5 × 'Bellarosa')

Fig. 4. Tubers of new high-yielding potato hybrids 73-1-22 and 73-21-22 (selected from the 94-5 × 'Bellarosa' combination)

Обсуждение

Для повышения эффективности селекционного процесса и создания отечественных сортов картофеля нового поколения необходимо постоянное обновление генофонда родительских форм, вовлечение в гибридизацию генетически разнообразного исходного материала (Simakov et al., 2017; Simakov et al., 2020). Первым этапом каждой селекционной программы является сбор информации о потенциальных родительских формах и их точная оценка в конкретных агроэкологических условиях (Bradshaw, 2021). Селекционную ценность родительских форм определяют по результатам изучения их родословных, оценки полового потомства и коэффициентов отбора (Nagel et al., 2022). Выделение исходного материала среди сортов картофеля в коллекции ВИР для селекции на скороспелость, продуктивность, высокое содержание крахмала, устойчивость к ЗКН и фитофторозу рекомендовано осуществлять с применением технологии многоступенчатого скрининга генофонда (Kostina et al., 2010). Нами впервые проведена оценка селекционной ценности клонов межвидовых гибридов картофеля из коллекции ВИР в ходе выполнения селекционной программы по созданию новых сортов картофеля для условий Камчатского края.

Изучение клонов межвидовых гибридов картофеля из коллекции ВИР в условиях Камчатского края показало, что по большинству параметров хозяйственно ценных признаков клоны соответствуют требованиям, предъявляемым к столовому картофелю. При разной тепло- и влагообеспеченности в период вегетации продуктивность клонов 99-6-6, 8-1-2004, 8-3-2004, 8-5-2004, 117-2 была на уровне или выше, чем продуктивность сортов-стандартов 'Вулкан' и 'Fresco'. Минимальная продуктивность (400–444 г/куст), отмеченная у сорта 'Вулкан' и клонов межвидовых гибридов в 2021 г. (при повышенных температурах и дефиците влаги), эквивалентна

урожайности 16 т/га – необходимой для ранних сортов картофеля (Simakov et al., 2018).

Изучение межвидовых гибридов картофеля из коллекции ВИР, проведенное в условиях Тульской области, выявило клоны высокопродуктивные, экологически пластичные со стабильной урожайностью (Khloruyuk et al., 2021). Изучение межвидовых гибридов из коллекции ВИР, проведенное в условиях Московской области, выявило клоны с комплексом ценных признаков, которые были использованы для скрещивания с сортами и селекционными формами Федерального исследовательского центра (ФИЦ) картофеля имени А.Г. Лорха (Simakov et al., 2017).

Результаты испытаний клонов межвидовых гибридов картофеля в условиях Камчатского края подтверждают их селекционную ценность. Способность клона 117-2 стабильно формировать высокий урожай при испытаниях в 2014–2020 гг. в Тульской области сохраняется и в условиях Камчатки. Экологическая пластичность клона 8-3-2004, установленная при выращивании в Ленинградской и Тульской областях, отмечена и в экстремальных условиях Камчатского края. Клоны 135-5-2005, 8-3-2004 и 8-5-2004, у которых отмечена высокая полевая устойчивость к вирусным болезням (на уровне 7–9 баллов) в условиях инфекционного фона в опытах ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха (Московская обл.), не имели симптомов вирусного поражения и при выращивании в питомнике Камчатского НИИСХ.

Клубни, сформированные на растениях клонов межвидовых гибридов, отличаются хорошими потребительскими качествами. Особую ценность представляет высокое содержание витамина С, важным источником которого является раннеспелый картофель. Анализ данных о биохимическом составе клубней показывает, что высокое содержание витамина С характерно для клубней клонов 99-10-1 и 134-2-2006 при выращивании в разных почвенно-климатических условиях: 18,8–20,7 мг/% в усло-

виях Камчатского края и 16–19 мг/% в условиях Московской области (Polivanova et al., 2021).

При скрещивании с сортами картофеля более эффективно использование межвидовых гибридов картофеля в качестве материнских форм. Об этом свидетельствуют результаты гибридизационной работы, выполненной в ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха (Simakov et al., 2017) и Камчатском НИИСХ. Зависимость результатов от сорта-опылителя и внешних условий хорошо отражает сравнительный анализ скрещивания клонов 8-1-2004 и 135-5-2005 с разными сортами в ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха (Simakov et al., 2017) и в Камчатском НИИСХ. В каждой селекционной программе использованы проверенные опылители с высокой фертильностью. При скрещивании клонов 8-1-2004 и 135-5-2005 с сортами 'Аврора', 'Бриз', 'Дубрава', 'Labadia', 'Киви', 'Валентина', 'Gala' (Simakov et al., 2017) завязываемость ягод составила 33–48%, количество семян в ягоде – 122–188 шт. В комбинациях клонов 8-1-2004 и 135-5-2005 с сортами 'Bellarosa', 'Вулкан', 'Солнышко' завязываемость ягод – 45–100%, количество семян в ягоде – 30–241 шт. (Камчатский НИИСХ)

Результаты гибридизации в условиях Камчатского края указывают на пригодность использования клонов межвидовых гибридов из коллекции ВИР и в качестве опылителей. Малая обсемененность ягод в комбинациях с использованием пыльцы клонов межвидовых гибридов обуславливает необходимость проведения большого числа скрещиваний. В то же время получение потомства от реципрокных скрещиваний не только перспективно для селекции, но представляет интерес и для генетических исследований – изучения особенностей наследования признаков в потомстве клонов межвидовых гибридов картофеля.

Новые раннеспелые и высокопродуктивные гибриды выделены в потомстве от скрещивания среднеранних клонов 94-5 и 8-1-2004 с раннеспелым сортом 'Bellarosa', в потомстве двух среднеранних форм: клона 94-5 с сортом 'Солнышко' или комбинации среднеспелого клона 8-5-2004 с ранним сортом 'Bellarosa'. В комбинации среднераннего сорта 'Рябинушка' и среднеспелого клона 99-6-6 селекционного материала, перспективного для условий Камчатского края, не выделено. Изучение потомства, полученного в комбинациях скрещиваний межвидовых гибридов из коллекции ВИР с сортами картофеля, будет продолжено. Исключительно важным является идентификация наиболее ценных родительских пар для повышения частоты появления форм с ранним сроком созревания. Большой интерес представляет оценка нового поколения гибридов по устойчивости к возбудителям вирусных болезней, глободерозу и раку картофеля.

Заключение

Межвидовые гибриды 94-5, 99-10-1, 8-1-2004, 8-3-2004, 8-5-2004, 135-3-2005, 135-5-2005, 99-6-6 и 134-2-2006 из коллекции ВИР в условиях Камчатского края по большинству хозяйственно ценных признаков соответствуют или незначительно уступают сортам картофеля, при скрещивании отличаются хорошими показателями ягодообразования и завязываемости семян. Использование клонов 94-5, 8-1-2004 и 8-5-2004 в качестве материнских форм при скрещивании с сортами 'Bellarosa' и 'Солнышко' позволило создать новый селекционный материал, перспективный для выведения скороспелых сортов картофеля в условиях Камчатского края.

References / Литература

- Bradshaw J.E. Potato breeding: Theory and practice. Cham: Springer International Publishing; 2021.
- Khlopyuk M.S., Chalaya N.A., Rogozina E.V. Stability of agronomic traits in interspecific hybrid potato clones in the Central Region of European Russia. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2021;182(4):79-89. [in Russian] (Хлопчук М.С., Чалая Н.А., Рогозина Е.В. Стабильность агрономически ценных признаков у клонов межвидовых гибридов картофеля в условиях Центрального региона европейской территории России. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2021;182(4):79-89). DOI: 10.30901/2227-8834-2021-4-79-89
- Kostina L.I., Fomina V.E., Koroleva L.V., Bychkov D.A., Kosareva O.S. Catalogue of the VIR global collection. Issue 804. Potato: Breeding varieties (initial material selected with a new technology). St. Petersburg: VIR; 2010. [in Russian] (Костина Л.И., Фомина В.Е., Королева Л.В., Бычков Д.А., Косарева О.С. Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 804. Картофель: Селекционные сорта картофеля: (исходный материал, выделенный на основе новой технологии). Санкт-Петербург: ВИР, 2010).
- Methodology of potato crop research (Metodika issledovaniy po kulture kartofelya). Moscow: Research Institute of Potato Farming; 1967. [in Russian] (Методика исследований по культуре картофеля. Москва: НИИРХ; 1967).
- Nagel M., Dulloo M.E., Bissessur P., Gavrilenko T., Bamberg J., Ellis D., Giovannini P. A global strategy for the conservation of potato. Bonn: Global Crop Diversity Trust; 2022. DOI: 10.5447/ipk/2022/29
- Polivanova O.B., Gins E.M., Moskalev E.A., Voinova M.S., Koroleva A.K., Semenov A.Zh. et al. Quality evaluation, phytochemical characteristics and estimation of beta-carotene hydroxylase 2 (*Chy2*) alleles of interspecific potato hybrids. *Agronomy*. 2021;11(8):1619. DOI: 10.3390/agronomy11081619
- Rogozina E.V., Chalaya N.A., Beketova M.P., Biryukova V.A., Kirpicheva M.A., Kuznetsova M.A., Manankov V.V., Fadina O.A., Khlopyuk M.S., Khavkin E.E. Catalogue of the VIR global collection. Issue 866. Interspecific potato hybrids resistant to disease causative agents. St. Petersburg: VIR; 2018. [in Russian] (Рогозина Е.В., Чалая Н.А., Бекетова М.П., Бирюкова В.А., Кирпичева Т.В., Кузнецова М.А., Мананков В.В., Фаина О.А., Хлопчук М.С., Хавкин Э.Е. Каталог мировой коллекции ВИР. Выпуск 866. Межвидовые гибриды картофеля, устойчивые к возбудителям болезней. Санкт-Петербург: ВИР; 2018).
- Ryakhovskaya N.I., Gaynatullina V.V., Vlasenko G.P. Agrobiological rationale for seed potato cultivation in the environments of Kamchatka Territory (Agrobiologicheskoye obosnovaniye vozdeliyvaniya semennogo kartofelya v usloviyakh Kamchatskogo kraya). Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2016. [in Russian] (Ряховская Н.И., Гайнатуллина В.В., Власенко Г.П. Агробιοιολογическое обоснование возделывания семенного картофеля в условиях Камчатского края. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2016).
- Sherstyukova T.P. Evaluation of potato hybrids of various origin according to their earliness in the environments of Kamchatka Territory (Otsenka gibridov kartofelya razlichnogo proiskhozhdeniya po skorospelosti v usloviyakh Kamchatskoy oblasti). *Nauchnye trudy Leningradskogo selskokhozyaystvennogo instituta = Scientific Papers of Leningrad Agricultural Institute*. 1977;(298):57-61. [in Russian] (Шерстюкова Т.П. Оценка гибридов картофеля различного происхождения по скороспелости

- сти в условиях Камчатской области. *Научные труды Ленинградского сельскохозяйственного института*. 1977;(298):57-61).
- Simakov E.A., Anisimov B.V., Zhevora S.V., Mityushkin A.V., Meleshin A.A., Apshev Kh.Kh., Zhuravlev A.A., Mityushkin A.V., Zharova V.A., Salyukov S.S., Ovechkin S.V., Gayzatulin A.S., Shanina E.P., Klyukina E.M., Stashevski Z., Zamalieva F.F., Krasnikov S.N., Rogachev N.I., Dergacheva N.V., Cheremisin A.I., Evdokimova Z.Z., Shelabina T.A., Novoselov A.V., Volik N.M., Dolov M.S., Abazov A.Kh., Sergeeva Z.F., Sintsova N.F., Gadzhiev N.M., Lebedeva V.A., Seregina N.I., Dubinin S.V. Potato cultivars bred in Russia (Sorta kartofelya rossiyskoy selektsii). Simakov E.A. (ed.). Moscow; 2018. [in Russian]. (Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В., Митюшкин А.В., Мелешин А.А., Апшев Х.Х., Журавлев А.А., Митюшкин А.В., Жарова В.А., Салюков С.С., Овечкин С.В., Гайзатулин А.С., Шанина Е.П., Клюкина Е.М., Стасевский З., Замалиева Ф.Ф., Красников С.Н., Рогачев Н.И., Дергачева Н.В., Черемисин А.И., Евдокимова З.З., Шелабина Т.А., Новоселов А.В., Волик Н.М., Долов М.С., Абазов А.Х., Сергеева З.Ф., Синцова Н.Ф., Гаджиев Н.М., Лебедева В.А., Серегина Н.И., Дубинин С.В. Сорта картофеля российской селекции / под ред. Е.А. Симакова. Москва; 2018).
- Simakov E.A., Anisimov B.V., Zhevora S.V., Mityushkin A.V., Zhuravlev A.A., Mityushkin A.V., Gaizatulin A.S. Current trends in the development of potato breeding and seed production in Russia. *Potato and Vegetables*. 2020;(12):22-26. [in Russian]. (Симаков Е.А., Анисимов Б.В., Жевора С.В., Митюшкин А.В., Журавлев А.А., Митюшкин А.В., Гайзатулин А.С. Актуальные направления развития селекции и семеноводства картофеля в России. *Картофель и овощи*. 2020;(12):22-26). DOI: 10.25630/PAV.2020.49.70.005
- Simakov E.A., Sklyarova N.P., Yashina I.M. (comp.). Guidelines for potato breeding process technology (Metodicheskiye ukazaniya po tekhnologii selektsionnogo protsessa kartofelya). Moscow; 2006. [in Russian] (Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля / сост. Е.А. Симаков, Н.П. Скларова, И.М. Яшина. Москва; 2006).
- Simakov E.A., Zharova V.A., Mityushkin A.V., Biryukova V.A., Rogozina E.V., Kiru S.D. The use of genetic resources to increase the efficiency of potato breeding. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2017;178(2):113-121. [in Russian] (Симаков Е.А., Жарова В.А., Митюшкин А.В., Бирюкова В.А., Рогозина Е.В., Кирю С.Д. Использование генетических ресурсов картофеля для повышения эффективности селекции. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*. 2017;178(2):113-121). DOI: 10.30901/2227-8834-2017-2-113-121
- Strategy for the development of agro-industrial and fishery complexes of the Russian Federation for the period until 2030 (Strategiya razvitiya agropromyshlennogo i rybokhozyaystvennogo kompleksov Rossiyskoy Federatsii na period do 2030 goda). Moscow: Government of the Russian Federation; 2022. [in Russian] (Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. Москва: Правительство Российской Федерации; 2022). URL: <http://static.government.ru/media/files/G3hzRyrGPbmFAfBFgmEhxTrec694MaHr.pdf> [дата обращения: 28.08.2023].

Информация об авторах

Анна Дмитриевна Иващенко, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ВИР, 684033 Россия, Камчатский край, Елизовский район, с. Сосновка, ул. Центральная, 4, ivashchenkoanna@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4714-4565>

Тамара Петровна Шерстюкова, старший научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ВИР, 684033 Россия, Камчатский край, Елизовский район, с. Сосновка, ул. Центральная, 4, shestyukova.tamara@tamara.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8574-4604>

Ольга Ивановна Хасбиуллина, кандидат сельскохозяйственных наук, директор, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал ВИР, 684033 Россия, Камчатский край, Елизовский район, с. Сосновка, ул. Центральная, 4, Khasbiullina@kamniish.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7368-0244>

Елена Вячеславовна Рогозина, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, 190000 Россия, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42, 44, rogozinaelena@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2743-068X>

Information about the authors

Anna D. Ivashchenko, Senior Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Kamchatka Research Institute of Agriculture, branch of VIR, 4 Tsentralnaya St., Sosnovka Village, Yelizovsky District, Kamchatka Territory 684033, Russia, ivashchenkoanna@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4714-4565>

Tamara P. Sherstyukova, Senior Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Kamchatka Research Institute of Agriculture, branch of VIR, 4 Tsentralnaya St., Sosnovka Village, Yelizovsky District, Kamchatka Territory 684033, Russia, shestyukova.tamara@tamara.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8574-4604>

Olga I. Khasbiullina, Cand. Sci. (Agriculture), Director, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, Kamchatka Research Institute of Agriculture, branch of VIR, 4 Tsentralnaya St., Sosnovka Village, Yelizovsky District, Kamchatka Territory 684033, Russia, Khasbiullina@kamniish.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7368-0244>

Elena V. Rogozina, Dr. Sci. (Biology), Leading Researcher, N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, 42, 44 Bolshaya Morskaya Street, St. Petersburg 190000, Russia, rogozinaelena@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-2743-068X>

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests: the authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 01.11.2023; одобрена после рецензирования 23.11.2023; принята к публикации 04.03.2024.
The article was submitted on 01.11.2023; approved after reviewing on 23.11.2023; accepted for publication on 04.03.2024.