

**РУП «НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР НАН БЕЛАРУСИ  
ПО КАРТОФЕЛЕВОДСТВУ И ПЛОДООВОЩЕВОДСТВУ»**



## **КАРТОФЕЛЕВОДСТВО**

**Сборник научных трудов**

**Том 23**

**RUE «RESEARCH AND PRACTICAL CENTER OF NAS OF  
BELARUS FOR POTATO, FRUIT AND VEGETABLE GROWING»**

## **POTATO-GROWING**

**Proceedings**

**Volume 23**

**Минск 2015**

УДК 635.21:631.524.86:632.38

**Г.А. Яковлева, В.Л. Дубинич, И.А. Родькина, Т.В. Семанюк,  
Е.А. Бедунько**

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству  
и плодоовощеводству», аг. Самохваловичи, Минский район

E-mail: y\_galina@tut.by

**ПРОЯВЛЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ К ВСЛК В ПОТОМСТВЕ  
МЕЖВИДОВЫХ СОМАТИЧЕСКИХ ГИБРИДОВ КАРТОФЕЛЯ  
С НЕКЛУБНЕНОСНЫМИ ДИКИМИ ВИДАМИ СЕРИИ  
*ETUBEROSA***

**РЕЗЮМЕ**

*Метод соматической гибридизации – надежный способ интрогрессии в геном А культурного картофеля *S. tuberosum* признака устойчивости к ВСЛК из диких видов *Solanum* генома E: *S. etuberosum*, *S. brevidens*.*

*Ключевые слова:* картофель, межвидовые соматические гибриды, неклубненосные виды *Solanum*, устойчивость к ВСЛК.

**ВВЕДЕНИЕ**

Выращивание вегетативно размножаемой культуры картофеля тесно связано с исследованиями вирусов растений, так как отсутствие эффективного контроля вирусов вызывает значительные потери ее урожая и качества [1]. Вирус скручивания листьев картофеля (ВСЛК) или L-вирус является одним из наиболее вредоносных вирусов данной культуры. Доля потери урожая определена в пределах 20–87 %, а содержания крахмала – 2,0 % [2]. Вирус L может поражать не только листья, но и клубни картофеля. Он вызывает внутренний сетчатый некроз клубня у ряда сортов [1, 3].

Источники генов устойчивости к вирусам картофеля – дикорастущие виды *Solanum*, секции *Petota* Dumortier, включающей подсекции: неклубненосных видов *Estolonifera* и клубненосных – *Potatoe*. Английский систематик Hawkes, суммируя результаты оценки на устойчивость к вирусам, в качестве видов, наиболее ценных как источников устойчивости к ВСЛК, отмечает неклубненосные виды *S. brevidens*, *S. etuberosum* и клубненосные – *S. acaule*, *S. raphanifolium* [4]. Особый интерес представляет создание межвидовых гибридов между культурным картофелем *S. tuberosum* и видами *Solanum* с балансовым числом эндосперма (EBN), равным 1, которые практически недоступны для половой гибридизации [5, 6]. Значение EBN видов *S. brevidens*, *S. etuberosum* серии *Etuberosa* равно 1. В экспериментах Jackson и Hanneman они практически не завязывали ягод в реципрокных скрещиваниях с фертильными образцами культурного тетраплоидного картофеля при использовании

в качестве материнской или отцовской формы. Проблема с получением семян сохраняется и при половой гибридизации между дигаплоидами картофеля и видами серии *Etuberosa* [5, 6].

Широкое распространение в мире получило создание межвидовых гибридов между *S. tuberosum* и не клубненосными видами *S. brevidens*, *S. etuberosum* посредством соматической гибридизации картофеля [7]. Соматическая гибридизация картофеля не только преодолевает барьеры нескрещиваемости, но и индуцирует в гибридах изменения на молекулярном, геномном и хромосомном уровнях [8].

Метод соматической гибридизации обеспечивает возможность одновременного переноса ядерных и цитоплазматических генов обоих родителей и получения для селекции исходного материала с увеличенной генетической вариабельностью. При анализе соматических гибридов картофеля различных комбинаций обнаружены гибриды со всеми возможными вариантами сочетаний пластид и митохондрий, описано образование новых митохондриальных геномов [9, 10]. Использование 29 молекулярных маркеров, специфичных геномам митохондрий и хлоропластов, для 26 соматических гибридов комбинации *S. tuberosum* + *S. etuberosum* позволило выявить полиморфизм по 5 хлоропластным и 13 митохондриальным ДНК-маркерам и образование новых фрагментов митохондриальной ДНК [11]. На примере соматических гибридов картофеля обнаружена связь между содержанием крахмала и типом конфигурации митохондриального и хлоропластного геномов [12].

У соматических гибридов возможно появление нового признака, не свойственного ни одному из родителей. Разные авторы описали проявление устойчивости клубней соматических гибридов картофеля с не клубненосным видом *S. brevidens* к поражению бактериальными гнилями, вызываемыми *Erwinia* sp., или парше обыкновенной, вызываемой видами *Streptomyces* (*S. scabies*, *S. turgidiscabie* и *S. acidiscabie*) [13, 14]. В обоих случаях признак устойчивости к патогену отсутствовал у культурного родителя – *S. tuberosum* и передавался потомству от скрещивания соматических гибридов и сортов картофеля, поражаемых соответствующими возбудителями. В 2013 г. появилось сообщение о создании в Южной Корее первого сорта картофеля Jeseo, созданного на основе соматического гибрида HBS5 между сортом картофеля Dejima и образцом PI 218228 вида *S. brevidens* [14]. По-видимому, успех авторов в значительной степени определяется хорошо продуманным подбором культурного партнера для соматической гибридизации с не клубненосным видом. Сорт Dejima отличается высокой урожайностью и хорошим качеством клубней и был использован также в качестве опылителя в двух последующих беккроссах: (HBS5 × Dejima) × Dejima. Гибрид, давший начало сорту, был отобран во втором беккроссе.

Сорт Jeseo сохраняет признак устойчивости к L-вирусу картофеля, присутствующий образцу PI 218228 дикого вида *S. brevidens* и соматическому гибриду HBS5 [14].

Широкое использование различных образцов диких неклубненосных видов *S. brevidens*, *S. etuberosum* (геном E) в соматической гибридизации с *S. tuberosum* (геном A) чаще всего определяется желанием исследователей обогатить геном культурного картофеля новыми генами устойчивости к вирусам картофеля L и Y, ранее не доступными для селекции культуры [7]. Расщепление ВСЗ популяции соматического гибрида комбинации *etb* + (*tbr* × *ber*) по устойчивости к ВСЛК используют для картирования гена *Rlr<sub>etb</sub>* устойчивости к L-вирусу картофеля из *S. etuberosum* [15].

Цель исследования – оценка возможности интрогрессии признака устойчивости к ВСЛК от неклубненосных видов серии *ETUBEROSA* в геном картофеля посредством соматической гибридизации

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Объекты исследований – межвидовые гибриды картофеля 4-х комбинаций соматической гибридизации, полученные нами ранее [16]:

три комбинации первичной соматической гибридизации;

2D – 86-6 [межвидовой гибрид (*S. tuberosum* × *S. chacoense*), 2x] + *S. etuberosum* (E55-1);

4D – 86-6 + межвидовой неклубненосный гибрид (*S. etuberosum* × *S. brevidens*) (Л49-2);

10D – *S. polyadenium* (Л39-2) + Л49-2 (*etb* × *brd*)

одна комбинация вторичной соматической гибридизации;

P – ЛДГ (дигиплоид сорта Ласунак) + соматический гибрид 10D-1.

Потомство единственного соматического гибрида комбинации 10D представлено вторичным соматическим гибридом (BCГ) – P2-17, комбинаций 2D, 4D, P – половыми поколениями от свободного опыления соматических гибридов и скрещиваний с тетраплоидными образцами *S. tuberosum* (*tbr*-4x). Скрещивания между соматическими гибридами (СГ) проводили по схеме СГ × *tbr*-4x в условиях защищенного грунта. Полученные межвидовые гибриды (МВГ<sub>СТ</sub>) использовали для получения последующих половых поколений от свободного опыления и скрещиваний по схеме МВГ<sub>СТ</sub> × *tbr*-4x. Сеянцы в малосеменных комбинациях (от 1 до 15–18 семян в ягоде) регенерировали на питательной среде Мурасиге-Скуга в оптимальных условиях *in vitro* [17]).

Заражение картофеля ВСЛК и распространение вируса происходит посредством персиковой тли. В экспериментах по оценке устойчивости к L-вирусу картофеля помимо подсадки заранее инфицированной тли используют метод привоя анализируемого образца на растение-инфектор вируса, либо привоя черенков инфектора ВСЛК на растение тестируемого образца. Прививка является одним из наиболее жестких методов инфицирования, который обеспечивает проникновение практически любого вируса картофеля в прижившийся на растении-инфекторе привой тестируемого образца.

Тест методом прививок проводили в условиях защищенного грунта. В качестве подвоев были использованы растения картофеля, полученные из клубней

носителей вируса L. Зараженные ВСЛК клубни высаживали в 3-литровые ведра с почвенной смесью, и проросшие растения использовали в качестве подвоев. На растениях картофеля с симптомами L-вируса были выполнены прививки черенков тестируемых гибридов техникой «в расщеп» (по 3–6 прививок на образец). Тестируемые образцы выращивали в условиях теплицы из растений *in vitro* или клубней. Через неделю после выполнения прививки учитывали прижившиеся черенки. Через 30–35 суток проводили описание симптомов развития вироза на привоях. Одновременно осуществляли набор листового материала с привоев и подвоев для экстракции сока. Уровень накопления вируса в листьях подвоев и привоев определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА) согласно протоколу производителей наборов. Для достоверного разграничения фоновых значений абсорбции (А) и положительных результатов высчитывали порог достоверности положительных результатов (Р) по формуле

$$P = x + 3E,$$

где  $x$  – среднее значение А для отрицательного контроля;

$3E$  – тройное значение максимального положительного отклонения абсорбции от среднего в отрицательном контроле при соответствующей длине волны [18].

При проведении ИФА сок каждого образца наносили в три лунки планшета и высчитывали среднее отклонение (СО) от Р:

$$CO = (x_1 + x_2 + x_3) / 3 - OH - P_i,$$

где  $(x_1 + x_2 + x_3) / 3$  – среднее значение оптического поглощения по трем пробам сока одного растения;

ОН – значение оптического нуля для соответствующей микроплаты;

$P_i$  – значение Р с исключением значения ОН.

За здоровые, свободные от вирусной инфекции, принимали растения со значением  $CO < 0$ .

При оценке устойчивости образца к вирусу L в тесте с прививкой использовали следующую шкалу: высокоустойчивый образец –  $CO < 0$ , хорошо развитые привои без симптомов поражения вирусом; устойчивый образец –  $0 < CO < 0,05$ , симптомы поражения вирусом отсутствуют либо слабо выражены; образец, неустойчивый к вирусу  $CO > 0,05$ , наличие симптомов вироза [19].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В тесте с прививкой на растения-инфекторы ВСЛК проанализировано 35 соматических гибридов картофеля четырех комбинаций соматической гибридизации с не клубненосными видами *S. brevidens*, *S. etuberosum*, в том числе по комбинациям: 2D – 19, 4D – 14, 10D – 1, Р – 1 (табл. 1).

В комбинации 2D в качестве не клубненосного партнера использован образец E55-1 дикого вида *S. etuberosum*, комбинациях 4D и 10D – образец Л49-2 полового не клубненосного гибрида *S. etuberosum* × *S. brevidens*, комбинации вторичной соматической гибридизации Р – соматический гибрид 10D-1.

Таблица 1 – Характеристика соматических гибридов картофеля с не клубненосными видами серии *Euberosa* по устойчивости к ВСЛК в тесте с прививкой

| Комбинация | Распределение межвидовых соматических гибридов по типу устойчивости к ВСЛК                              |  |  |
|------------|---|--|--|
|            | Высокоустойчивые<br>CO < 0  | Устойчивые<br>0 < CO < 0,05                                      | Восприимчивые<br>CO > 0,05             |
| 2D         | 2D-4-5, 2D-8-7, 2D-8-10, 2D-125-6, 2D-154-1, 2D-154-5, 2D-265-3, 2D-265-4, 2D-265-6, 2D-265-8, 2D-294-3 | 2D-4-7, 2D-8-5, 2D-154-9, 2D-177-3, 2D-265-2, 2D-265-5, 2D-268-6 | 2D-8-6                                 |
| 4D         | 4D-11-3, 4D-12-8, 4D-14-10  | 4D-4-4, 4D-5-1, 4D-8-2, 4D-9-5, 4D-11-1, 4D-11-8                 | 4D-3-1, 4D-4-3, 4D-5-2, 4D-8-1, 4D-8-3 |
| 10D        |   | 10D-1  |  |
| P          | P2-17   |  |  |

Согласно предыдущим данным, образец E55-1 *S. etuberosum* обладает высокой устойчивостью к ВСЛК, образец Л39-2 *S. polyadenium*, являющийся одним из родителей-партнеров комбинации соматической гибридизации 10D – неустойчив [19]. Значение показателя абсорбции CO для полового не клубненосного гибрида Л49-2 в экспериментах с прививкой варьировало в пределах от –0,011 до 0,006, что свидетельствует о его устойчивости к ВСЛК.

Наличие растений с различными нарушениями морфологических признаков – одна из характерных черт межвидовой соматической гибридизации, при которой происходит объединение нескольких, как правило, плохо совместимых геномов. Типичные симптомы поражения картофеля ВСЛК, проявляющиеся на листовой пластинке, следующие: скручивание листьев внутрь (лодочкой); появление антоциановой окраски; жесткие (кожистые), хрупкие и шуршащие листья [3, 20]. Из них только «шуршание и жесткость» могут быть однозначно связаны с развитием вируса у межвидовых соматических гибридов картофеля. Различные варианты скручивания листовой пластинки (внутри, наружу, по кромке и т. д.) и проявление антоциана могут быть присущи естественному морфологическому фенотипу межвидового соматического гибрида.

Из 19-ти линий соматических гибридов комбинации первичной соматической гибридизации 2D неустойчива к ВСЛК была только 2D-8-6 (5,3 %), у которой наблюдали значение CO > 0,05 в тесте с прививкой на растения-инфекторы L-вируса. Восемнадцать СГ<sub>2D</sub> проявили устойчивость к ВСЛК: значение CO < 0 (11 линий – группа с высокой устойчивостью) или 0 < CO < 0,05 (7 образцов) (табл. 1). Из 16 гибридов комбинации 4D неустойчивы к ВСЛК пять (31,3 %). Единственный гибрид комбинации 10D устойчив к заражению L-вирусом картофеля. В комбинации вторичной соматической гибридизации P проверена одна линия P2-17, которая проявила высокую устойчивость к ВСЛК в тесте с прививкой.

Как уже отмечалось ранее, неклубненосные виды серии *ETUBEROSA* принадлежат к видам, которые практически не скрещиваются с сортообразцами картофеля (*S. tuberosum*-4х) и весьма ограниченно с другими дикими видами [5]. Нам удалось преодолеть практическую стерильность соматических гибридов и получить половые поколения для отдельных соматических гибридов комбинаций 2D и 4D (табл. 2).

Реальные результаты по вовлечению межвидовых соматических гибридов 2D и 4D в половую гибридизацию с образованием жизнеспособного поколения BC1 были получены после их предварительного вегетативного размножения не менее 3-х лет, а для комбинации вторичной соматической гибридизации P – более 10 лет [7, 21]. Для стабилизации генома первичных соматических гибридов картофеля необходимо 3–4 года вегетативного размножения. При вегетативном размножении соматических гибридов наблюдали уменьшение доли аномальных растений и улучшение их генеративной сферы (репродуктивной функции).

Результативными в скрещиваниях по схеме СГ × tbr-4х были семь соматических гибридов комбинации 2D (2D-8-5, 2D-8-6, 2D-8-7, 2D-154-5, 2D-265-2, 2D-265-3, 2D-265-6) и шесть – 4D (4D-5-1, 4D-8-2, 4D-8-3, 4D-8-5, 4D-11-2, 4D-11-3) [21].

Соматический гибрид 10D-1 практически стерилен, хотя периодически завязывает бессемянные ягоды.

Для решения проблемы низкой фертильности межвидовых соматических гибридов V. Rokka с коллегами предложили использовать «вторую генерацию» соматических гибридов [22]. Нам удалось получить потомство от гибридизации соматического гибрида 10D-1 с дигаплоидом сорта Ласунак (ЛДГ) через процедуру вторичной соматической гибридизации. Один из вторичных соматических гибридов P2-17 был проанализирован в тесте с прививкой и показал высокую устойчивость к ВСЛК (см. табл. 1), которая сохранилась и после генетической рекомбинации в процессе мейоза – в половом потомстве от свободного опыления P2-17 (9P1-2 и 9P1-3) (табл. 3).

Таблица 2 – Характеристика межвидовых соматических гибридов 4-х комбинаций с неклубненосными видами по способности цвести, завязывать ягоды и регенерировать жизнеспособные сеянцы от свободного опыления скрещиваемости с *S. tuberosum*-4х

| Комбинация | Соматические гибриды, шт. |          |           |                            |                            |
|------------|---------------------------|----------|-----------|----------------------------|----------------------------|
|            | Всего                     | Цветущие | С ягодами |                            |                            |
|            |                           |          | Всего     | С жизнеспособными сеянцами |                            |
|            |                           |          |           | При свободном опылении     | В скрещиваниях СГ × tbr-4х |
| 2D         | 56                        | 39       | 23        | 10                         | 7                          |
| 4D         | 92                        | 47       | 24        | 6                          | 6                          |
| 10D        | 1                         | 1        | 1         | 0                          | 0                          |
| P          | 20                        | 12       | 7         | 1                          | 1                          |

Таблица 3 – Характеристика полового потомства соматических гибридов картофеля с неклубненосными видами *S. brevidens*, *S. etuberosum* по устойчивости к ВСЛК

| Половое поколение СГ                            | Распределение МВГ <sub>СГ</sub> по устойчивости к ВСЛК в тесте с прививкой  |   |  |
|---|---|---|--|
|   | Высокоустойчивые<br>CO < 0  | Устойчивые<br>0 < CO < 0,05   | Восприимчивые<br>CO > 0,05   |
| <i>Потомство соматического гибрида 2D-265-2</i> |   |   |  |
| 1-е   |   | 265-2-2; 265-2-8  | 265-2-11   |
| 2-е   | 33-13; 34-5; 34-13; 34-15   | 34-4; 34-9  |  |
| 3-е   | B14-16; B14-28; B15-6;<br>B59-1; C8-1; C14-7; C34-2;<br>H5-8; H8-3; H21-45  | C14-9; C35-5  | H5-2; H8-6   |
| 4-е   | C36-15; C42-1; H32-7;<br>H77-7; H77-11  | H14-1; H77-9  |  |
| 5-е   | H78-1; H79-1; H83-6   |   |  |
| <i>Потомство соматического гибрида 2D-265-3</i> |   |   |  |
| 1-е   | 265-3-6   |   | 16-1; 16-3   |
| 2-е   | 35-4; 35-11; 35-12; 35-21;<br>C58-1; C58-4; C58-5; C58-7;<br>C58-8; C58-9   | C58-3; C59-1  | C58-6  |
| 3-е   | B17-1; B17-7; B17-13;<br>C57-2; C57-8; C57-9; C57-13;<br>C57-14   | B17-16; C57-1;<br>C71-6   | B17-4; B17-6;<br>B17-11; B17-17  |
| 4-е   | C63-1; C63-4; C63-10;<br>C63-14; C63-17; C65-2;<br>C65-7; 15з-1   | C63-2; 15з-11   | C61-17; C63-9;<br>C64-5; C65-1;<br>15з-15; 16з-9;<br>16з-15  |
| <i>Потомство соматического гибрида 4D-8-2</i>   |   |   |  |
| 1-е   | 4-8-2-27  |   |  |
| 2-е   | 37-4; 37-8  |   |  |
| 3-е   | 7-16-9; H60-2; H61-1;<br>H61-2; H61-3; H61-4;<br>H61-5; H61-7; H61-9; H61-11;<br>H61-12; H61-15; H61-17;<br>10з-1; 11з-4; 11з-8 | H61-6; 10з-8;<br>10з-17   | H61-16; 10з-5;<br>10з-7; 10з-10;<br>10з-12; 10з-14;<br>11з-1; 11з-3;<br>11з-10   |
| 4-е   | H86-4   | H86-2; H86-5  |  |
| <i>Потомство соматического гибрида 4D-11-3</i>  |   |   |  |
| 1-е   | 7-7-7; 26-1   | 26-6  | 7-7-32; 26-11  |
| 2-е   | H56-6; H56-14; H56-18;<br>H56-24; H56-32; H85-2;<br>4з-2; 24з-8   | B27-3; H54-6;<br>H54-12; H54-14;<br>H54-17; H56-5;<br>H56-8; H56-10;<br>H85-3; 24з-11 | C85-2; H54-2;<br>H54-11; H55-1;<br>H56-1; H56-4;<br>H56-9; H56-13;<br>H56-16; H56-29;<br>1з-4; 3з-15; ; 3з-23;<br>4з-7; 4з-12;<br>5з-2; 5з-9; 7з-16;<br>8з-3 |
| <i>Потомство соматического гибрида P2-17</i>    |   |   |  |
| 1-е   | 9P1-2; 9P1-3  |   |  |



Отбор межвидовых гибридов для проведения оценки на устойчивость к ВСЛК проводили по следующим критериям: 1) наличие устойчивого к L-вирусу образца в родословной материнской форме; 2) по фенотипу растения гибрида, жизнеспособного в условиях теплицы и (или) поля; 3) способности цвести и завязывать ягоды и, если это возможно, клубни.

Среди соматических гибридов комбинаций 2D и 4D наиболее продуктивными в генерации половых поколений были 4 гибрида: 2D-265-2, 2D-265-3 и 4D-8-2, 4D-11-3.

Согласно данным оптической плотности из 33-х представителей потомства соматического гибрида 2D-265-2, привитых на инфекторы вируса L, неустойчивы к вирусу L были три со значением  $CO > 0,05$  (см. табл. 3). Доля устойчивых к ВСЛК межвидовых гибридов различных половых поколений соматического гибрида 2D-265-2 (МВГ<sub>2D-265-2</sub>) составляет 90,9 %. Признак устойчивости к ВСЛК также проявляется у трех проанализированных МВГ<sub>2D-265-2</sub> из пятого полового поколения соматического гибрида 2D-265-2.

В потомстве соматического гибрида 2D-265-3 доля устойчивых к ВСЛК межвидовых гибридов в условиях жесткой инфекционной нагрузки, создаваемой в тесте с прививкой, составила 73,9 %.

В потомстве соматического гибрида 4D-8-2 накопление вируса L в тесте с прививкой до значения  $CO > 0,05$ , свидетельствующего о способности генотипа поражаться вирусом при достаточно жесткой или длительной инфекционной нагрузке, отмечено для 9-ти гибридов из 34 (26,5 %). Соответственно доля устойчивых к заражению ВСЛК межвидовых гибридов составляет 73,5 %.

Ровно половина из проанализированных в тесте с прививкой 42 гибрида половых поколений соматического гибрида 4D-11-3, привитых на растения-инфекторы ВСЛК, сохраняют устойчивость к вирусу, присущую родителю-партнеру в комбинации соматической гибридизации 4D (см. табл. 3).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Устойчивые к вирусу L межвидовые гибриды получены в четырех комбинациях соматической гибридизации картофеля с не клубненосными вирусоустойчивыми видами *S. etuberosum*, *S. brevidens*: 2D-86-6 (*S. tuberosum* × *S. chacoense*) + *S. etuberosum*; 4D-86-6 + (*S. etuberosum* × *S. brevidens*); 10D-*S. polyadenium* + (*S. etuberosum* × *S. brevidens*); P – ЛДГ + 10D-1.

Использование в качестве не клубненосного родителя-партнера комбинации первичной соматической гибридизации 2D образца E55-1 вида *S. etuberosum* обеспечило возможность создания преимущественно устойчивых к ВСЛК межвидовых соматических гибридов картофеля. Восемнадцать соматических гибридов из 19 (94,7 %), проанализированных в тесте с прививкой на растения-инфекторы L-вируса, были устойчивы к заражению. Признак устойчивости к вирусу сохранялся после генетической рекомбинации в процессе мейоза вплоть до 5-го полового поколения соматического гибрида.

При анализе 81 представителя в половых поколениях двух соматических гибридов комбинации 2D устойчивость к ВСЛК выявлена у 64 межвидовых гибридов (79 %).

В комбинациях первичной соматической гибридизации 4D и 10D не клубеносный родитель-партнер представлен половым гибридом *S. etuberosum* × *S. brevidens*. Устойчивость к ВСЛК в условиях жесткой инфекционной нагрузки, создаваемой в тесте с прививкой, наблюдали у 9-ти соматических гибридов 4D из 14 (64,3 %). Доля устойчивых к заражению L-вирусом гибридов в половых поколениях (с 1-го по 4-е) двух соматических гибридов комбинации 4D составила 60,5 % (46 из 76).

Единственный соматический гибрид 10D-1 имеет высокую степень устойчивости к ВСЛК, но является практически стерильным. Потомство от первичного соматического гибрида 10D-1 было получено только при использовании вторичной соматической гибридизации. Высокая степень устойчивости к вирусу L проявилась у потомка СТ<sub>10D-1</sub> – вторичного соматического гибрида P2-17 – и сохранилась в его половом потомстве, прошедшем стадию генетической рекомбинации в процессе мейоза.

Метод соматической гибридизации – надежный способ интрогрессии в геном А культурного картофеля *S. tuberosum* признака устойчивости к ВСЛК из диких видов *S. etuberosum*, *S. brevidens* генома Е.

#### Список литературы

1. Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed-potatoes / Gad Loebenstein [et al.]. – Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 2000. – 460 p.
2. Картофель. Возделывание, уборка, хранение / Д. Шпаар [и др.]; под ред. Д. Шпаара. – Торжок: ООО «Вариант», 2004. – 466 с.
3. Блоцкая, Ж.В. Вирусные болезни картофеля / Ж.В. Блоцкая. – Минск: Навука і тэхніка, 1993. – 222 с.
4. Hawkes, J.G. The potato. Evolution, biodiversity and genetic resources / J.G. Hawkes // USA: Smithsonian Institution Press. – USA, 1990. – 259 p.
5. Jackson, S.A. Crossability between cultivated and wild tuber- and non-tuber-bearing *Solanums* / S.A. Jackson, R.E Hanneman // Euphytica. – 1999. – Vol. 109. – P. 51–67.
6. Ермишин, А.П. Картофель. Генетические основы селекции растений. / А.П. Ермишин, Е.В. Воронкова, В.А. Козлов // Частная генетика растений: в 4 т. / науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: Беларус. навука, 2010. – Т. 2. – Гл. 4. – С. 156–234.
7. Яковлева, Г.А. Соматическая гибридизация и клеточная селекция картофеля (*Solanum tuberosum* L.) / Генетические основы селекции растений: в 4 т. / науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: Беларус. наука, 2012. – Т. 3: Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия. – Гл. 4. – С. 217–250.

8. Гавриленко, Т.А. Межродовая, межвидовая, внутривидовая гибридизация пасленовых на примере *Solanum* и *Lycopersicon* (генетические и биотехнологические аспекты): автореф. дис. ... д-ра биол. наук // Т.А. Гавриленко; Всероссийский НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова РАСХ. – СПб., 1999. – 40 с.
9. Антонова, О.Ю. Полиморфизм оргanelльных ДНК у сортов картофеля, видов рода *Solanum* секции *Petota* и межвидовых соматических гибридов: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.15 / О.Ю. Антонова; ГНУ ГНЦ РФ ВИР. – СПб., 2006 – 21 с.
10. Chondriome-type characterization of potato: mt  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$  and novel plastid-mitochondrial configurations in somatic hybrids / A. Lössl [et al.] // Theor. Appl. Genet. – 1999. – Vol. 98. – P. 1–10.
11. Analysis of plastome and chondriome genome types in potato Somatic hybrids from *Solanum tuberosum*  $\times$  *Solanum etuberosum* / J.K. Tiwari, P. Chandel, B.P. Singh [et. al.] // Genome, 2014. – Vol. 57. – P. 29–35. dx.doi.org/10.1139/gen-2013-0122.
12. 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. – P. 221-230.
13. Fertile interspecific somatic hybrids of *Solanum* : a novel source of resistance to *Erwinia* soft rot / S. Austin [et al.] // Phytopathology. – 1988. – Vol.78. – № 9. – P. 1217–1220.
14. Breeding of a new cultivar «Jeseo» with resistant to common scab / S.R. Kim [et al.] // Korean J. Breed. Sci., 2013. – Vol. 45. – № 4. – P. 468–473.
15. Kelley, K.B. Mapping of the potato leafroll virus resistance gene, *Rlr<sub>etb</sub>*, from *Solanum etuberosum* identifies interchromosomal translocations among its E-genome chromosomes 4 and 9 relative to the A-genome of *Solanum* L. sect. *Petota* / K.B. Kelley, J.L. Whitworth, R.G. Novy // Mol Breeding, 2009. – Vol. 23. – P. 489–500 DOI10.1007/s11032-008-9251-x.
16. Гибридизация картофеля с не клубненосами *Solanum* / Г.А. Яковлева [и др.] // Картофелеводство: сб. научн. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол.: В.Г. Иванюк (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2010. – Т. 17. – С. 236–249.
17. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений / Ф.Л. Калинин и [др.]. – Киев: Наукова думка, 1980. – 488 с.
18. Диагностика вирусов в селекции и семеноводстве картофеля: метод. рекоменд. / Всесоюз. академия с.-х. наук, Отделение защиты растений; Московская с.-х. академия им. К.А. Тимирязева. – М., 1988. – 30 с.
19. Выявление источников генов устойчивости к вирусам YVK и ВСЛК среди диких видов и межвидовых соматических гибридов картофеля / Г.А. Яковлева [и др.] // Картофелеводство: сб. научн. тр. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству»; редкол. В.Г. Иванюк (гл. ред.) и [др.] – Минск, 2009. – Т. 16. – С. 65–76.

20. Cuperus, C. Potato leaf roll virus / C. Cuperus, J.A. Bokx // Potato diseases. Diseases, pests and defects; Eds. A. Mulder and L.J. Turkensteen. – NIVAP HOLLAND, 2005. – PLRV. – P. 93–95.

21. Яковлева, Г.А. Расширение генофонда, доступного для селекции картофеля, за счет использования межвидовых соматических гибридов / Г.А. Яковлева, Т.В. Семанюк, В.Л. Дубинич // Использование мировых генетических ресурсов ВИР в создании сортов картофеля нового поколения: материалы Всероссийской научно-координационной конф., посвящ. 100-летию со дня рождения акад. К.З. Будина, Санкт-Петербург, 28–29 июля 2009 г. / ГНУ ГНЦ РФ ВИР им. Н.И. Вавилова; под общ. ред. Н.И. Дзюбенко. – 2009. – С. 230–238.

22. Rokka, V.-M. Production and Characterization of «Second Generation» Somatic Hybrids Derived from Protoplast Fusion Between Interspecific Somatohaploid and Dihaploid *Solanum Tuberosum* L. / V.-M. Rokka [et al.] // Amer J of Potato Res., 2000. – V. 77 – P. 149–159.

Поступила в редакцию 10.11.2015 г.

G.A. YAKOVLEVA, V.L. DUBINICH, I.A. RODKINA,  
T.V. SEMANYUK, E.A. BEDUNKO

**RESISTANCE TO PLRV IN PROGENY OF INTERSPECIFIC  
SOMATIC HYBRIDS OF POTATO WITH NON-TUBEROUS  
WILDLIFE VARIETIES OF THE *ETUBEROSA* SERIES**

**SUMMARY**

*Somatic hybridization method is a reliable way of introgression in the cultural potato *S. tuberosum* of the genome resistance to PLVR from wildlife *Solanum* varieties of genome E: *S. etuberosum*, *S. brevidens*.*

*Key words:* potato, interspecific somatic hybrids, non-tuberous *Solanum* varieties, resistance to PLVR.