

РАЗДЕЛ 2

ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

УДК 631.524.86: 635.21: 632.4: 577.21.08

Е.А. Волуевич, В.С. Борзяк, В.И. Лукша

ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси», г. Минск

E-mail: Voluevitch@yandex.ru

АНАЛИЗ АЛЛЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ГЕНОВ УСТОЙЧИВОСТИ К ВИРУСАМ В СОРТАХ КАРТОФЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЛЕКУЛЯРНЫХ МАРКЕРОВ

РЕЗЮМЕ

На основе применения молекулярных маркеров изучено аллельное состояние генов крайней устойчивости к вирусам X и Y (Rx_{adg} и Ry_{adg} соответственно), а также гена Rm сверхчувствительности к вирусу M в пяти сортах картофеля. Выявлены сорта белорусской селекции с хорошими донорскими свойствами. Так, сорт Дельфин имеет 3–4 копии генов Rx_{adg} и Rm ; сорт Нептун несет по 2 копии генов Rx_{adg} и Ry_{adg} , ген Rm представлен у него 3–4 копиями; Дубрава обладает 2-мя копиями гена Ry_{adg} и по 1 копии генов Rx_{adg} и Rm ; немецкий сорт Albatros несет 1 дозу гена Rx_{adg} и 2 копии гена Rm ; сорт Meridian имеет 1 копию гена Rm .

Ключевые слова: картофель, вирусоустойчивость, аллельное состояние генов, ПЦР-маркеры.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка нового сорта может занять до десяти и более лет от скрещивания до выпуска, поэтому необходимы улучшенные стратегии селекции. Поразительные перспективы в этом отношении предоставляют молекулярные маркеры. Возможность выбрать желательный клон на основе генотипа, а не фенотипа, анализ растений на стадии семян, скрининг нескольких признаков, быстрое восстановление генотипа рекуррентного родителя являются лишь некоторыми из преимуществ MAS (marker assisted selection, маркеропосредованная селекция) [1].

Известно, что MAS для семян F_1 стоит слишком дорого из-за большого количества экстракций ДНК и ПЦР-анализов [2]. В среднем, умножая каждый анализ на 3 евро, стоимость варьирует от 21 900 евро на этапе семян, или 24 000 евро в первый год полевых испытаний, до 675 евро в течение второго года полевых испытаний [3]. Поэтому отбор в F_1 может быть проведен в течение 1–2 лет в полевых условиях по агрономическим признакам и устойчивости по фенотипу, после чего количество клонов значительно сокращается,

и в дальнейшем может быть осуществлен MAS по устойчивости. Таким образом, молекулярные маркеры применяют на подходящем этапе селекционной программы, и они позволяют провести ранний отбор резистентных клонов доступным способом. Кроме того, цена ПЦР-анализов может быть снижена в результате разработки мультиплексной ПЦР.

Использование молекулярных маркеров является альтернативой искусственному заражению с последующим проведением ELISA. На примере оценки популяций, расщепляющихся по гену Ry_{adg} , было показано, что молекулярные маркеры могут быть применены для прогнозирования реакции клонов на болезнь без наличия заболевания [4]. Было выявлено, что маркеры RYSC3 и ADG2BbvI [5, 6] достаточно близки к гену Ry_{adg} , чтобы оправдать их использование для идентификации резистентных клонов к PVY [4]. Кроме того, маркер RYSC3 одновременно подходит как для выявления гена Ry_{adg} , так и гена Na_{adg} сверхчувствительной устойчивости к вирусу A [5].

Определение главных генов устойчивости к вирусам, присутствующих в потенциальных родителях, с помощью молекулярных маркеров должно предотвратить гибридизацию восприимчивых клонов между собой и увеличить количество скрещиваний между устойчивыми клонами. Когда желательные неидентичные гены находятся в разных сортах, их можно объединить в одном генотипе через ряд скрещиваний и отбор. Пирамидированию таких генов также способствует использование молекулярных маркеров к генам устойчивости.

Дополнительное преимущество использования молекулярных маркеров заключается в возможности определения дозы гена устойчивости у резистентного родителя на основе соотношения расщепления маркерных фрагментов в потомстве. Схемы расщепления при анализе донорских свойств источников устойчивости с помощью молекулярных маркеров такие же, как и при анализе устойчивости по фенотипу с применением искусственной инокуляции. Например, при скрещивании источника устойчивости с восприимчивым сортом (нуллиплексом) при случайном хромосомном расщеплении в F_1 ожидаемое теоретическое расщепление составляет 1 : 1, если маркер в симплексной дозе, и 5 : 1, если он находится в дуплексном аллельном состоянии. При случайном хроматидном расщеплении теоретически ожидаемое соотношение составляет 0,86 : 1 для симплексного аллельного состояния маркера, 3,67 : 1 – для дуплексной дозы и 27 : 1 – для триплексной [7, 8]. Считается, что для достижения уровня достоверности более 95 % вероятности при определении генетической конституции изучаемого клона картофеля необходимо оценить в F_1 около 30 потомков. Если использовать тест на инокуляцию прививкой, эта оценка более трудная, более медленная и дорогостоящая [9].

Аллельное состояние гена устойчивости можно определять не только при скрещивании резистентного родителя с восприимчивым образцом (нуллиплексом), но и при самоопылении резистентных клонов. В этом случае при соотношении устойчивых и восприимчивых потомков в S_1 как 3 : 1 исходный устойчивый клон имеет ген резистентности в симплексной дозе, а при 35 : 1 – дуплексной [10].

Если устойчивый сорт триплекс или квадруплекс, то в S_1 все сеянцы устойчивы. Считается, что когда те же аллели существуют в нескольких дозах или являются общими для родителей, двойная редукция с участием этих аллелей вряд ли будет отражена в качестве заметного фенотипа в потомстве [10].

Для определения количества устойчивых аллелей, присутствующих у резистентного родителя, необходимо тестировать потомство потому, что используемые в настоящее время ПЦР-анализы являются нечувствительными к дозе гена. Тестировать потомства с использованием молекулярных маркеров проще, быстрее и дешевле, чем с помощью искусственного заражения. По данным некоторых исследователей, для проведения одного ПЦР-анализа стоимость применения молекулярного маркера RYSC3 к гену Ry_{adg} составляет 2,83 евро; маркера STM0003 к гену Ry_{sto} – 2,88 евро [3]. Стоимость оценки одного клона при искусственной инокуляции выше – 6–12 евро (меньшее количество соответствует одному году оценки, когда выявляются восприимчивые генотипы; более высокие значения соответствуют второму году оценки, чтобы подтвердить, являются ли предполагаемые устойчивые генотипы действительно таковыми). Таким образом, сравнение затрат на использование молекулярных маркеров и проведение искусственных инокуляций показывает, что маркеры обеспечивают более быструю, дешевую и надежную систему скрининга на устойчивость.

Чтобы максимизировать шансы на получение устойчивых генотипов в потомстве, желательно использовать резистентные родительские клоны с несколькими копиями генов устойчивости (дуплекс, триплекс или квадруплекс) с разработанными к этим генам эффективными молекулярными маркерами. Кроме того, использование молекулярных маркеров позволяет создавать более эффективные доноры, например, с триплексной дозой гена. Так, с использованием тесно сцепленного с геном устойчивости Ry_{adg} SCAR-маркера разработали триплексный клон [11]. Это исследование показало, что маркер-опосредованный отбор может быть использован для ускорения обычных селекционных программ путем разработки нужного родительского генотипа.

Целью нашего исследования являлось изучение аллельного состояния генов устойчивости к вирусам в сортах картофеля с помощью молекулярных маркеров к этим генам.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДИКА

Материалом для исследования служили самоопыленные потомства пяти сортов зарубежной селекции (Albatros, Meridian) и отечественных сортов (Дельфин, Дубрава, Нептун), созданных в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству». Выборка по каждому потомству S_1 составляла от 50 до 53 сеянцев. Растения выращивали на световой установке в кюветах с почвой.

Для выделения ДНК использовали ткани свежемороженых молодых растений сеянцев (100–150 мг на одну пробу). Выделение и очистку ДНК

осуществляли с помощью готовых наборов «Genomic DNA Purification Kit» (Thermo scientific, EU) согласно методике, предлагаемой производителем с внесением определенных модификаций. Концентрацию и степень очистки ДНК проверяли на спектрофотометре и с помощью электрофореза в 1 % агарозном геле с использованием стандартного маркера длин фрагментов ДНК на 100–3000 пар нуклеотидов.

Для оценки наличия в экспериментальном материале аллель-специфического маркера 221R к гену Rx_{adg} использовали методику, предложенную Heldak с соавторами [12]. Амплификацию ДНК семян с этим маркером проводили, используя пару праймеров 5' - GCTTACATTTGCTCGAAGAAGCCAC - 3'/F; 5' - CCTTAATAATCAATAGATTCAACTCG - 3'/R. Присутствие гена Rx_{adg} определяли по наличию маркерного фрагмента 221R размером 800 п. н. Для проведения реакции амплификации с аллель-специфическим маркером 221R реакционная смесь для ПЦР-анализа объемом 25 мкл содержала 100 нг totalной ДНК; 3 mM $MgCl_2$; 0,3 мкМ каждого из пары праймеров; 0,2 mM каждого dNTP (dNTPs премикс для ПЦР, 10Ч – «Праймтех»); 1U *Taq* polymerase («Праймтех») и 2,5 мкл буфера «А» 10Ч без $MgCl_2$ для *Taq* полимеразы («Праймтех») [14]. Реакцию осуществляли при следующем режиме: денатурация 3 минуты при 94 °C, далее 40 циклов по 20 секунд при 94 °C, 25 секунд при 60 °C и 60 секунд при 72 °C, финальная элонгация в течение 5 минут при температуре 72 °C.

Для детекции гена Ry_{adg} использовали пару праймеров 3.3.3s и ADG23R к SCAR-маркеру $RYSC3_{321}$: 3.3.3s (F) 5' - ATACACTCATCTAAATTTGATGG - 3' и ADG23 (R) 5' - AGGATATACGGCATCATTTTCCGA - 3' согласно Kasai с соавторами [5]. Присутствие гена Ry_{adg} определяли по наличию маркерного фрагмента $RYSC3$ размером 321 п. н. При проведении амплификации реакционная смесь для ПЦР-анализа объемом 20 мкл содержала 100 нг totalной ДНК; 2 mM $MgCl_2$; 0,8 мкМ каждого из пары праймеров; 0,1 mM каждого dNTP; 1,25 U *Taq* polymerase («Праймтех») и 2 мкл буфера «А» 10Ч без $MgCl_2$ для *Taq* полимеразы («Праймтех») [14]. Реакцию осуществляли при следующем режиме: денатурация 9 минут при 93 °C, далее 35 циклов по 45 секунд при 94 °C, 45 секунд при 56 °C и 60 секунд при 72 °C, финальная элонгация в течение 5 минут при температуре 72 °C.

Определение гена *Rm* осуществляли с помощью ISSR-маркера $UBC822_{1079}$, предложенного Marczewski с соавторами [15]. Амплификацию проводили с праймером с последовательностью TCTCTCTCTCTCTCTCA. Образование продукта весом 1079 п. н. указывало на наличие в сорте гена *Rm*. ПЦР с этим праймером осуществляли в объеме 20 мкл. Реакционная смесь содержала 30 нг totalной ДНК; 2,5 mM $MgCl_2$; 0,125 mM dNTPs; 0,5 мкМ праймера; 1 U *Taq* полимеразы и 2 мкл буфера «А» 10Ч без $MgCl_2$ для *Taq* полимеразы («Праймтех») [16]. Амплификация проходила в режиме: денатурация 1 минута при температуре 94 °C, далее 40 циклов по 20 секунд при 93 °C, 25 секунд при 55 °C и 75 секунд при 72 °C; финальная элонгация в течение 5 минут при температуре 72 °C.

Разделение продуктов амплификации ДНК семян с ISSR-маркером UBC822₁₀₇₉ осуществляли при электрофорезе в 2,5 % агарозном геле в трис-ацетатном буфере (ТАЕ) при напряжении 80 В в течение 1–2 часов.

Анализ полученных продуктов амплификации с маркерами 221R, RYSC3 и UBC822₁₀₇₉ проводили в 1,5 % агарозном геле в трис-боратном буфере (0,089 М Трис, 0,089 М борная кислота, 0,002 М EDTA pH 8,0). Электрофорез осуществляли при комнатной температуре при параметрах тока 80 В в течение 2–4 часов. Для приготовления агарозных гелей использовали агарозу TopVision™ производства Fermentas. В каждую лунку вносили 10 мкл ПЦР смеси и 1,5 мкл буфера для нанесения (раствор в воде 0,25 % бромфенолового синего; 0,25 % ксилонцианола; 30 % глицерина). Гели документировали с помощью фотографирования после окрашивания бромидом этидия. В качестве маркера молекулярного веса использовали GeneRuler™ 100bp Plus DNA Ladder (Fermentas).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Аллельное состояние гена устойчивости у анализируемого сорта определяли по соотношению числа семян с маркерной полосой, свидетельствующей о присутствии исследуемого гена, к числу семян без диагностического фрагмента. Как указывалось, при симплексном аллельном состоянии гена устойчивости (*Aaaa*) в S_1 наблюдается расщепление семян с диагностическим фрагментом и без него как 3 : 1. Если ген резистентности представлен в двойной дозе (дуплекс *AAaa*), то расщепление соответствует схеме 35 : 1. Однако если произошло переопыление устойчивых растений с восприимчивыми клонами, то в F_1 соотношение при одной дозе гена резистентности соответствует схеме 1 : 1, а при двойной дозе – 5 : 1, то есть наблюдается такое же расщепление, как и при скрещивании с нуллиплексом по гену устойчивости. Однако если ген устойчивости представлен в триплексе (*AAaA*) или квадруплексе (*AAAA*), то все семена потомства от самоопыления или от опыления нуллиплексом (свободного или принудительного, то есть при скрещивании) несут маркерную полосу, свидетельствующую о присутствии соответствующего гена резистентности.

В результате анализа соотношения семян с маркерной полосой к гену устойчивости и без диагностического фрагмента были получены следующие данные. Ген крайней устойчивости к вирусу X Rx_{adg} у сорта Дельфин представлен тремя или четырьмя копиями, поскольку все 53 семени несли маркерный фрагмент (табл. 1).

Такое же аллельное состояние у сорта Дельфин определено и для гена сверхчувствительной устойчивости *Rm* к вирусу М (табл. 2).

Таким образом, сорт Дельфин является высокоэффективным донором к двум видам вирусов. Сорт Нептун также имеет высокую дозу гена *Rm* (триплекс или квадруплекс) (см. табл. 2, рис. 1).

Сорт Нептун имеет два гена крайней устойчивости Rx_{adg} и Ry_{adg} к вирусам X и Y соответственно в двойной дозе, то есть является дуплексом по этой

РАЗДЕЛ 2. ГЕНЕТИКА КАРТОФЕЛЯ

Таблица 1 – Расщепление в потомстве S_1 сортов картофеля с геном крайней устойчивости Rx_{adg} к вирусу X по диагностическому маркеру к этому гену 221R

Сорт	Число сеянцев, шт.	Наличие / отсутствие генотипов с маркером	Аллельное состояние гена	χ^2	При вероятности Р
Albatros	50	38 / 12	<i>Aaaa</i>	0,03	$0,75 < P < 0,90$
Дельфин	53	53 / 0	<i>AAA-</i>	—	—
Дубрава	52	47 / 5	<i>Aaaa</i>	6,56	$0,025 < P < 0,01$
Нептун	50	43 / 7	<i>AAaa</i>	5,23	$0,025 < P < 0,01$

Таблица 2 – Расщепление в потомстве S_1 сортов картофеля с геном сверхчувствительной устойчивости Rm к вирусу М по диагностическому маркеру к этому гену UBC822₁₀₇₉

Сорт	Число сеянцев, шт.	Наличие / отсутствие генотипов с маркером	Аллельное состояние гена	χ^2	При вероятности Р
Albatros	50	47 / 3	<i>AAaa</i>	1,92	$0,10 < P < 0,25$
Meridian	52	30 / 22	<i>Aaaa</i>	1,23	$0,25 < P < 0,50$
Дельфин	53	53 / 0	<i>AAA-</i>	—	—
Дубрава	52	35 / 17	<i>Aaaa</i>	1,64	$0,10 < P < 0,25$
Нептун	50	50 / 0	<i>AAA-</i>	—	—

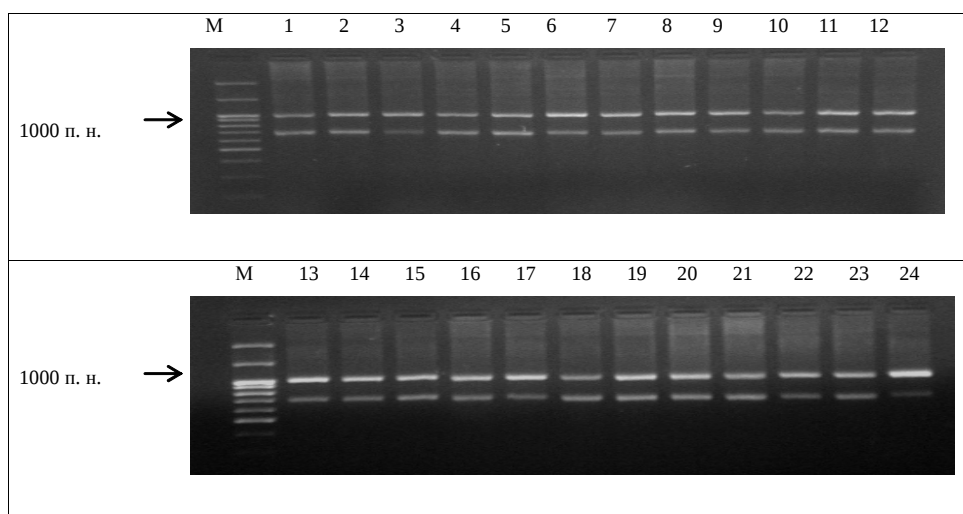


Рисунок 1 – Пример ПЦР-детекции аллельного состояния гена Rm с помощью маркера UBC822₁₀₇₉ в потомстве от самоопыления сорта Нептун

Примечание. М – маркер молекулярного веса 100–3000 п. н.;
1, 13 – сорт Нептун, 2–12, 14–24-сеянцы S_1 .

паре генов резистентности (см. табл. 1, табл. 3). У сортов Albatros и Дубрава ген Rx_{adg} , а также у сортов Meridian и Дубрава ген Rm представлен одной копией (симплекс) (см. табл. 1, 2, рис. 2, 3). При этом следует отметить, что потомство сорта Meridian, вероятно, было получено в результате свободного опыления с восприимчивым генотипом, поэтому расщепление соответствует схеме 1 : 1, а не 3 : 1 (см. табл. 2).

У сорта Дубрава имеется также двойная доза гена крайней устойчивости Ry_{adg} (см. табл. 3).

Таблица 3 – Расщепление в потомстве S_1 сортов картофеля с геном крайней устойчивости Ry_{adg} к вирусу Y по диагностическому маркеру к этому гену RYSC3

Сорт	Число сеянцев, шт.	Наличие / отсутствие генотипов с маркером	Аллельное состояние гена	χ^2	При вероятности P
Дубрава	52	50 / 2	$AAaa$	0,22	$0,50 < P < 0,75$
Нептун	50	49 / 1	$AAaa$	0,11	$0,50 < P < 0,75$

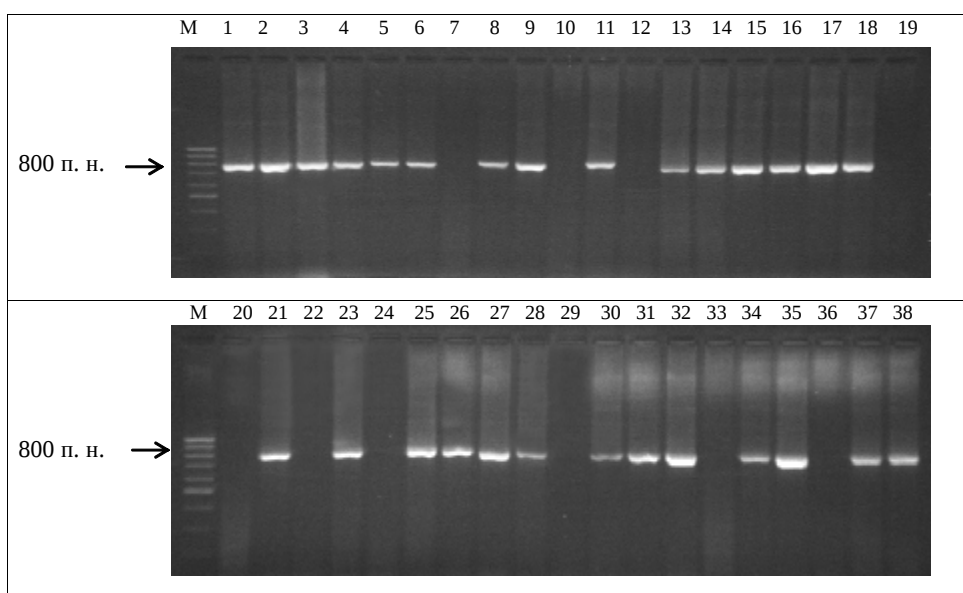


Рисунок 2 – Пример ПЦР-детекции аллельного состояния гена Rx_{adg} с помощью маркера 221R в потомстве от самоопыления сорта Albatros

Примечание. М – маркер молекулярного веса 100–3000 п. н.;
1, 38 – сорт Albatros, 2–19, 20–37 – сеянцы S_1 .

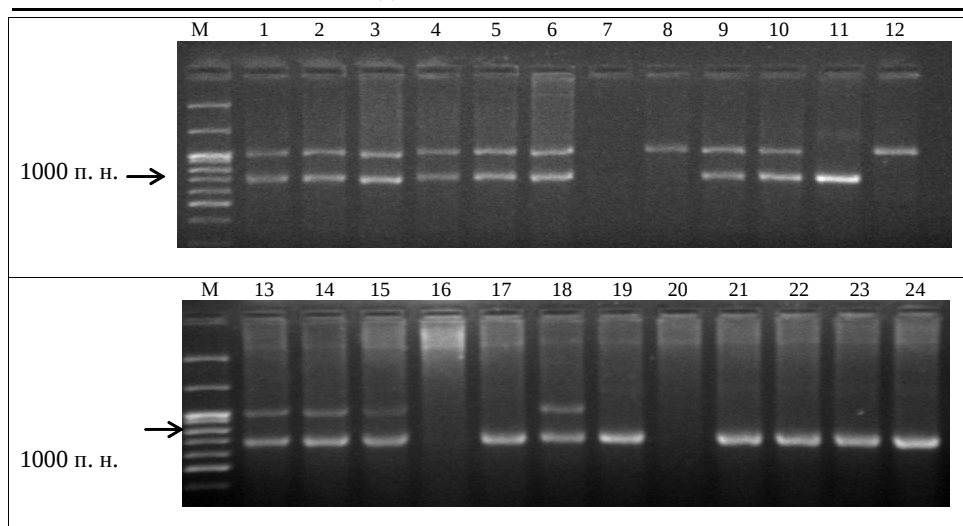


Рисунок 3 – Пример ПЦР-детекции аллельного состояния гена *Rm* с помощью маркера UBC822₁₀₇₉ в потомстве от самоопыления сорта Дубрава

Примечание. М – маркер молекулярного веса 100–3000 п. н.;
1, 13 – сорт Дубрава, 2–12, 13–22 – сеянцы S₁.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучено аллельное состояние генов устойчивости к вирусам X, Y и M у сортов белорусской селекции Дельфин, Дубрава, Нептун и зарубежных сортов Albatros, Meridian посредством анализа расщепления по маркерным локусам к этим генам в потомстве от самоопыления. Для анализа S₁ использовали молекулярные маркеры к генам устойчивости: аллель-специфический маркер к гену крайней устойчивости к вирусу X *Rx_{adg}*, SCAR-маркер RYSC3₃₂₁ к гену крайней устойчивости к вирусу Y *Ry_{adg}*, ISSR-маркер UBC822₁₀₇₉ к гену сверхчувствительной устойчивости к вирусу M *Rm*.

Изученные белорусские сорта характеризуются хорошими донорскими свойствами. Так, сорт Дельфин имеет по 3–4 копии генов *Rx_{adg}* и *Rm*. Сорт Нептун несет по 2 копии генов *Rx_{adg}* и *Ry_{adg}* (расщепление по маркерным локусам в S₁ соответствовало схеме 35 : 1). Ген *Rm* представлен у него 3–4 копиями. Сорт Дубрава обладает 2-мя копиями гена *Ry_{adg}*. Он также несет по 1 копии генов *Rx_{adg}* и *Rm* (расщепление 3 : 1). Немецкий сорт Albatros несет 1 дозу гена *Rx_{adg}* и 2 копии гена *Rm*. Сорт Meridian имеет 1 копию гена *Rm*, его потомство, по-видимому, было получено в результате свободного опыления восприимчивым генотипом (расщепление 1 : 1). Более предпочтительными для использования в селекции являются доноры устойчивости с большим числом копий генов резистентности.

Список литературы

1. Collard, B.C.Y. Marker-assisted selection: an approach for precision plant breeding in the twenty-first century / B.C.Y. Collard, D.J. Mackill // Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. – 2008. – Vol. 12, № 363 (1491). – P. 557–572.

2. Marker-assisted combination of major genes for pathogen resistance in potato / C. Gebhardt [et al.] // Theor. Appl. Genet. – 2006. – Vol. 112. – P. 1458–1464.
3. Ortega, F. Application of molecular marker-assisted selection (MAS) for disease resistance in a practical potato breeding programme / F. Ortega, C. Lopez-Vizcon // Potato Research. – 2012. – Vol. 55. – P. 1–13.
4. Validation and implementation of marker-assisted selection (MAS) for PVY resistance (Ry_{adg} gene) in a tetraploid potato breeding program / R.J. Ottoman [et al.] // Am. J. Pot. Res. – 2009. – Vol. 86. – P. 304–314.
5. Development of SCAR markers to the PVY resistance gene Ry_{adg} based on a common feature of plant disease resistance genes / K. Kasai [et al.] // Genome. – 2000. – Vol. 43. – P. 1–8.
6. Sorri, V.A. Predicted kinase-3 a motif of a resistance gene analogue as a unique marker for virus resistance / V.A. Sorri, K.N. Watanabe, J.P.T. Valkonen // Theor. Appl. Genet. – 1999. – Vol. 99. – P. 164–170.
7. Velasquez, A.C. Genetic characterization and mapping of major gene resistance to *Potato leafroll virus* in *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* / A.C. Velasquez, E. Mihovilovich, M. Bonierbale // Theor. Appl. Genet. – 2007. – Vol. 114. – P. 1051–1058.
8. Bradshaw, J.E. Quantitative genetics theory for tetrasomic inheritance / J.E. Bradshaw // Potato genetics; eds: J.E. Bradshaw, G.R. Mackay. – Wallingford: CAB International, 1994. – P. 71–100.
9. SCAR marker for the selection of Ry -duplex potato clones immune to *Potato virus Y* / A.M. Ribeiro [et al.] // Crop Breeding and Applied Biotechnology. – 2006. – Vol. 6. – P. 1–8.
10. Predicting parental genotypes and gene segregation for tetrasomic inheritance / Z.W. Luo [et al.] // Theor. Appl. Genet. – 2000. – Vol. 100. – P. 1067–1073.
11. Kaushik, S.K. Development of a triplex (YYYy) parental potato line with extreme resistance to *Potato virus Y* using marker assisted selection / S.K. Kaushik [et al.] // The Journal of Horticultural Science & Biotechnology. – 2013. – Vol. 88, № 5. – P. 580–584.
12. Heldak, J. Selection of valuable potato genotypes with introduced resistance genes derived from wild species / J. Heldak, E. Brutovska, A. Gallikova // Agriculture (Polnohospodarstvo). – 2009. – Vol. 55, № 3. – P. 133–139.
13. Павлючук, Н.В. Отбор устойчивых к Х-вирусу генотипов картофеля с использованием ПЦР-маркеров / Н.В. Павлючук, И.М. Казючиц, Е.А. Волуевич // Картофелеводство: сб. науч. тр. – Минск, 2011. – Т. 19. – С. 245–253.
14. Оценка исходного материала картофеля для селекции на устойчивость к болезням и вредителям с помощью специфических ПЦР-маркеров: метод. рекомендации / А.П. Ермишин [и др.]. – Минск: Ин-т генетики и цитологии НАН Беларуси, 2010. – 60 с.
15. Potato chromosomes IX and XI carry genes for resistance to *Potato virus M* / W. Marczewski [et al.] // Theor. Appl. Genet. – 2006. – Vol. 112. – P. 1232–1238.

16. Волуевич, Е.А. Отбор устойчивых к М-вирусу генотипов картофеля (*Solanum tuberosum*) с помощью ПЦР / Е.А. Волуевич, Н.В. Павлючук // Доклады НАН Беларуси. – 2014. – Т. 58, № 2. – С. 93–96.

Поступила в редакцию 21.11.2016 г.

E.A. VOLUEVICH, V.S. BORZYAK, V.I. LUKSHA

ANALYSIS OF ALLELIC STATE OF GENES RESISTANCE TO VIRUS IN POTATOES VARIETIES USING MOLECULAR MARKERS

SUMMARY

The allelic state of resistance genes for X and Y viruses (Rx_{adg} and Ry_{adg} respectively) as well as the hypersensitivity gene Rm to virus M was studied on the basis of the molecular markers application in five potatoes varieties. Belarusian varieties with good donor properties were found. So, Delphin has 3–4 copies of the genes Rx_{adg} and Rm; variety Neptune carries 2 copies of the genes Rx_{adg} and Ry_{adg} , the gene Rm presented in 3–4 copies; Dubrava has two copies of the gene Ry_{adg} and one copy of the genes Rx_{adg} and Rm; german variety Albatros carries one dose of the gene Rx_{adg} and two copies of the gene Rm; variety Meridian has one copy of the gene Rm.

Key words: potatoes, virus resistance, allelic state of genes, PCR-markers.