

УДК 633:631.527

УСТОЙЧИВОСТЬ К ФИТОФТОРОЗУ ЛИСТЬЕВ И КЛУБНЕЙ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ОТ СКРЕЩИВАНИЙ С *SOLANUM KURTZIANUM* BITT. ET WITTM.

Н.М. Зотеева

Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург

Одной из наиболее вредоносных болезней картофеля во всех районах мира, где выращивают картофель, является фитофтороз (возбудитель – *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), поражающий как ботву, так и клубни растений. В связи с этим в селекции картофеля продолжает оставаться актуальным выведение сортов, сочетающих устойчивость к болезни листьев и клубней. Для достижения желаемых результатов целесообразно использовать видовое разнообразие рода *Solanum* секции *Petota*, многие из которых обладают высоким уровнем устойчивости. Часть этого генофонда несет негативные агрономические характеристики – длинные столоны, мелкие, неправильной формы клубни, отсутствие клубнеобразования в условиях продолжительного светового дня. Образец *Solanum kurtzianum* к-ВИР-12488 с чувствительностью к фитофторозу листьев и устойчивостью клубней и характеризующийся стабильным формированием клубней на «длинном» световом дне, был скрещен с клонами картофеля различного происхождения с устойчивостью листьев и/или клубней. Среди полученных гибридов большая часть растений проявляет устойчивость клубней; часть – сочетает устойчивость листьев и клубней. В потомстве от скрещивания образца *S. kurtzianum* к-ВИР-12488 со сложным межвидовым гибридом картофеля, полученным с использованием вида *S. guerroense* Corr., который проявляет высокую устойчивость к фитофторозу листьев и чувствительность клубней, около половины из полученных потомств проявляли устойчивость листьев и клубней.

Ключевые слова: виды картофеля, гибридизация, фитофтороз, устойчивость листьев и клубней.

Во всем мире картофель является важнейшей из продовольственных культур. В селекционных программах по картофелю, проводимых во всем мире, используют как внутривидовую, так и межвидовую гибридизацию. Селекционные клоны и большинство современных сортов картофеля содержат в своем геноме гены диких и андийских культурных видов картофеля. Дикие и примитивные сорродичи культурного картофеля являются ценным материалом для селекции, среди них диплоидные виды занимают большое место. [Камераз, 1968; Будин, 2002; Colon et al., 1987; Hanneman, 1989; Darsow, 1987; Ortiz, 1998; Jansky, 2013].

Большим препятствием к быстрому достижению результатов селекции с использованием диких видов, является то, что полученные гибридные растения имеют существенные недостатки: длинные столоны, мелкие, неправильной формы клубни. Для улучшения хозяйственно-ценных характеристик клубней проводят беккроссы, используя сорта и перспективные клоны *S. tuberosum*. Не все гибриды, полученные от гибридизации с дикими видами, способны к последующим результативным скрещиваниям с *Solanum tuberosum* L.

Одной из наиболее вредоносных болезней картофеля во всех картофелеводческих зонах мира остается фитофтороз, возбудитель – *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, который поражает как листья, так и клубни растений картофеля. При благоприятных условиях для развития инфекции патоген способен уничтожить посадки неустойчивых сортов картофеля в короткое время. В начальной стадии заражения, когда симптомы болезни еще не заметны, больные клубни попадают в хранилища и заражают соседние, из-за чего происходят большие потери урожая в период хранения. Ранее исследования были, в основном, направлены на создание сортов с устойчивой ботвой. Однако, позднее этот подход был пересмотрен и изучение устойчивости клубней также приобрело большое значение. Целью многих селекционных программ стало выведе-

ние сортов с устойчивостью одновременно листьев и клубней [Kirk et al., 2005].

До сих пор не установлено положительной корреляции между устойчивостью к фитофторозу листьев и клубней. Мнения исследователей расходятся. Авторы отмечают как положительную корреляцию между устойчивостью листьев и клубней [Stewart et al. 1994], так и отрицательную [Douches et al. 2002; Zweep 2014].

Отдельные сорта проявляют устойчивость одновременно листьев и клубней. К таким относится сорт Sarpo Mira с высокой устойчивостью листьев [Orłowska et al., 2012; Rietman et al., 2012]; у этого сорта в лабораторных тестах также найдена повышенная устойчивость клубней [Zoteyeva et al., 2017]. При оценке устойчивости к фитофторозу диких видов картофеля часть образцов *S. polytrichon* Rydb. характеризовалась устойчивостью листьев и чувствительностью клубней, многие образцы *S. pinnatisectum* Dun. проявляли устойчивость одновременно листьев и клубней [Зотеева и др., 2004; Zoteyeva, 2006]. В популяциях некоторых образцов *S. kurtzianum* Bitt. et Wittm. с неустойчивыми листьями, часть растений проявляла устойчивость клубней [Zoteyeva et al., 2012].

К числу редко используемых в селекции относится аргентинский диплоидный вид *S. kurtzianum*. Этот вид характеризуется стабильным формированием клубней в условиях продолжительного светового дня. В полевых исследованиях, проведенных в течение нескольких полевых сезонов, только 3 из 82-х изученных образцов *S. kurtzianum* проявили умеренную устойчивость к фитофторозу [Зотеева и др., 2004], а у двух в отдельные годы отмечен продолжительный период инкубации [Zoteyeva, 2000]. В то же время, в лабораторных тестах у некоторых образцов этого вида найдена высокая частичная устойчивость к фитофторозу клубней; среди них образец к-12488 из коллекции ВИР со слабой устойчивостью листьев, который использован нами в гибридизации.

Выращивание одних и тех же устойчивых сортов долгое время в одной местности приводит к адаптации патогена и преодолению устойчивости. Важное значение имеет вовлечение в селекционный процесс видов редко, или не использованных прежде в селекции. В связи с этим, необходимо создание гибридов картофеля, получаемых от скрещиваний с вновь выделяемыми источниками

устойчивости. Целью исследования было изучение возможности получения растений с устойчивостью листьев и клубней к фитофторозу при скрещивании образца *S. kurtzianum* с образцами других видов картофеля с разными характеристиками устойчивости и сложным межвидовым гибридом, характеризующимся устойчивостью листьев и чувствительностью клубней.

Материал и методы

Материалом для оценки устойчивости листьев и клубней к фитофторозу служили 69 клонов-потомств разных сеянцев гибридов F_1 , полученных от скрещивания *S. kurtzianum* к-ВИР-12488 с образцами, проявляющими различную степень устойчивости листьев: *S. tuberosum* SW 93-1015 \times *S. kurtzianum* (SW 93-1015 \times ktz), (*S. microdontum* Bitt. \times *S. tarijense* Hawk.) \times *S. kurtzianum* ((mcd \times trj) \times ktz), *S. tuberosum* spp. *andigena* Hawk. \times *S. kurtzianum* (adg \times ktz) и *S. papita* Rydb. \times *S. kurtzianum* (pta \times ktz). Также изучили устойчивость листьев и клубней 14-ти клонов-потомств разных сеянцев F_1 сложного межвидового гибрида (grg \times Superb) \times NZ2010-10nb и 10-ти клонов-потомств разных сеянцев F_1 гибрида, полученного от его скрещивания с образцом *S. kurtzianum* к-ВИР-12488. ((grg \times Superb) \times NZ2010-10nb] \times *S. kurtzianum*). Один из этих десяти клонов ((grg \times Superb) \times NZ2010-10nb] \times *S. kurtzianum*-14) был детально изучен в молекулярных тестах на наличие маркеров генов устойчивости к наиболее вредоносным болезням и принадлежность к типу цитоплазмы. Помимо этого, был проведен анализ фертильности его пыльцы. Данные, полученные в этих тестах, а также данные полевого изучения устойчивости ботвы этого клона к фитофторозу, проведенного в 2016–2017 гг. были недавно опубликованы [Зотеева и др., 2017].

Полевые наблюдения проводили еженедельно с начала появления первых симптомов болезни до конца периода вегетации. Использовали шкалу оценки от 1 до 9 баллов, где 9 – устойчивый. В статье приведены данные на конечную дату оценки.

Изучение устойчивости листьев оценивали в лабораторных тестах по методике, описанной Н. Zarzycka [2001]. Для оценки устойчивости клубней применяли разработанный ранее метод

заражения декапитированных клубней [Зотеева, Зимнох-Гузовска, 2004]. Для приготовления инокулюма использовали изолят *P. infestans* SE03058 (вирулентность 1.3.4.7.10.11., тип совместимости A1) предоставленного Dr. Björn Andersson (отдел микологии и патологии Шведского сельскохозяйственного университета (SLU). Отделенные доли листьев (по 3 с каждого растения) раскладывали в кюветы, выстланные смоченной фильтровальной бумагой. После нанесения капли инокулюма листья инкубировали в течение 7 дней и затем проводили оценку устойчивости, используя шкалу 1–9 баллов, где 9 – устойчивый. В качестве контроля использовали листья устойчивого образца *S. guerreroense* (grg), в качестве неустойчивого – листья сорта *Desirée*.

Заражение клубней межвидовых гибридов (grg \times Superb) \times NZ2010-10nb и [(grg \times Superb) \times NZ2010-10nb] \times *S. kurtzianum* осуществляли с использованием изолята 88069, широко применяемого в современных исследованиях [Åsman et al., 2014]. Концентрация инокулюма составляла 24000 зооспор/мл. Декапитированные клубни, помещенные в кюветы с увлажненной фильтровальной бумагой, заражали каплями инокулюма и инкубировали в темноте в течение 10-ти дней. Степень поражения (инфекционное пятно) учитывали на продольных разрезах клубней (рис. 1), используя шкалу 1–9 баллов. Дополнительно оценивали интенсивность развития мицелия по шкале 1–3 балла, где 0 – отсутствие мицелия, 3 – его интенсивный рост. В качестве контроля использовали клубни клонов ktz-14-2010 и А.2008–15 (устойчивые) и сорта *Desirée* (неустойчивый). Все тесты проводили в двух повторностях. Растения, оцененные баллами от 6.0 до 9.0, классифицировали как устойчивые.

Результаты и обсуждение

Оценка устойчивости гибридов от скрещиваний SW93-1015, adg. (mcd \times tar) и pta с образцом *S. kurtzianum* к-ВИР-12488. Заражение листьев и клубней проводили, используя клоны поколения F_1 .

Характеристика материнских родительских форм межвидовых гибридов, полученных от скрещиваний с *S. kurtzianum* к-ВИР-12488 (опылитель).

В отдельные годы наблюдали более длительный период инкубации *P. infestans* на ботве образца *S. kurtzianum* к-12488, в то время, как поражение ботвы других образцов этого вида происходило раньше. При заражении листьев с использованием изолятов *P. infestans*, различающихся наличием/отсутствием гена вирулентности v.2, устойчивость образцов *S. kurtzianum* к-12488 и к-12489 была выше при заражении изолятом с отсутствием этого гена [Зотеева, 2000]. У данного образца найдена устойчивость к фитофторозу клубней [Зотеева et al., 2012].

Селекционный клон SW93-1015 в многолетнем полевом изучении проявлял высокую устойчивость к фитофторозу [Ali et al., 2012]. Однако, в отдельных полевых сезонах на растениях в конце вегетационного периода появлялись симптомы болезни. По-видимому, это связано с изменениями в структуре генов вирулентности в популяции *P. infestans*. При искусственном заражении листьев клона SW93-1015 инокулюмом высокой концентрации,

приготовленным с использованием высоко агрессивного изолята с генами вирулентности 1.3.4.7.10.11. симптомов болезни не отмечали. У клона найдена умеренная чувствительность к фитофторозу клубней [Ali et al., 2012].

Родительский образец *S. microdontum* \times *S. tarijense* в нескольких лабораторных тестах характеризовался высокой частичной устойчивостью листьев к фитофторозу [Зотеева, 2000], клубни проявляют чувствительность к болезни [Зотеева, неопубликованные данные]. В лабораторных тестах большинство растений из популяции образца *S. tuberosum* ssp. *andigenum* к-ВИР -8077 поражались, однако у этого образца найдена устойчивость клубней. Высокий уровень устойчивости листьев к фитофторозу установлен у образца *S. papita* (pta) к-ВИР-16888 [Зотеева и др., 2004].

Результаты оценки устойчивости листьев и клубней межвидовых гибридов в лабораторных тестах. Среди испытанных в тестах заражения отделенных долей листьев наиболее высокая доля устойчивых растений отмечена у гибрида с мексиканским видом *S. papita* (табл. 1).

Среди клонов, полученных от разных сеянцев гибридов *S. kurtzianum* с селекционным клоном SW93-1015 и гибридом *S. microdontum* \times *S. tarijense*, распределение по устойчивости имело близкие значения – 6 устойчивых:10 неустойчивых (средний балл устойчивости 5.2) и 7 устойчивых:11 неустойчивых (средний балл 5.4) соответствен-

Таблица 1. Устойчивость к фитофторозу листьев и клубней у гибридов с *S. kurtzianum* Bitt. et Wittm. в лабораторном изучении

Формула гибрида	Изучено клонов / листьев	Устойчивость. балл		Распределение по устойчивости (R*: S)	Изучено клонов / клубней	Устойчивость. балл		Распределение по устойчивости (R : S)
		средний	min – max			средний	min – max	
SW93-1015 × ktz	16/48	5.2±1.3	3.0–7.0	6 : 10	6/18	5.9± 1.1	4–7	4 : 1
(mcd × tar) × ktz	18/54	5.4±1.2	3.0–9.0	7 : 11	8/24	5.4± 1.1	4–6	4 : 4
adg × ktz	18/54	4.2±1.4	2.0–6.0	3 : 15	10/30	6.0± 1.3	4–9	7 : 3
pta × ktz	20/60	7.1±1.4	5.0–9.0	18 : 2	10/30	5.9±0.8	4–7	5 : 5
Контроль								
ggr	1/5	9.0	9.0–9.0	клон А.2008–15	1/5	6.6	6–7	–
Desirée	1/5	2.6	2.0–3.0	ktz-14-2010	3/9	6.3	6–7	–
				Desirée	1/5	1.8	2–3	–

*) R – устойчивый, S – чувствительный

но. Из 18-ти изученных клонов гибрида *S. tuberosum* ssp. *andigena* × *S. kurtzianum* только 3 были устойчивыми; средний балл составил 4.2. Ранее нами установлена высокая устойчивость листьев гибрида между образцом *S. kurtzianum* к-ВИР-12488 и образцом *S. neoantipoviczii* из серии *Longipedicillata* Buk., к которой также относится *S. papita* [Zoteyeva, Carlson-Nilsson, 2011].

Основываясь на показателях средних баллов устойчивости к фитофторозу гибридов в тестах заражения клубней в сравнении с данными, полученными в тестах заражения листьев, можно заключить, что их потенциал в большей мере заключается в устойчивости клубней. Наибольшее число растений с устойчивостью клубней найдено у гибридов adg × ktz и pta × ktz. В популяциях трех гибридов (SW93-1015 × ktz, adg × ktz и pta × ktz) найдены растения с высокой устойчивостью клубней, у двух из них

(SW93-1015 × ktz и pta × ktz) растения сочетают устойчивость листьев и клубней.

Оценка устойчивости клубней гибрида [(ggr × Superb) × NZ2010-10nb] × *S. kurtzianum*. Селекционный клон (ggr × Superb) × NZ2010-10nb с устойчивостью листьев и чувствительностью клубней к фитофторозу использовали в скрещиваниях с образцом *S. kurtzianum* к-ВИР-12488. В период многолетнего полевого изучения в двух географических пунктах популяция материнского родителя – (ggr × Superb) × NZ2010-10nb, полученного от скрещиваний мексиканского вида *S. guerreroense* Согг. (материнская форма) с двумя генотипами *S. tuberosum* L., основная часть растений проявляла высокую устойчивость листьев [Zoteyeva, Carlson-Nilsson, 2013, Зотеева и др., 2017]. В тестах заражения клубней четырнадцать, находившихся в изучении клонов, проявляли чувствительность к фитофторозу (табл. 2).

Таблица 2. Устойчивость к фитофторозу клубней клонов гибрида (ggr × Superb) × NZ2010-10nb

Клон	Степень поражения, балл		Клон	Степень поражения, балл	
	средний	min – max		средний	min – max
2011-02- 1	5.2 ± 0.42	5–6	2011-02- 14	4.5 ± 0.53	4–5
2011-02- 2	2.5 ± 0.53	2–3	2011-02-17	2.8 ± 0.63	2–4
2011-02- 3	3.0 ± 0.67	2–4	2011-02- 19	2.5 ± 0.53	2–3
2011-02- 4	4.3 ± 0.48	4–5	2011-02- 20	3.0 ± 0.00	3–3
2011-02- 5	4.8 ± 0.63	4–6	2011-02- 23	4.0 ± 0.00	4–4
2011-02- 6	2.8 ± 0.79	2–4	2011-02- 27	3.5 ± 0.53	3–4
2011-02- 12	3.5 ± 0.53	3–4	2011-02- 28	1.3 ± 0.48	1–2
Контроль					
Desirée	2.8				
A. 08–15	6.6				

Для улучшения устойчивости клубней были проведены скрещивания данного гибрида с образцом *S. kurtzianum* к-ВИР-12489. Растения полученного гибрида формируют большое число клубней правильной формы. Десять клонов, полученных от разных семян этого гибрида, изучали по устойчивости ботвы в полевых условиях, и по устойчивости клубней – в лабораторных опытах.

При умеренном распространении инфекции *P. infestans* (2015 г.) все растения гибрида [(ggr × Superb) × NZ2010-10nb] × ktz проявляли устойчивость ботвы до конца вегетации. При этом чувствительные сорта к этому сроку полностью поражались. В 2016–2017 гг. в условиях сильного развития инфекции *P. infestans* подтверждена полевая устойчивость к фитофторозу ботвы 10-ти клонов этого гибрида. Устойчивость всех клонов оценивали баллами от 6.0 и выше. В тесте заражения клубней пять клонов (3, 4,

7, 11, 12 и 14) проявили устойчивость (оценка устойчивости от 6.0 до 8.0 баллов), четыре клона были чувствительными к инфекции. На клубнях большинства клонов отмечено отсутствие роста мицелия, либо очень слабый рост (табл.3).

Известно, что не все растения, полученные от гибридизации с дикими видами, способны к последующим результирующим скрещиваниям с *S. tuberosum*. Проблемы скрещиваний сортов и селекционных клонов картофеля с гибридами диких видов могут быть вызваны различными факторами, в том числе – стерильностью пыльцы [Jansky, 2006]. В молекулярном анализе у материнской формы [(ggr × Superb) × NZ2010-10nb] и у одного из клонов гибридной комбинации [(ggr × Superb) × NZ2010-10nb] × ktz-14 определен тип цитоплазмы W/γ, ассоциированный с мужской стерильностью, подтвержденной при анализе фертильно-

Таблица 3. Устойчивость к фитофторозу клубней межвидового гибрида [(ggr × Superb) × NZ2010-10nb] × ktz

Клон	Площадь инфекционного пятна, балл			Интенсивность роста мицелия, средний балл
	средний	min	max	
[(ggr × Superb) × NZ2010-10nb] × ktz -1	4.6 ± 0.84	4	6	0
“ “ -2	4.4 ± 0.52	4	5	0
“ “ -3	7.4 ± 0.52	7	8	0
“ “ -4	8.0 ± 0.47	7	9	0
“ “ -5	3.6 ± 0.52	3	4	0.2
“ “ -7	6.0 ± 0.00	5	6	0
“ “ -8	4.2 ± 0.67	3	5	0.3
“ “ -11	7.2 ± 0.79	6	9	0
“ “ -12	6.0 ± 0.67	5	7	0
“ “ -14	6.5 ± 0.53	6	7	0
<i>Контроль</i>				
Desirée	2.8			
A. 08–15	6.2			

сти пыльцы [Зотеева и др., 2017]. В дальнейшие скрещивания гибриды этой комбинации могут быть вовлечены в качестве материнского компонента. Помимо этого, у данного клона детектирован ген устойчивости к фитофторозу *R2-like* [Зотеева и др., 2017]. Ген *R2-like* найден у польского сорта Vzuga [Plich et al., 2015], выведенного в 1986 г. и сохраняющего эту устойчивость по настоящее время, а также у селекционного клона SW93-1015 [Ali et al., 2012; Lenman et al., 2016], характеризующегося длительной высокой полевой устойчивостью листьев. По-видимому, этот ген отвечает в большей мере за устойчивость листьев, т.к. у клона SW93-1015 отмечена умеренная чувствительность клубней к фитофторозу [Ali et al., 2012]. В наших исследованиях растения других гибридов с геном *R2-like*, также проявляли умеренную и высокую устойчивость к болезни [Зотеева, 2016; Зотеева и др., 2017].

В предыдущих исследованиях мы вовлекали в скрещивания, в основном, образцы центрально-американских видов картофеля, традиционно используемые в качестве источников высокой устойчивости к фитофторозу. Однако, многие образцы южноамериканских диких видов картофеля также обладают устойчивостью к болезни как

листьев, так и клубней [Зотеева и др., 2004, Zoteyeva et al., 2012]. Скрещивания образца *S. kurtzianum* к-12488, характеризующегося устойчивостью клубней к фитофторозу, с образцами картофеля различного происхождения, обладающими устойчивостью листьев, позволило получить гибриды, сочетающие устойчивость и надземных, и подземных частей растений. Гибриды с *S. kurtzianum* могут также представлять интерес и как носители типа цитоплазмы W/γ, ассоциированного с мужской стерильностью, для поиска растений картофеля с генами-восстановителями фертильности с целью создания гетерозисных гибридов.

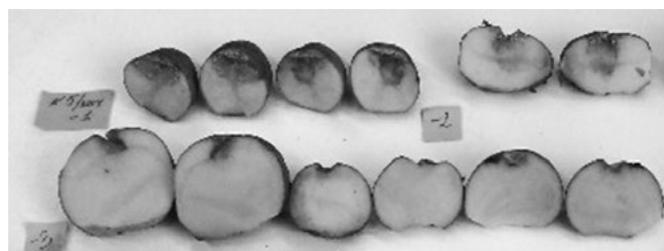


Рисунок 1. Симптомы фитофтороза на разрезе клубней разных клонов гибрида [(ggr × Superb) × NZ2010-10nb] × ktz (10-е сутки после заражения)

Автор выражает благодарность д.б.н. Гавриленко Т.А. за конструктивное обсуждение полученных результатов.

Гибридизация, оценка части гибридов по устойчивости листьев и клубней в лабораторных тестах (2012–2015 гг., Swedish University of Agricultural Sciences, Швеция) поддержаны фондом E. & I. Nilssons. Оценка клонов гибрида [(ggr × Superb) × NZ2010-10nb] × ktz по устойчивости к фитофторозу ботвы в полевых опытах и клубней – в лабораторных тестах (2016–2017 гг., ВИР, г. Санкт-Петербург, Россия) выполнены при поддержке Российского Научного Фонда (проект № 16-16 041125).

Библиографический список (References)

- Зотеева Н.М., Хжановска М., Евстратова Л.П., Фасулати С.Р., Юсупов Т.М. Устойчивость образцов диких видов картофеля к болезням и вредителям // Каталог мировой коллекции ВИР /Под ред. Л.И. Костиной. СПб. 2004. 88 с.
- Зотеева Н., Зимнох-Гузовска Е. Новый метод оценки устойчивости клубней картофеля к фитофторозу // Микология и фитопатология. 2004. Т. 38. N 1. С. 89–93.
- Зотеева Н., Кад Т. Гибрид от скрещивания клонов с контрастной устойчивостью к фитофторозу и двум вирусам картофеля // Тезисы докладов Международной научной конференции, посвященной 125-летию С.М. Букасова. СПб, 2016. С. 62–64.
- Камераз А.Я. Мировая коллекция картофеля на службе социалистического сельскохозяйственного производства // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1968. Т.39. N 1. С. 241–260.
- Ali Ashfaq, Laith Ibrahim Moushib, Marit Lenman, Fredrik Levander, Kerstin Olsson, Ulrika Carlson-Nilson, Nadezhda Zoteyeva, Erland Liljeroth, Erik Andreasson. Paranoid potato. *Phytophthora*-resistant genotype shows constitutively activated defense // Plant Signaling & Behavior. 2012. V.7. N 3. С. 1–9.
- Åsman A.K.M., Vetukuri R. R., Jahan S. N., Fogelqvist J., Orcoran P., Avrova A.O, Whisson S. C., Dixelius C. Fragmentation of tRNA in *Phytophthora infestans* asexual life cycle stages and during host plant infection // BMC Microbiology. 2014. <https://doi.org/10.1186/s12866-014-0308-1>.
- Budin, K. Z. Genetic foci of *Solanum* species, Petota Dumort, resistant to *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary // Genet. Res. Crop Evol. 2002. V. 49. P. 229–235.
- Colon, L.T, L. Sijpkens, D.J. Budding. Aardappel. *Phytophthora infestans*. Resistentie in wilde *Solanum* soorten // Stichting voor Plantenveredeling. 1987. (SVP). P. 44–45.
- Darsow, U., S. Goebel, E. Goetz, H. Oertel, K. Schueler. R-Gene und relative Resistenz der Kartoffelknolle gegen *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary // Archiv fuer Zuechtungsforschung. 1987. N 17. P. 387–397.

- Douches D.S., Kirk W.W., Bertram M.A., Coombs J.J., Niemira B.A. Foliar and tuber assessment of late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) reaction in cultivated potato *Solanum tuberosum* L.). *Potato Res.* 2002. V. 45. P. 215–224.
- Hanneman R.E.Jr. The potato germplasm resource // *Am. Potato J.* 1989. V. 66. P. 655–667.
- Jansky S. Overcoming hybridization barriers in potato // *Plant Breeding.* 2006. V. 125. P. 1–12.
- Jansky, S.H., H. Dempewolf, E.L. Camadro, R. Simon, E. Zimnoch-Guzowska, D. Bisognin, R. Simon, M. Bonierbale. A case for crop wild relative preservation and use in potato (*Solanum tuberosum* L.) // *Crop Science.* 2013. V. 53. P. 1–9.
- Lenman M., Ali A., Muhlenbock P., Carlson-Nilsson U., Liljeroth E., Champouret N., Vleeshouwers V.G., Andreasson E. Effector-driven marker development and cloning of resistance genes against *Phytophthora infestans* in potato breeding clone SW93-1015 // *Theor. Appl. Genet.* 2016. V. 129. N 1. P. 105–115.
- Orłowska E., Basile A., Kandzia I., Llorente B., Kirk H.G., Cvitanich C. Revealing the importance of meristems and roots for the development of hypersensitive responses and full foliar resistance to *Phytophthora infestans* in the resistant potato cultivar Sarpo Mira. // *J. Exp. Bot.* 2012. V. 63. P. 4765–4779.
- Ortiz R. Potato breeding via ploidy manipulations // *Plant Breed. Rev.* 1998. N 16. P. 15–86.
- Plich Jarosław, Beata Tatarowska, Renata Lebecka, Jadwiga Śliwka, Ewa Zimnoch-Guzowska, Bogdan Flis. *R2-like* gene contributes to resistance to *Phytophthora infestans* in Polish potato cultivar Bzura // *Am. J. Potato Res.* 2015. V. 92. N 3. P. 350–358. DOI 10.1007/s12230-015-9437-9.
- Rietman H., Bijsterbosch G., Cano, L. M., Lee H. R., Vossen J. H., Jacobsen E., Vleeshouwers V. G. Qualitative and quantitative late blight resistance in the potato cultivar Sarpo Mira is determined by the perception of five distinct RXLR effectors // *Molecular Plant-Microbe Interactions.* 2012. V. 25. N 7. P. 910–919.
- Stewart H.E., Bradshaw J.E., Wastie R.L. 1994. Correlation between resistance to late blight in foliage and tubers in potato clones from parents of contrasting resistance. *Potato Res.* 1994. V.37. P. 429–434.
- Zarzycka H. Evaluation of resistance to *Phytophthora infestans* in detached leaflet assay. *Monografie i Rozprawy Naukowe.* 2001. IHAR-Radzikow.10b. P. 75–77.
- Zoteyeva N.M. Wild potato species from the VIR collection as source of resistance to late blight. In: *Potato global research and development /S.M. Khurana, G.S. Shekhawat, B.P. Singh, S.K. Pandey (eds.). Indian Potato Association, Shimla.* 2000. V. 1. P. 85–91.
- Zoteyeva N., Carlson-Nilsson U., Bengtsson T., Olsson K., Ortiz R. Late blight and virus host-plant resistances, crossing ability and glycoalkaloids in Nordic potato germplasm // *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science.* 2017. V.67. N7. P. 628–636 (doi: 10.1080/09064710.2017.1324042).
- Zoteyeva N. M. Frequency of genotypes with tuber resistance to *Phytophthora infestans* in wild potato species. Proceeding of the Ninth Workshop of an European network for development of an integrated control strategy of potato late blight. Tallinn, Estonia. (19–23 October 2005). /Ed. C.E. Westerdijk and H.T.A.M. Schepers. Wageningen, NL. 2006. P. 281–290.
- Zoteyeva N., M. Chrzanowska, B. Flis, E. Zimnoch-Guzowska. Resistance to Pathogens of the Potato Accessions from the Collection of N. I. Vavilov Institute of Plant Industry (VIR) // *Am. J. Pot. Res.* 2012. V. 89. P. 277–293. DOI 10.1007/s12230-012-9252-5
- Zoteyeva N., Carlson-Nilsson U. Resistance to *Phytophthora infestans* in eleven interspecific potato hybrids // Abstract of the 18th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. 24–29 July 2011. Oulu, Finland. P. 130.
- Zweep van der M. Investigation of the relation between foliage and tuber late blight resistance under laboratory and field conditions. Master thesis. Wageningen University, NL/ PBR. 2014. 73 p.

Translation of Russian References

- Kameraz A.Ya. World collection of potatoes serves socialist agricultural production. *Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii.* 1968. V.39. N 1. P. 241–260. (In Russian).
- Zoteyeva N.M., Chrzanowska M., Evstratova L.P., Fasulati S.R., Yusupov T.M. Resistance of samples of wild species of potatoes to diseases and pests. *Katalog mirovoj kolekcii VIR (L.I. Kostina, ed.). St. Petersburg.* 2004. 88 p. (In Russian).
- Zoteyeva N., Zimnoch-Guzovska E. New method of assessment of resistance of potato tubers to late blight. *Mikologiya i fitopatologiya.* 2004. V. 38. N 1. P. 89–93. (In Russian).
- Zoteyeva N., Kad T. Hybrid from crossing of clones with contrast resistance to late blight and two viruses of potatoes. In: *Tezisy dokladov Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii, posvyashchennoj 125-letiyu S.M. Bukasova.* St. Petersburg, 2016. P. 62–64. (In Russian).

Plant Protection News, 2018, 1(95), p. 21–25

LEAF AND TUBER RESISTANCE TO LATE BLIGHT IN INTERSPECIFIC POTATO HYBRIDS DERIVED FROM *SOLANUM KURTZIANUM*

N.M. Zoteyeva

N.I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, Russia

The Late blight (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) is still one of the most harmful diseases of potato affecting both leaves and tubers. Nowadays potato breeding is focused on development of varieties with leaf and tuber resistance. The late blight resistance sources from the *Solanum* species are used to achieve such kind of plant material. Some of the gene pool are characterised by the negative agronomic traits, such as long stolons, small irregular tuber shape, no tuber formation under long daylight condition. The sample *Solanum kurtzianum* Bitt. et Wittm k-VIR-12488 characterized by leaf susceptibility, tuber resistance and stable tuber formation under long light day, was crossed with potato clones of various origin and different level of leaf and tuber resistance to late blight. Among the hybrid progeny, many plants expressed resistance to tuber blight. Some plants combined leaf and tuber resistance. Within the hybrid population obtained from cross of *S. kurtzianum* k-VIR-12488 with the complex interspecific clone involving *S. guerreroense* Corr. being leaf resistant and tuber susceptible, half progenies expressed both leaf and tuber resistance.

Keywords: potato species, hybridization, resistance, late blight.

Сведения об авторе

Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, 42–44, Российская Федерация.
Зотеева Надежда Мубаровна. Ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, e-mail: nzoteyeva@gmail.com

Information about the author

N.I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR), St. Petersburg, B. Morskaya Str. 42–44. Russian Federation.
Zoteyeva Nadezhda Mubarovna. Leading researcher, DSc in Biology e-mail: nzoteyeva@gmail.com