

УДК 635.21:631.527.42/53:631.524.86

<https://doi.org/10.47612/0134-9740-2020-28-45-50>**В. В. Гордиенко, Н. А. Захарчук, В. С. Коваль**Институт картофелеводства Национальной академии аграрных наук Украины,  
пгт. Немешаево, Бородинский район, Киевская область, Украина

E-mail: upri@visti.com

**ИЗУЧЕНИЕ МАТЕРИАЛА ПЕРВИЧНЫХ И ВТОРИЧНЫХ  
МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ НА УСТОЙЧИВОСТЬ  
К ФИТОФТОРОЗУ КЛУБНЕЙ****РЕЗЮМЕ**

Представлены результаты исследований по оценке устойчивости к фитофторозу с использованием искусственного инфицирования клубней инокулюмом гриба *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, комбинаций первичных и вторичных межвидовых гибридов, созданных с участием диких, культурных видов картофеля.

Среди комбинаций первичных межвидовых гибридов выделены П18 ( $I_1$  *S. boeingeri* / *S. chacoense*) и П16 ( $I_1$  *S. pinnatisectum* / *S. chacoense*) с высоким среднепопуляционным проявлением устойчивости к патогену – 4,0 и 3,4 балла соответственно. Количество образцов с устойчивостью выше 7 баллов в этих комбинациях составляло 19,0 и 9,7 %.

В материале вторичных межвидовых гибридов наблюдалось повышение (относительно первичных межвидовых гибридов) среднепопуляционной устойчивости к фитофторозу клубней – от 4,7 до 7,8 балла. В комбинациях В54 (В9с23 / В35с50) и В52 (В44с51 / В37с55) этот показатель соответственно составлял 7,8 и 7,0 балла. Количество форм с резистентностью выше 7 баллов находилось на уровне от 25,0 % в комбинации В59 до 88,0 % в гибридной популяции В54.

**Ключевые слова:** картофель, фитофтороз, дикие виды, первичные и вторичные межвидовые гибриды, гибридизация.

**ВВЕДЕНИЕ**

Оомицет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (возбудитель фитофтороза картофеля) уже более полутора веков привлекает пристальное внимание исследователей из разных стран. Внезапно появившись в Европе в середине XIX в., фитофтора вызвала эпидемию картофеля и осталась в памяти многих поколений. С этого времени ее часто называют «гриб ирландского голода» [1].

В конце XX в. в Европе появился второй тип половой совместимости возбудителя фитофтороза, что привело к изменениям в его биологии и повышению экологической пластичности, адаптивности и агрессивности патогена. Так как контроль заболевания агрохимическими методами достаточно дорогостоящий, основные усилия в борьбе с ним направлены на создание устойчивых сортов [2].

Высокая генетическая изменчивость и патогенность возбудителя фитофтороза способна преодолевать устойчивость сортов, что приводит к эволюционным изменениям природных популяций и появлению новых штаммов с высокой адаптивностью и агрессивностью. Метод биологической защиты (выращивание устойчивых сортов) является экономически эффективным и экологически безопасным элементом в системе

интегрированной защиты от фитофтороза, роль которого с каждым годом растет. Устойчивые сорта являются мощным фактором, который вызывает депрессию развития патогена, обеспечивает многолетний эффект стабильного улучшения фитосанитарного состояния полей и получения гарантированного урожая. Для сохранения устойчивости новых сортов картофеля на более длительный срок необходимо привлечение в селекционный процесс сложных многовидовых гибридов, имеющих широкую генетическую основу, что позволяет повысить адаптивность к различным почвенно-климатическим условиям и инфекциям [3].

Учитывая отсутствие в пределах *S. tuberosum* эффективных генов контроля признака, единственным путем создания устойчивых к патогенам сортов является интрогрессия в них ценных генов диких и культурных видов. Дикие и культурные виды, а также сложные межвидовые гибриды, полученные на их основе, являются генетическими источниками устойчивости к различным патогенам и стрессовым факторам окружающей среды. До середины 70-х гг. XX в. основным источником устойчивости к фитофторозу был гексаплоидный вид *Solanum demissum*, от которого в культурный картофель были переданы 11 основных R-генов вертикальной устойчивости [4]. Эти гены обеспечивают только расоспецифическую устойчивость, которая была довольно быстро преодолена патогеном. Позже были обнаружены R-гены устойчивости к фитофторозу от других видов картофеля, в том числе и гены мексиканского диплоидного вида *S. bulbocastanum* [5].

Селекция на фитофтороустойчивость в современных условиях требует привлечения генетически разнообразного исходного материала. Эффективными источниками для повышения фитофтороустойчивости при использовании в селекционной работе являются диплоидные виды *S. stoloniferum*, *S. chacoense* [6], *S. simplicifolium*, *S. polytrichom*, *S. verrucosum* [7].

Целью исследования является создание первичных и вторичных межвидовых гибридов и выделение среди них источников устойчивости к фитофторозу клубней.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

В качестве материала для исследований служили гибридные комбинации, полученные с использованием родительских форм различного происхождения. Полученные первичные и вторичные межвидовые гибриды оценивали методом искусственного заражения, используя инокулюм гриба *Phytophthora infestans*. Проявление устойчивости определяли по 9-балльной шкале, где 1 балл – устойчивость очень низкая (поражено более 75 % ткани клубня), 9 баллов – устойчивость очень высокая (симптомы болезни отсутствуют) [8].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение мирового генофонда картофеля предполагает поиск источников фитофтороустойчивости и выделение форм с высокими показателями резистентности в сочетании с другими важными селекционными признаками.

Эффективный поиск источников фитофтороустойчивости клубней среди образцов диких видов проводится при применении искусственного заражения их половин. Использование метода оценки позволяет выявить действие всех механизмов проявления признака: устойчивость против проникновения, распространения, размножения гриба. По результатам исследований определена перспективность выделенных форм, устойчивых к проникновению инфекции, для селекционной практики.

Для выделения форм, устойчивых к фитофторозу клубней, провели искусственное заражение инокулюмом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary материала первичных

межвидовых гибридов 11 комбинаций скрещивания общим количеством 211 генотипов. Лучшие гибридные популяции представлены в таблице 1.

Среди первичных межвидовых гибридов со средним проявлением устойчивости к проникновению гриба выделена комбинация П18 (*I<sub>1</sub> S. boergeri / S. chacoense*) – 4,0 балла. Балл устойчивости к проникновению патогена более 7 имели 19 % образцов этой комбинации. В комбинации П16 (*I<sub>1</sub> S. pinnatisectum / S. chacoense*) среднее значение показателя составляло 3,4 балла и 9,7 % форм имели устойчивость против проникновения гриба 8–9 баллов.

Одним из этапов интрогрессии ценных аллелей контроля фитофтороустойчивости диких видов картофеля в исходный селекционный материал является получение вторичных межвидовых гибридов с высоким выражением свойства. С использованием искусственного заражения клубней инокулюмом гриба *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary по устойчивости к фитофторозу клубней оценены 7 комбинаций вторичных межвидовых гибридов в количестве 157 генотипов. Результаты оценки приведены в таблице 2.

Для создания вторичных межвидовых гибридов были привлечены дикие виды *S. catarrhnum* (2n = 24), *S. pinnatisectum* (2n = 24), *S. chacoense* (2n = 24), *S. berthaultii* (2n = 24), *S. stoloniferum* (2n = 24), *S. megistacrolobum* (2n = 24), *S. sparsipillum* (2n = 24), *S. andigenum* (2n = 48), сорта Омега и Невская.

Среди созданного материала выделяются комбинации со среднепопуляционным баллом к проникновению гриба от 4,7 до 7,8. Наибольшее значение показателя было у комбинаций В54 (В9с23 / В35с50) – 7,8 балла и В52 (В44с51 / В37с55) – 7,0 балла. Доля форм с резистентностью выше 7 баллов составила от 25 % в комбинации В59 до 88 % в комбинации В54. Наиболее ценным фактом является выделение материала без признаков поражения болезнью. Количество форм с устойчивостью 9 баллов составило 12 % в комбинации В54 и 17 % – В53. Эти образцы являются наиболее перспективными для создания исходного селекционного материала.

По сравнению с устойчивостью к проникновению гриба, среднепопуляционная устойчивость к его распространению была выше на 0,4–1,8 балла и составила 6,5–8,3 балла. Значительно выше была устойчивость к размножению патогена. Наиболее низкое среднепопуляционное значение данного показателя имели образцы комбинации В61 (В9с29 / В31с18) – 7,5 балла. Самое высокое (9 баллов) наблюдалось среди потомства комбинации В54 (В9с23 / В35с50).

Для привлечения в селекционный процесс в качестве родительских форм с высокой устойчивостью к фитофторозу клубней рекомендуются первичные и вторичные межвидовые гибриды П76с5, П76с8, П76с48 (*I<sub>1</sub> S. boergeri / S. chacoense*), П73с17, П73с16,

Таблица 1 – Устойчивость первичных межвидовых гибридов к фитофторозу клубней

Номер комбинации	Происхождение	Оценено, шт.	Средний балл устойчивости к		
			проникновению	распространению	размножению
П18	<i>I<sub>1</sub> S. boergeri / S. chacoense</i>	32	4,0	5,8	7,4
П16	<i>I<sub>1</sub> S. pinnatisectum / S. chacoense</i>	21	3,4	5,7	8,3
П13	<i>I<sub>1</sub> S. catarrhnum / S. chacoense</i>	32	3,1	4,9	7,9
П15	<i>I<sub>1</sub> S. pinnatisectum / S. chacoense</i>	34	3,0	4,3	4,6

## РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 2 – Устойчивость образцов вторичных межвидовых гибридов к фитофторозу клубней

Номер комбинации	Происхождение	Оценено, шт.	Средний балл устойчивости к		
			проникновению	распространению	размножению
B59	I <sub>1</sub> <i>S. catarrhrum</i> / B37c4 ( <i>S. megistaerolobum</i> / <i>S. sparsipillum</i> // <i>S. chacoense</i> / <sub>3</sub> Невська)	28	4,7	6,5	8,4
B50	I <sub>1</sub> <i>S. catarrhrum</i> / B39c10 ( <i>S. chacoense</i> / <i>S. catarrhrum</i> // <i>S. simplicifolium</i> / <sub>3</sub> Омега)	31	7,0	8,0	8,5
B61	B9c29 ( <i>S. stoloniferum</i> / <i>S. stoloniferum</i> // <i>S. catarrhrum</i> ) / B31c18 ( <i>S. megistaerolobum</i> / <i>S. sparsipillum</i> // <i>S. chacoense</i> / <sub>3</sub> Невська)	19	5,7	7,0	7,5
B53	B9c23 ( <i>S. stoloniferum</i> / <i>S. stoloniferum</i> // <i>S. catarrhrum</i> ) / B34c18 ( <i>S. megistaerolobum</i> / <i>S. sparsipillum</i> // <i>S. chacoense</i> / <sub>3</sub> Омега)	16	6,0	7,5	8,0
B54	B9c23 ( <i>S. stoloniferum</i> / <i>S. stoloniferum</i> // <i>S. catarrhrum</i> ) / B35c50 ( <i>S. megistaerolobum</i> / <i>S. sparsipillum</i> // <i>S. chacoense</i> / <sub>3</sub> Омега)	25	7,8	8,3	9,0
B52	B44c51 ( <i>S. chacoense</i> / <i>S. catarrhrum</i> // <i>S. berthaultii</i> / <sub>3</sub> Невська) / B37c55 ( <i>S. megistaerolobum</i> / <i>S. sparsipillum</i> // <i>S. chacoense</i> / <sub>3</sub> Невська)	20	6,9	7,3	8,8
B51	B44c51 ( <i>S. chacoense</i> / <i>S. catarrhrum</i> // <i>S. berthaultii</i> / <sub>3</sub> Невська) / B31c18 ( <i>S. megistaerolobum</i> / <i>S. sparsipillum</i> // <i>S. chacoense</i> / <sub>3</sub> Невська)	18	6,9	7,5	8,4

П73c30 (I<sub>1</sub> *S. pinnatisectum* / *S. chacoense*), П70c11, П70c21, П70c23, П70c24, П70c31, П70c36 (I<sub>1</sub> *S. catarrhrum* / *S. chacoense*), B59c42, B59c43 (I<sub>1</sub> *S. catarrhrum* / B37c4), B50c16, B50c19, B50c44 (I<sub>1</sub> *S. catarrhrum* / B39c10), B51c1, B51c26, B51c28 (B44c51 / B31c18), B52c11, B52c23, B52c24, B52c29 (B44c51 / B37c55), B53c1, B53c11, B53c17, B53c23 (B9c23 / B34c18), B54c13, B54c14 (B9c23 / B35c50), в которых проявление признака превышало 7 баллов.

Привлечение к межвидовой гибридизации выделенных форм, устойчивых против фитофтороза, позволит интрогрессировать ценные гены в исходный селекционный материал. В дальнейшем планируется использование данного материала в беккроссировании с целью объединения резистентности к патогену и высоких показателей хозяйственно ценных признаков.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено значительное отличие комбинаций скрещивания по среднему значению устойчивости к фитофторозу клубней.

2. Выделенные комбинации со значительной частотой относительно устойчивых форм, а в отдельных случаях даже без симптомов поражения свидетельствуют о возможности выделения первичных и вторичных межвидовых гибридов для создания исходного селекционного материала по изучаемому признаку.

3. Для привлечения в селекционную практику выделены формы с устойчивостью к патогену 7 баллов и выше.

#### Список литературы

1. Еланский, С. Н. Популяции возбудителя фитофтороза картофеля в России / С. Н. Еланский, Ю. Т. Дьяков, Д. И. Милютин // Картофелеводство России: актуальные проблемы науки и практики : материалы Междунар. конгресса «Картофель. Россия – 2007 г.». – М., 2007. – С. 103–111.
2. Воронкова, Е. В. Оценка диплоидной расщепляющейся гибридной популяции с целью изучения генетического контроля и маркирования нового гена устойчивости к фитофторозу, интродуцированного от *Solanum bulbocastanum* / Е. В. Воронкова, Ю. В. Полухович, О. В. Маханько // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Минск, 2013. – Т. 21, ч. 1. – С. 72–83.
3. Евдокимова, З. З. Результаты селекции картофеля на устойчивость к возбудителю *Ph. Infestans* (Mont.) de Bary в ГНУ «Ленинградской НИИСХ «Белогорка» Россельхозакадемии / З. З. Евдокимова, Т. А. Данилова, С. М. Синицына // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 43–51.
4. Hammond-Kosack, K. E. Deciphering plant-pathogen communication: fresh perspectives for molecular resistance breeding / K. E. Hammond-Kosack, J. E. Parker // Curr. Opin. Biotechnol. – 2003. – Vol. 14. – P. 177–193.
5. Van der Vossen, E. Resistance to late blight in *S. bulbocastanum* confers broad-spectrum resistance to *Phytophthora infestans* in cultivated potato and tomato / E. Van der Vossen // Plant J. – 2003. – Vol. 36. – P. 867–882.
6. Козлов, В. А. Результаты работы по созданию исходного материала картофеля / В. А. Козлов, Н. В. Русецкий, А. В. Чашинский // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. – Минск, 2007. – Т. 12. – С. 153–165.
7. Мировая коллекция картофеля ВИР как один из основных источников исходного материала для создания сортов картофеля нового поколения / С. Д. Киру [и др.] // Картофелеводство : материалы науч.-практ. конф. и координ. совещания «Современные тенденции и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля» (к 80-летию ВНИИКС). – М., 2011. – С. 44–49.
8. Методичні рекомендації щодо проведення досліджень з картоплею / УААН, Ін-т картоплярства. – К. : Аграр. наука, 2002. – 183 с.

Поступила в редакцию 18.01.2021 г.

V. V. GORDIENKO, N. A. ZAHARCHUK, V. S. KOVAL

#### RESEARCH OF THE MATERIAL OF PRIMARY AND SECONDARY INTERSPECIFIC HYBRIDS FOR TUBERS RESISTANCE TO LATE BLIGHT

#### SUMMARY

*The research results of the assessment of late blight resistance, using artificial inoculation of tubers with fungal inoculum *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary,*

*combinations of primary and secondary interspecific hybrids created with the participation of wild, cultivated potatoes species are focused in the article.*

*Among the combinations of primary interspecific hybrids, P18 ( $I_1$  *S. boergeri* / *S. chacoense*) and P16 ( $I_1$  *S. pinnatisectum* / *S. chacoense*) with a high average population manifestation of resistance to the pathogen – 4.0 and 3.4 points, respectively were distinguished. The number of samples with resistance above seven points in these combinations was 19.0 % and 9.7 %.*

*In the material of secondary interspecific hybrids, an increase (relative to primary interspecific hybrids) of the average population resistance to late blight of tubers was observed – from 4.7 to 7.8 points. In the combinations B54 (B9c23 / B35c50) and B52 (B44c51 / B37c55), this indicator was 7.8 and 7.0 points, respectively. The proportion of forms with resistance above seven points reached from 25.0 % in combination B59 to 88.0 % in combination B54.*

*Key words:* potatoes, late blight, wild varieties, primary and secondary interspecific hybrids, hybridization.