

УДК 635.21:631.527

<https://doi.org/10.47612/0134-9740-2021-29-70-77>**А. В. Чашинский**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»,
аг. Самохваловичи, Минский район
E-mail: a.chashinski@rambler.ru

СОЗДАНИЕ НОВОГО ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ, УСТОЙЧИВОГО К ФИТОФТОРОЗУ

РЕЗЮМЕ

В статье приведены результаты работы по созданию нового исходного материала картофеля по устойчивости к фитофторозу за 2017–2019 гг. На основе видов *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*, *S. vernei*, *S. acaule*, *S. andigena*, *S. rybinii*, *S. phureja* создано шесть гибридов, обладающих комплексной устойчивостью к фитофторозу в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками.

Ключевые слова: селекция, картофель, источники устойчивости, фитофтороз, продуктивность, исходный материал.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных направлений работы лаборатории генетики картофеля РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству» является создание нового исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу [1–3]. Создание ведется на основе сложных межвидовых гибридов диких и культурных видов, которые являются богатейшими источниками устойчивости картофеля к болезням, вредителям и экстремальным факторам внешней среды [4–7].

Данное направление работы лаборатории связано с тем, что в Республике Беларусь фитофтороз картофеля, вызываемый оомицетом *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, считается одной из наиболее вредоносных болезней. За последние 25 лет в республике эпифитотийное или умеренно эпифитотийное развитие наблюдается практически ежегодно. Поражение ботвы картофеля ограничивает ассимиляцию у растений в период образования клубней, что, в свою очередь, приводит к снижению продуктивности. Кроме того, фитофтороз наносит и прямой ущерб за счет поражения клубней до и во время уборки и последующего загнивания и развития на них сапрофитных организмов в период хранения. В годы с сильным поражением ботвы и клубней урожай может снижаться на 50–80 % [8].

Оомицет *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary способен поражать картофель на протяжении всей вегетации, начиная со времени появления всходов и до естественного отмирания ботвы. Кроме того, отмечается отклонение от классической схемы поражения растений. Начальные симптомы фитофтороза все чаще появляются на верхних листьях и стеблях, затем только на средних и нижних. Появление в республике A_2 типа совместимости увеличило вредоносность патогена и повысило его адаптационный потенциал к факторам внешней среды. Усложнился расовый состав, расширился спектр вирулентности, повысилась агрессивность патогена, резистентность к имеющимся фунгицидам [9, 10].

Существует два основных способа, обеспечивающих эффективную защиту от фитофтороза: 1) использование химических средств защиты; 2) создание высокоустойчивых гибридов и сортов на основе мирового генофонда картофеля. Применение пестицидов оказывает серьезную нагрузку на окружающую среду. Их использование приводит к поражению природных экосистем, уменьшает биологическую продуктивность фитоцинозов, способствует уничтожению наряду с вредными организмами полезной микрофлоры и микрофауны. С экологической точки зрения наиболее оправданным способом борьбы с фитофторозом является создание перспективного исходного материала и в последующем сортов картофеля, обладающих высокой степенью устойчивости к патогену.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Исследования проводили в течение 2017–2019 гг. Материалом для исследований служили межвидовые гибриды, полученные в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», ВИРе, ВНИИ картофельного хозяйства (Россия), Институте картофелеводства Украинской академии аграрных наук. Образцы диких видов картофеля были получены из ВИРа, Немецкого генетического банка картофеля (IPK), Немецко-Голландского центра генетических ресурсов (CGN), Американского генетического банка картофеля NRSP-6 (США).

Основными методами селекции, которые применялись в работе, были: внутривидовая и межвидовая гибридизация; отбор фитофтороустойчивых сеянцев на ранних этапах развития в условиях искусственного инфекционного фона; многократный отбор гибридов в пределах семей на жестком естественном инфекционном фоне.

Для гибридизации использовали визуально здоровые растения, свободные от вирусных болезней. Скрещивания выполняли в условиях защищенного грунта при температуре 14–20 °С и влажности воздуха 80–85 %. С целью искусственного усиления цветения удаляли клубни и столоны [11].

Оценку исходного материала картофеля на устойчивость к фитофторозу проводили согласно Методическим указаниям по фитопатологическим работам при селекции картофеля на устойчивость к фитофторозу [12]. Для искусственного заражения сеянцев первого года была использована смесь сложных рас с инфекционной нагрузкой 10–15 конидий в поле зрения микроскопа при увеличении $\times 120$. Оценку гибридов картофеля на устойчивость к фитофторозу по ботве в полевых условиях проводили согласно методическим указаниям, разработанным В. Г. Иванюком и др. [13].

Устойчивость образцов картофеля к фитофторозу клубней оценивали совместно с отделом защиты картофеля [10]. Клубни заражали инфекцией сложной высоковирулентной расой фитофтороза 1;2;3;4;5;6;6+0;7;8;9;10;11;12;хуз с нагрузкой 25–30 конидий в поле зрения светового микроскопа при 120-кратном увеличении. Клубни погружали на 5 мин в суспензию зооспорангиев и затем укладывали во влажные камеры, покрытые пластиком, инкубировали при температуре 15–18 °С в течение 21 суток. Заражение оценивали по величине некроза на поверхности клубней и глубине проникновения гриба в клубни на их продольном разрезе.

Оценку хозяйственно ценных признаков у сортообразцов картофеля проводили в соответствии с Международным классификатором СЭВ [14] и Методическими указаниями по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля [15].

Учет урожая и его структуру, определение содержания крахмала, оценку столовых качеств выполняли согласно Методике исследований по культуре картофеля [16].

Статистическую обработку результатов исследований осуществляли с использованием общепринятых в биологии статистических методов [17].

В 2017–2018 гг. первые признаки фитофтороза на опытном участке были отмечены во второй декаде июля, а в 2019 г. – в третьей декаде июля. Сложившиеся погодные условия в годы исследований благоприятствовали умеренно-эпифитотийному развитию фитофтороза, что позволило провести оценку перспективных гибридов в полевых условиях на естественном инфекционном фоне.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для успешной работы при создании исходного материала картофеля по тем или иным направлениям, в том числе и устойчивого к фитофторозу, необходимо наличие достаточного количества источников селекционно-ценных признаков. Однако для эффективного их использования нужна своя адаптированная оценка в тех условиях, где ведется селекционная работа. В связи с этим при выведении нового исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу, создана признаковая коллекция, которая состоит из межвидовых гибридов, полученных в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», ВИРе, ВНИИ картофельного хозяйства (Россия), Институте картофелеводства Украинской академии аграрных наук (Украина). В настоящее время ведется поддержание, пополнение и изучение образцов коллекции по основным хозяйственно ценным признакам.

В коллекционном питомнике в течение 2017–2019 гг. испытывали 125 образцов. Изучаемые межвидовые гибриды получены с участием видов: *S. demissum*, *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*, *S. bulbocastanum*, *S. vernei*, *S. microdontum*, *S. gourlayi*, *S. verrucosum*, *S. berthaultii* и культурных видов *S. andigenum* и *S. phureja*. В результате визуальной оценки устойчивости листьев к фитофторозу на естественном инфекционном фоне относительно высокая и высокая устойчивость к патогену на третью декаду августа отмечена у 67 образцов (53,6 %) в 2017 г., 40 образцов (32 %) выделились в 2018 г. и в 2019 г. отобран 51 образец (40,8 %) с относительно высокой и высокой устойчивостью к фитофторозу листьев.

Для гибридизации использовали формы с высокой устойчивостью к фитофторозу ботвы и клубней и с хорошими хозяйственными показателями, отобранные в коллекционном питомнике, культурный вид *S. andigenum*, а также межвидовые гибриды, полученные с использованием видов *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*, *S. verrucosum*, *S. berthaultii*, *S. vernei*, *S. microdontum* и культурных видов *S. andigenum* и *S. phureja*.

Для выполнения гибридизации были поставлены следующие задачи:

1. Вовлечение диких видов и полученных на их основе многовидовых гибридов в селекционный процесс.
2. Проведение скрещиваний с целью устранения негативных свойств у сложных межвидовых гибридов (позднеспелость, длинные столоны, мелкие клубни, плохие кулинарные качества и др.).
3. Получение источников и доноров с комплексной устойчивостью к фитофторозу (листья и клубни) в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками.

Всего выполнено 875 комбинаций скрещиваний. Получены ягоды в 246 (28,1 %) комбинациях.

В 2017–2019 гг. семена в количестве 111 952 шт. от 456 комбинаций скрещиваний, полученных в 2016–2018 гг., высевали в стеллажной теплице. Для отбора образцов

с высокой устойчивостью к фитофторозу на ранних этапах селекционного процесса 39 760 семян 67 комбинаций в фазу 3–4 настоящих листьев были заражены инфекцией фитофтороза с нагрузкой 10–15 конидий при увеличении $\times 120$. Смесь сложных рас *Phytophthora infestans* была представлена отделом защиты картофеля Центра. После браковки растений, пораженных фитофторозом, 5 317 семян с устойчивостью в 7–9 баллов выращивали в горшечной культуре в условиях защищенного грунта.

В 2017 г. по результатам искусственного заражения семян установлено, что наибольший процент отбора семян с относительно высокой и высокой устойчивостью к фитофторозу (7–9 баллов) отмечен у гибридной популяции 42–16 (41,7 %). Данная комбинация получена с использованием межвидовых гибридов 133-06-6 и 76-09-7 (*S. stoloniferum*, *S. verrucosum*, *S. berthaultii*, *S. polytrichon*, *S. andigenum*, *S. vernei*, *S. rybinii*). Несколько ниже процент отбора отмечен в популяциях 1-16, 2-16, 151-16 (32,5–39,1 %). Данные комбинации также получены с использованием межвидового гибрида 76-09-7 (*S. stoloniferum*, *S. polytrichon*, *S. andigenum*, *S. vernei*, *S. rybinii*).

В результате искусственного заражения семян в 2018 г. наибольший процент отбора генотипов с относительно высокой и высокой устойчивостью к фитофторозу (7–9 баллов) отмечен у гибридной популяции 270-17 (91,4 %), которая получена с использованием межвидового гибрида 118-03-3 (*S. demissum*, *S. andigenum*, *S. vernei*). Несколько ниже процент отбора наблюдался в популяциях 43-17, 46-17 и 45-17 (71,7–78,6 %). Данные комбинации также получены с использованием в качестве отцовской формы межвидового гибрида 206.161-11 (*S. phureja*, *S. berthaultii*, *S. vernei*).

По результатам искусственного заражения семян в фазу 3–4 настоящих листьев в 2019 г. наибольший процент отбора семян с относительно высокой и высокой устойчивостью к фитофторозу (7–9 баллов) отмечен у гибридной популяции 229-18 (62,6 %), которая получена с использованием межвидовых гибридов 118-03-3 и 152y0810-7 (*S. demissum*, *S. andigenum*, *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*, *S. vernei*). Несколько ниже процент отбора высокоустойчивых образцов встречался в популяциях 119-18, 243-18, 120-18 и 231-18, полученных с использованием межвидовых гибридов 136-08-1, 8492-1, 53-10-21, 206.161-11, 310-03-7 и 52-06-4, созданных на основе видов *S. polytrichon*, *S. stoloniferum*, *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. acaule*, *S. vernei*, *S. rybinii* и *S. andigenum*.

При уборке отбирали по одному клубню от каждого растения. Всего в питомнике семян первого года для дальнейшей работы отобрано 13 897 гибридов.

В питомнике первого клубневого поколения испытывали 6 592 гибрида. По результатам визуальной оценки в полевых условиях были выбракованы гибриды с признаками вирусных и бактериальных заболеваний, а также слаборазвитые растения. Для дальнейшего изучения отобрано 2 520 гибридов.

В питомнике гибридов второго года испытывали 2 138 гибридов. Образцы высаживали однорядковыми делянками по пять клубней. По результатам визуальной оценки у 588 гибридов отмечена высокая и относительно высокая устойчивость к фитофторозу (7–8 баллов). Совместно с отделом защиты картофеля 647 гибридов были изучены на устойчивость клубней к фитофторозу. В результате оценки выделено 300 образцов (46,4 %) с устойчивостью в 7–9 баллов. По комплексу хозяйственно ценных признаков в данном питомнике для дальнейшей работы отобрано 538 гибридов.

В питомнике гибридов третьего года испытывали 555 образцов. В результате визуальной оценки по устойчивости к фитофторозу листьев в полевых условиях на

естественном инфекционном фоне на последнюю декаду августа выделено 102 образца с относительно высокой и высокой устойчивостью к патогену (7–8 баллов). В течение вегетации были проведены такие же наблюдения и учеты, как и в предыдущем питомнике. Для дальнейшей работы отобрано 234 гибрида. Распределение гибридов питомника третьего года испытания по признаку устойчивости клубней к фитофторозу показано на рисунке 1.

В питомнике предварительного испытания первого и второго года изучали 338 гибридов. По результатам визуальной оценки на устойчивость к фитофторозу листьев на естественном инфекционном фоне выделено 156 гибридов с устойчивостью к фитофторозу 7–8 баллов. По устойчивости к фитофторозу клубней в лабораторных условиях изучено 198 образцов. Из них 110 обладали устойчивостью к патогену на уровне 7–9 баллов. Распределение гибридов питомников предварительного испытания по признаку устойчивости клубней к фитофторозу показано на рисунке 2.

Наряду с устойчивостью к фитофторозу гибриды изучались на продуктивность, содержание крахмала, устойчивость к черной ножке клубней и пригодность к промышленной переработке после пяти месяцев хранения. По результатам испытаний выделено 49 образцов с продуктивностью выше 1 000 г/куст, содержанием крахмала выше 18 % – 32 гибрида, с устойчивостью к возбудителям черной ножки клубней – 26 и по пригодности к промышленной переработке после пяти месяцев хранения отобрано 26 образцов.

В результате работы по созданию фитофтороустойчивого исходного материала картофеля в 2017–2019 гг. выделено шесть перспективных гибридов с высокой устойчивостью к фитофторозу и другим хозяйственно ценным признакам, рекомендованных в качестве исходных форм по устойчивости к фитофторозу (табл.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В коллекционном питомнике выделено 67 образцов (53,6 %) в 2017 г., 40 образцов (32 %) в 2018 г. и в 2019 г. отобран 51 образец (40,8 %) с относительно высокой и высокой устойчивостью к фитофторозу листьев. Данные гибриды получены с участием видов: *S. demissum*, *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*, *S. bulbocastanum*, *S. vernei*,

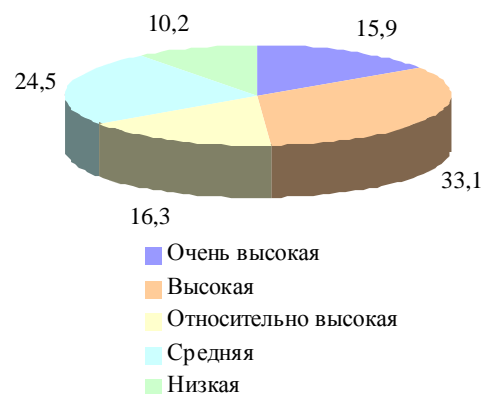


Рисунок 1 – Распределение гибридов картофеля питомника третьего года по устойчивости к фитофторозу клубней в 2017–2019 гг., %



Рисунок 2 – Распределение гибридов картофеля питомников предварительного испытания по устойчивости к фитофторозу клубней в 2017–2019 гг., %

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица – Характеристика гибридов картофеля, рекомендованных в качестве исходных форм по устойчивости к фитофторозу и другим хозяйственно ценным признакам, 2017–2019 гг.

Селекционный номер	Дикий (культурный) вид, на основе которого получен гибрид	Группа спелости	Устойчивость к фитофторозу, балл		Продуктивность, г/куст	Содержание крахмала, %	Вкус, балл
			Листья	Клубни			
2-11-19	<i>blb, dms, acl, phu</i>	Средне-поздний	7,0	8,7	1 000	19,1	7–9
26-11-10	<i>blb, dms</i>	Поздний	7,0	8,2	1 220	21,9	5–7
13-12-10	<i>blb, dms, adg, acl, phu</i>	Средне-поздний	7,0	8,5	1 680	17,5	7–9
39-12-3	<i>blb, dms</i>	Средне-поздний	7,0	7,4	1 390	16,6	7–9
45-13-7	<i>sto. plt. vrn. dms, adg</i>	Средне-поздний	7,0	9,0	1 320	17,4	5–7
166-13-7	<i>sto. plt. vrn. adg, ryb</i>	Поздний	7,0	7,7	1 310	20,7	7–9
Стандарт Вектар		Средне-поздний	3,0	4,8	940	13,3	7,0
Стандарт Здабытак		Поздний	5,0	6,9	870	20,5	7–9

Примечание. *dms* – *S. demissum*, *blb* – *S. bulbocastanum*, *phu* – *S. phureja*, *adg* – *S. andigenum*, *acl* – *S. acaule*, *sto* – *S. stoloniferum*, *plt* – *S. polytrichon*, *vrn* – *S. vernei*, *ryb* – *S. rybinii*.

S. microdontum, *S. gourlayi*, *S. verrucosum*, *S. berthaultii* и культурных видов *S. andigenum* и *S. phureja*.

В 2017–2019 гг. по результатам искусственного заражения сеянцев в фазу 3–4 настоящих листьев отобрано 5 317 сеянцев с относительно высокой и высокой устойчивостью к фитофторозу (7–9 баллов).

В питомнике первого клубневого поколения изучено 11 173 гибрида. По комплексу признаков для дальнейшего изучения отобрано 2 437 гибридов.

В питомнике гибридов второго года испытывали 2 138 гибридов. По комплексу хозяйственно ценных признаков для дальнейшей работы отобрано 583 гибрида.

В питомнике гибридов третьего года испытывали 555 гибридов. Из них для дальнейшей работы оставлено 234 образца с комплексом хозяйственно ценных признаков.

В качестве исходных форм для селекции на фитофтороустойчивость рекомендуются гибриды 2-11-19, 26-11-10, 13-12-10, 39-12-3, 45-13-7 и 166-13-7, обладающие относительно высокой устойчивостью листьев к фитофторозу, относительно высокой, высокой и очень высокой устойчивостью клубней к патогену в сочетании с другими хозяйственно ценными признаками. Данные гибриды получены на основе сложных межвидовых гибридов, имеющих в своем генотипе гены видов *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*, *S. vernei* и культурных видов *S. andigenum*, *S. rybinii*, *S. phureja*.

Список литературы

1. Вовлечение в практическую селекцию межвидового гибридного материала картофеля, созданного на основе редко используемых диких видов картофеля / В. А. Козлов [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук

Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству ; редкол.: С. А. Турко (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2013. – Т. 21. – С. 93–103.

2. Чашинский, А. В. Результаты работы по созданию нового исходного материала картофеля, устойчивого к фитофторозу / А. В. Чашинский // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству ; редкол.: В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 164–174.

3. Чашинский, А. В. Выделение источников устойчивости к фитофторозу и черной ножке среди межвидовых диплоидных гибридов картофеля / А. В. Чашинский [и др.] // Картофелеводство : сб. науч. тр. / Науч.-практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по картофелеводству и плодовоовощеводству ; редкол.: В. Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 175–183.

4. Подгаецкий, А. А. Использование генофонда картофеля в селекции на фитофтороустойчивость : метод. рекомендации / А. А. Подгаецкий. – Киев, 1991. – 48 с.

5. Подгаецкий, А. А. Генетические ресурсы картофеля / А. А. Подгаецкий // Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / НАН Беларуси, Ин-т картофелеводства НАН Беларуси. – Минск, 2003. – С. 108–190.

6. Будин, К. З. Значение диплоидных видов картофеля и пути использования их в селекции / К. З. Будин, Н. Ф. Бывако, Л. М. Турулева // Науч.-техн. бюл. ВИР. – Л., 1984. – Вып. 145. – С. 175–182.

7. Колобаев, В. А. Создание гибридных образцов картофеля с высокой горизонтальной устойчивостью к фитофторозу на основе использования в скрещиваниях различных видов рода *Solanum* / В. А. Колобаев // Материалы междунар. науч. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства Нац. акад. наук Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г. / НАН Беларуси, Ин-т картофелеводства НАН Беларуси. – Минск, 2003. – С. 207–215.

8. Иванюк, В. Г. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков / В. Г. Иванюк, С. А. Банадысев, Г. К. Журомский. – Минск : Белпринт, 2005. – 696 с.

9. Иванюк, В. Г. Новое в биологии возбудителя фитофтороза картофеля / В. Г. Иванюк, О. В. Авдей // НТИ и рынок. – 1997. – № 6. – С. 13–14.

10. Иванюк, В. Г. Особенности появления фитофтороза на картофеле в условиях Беларуси / В. Г. Иванюк // Защита растений – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / ГГАУ. – Гродно, 2002. – С. 37–39.

11. Родионова, З. П. Гибридизация картофеля на срезанных стеблях / З. П. Родионова // С.-х. информация. – 1971. – № 2. – С. 35–36.

12. Патрикеева, М. В. Методические указания по фитопатологическим работам при селекции картофеля на устойчивость к фитофторозу / М. В. Патрикеева. – Л. : ВИЗР, 1990. – 42 с.

13. Методы оценки картофеля, овощных и плодовых культур на устойчивость к болезням : метод. рекомендации / БелНИИ картофелеводства и плодовоовощеводства ; сост. В. Г. Иванюк [и др.] ; под ред. Н. А. Дорожкина. – Минск, 1987. – 95 с.

14. Международный классификатор СЭВ. – Ленинград, 1984. – С. 43.

15. Методические указания по оценке и поддержанию мировой коллекции картофеля / Всесоюз. ин-т растениеводства ; сост. С. М. Букасов [и др.]. – Ленинград, 1976. – 30 с.

16. Методика исследований по культуре картофеля / Отделение растениеводства и селекции Всесоюзной Академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, НИИ картофельного хозяйства ; редкол.: Н. А. Андрюшина [и др.]. – М., 1967. – 225 с.

17. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Выш. шк., 1973. – С. 246–248.

Поступила в редакцию 23.09.2021 г.

A. V. CHASHINSKIY

CREATION OF NEW POTATO INITIAL MATERIAL RESISTANT TO LATE BLIGHT

SUMMARY

*The results of work (2017–2019) on creation of new initial material of potato resistant to late blight are present in the article. Created six hybrids derived from species *S. demissum*, *S. bulbocastanum*, *S. stoloniferum*, *S. polytrichon*, *S. vernei*, *S. andigenum*, *S. rybinii*, *S. phureja*. These hybrids have complex resistance to late blight, in combination with other economically valuable traits.*

Key words: selective breeding, potatoes, sources of sustainability, late blight, productivity, initial material.