

ISSN 1029-8940 (Print)

ISSN 2524-230X (Online)

УДК 635.21:575.222.73:577.21:631.527.3:632.938.1:575.153

Поступила в редакцию 12.10.2017

Received 12.10.2017

Ю. В. Полюхович, В. И. Лукша, Е. В. Воронкова, О. Н. Гукасян, А. П. Ермишин

Институт генетики и цитологии НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь

**ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЦИТОПЛАЗМ
ДИКОГО АЛЛОТЕТРАПЛОИДНОГО ВИДА
КАРТОФЕЛЯ *SOLANUM STOLONIFERUM* В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМЫ
МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ**

Аннотация. Известно, что из-за односторонней несовместимости ценный для селекции дикий аллотетраплоидный вид картофеля *S. stoloniferum* может использоваться в скрещиваниях с культурным картофелем только в качестве материнской формы. Однако с цитоплазмой W/γ дикого вида связана мужская стерильность сортов картофеля, что ограничивает их использование в селекции.

Изучение разнообразия генетических типов цитоплазм коллекции из 26 образцов *S. Stoloniferum* показало, что генный пул этого дикого вида наряду с цитоплазмой W/γ представлен цитоплазмами W/α, D/α, D/γ и редким типом цитоплазмы, который не укладывается в имеющуюся классификацию. Предполагается, что при обнаружении в генетическом пуле этого вида образцов с отличной от W/γ цитоплазмой могут быть получены межвидовые гибриды, на основе которых возможно выведение мужски фертильных сортов картофеля.

Ключевые слова: картофель, *Solanum stoloniferum*, ДНК-маркеры, цитоплазматическая мужская стерильность

Для цитирования: Генетическое разнообразие цитоплазм дикого аллотетраплоидного вида картофеля *Solanum stoloniferum* в решении проблемы мужской стерильности межвидовых гибридов / Ю. В. Полюхович [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларусі. Сер. біял. навук. – 2018. – Т. 63, № 1. – С. 33–38.

Yu. V. Polyukhovich, V. I. Luksha, E. V. Voronkova, O. N. Gukasian, A. P. Yermishin

Institute of Genetic and Cytology of the National Academy of Science of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

**EVALUATION OF CYTOPLASMIC GENETIC DIVERSITY OF WILD ALLOTETRAPLOID
POTATO SPECIES *SOLANUM STOLONIFERUM* IN CONNECTION
WITH THE PROBLEM OF MALE STERILITY OF INTERSPECIFIC HYBRIDS**

Abstract. Valuable for breeding wild allotetraploid potato species *S. stoloniferum* can be only used as a female in crosses with cultivated potatoes. However, male sterility of potato varieties is associated with W/γ cytoplasm of the wild species that limits their use in breeding.

The collection of 26 accessions of *S. stoloniferum* was studied to evaluate the cytoplasmic genetic diversity. It has been revealed that W/α, D/α, D/γ cytoplasm as well as rare type of cytoplasm that does not fit to existing nomenclature are present in genic pool of the species along with W/γ cytoplasm. It is believed that discovery of *S. stoloniferum* accessions with cytoplasm different from W/γ makes it possible to produce interspecific hybrids that can be used for breeding male fertile potato varieties.

Keywords: potato, *Solanum stoloniferum*, DNA-markers, cytoplasmic male sterility

For citation: Polyukhovich Yu. V., Luksha V. I., Voronkova E. V., Gukasian O. N., Yermishin A. P. Evaluation of cytoplasmic genetic diversity of wild allotetraploid potato species *Solanum stoloniferum* in connection with the problem of male sterility of interspecific hybrids. *Vesti Natsyonal'noi akademii nauk Belarusi. Seriya biyalagichnykh nauk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2018, vol. 63, no. 1, pp. 33–38 (in Russian).

Введение. Дикий аллотетраплоидный вид картофеля *S. stoloniferum* является источником ряда ценных генов, которые представляют значительный интерес для селекции на устойчивость к широкому кругу заболеваний и вредителей, а также к неблагоприятным абиотическим факторам среды [1–4]. Однако этот вид сравнительно редко используется в селекции, так как практически не скрещивается с культурным картофелем *S. tuberosum*. Одним из факторов, которые затрудняют гибридизацию с *S. stoloniferum*, является односторонняя несовместимость, при которой гибридные семена удается получить при использовании в качестве материнской формы дикого вида, а обратные скрещивания оказываются неудачными [5, 6]. В случае успешной интрогрессии ценных генов аллотетраплоидного вида в селекционный материал получают сорта картофеля, для которых характерна мужская стерильность, связанная с цитоплазмой дикого вида W/γ [2, 7, 8]. Это существенно ограничивает их применение в селекции, так как позволяет использовать их

только в качестве материнских форм. Увеличение доли сортов картофеля с цитоплазматической мужской стерильностью вызывает беспокойство у селекционеров, так как может привести к значительному сужению выбора эффективных опылителей [9].

К. Adivilaga, С. Brown [10] предложили способ получения гибридов с участием *S. stoloniferum*, имеющих цитоплазму культурного картофеля. Способ основан на использовании в качестве опылителей в скрещиваниях с сортами культурного картофеля так называемых трипландроидов – триплоидных межвидовых гибридов, образующих фертильную нередуцированную пыльцу. В результате получают пентаплоидные гибриды, которые можно беккроссировать культурным картофелем, используя их в качестве материнских форм. Эффективность данного метода низкая, что связано с небольшой частотой образования $2n$ пыльцы у аллотетраплоидных видов. Поэтому сложно ожидать появления трипландроидов в потомстве определенных образцов дикого вида, представляющих интерес для селекции.

Предложенное нами решение этой проблемы основано на использовании в качестве материнских форм в скрещиваниях с *S. stoloniferum* оригинальных диплоидных SvSv-линий. Последние представляют собой диплоидные линии *S. tuberosum*, у которых S-ген презиготной самонесовместимости культурного картофеля (*St*) замещен на ген Sv от самосовместимого дикого диплоидного вида картофеля *S. verrucosum*. Благодаря этому они не образуют пестичных S-RNКаз, останавливающих рост пыльцевых трубок, и имеют те же возможности для использования в качестве посредников для преодоления презиготной несовместимости, что и *S. verrucosum* [11]. SvSv-линии имеют высокую функциональную фертильность пыльцы (ФФП) и цитоплазму типа D/γ. С их помощью были получены триплоидные гибриды с *S. stoloniferum*. В результате митотического удвоения хромосом у этих гибридов получены гексаплоидные линии, образующие пыльцу с высокой функциональной фертильностью, которые скрещиваются с сортами культурного картофеля. К недостаткам метода следует отнести невысокий выход межвидовых гибридов из-за низкой всхожести гибридных семян (1–2 %) [12].

Цель настоящего исследования – изучить разнообразие генетических типов цитоплазм коллекции образцов дикого аллотетраплоидного вида картофеля *S. Stoloniferum*. Предполагается, что при обнаружении в генетическом пуле этого вида образцов с отличной от W/γ цитоплазмой могут быть получены межвидовые гибриды, на основе которых возможно выведение мужски фертильных сортов картофеля.

Материалы и методы исследования. В качестве материала исследования использовали 26 образцов дикого аллотетраплоидного вида картофеля *S. stoloniferum*, семена которого получены из United States Potato Genebank NRSP 6). В качестве положительных контролей диких и культурных видов (доноров цитоплазм определенного типа) использовали *S. demissum* линий 68-9, 31-41, 31-36 (получены в виде пробирочных растений из НИЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству) и сорта *S. tuberosum* Лазурит, Adora, Блакит, Невский (тип D), *S. phureja* линии- гаплопродюсеры Ivp35, Ivp48 [13] (получены в виде пробирочных растений из NRSP 6), линия 63-2 (получена в виде пробирочных растений из НИЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству) (тип P), сорта *S. tuberosum* Прамень, Аксамит, Liu (тип T).

Оценку ФФП определяли путем подсчета частоты прорастания пыльцевых зерен за 2 ч при 25 °С на искусственной питательной среде по методике, предложенной в работе [14]. ДНК выделяли из листьев с использованием наборов DNA purification Kit производства фирмы Thermo Scientific (ЕС) в соответствии с рекомендациями производителя и некоторыми модификациями, позволяющими увеличить выход и качество тотальной ДНК картофеля. Амплификацию ДНК осуществляли на автоматическом программируемом термоциклере GenAmp System 2700 фирмы PE Applied Biosystems (США). Тип цитоплазмы у образцов *S. stoloniferum* определяли по методике, приведенной в работе [15]. Олигонуклеотидные последовательности для идентификации соответствующих маркеров хлоропластов и митохондрий синтезированы в ОДО «Праймтех» (г. Минск, Беларусь).

Результаты и их обсуждение. Как видно из таблицы, растения большинства изученных образцов *S. stoloniferum* в условиях Беларуси (растения выращивались при естественном освещении в летний период 2013 г. в теплице) были способны формировать пыльцу с высокой функциональной фертильностью. Оценка ФФП 24 образцов выявила два стерильных образца и три с пони-

Типы цитоплазмы образцов дикого аллотетраплоидного вида картофеля *S. stoloniferum*
Type of cytoplasm wild allotetraploid potato species *S. stoloniferum*

Образец <i>S. stoloniferum</i>	ФФП, %	Маркер и его позиция					Тип цитоплазмы
		T	D	A	Sac	ALM	
PI 160224	0	1	0	2	2	α	W/ α
PI 160226	10	1	0	2	2	α	W/ α
PI 160372	25	1	0	2	2	α	W/ α
PI 201855	–	1	0	2	2	α	W/ α
PI 205510	10	1	0	2	2	α	W/ α
PI 230477	7	1	0	2	2	α	W/ α
PI 230490	20	1	0	2	2	α	W/ α
PI 230557	15	1	0	2	2	α	W/ α
PI 239411	50	1	0	2	2	α	W/ α
PI 243458	7	1	0	2	2	α	W/ α
PI 275252	90	1	0	2	2	α	W/ α
PI 310964	30	1	0	2	2	α	W/ α
PI 473534	50	1	0	2	2	α	W/ α
PI 186544	50	1	0	2	2	γ	W/ γ
PI 205522	50	1	0	2	2	γ	W/ γ
PI 310980	20	1	0	2	2	γ	W/ γ
PI 653763	20	1	0	2	2	γ	W/ γ
PI 201849	50	1	1	2	2	α	D/ α
PI 498287	50	1	1	2	2	α	D/ α
PI 586948	0	1	1	2	2	α	D/ α
PI 595472	20	1	1	2	2	α	D/ α
PI 160225	–	1	1	2	2	γ	D/ γ
PI 195164	70	1	1	2	2	γ	D/ γ
PI 195167	7	1	1	2	2	γ	D/ γ
PI 161152	20	1, 3	0	2	2	α	W(T)/ α
PI 558462	–	1, 3	0	2	2	α	W(T)/ α
Контроли типов цитоплазмы:							
<i>S. demissum</i> (D)		1	1	2	2	γ	D/ γ
<i>S. tuberosum</i> (D)		1	1	2	2	γ	D/ γ
<i>S. tuberosum</i> (T)		3	0	2	2	β	T/ β

женной ФФП (5–7 %), у остальных ФФП составляла более 10 %. Наш опыт показывает, что ФФП более 10 % обеспечивает, как правило, положительные результаты при внутривидовой и межвидовой гибридизации картофеля (при отсутствии генетически детерминированных пре- и постзиготных барьеров скрещиваемости).

Выявлено 5 типов цитоплазмы у изученных образцов. У 13 (50 %) из них обнаружена цитоплазма W/ α , у 4 (15,4 %) – W/ γ , у 7 (26,9 %) – D-тип цитоплазмы (4 D/ α и 3 D/ γ). Еще два образца имели тип цитоплазмы, который не укладывается в имеющуюся классификацию: в отличие от типа W/ α у них при амплификации с маркером T детектировалась дополнительная полоса в позиции 3, характерная для цитоплазмы T-типа (*S. tuberosum*). Зависимость уровня ФФП от типа цитоплазмы не прослеживалась (см. таблицу).

T. Hosaka, R. Sanetomo [15] предложили номенклатуру генетических типов цитоплазм картофеля, основанную на результатах ПЦР-анализа с применением 5 маркеров хлоропластной и 1 маркера митохондриальной ДНК изучаемых образцов. С помощью этой методики проведено изучение больших коллекций сортов картофеля [16]. Выделено 6 основных типов цитоплазм картофеля: T/ β , характерный для *S. tuberosum*, а также A, M, P, D и W/ γ , интрогрессированные от примитивных культурных и диких видов картофеля. Показано наличие значительной доли сортов, имеющих цитоплазму D-типа, унаследованную от дикого гексаплоидного вида *S. demissum*, с которой связывают пониженную ФФП, а также цитоплазму типа W/ γ , унаследованную от аллотетраплоидного дикого вида *S. stoloniferum*, которая коррелирует с мужской стерильностью.

Сорта картофеля с цитоплазмой типа W/γ, как правило, мужски стерильны. Однако представленные в нашей коллекции 4 образца *S. stoloniferum* с этой цитоплазмой отличались сравнительно высоким уровнем ФФП. Очевидно, фертильность межвидовых гибридов на этой цитоплазме зависит от доли генома дикого вида: чем она выше, тем выше фертильность. Его замещение на геном культурного картофеля, по-видимому, приводит к мужской стерильности (генно-цитоплазматическая мужская стерильность является результатом взаимодействия ядерных генов культурного картофеля и цитоплазматических генов дикого вида). Поэтому образцы *S. stoloniferum* с цитоплазмой W/γ нежелательно использовать в селекции. Это же, по-видимому, относится и к образцам с цитоплазмой W/α. По нашим данным, происходящие от *S. stoloniferum* мужски стерильные сорта картофеля Assia, Heidrun и Pirola имели цитоплазму типа W/α.

В качестве альтернативы представляют интерес образцы *S. stoloniferum* с цитоплазмой D-типа. Хотя считается, что сорта картофеля с этой цитоплазмой мужски стерильны из-за пониженной ФФП [17], имеется достаточно много исключений. Так, по нашим данным, высокофертильные сорта картофеля Манифест и Чародей имеют цитоплазму D/γ. Такая же цитоплазма у фертильных SvSv-линий, происходящих от сорта Nortena. Полученные нами [18] диплоидные гибриды на основе линии 37-2 дикого аллотетраплоидного вида картофеля *S. fendleri*, родственного *S. stoloniferum* (из коллекции НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству), и их беккросное потомство обладали высокой мужской фертильностью. Для них также характерна цитоплазма D-типа (D/α). Используя в качестве материнских форм эту линию *S. fendleri* или выявленные образцы *S. stoloniferum* с цитоплазмой D-типа в скрещиваниях с образцами этого дикого вида, представляющими интерес для селекции, можно получить гибриды, с помощью которых можно осуществлять интрогрессию в селекционный материал ценного генофонда *S. stoloniferum*, получая мужски фертильные межвидовые гибриды.

По-видимому, для аналогичного решения проблемы мужской стерильности межвидовых гибридов можно использовать также образцы *S. stoloniferum* PI 161152 и PI 558462 с цитоплазмой, имеющей признаки T-типа, характерного для *S. tuberosum*. По нашим данным, высокую ФФП имели сорта картофеля с цитоплазмой T/β: Бриз, Свитанок Киевский, Arnika, Katahdin, Lemhi Russet, Lyra, Quarta, Taifun и др. Цитоплазма указанных образцов *S. stoloniferum* несколько отличается по набору маркеров от цитоплазмы T/β. Поэтому вопрос об их пригодности для получения мужски фертильных межвидовых гибридов требует дополнительного изучения.

Закключение. Таким образом, в изученной коллекции образцов дикого аллотетраплоидного вида картофеля *S. stoloniferum* представлено 5 типов цитоплазмы. Выявлены образцы с цитоплазмой D-типа (D/α и D/γ), для которых описаны случаи получения мужски фертильных межвидовых гибридов. Очевидно, использование в селекции этих образцов или гибридов на их основе (при получении которых они использованы в качестве материнских форм) позволит получать межвидовые гибриды с *S. tuberosum*, обладающие мужской фертильностью.

Благодарности. Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант БРФФИ-РФФИ B16P-103).

Acknowledgements. The work was supported by the Belarusian Republican Foundation for Basic Research (grant BRFFR-RFBR B16R-103).

Список использованных источников

1. Ortiz, R. Potato breeding via ploidy manipulation / R. Ortiz // Plant Breeding Rev. – 1998. – Vol. 16. – P. 15–86.
2. Росс, Х. Селекция картофеля. Проблемы и перспективы : пер. с англ. / Х. Росс ; пер. с англ. В. А. Лебедева ; ред. И. М. Яшина. – М. : Агропромиздат, 1989. – 183 с.
3. Swiezynski, K. M. Resistance to the potato leafroll virus (PLRV) in diploid potatoes / K. M. Swiezynski, M. A. Dziewonska, K. Ostrowska // Plant Breeding. – 1989. – Vol. 103, N 3. – P. 221–227.
4. Conservation, evaluation and use in breeding of potato genetic diversity at the N. I. Vavilov Institute of Plant Industry (VIR) / S. D. Kiru [et al.] // Potato production and innovative technologies / ed. : A. S. Haverkort, B. V. Anisimov. – Wageningen, 2007. – P. 353–363.
5. Jackson, S. A. Crossability between cultivated and wild tuber- and non-tuber-bearing *Solanums* / S. A. Jackson, R. E. Jr. Hanneman // Euphytica. – 1999. – Vol. 109, N 1. – P. 51–67.
6. Hayes, R. J. Unilateral and bilateral hybridization barriers in inter-series crosses of 4x 2EBN *Solanum stoloniferum*, *S. pinnatisectum*, *S. cardiophyllum* and 2x 2EBN *S. tuberosum* haploids and haploid-species hybrids / R. J. Hayes, I. I. Dinu, C. A. Thill // Sexual Plant Reproduction. – 2005. – Vol. 17, N 6. – P. 303–311.

7. Molecular markers for cytoplasm in potato: male sterility and contribution of different plastid-mitochondrial configurations to starch production / A. Lössl [et al.] // *Euphytica*. – 2000. – Vol. 116, N 3. – P. 221–230.
8. Song, Y.-S. Development of STS markers for selection of extreme resistance (Ry sto) to PVY and maternal pedigree analysis of extremely resistant cultivars / Y.-S. Song, A. Schwarzfischer // *Amer. J. of Potato Research*. – 2008. – Vol. 85, N 2. – P. 159–170.
9. An extreme cytoplasmic bottleneck in the modern European cultivated potato (*Solanum tuberosum*) is not reflected in decreased levels of nuclear diversity / J. Provan [et al.] // *Proc. of the Royal Society. Ser. B: Biological Sciences*. – 1999. – Vol. 266, N 1419. – P. 633–639.
10. Adiwilaga, K. D. Use of 2n pollen-producing triploid hybrids to introduce tetraploid Mexican wild species germ plasm to cultivated tetraploid potato gene pool / K. D. Adiwilaga, C. R. Brown // *Theoretical and Appl. Genetics*. – 1991. – Vol. 81, N 5. – P. 645–652.
11. Создание линий-посредников для преодоления межвидовой несовместимости у картофеля / Ю. В. Полюхович [и др.] // *Вес. Нац. Акад. навук Беларусі. Сер. біял. навук*. – 2010. – № 2. – С. 51–58.
12. Использование *Solanum verrucosum* и Sv-линий для преодоления односторонней несовместимости при вовлечении в селекцию дикого аллотетраплоидного вида картофеля *S. stoloniferum* / А. В. Левый [и др.] // *Проблемы систематики и селекции картофеля: тез. докл. Междунар. науч. конф., посвящ. 125-летию со дня рожд. С. М. Букасова (Санкт-Петербург, 3–5 авг. 2016 г.) / Федер. Исслед. центр Всерос. ин-та генет. ресурсов растений им. Н. И. Вавилова, Вавил. о-во генетиков и селекционеров*. – СПб., 2016. – С. 69–70.
13. Hermsen, J. G. Th. Selection from *Solanum tuberosum* group *Phureja* of genotypes combining high frequency haploid formation with homozygosity for embryo-spot / J. G. Th. Hermsen, J. Verdenius // *Euphytica*. – 1973. – Vol. 22, N 2. – P. 244–259.
14. Pallais, N. Research on the physiology of potato sexual seed production / N. Pallais, N. Fong, D. Berrios // *Innovative methods for propagating potatoes : report of the 28 planning conf., 1984, Lima / Intern. Potato Center*. – Lima, 1984. – P. 149–168.
15. Hosaka, K. Development of a rapid identification method for potato cytoplasm and its use for evaluating Japanese collections / K. Hosaka, R. Sanetomo // *Theoretical and Appl. Genetics*. – 2012. – Vol. 125, N 6. – P. 1237–1251.
16. Sanetomo, R. Cytoplasmic genome types of European potatoes and their effects on complex agronomic traits / R. Sanetomo, C. Gebhardt // *BMC Plant Biol*. – 2015. – Vol. 15, N 1. – P. 162.
17. Dionne, L. A. Cytoplasmic sterility in derivatives of *Solanum demissum* / L. A. Dionne // *Amer. Potato J.* – 1961. – Vol. 38, N 4. – P. 117–120.
18. Ермишин, А. П. Картофель / А. П. Ермишин, Е. В. Воронкова, В. А. Козлов // *Генетические основы селекции растений : в 4 т. / Нац. акад. наук Беларусі, Ин-т генетики и цитологии*. – Минск, 2008–2014. – Т. 2 : *Частная генетика растений / ред. : А. В. Кильчевский, Л. В. Хотылева*. – 2010. – С. 156–234.

References

1. Ortiz R. Potato breeding via ploidy manipulation. *Plant Breeding Reviews*, 1998, vol. 16, pp. 15–86. DOI: 10.1002/9780470650110.ch2
2. Ross H. Potato Breeding. Problems and Perspectives. Berlin, Hamburg, Parey, 1986. 132 p. (Russ. ed.: Ross H. *Seleksiya kartofelya. Problemy i perspektivy*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1989. 183 p.).
3. Swiezynski K. M., Dziewonska M. A., Ostrowska K. Resistance to the potato leafroll virus (PLRV) in diploid potatoes. *Plant Breeding*, 1989, vol. 103, no. 3, pp. 221–227. DOI: 10.1111/j.1439-0523.1989.tb00375.x
4. Kiru S. D., Gavrilenko T. A., Kostina L. I., Rogozina E. V. Conservation, evaluation and use in breeding of potato genetic diversity at the N. I. Vavilov Institute of Plant Industry (VIR). *Potato production and innovative technologie*. Wageningen, 2007, pp. 353–363.
5. Jackson S. A., Hanneman R. E. Jr. Crossability between cultivated and wild tuber- and non-tuber-bearing *Solanums*. *Euphytica*, 1999, vol. 109, no. 1, pp. 51–67. DOI: 10.1023/A:1003710817938
6. Hayes R. J., Dinu I. I., Thill C. A. Unilateral and bilateral hybridization barriers in inter-series crosses of 4x 2EBN *Solanum stoloniferum*, *S. pinnatisectum*, *S. cardiophyllum* and 2x 2EBN *S. tuberosum* haploids and haploid-species hybrids. *Sexual Plant Reproduction*, 2005, vol. 17, no. 6, pp. 303–311. DOI 10.1007/s00497-005-0244-1
7. Lössl A., Götz M., Braun A., Wenzel G. Molecular markers for cytoplasm in potato: male sterility and contribution of different plastid-mitochondrial configurations to starch production. *Euphytica*, 2000, vol. 116, no. 3, pp. 221–230. DOI: 10.1023/A:1004039320227
8. Song Y.-S., Schwarzfischer A. Development of STS markers for selection of extreme resistance (Rysto) to PVY and maternal pedigree analysis of extremely resistant cultivars. *American Journal of Potato Research*, 2008, vol. 85, no. 2, pp. 159–170. DOI: 10.1007/s12230-008-9012-8
9. Provan J., Powell W., Dewar H., Bryan G., Machray G. C., Waugh R. An extreme cytoplasmic bottleneck in the modern European cultivated potato (*Solanum tuberosum*) is not reflected in decreased levels of nuclear diversity. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, 1999, vol. 266, no. 1419, pp. 633–639. DOI: 10.1098/rspb.1999.0683
10. Adiwilaga K. D., Brown C. R. Use of 2n pollen-producing triploid hybrids to introduce tetraploid Mexican wild species germ plasm to cultivated tetraploid potato gene pool. *Theoretical and Applied Genetics*, 1991, vol. 81, no. 5, pp. 645–652. DOI: 10.1007/bf00226732

11. Polyukhovich Yu. V., Makhan'ko O. V., Savchuk A. V., Voronkova E. V., Yermishin A. P. Development of bridge lines for overcoming interspecific incompatibility in potatoes. *Vesti Natsyonal'nai akademii navuk Belarusi. Seryya biyalagichnykh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Biological series*, 2010, no. 2, pp. 51–58 (in Russian).

12. Levyj A. V., Polyuhovich Yu. V., Voronkova E. V., Gukasyan O. N., Ermishin A. P. Use of *Solanum verrucosum* and Sv-lines for overcoming unilateral incompatibility during the involvement into breeding of the wild allotetraploid potato species *S. stoloniferum*. *Problemy sistematiki i selekcii kartofelya: tezis dokladov Mezhdunarodnoi konferentsii, posvyashchennoi 125-letiyu so dnya rozhdeniya S. M. Bukasova* [Problems of systematics and potato breeding. Abstracts of the International conference dedicated to the 125th anniversary of S. M. Bukasov]. Saint Petersburg, 2016, pp. 69–70 (in Russian).

13. Hermesen J. G. Th., Verdenius J. Selection from *Solanum tuberosum* group *Phureja* of genotypes combining high frequency haploid formation with homozygosity for embryo-spot. *Euphytica*, 1973, vol. 22, no. 2, pp. 244–259. DOI: 10.1007/BF00022632

14. Pallais N., Fong N., Berrios D. Research on the physiology of potato sexual seed production. *Innovative methods for propagating potatoes: report of the 28. planning conference (1984, Lima)*. Lima, 1984, pp. 149–168.

15. Hosaka K., Sanetomo R. Development of a rapid identification method for potato cytoplasm and its use for evaluating Japanese collections. *Theoretical and Applied Genetics*, 2012, vol. 125, no. 6, pp. 1237–1251. DOI: 10.1007/s00122-012-1909-4

16. Sanetomo R., Gebhardt C. Cytoplasmic genome types of European potatoes and their effects on complex agronomic traits. *BMC Plant Biology*, 2015, vol. 15, no. 1, p. 162. DOI: 10.1186/s12870-015-0545-y

17. Dionne L. A. Cytoplasmic sterility in derivatives of *Solanum demissum*. *American Potato Journal*, 1961, vol. 38, no. 4, pp. 117–120. DOI: 10.1007/bf02870217

18. Ermishin A. P., Voronkova E. V., Kozlov V. A. Potatoes. *The Genetic basis of plant breeding. Vol. 2. Private plant genetics*. Minsk, 2010, pp. 156–234 (in Russian).

Информация об авторах

Полюхович Юлия Владимировна – канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник. Институт генетики и цитологии НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: yuliy1612@yandex.ru.

Лушка Виктория Ивановна – канд. биол. наук, ст. науч. сотрудник. Институт генетики и цитологии НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: V.Luksha@igc.by.

Воронкова Елена Васильевна – канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник. Институт генетики и цитологии НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: E.Voronkova@igc.by.

Гукасян Ольга Николаевна – науч. сотрудник. Институт генетики и цитологии НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь).

Ермишин Александр Петрович – д-р биол. наук, профессор, заведующий лабораторией. Институт генетики и цитологии НАН Беларуси (ул. Академическая, 27, 220072, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: ermishin@igc.by.

Information about the authors

Yulija V. Polyukhovich – Ph. D. (Biol.), Senior researcher. Institute of Genetic and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: yuliy1612@yandex.ru.

Victoria I. Luksha – Ph. D. (Biol.), Senior researcher. Institute of Genetic and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: V.Luksha@igc.by.

Elena V. Voronkova – Ph. D. (Biol.), Leading researcher. Institute of Genetic and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: E.Voronkova@igc.by.

Olga N. Gukasian – Researcher. Institute of Genetic and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus).

Alexander P. Yermishin – D. Sc. (Biol.), Professor, Head of the Laboratory. Institute of Genetic and Cytology of the National Academy of Sciences of Belarus (27, Akademicheskaya Str., 220072, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: ermishin@igc.by.