

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы (пәнаралық) =Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина (междисциплинарный). – 2023. -№1 (116). - Б.102-109.

doi.org/ 10.51452/kazatu.2023.№1.1312

УДК 635.21.631.52.632.3

## ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА КАРТОФЕЛЯ НА НАЛИЧИЕ ДНК-МАРКЕРОВ УСТОЙЧИВОСТИ К Х-ВИРУСУ КАРТОФЕЛЯ

*Әжімахан Мөлдір Әжімаханқызы*

*Магистр сельскохозяйственных наук, докторант*

*Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина*

*г. Астана, Казахстан*

*E – mail: miss\_moli\_92@mail.ru*

*Хасанов Вадим Тагирович*

*Кандидат биологических наук, доцент*

*Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина*

*г. Астана, Казахстан*

*E – mail: vadim\_kazgatu@mail.ru*

*Вологин Семен Германович*

*Кандидат биологических наук*

*Татарский НИИ сельского хозяйства  
ФИЦ «Казанский научный центр РАН»*

*г. Казань, Россия*

*E – mail: semen\_vologin@mail.ru*

*Hu Baigeng*

*Доктор технических наук*

*Leling Xisen Potato Industry Group Company Ltd*

*г. Лейлинг, Китайская Народная Республика*

*E – mail: hubaigeng@163.com*

---

### Аннотация

В статье приводятся результаты идентификации молекулярно-генетических маркеров, сцепленных с генами устойчивости к Х-вирусу картофеля (ХВК), у четырех сортов и трех селекционных линий картофеля из коллекции КАТИУ им. С. Сейфуллина, а также у шести гибридов картофеля, полученных в результате четырех комбинаций скрещивания. Выявление ДНК-маркеров было осуществлено методом полимеразной цепной реакции.

В сортах картофеля Удовицкий и Aladin выявлен молекулярный маркер GM637 (ген Nb), в сорте Xisen 6 идентифицированы молекулярные маркеры 5Rx1 и GM339 (гены Rx1 и Nb); у селекционных линий Z897-3 и Z872-3 определен маркер 5Rx1 (ген Rx1); в генотипе сорта Тустеп были детектированы молекулярные маркеры 5Rx1 и GM339 (гены Rx1 и Nb). При исследовании шести гибридов картофеля выявлено, что все изученные гибриды унаследовали по одному молекулярному маркеру: у гибридов КС-1, КС-10 и КС-11 выявлен молекулярный маркер 5Rx1 (ген Rx1), у гибридов КС-2, КС-15 и КС-23 детектированы молекулярные маркеры GM637 и GM339, сцепленные с геном Nb. На основании полученных результатов рекомендовано при проведении селекционных программ в качестве родительских форм использовать сорта картофеля Xisen 6 и Тустеп.

**Ключевые слова:** картофель; сорт; селекционная линия; гибрид; ДНК-маркер; ген; Х-вирус картофеля; устойчивость.

## Введение

В Республике Казахстан средняя урожайность картофеля составляет 17-18 т/га [1]. Значительное различие в урожайности картофеля с зарубежными странами (Нидерланды, Франция, США и др.), в которых данный показатель часто превышает 50 т/га [2], обусловлено множеством причин, главной из которых является слабая семеноводческая работа и, как следствие, низкое качество посадочного материала в республике. В связи с тем, что картофель является одним из видов вегетативно размножаемых растений, реинфекция семенного материала и ежегодное накопление вирусных болезней приводит к вырождению культуры. Вирусные болезни ограничивают жизнь сорта в производстве и ухудшают качество семенного материала картофеля [3].

Наиболее распространенными и вредоносными вирусными болезнями картофеля являются закручивание листьев, морщинистая, полосчатая и обыкновенная мозаики, редко встречаются скручивание листьев, мраморность, складчатая и аукуба мозаики. Высока вероятность распространения: X-вируса картофеля (ХВК), S-вируса картофеля (SBK); M-вируса картофеля (MBK), а также наиболее вредоносных: Y- вирус картофеля (YBK) и вируса скручивания листьев картофеля (ВСКЛ), как в явной, так и в латентной формах [4].

В настоящее время различают четыре основных типа устойчивости растений к фитопатогенам: экстремальная устойчивость, сверхчувствительность, полевая (неспецифическая)

## Материалы и методы

Объектами исследований служили 13 генотипов картофеля из коллекции КАТИУ им. С. Сейфуллина, из которых 4 сорта: Удовицкий, Тустеп (Казахстан), Xisen 6 (КНР), Aladin (Нидерланды) и 3 селекционные линии: 17-225-3, Z-897-3, Z-872-3 (КНР), а также гибриды, полученные в результате четырех комбинаций скрещивания: КС-1, КС-2, КС-10, КС-11, КС-15 и КС-23.

Листовые пробы отбирали из питомника родительских форм и питомника поддерживающей селекции первого года. Выделение ДНК проводили с использованием наборов «ФитоСорб» (Синтол, Россия). Обнаружение молекулярных маркеров 1Rx1 (ген Rx1), 5Rx1

устойчивость и толерантность [5].

Растения картофеля *Solanum tuberosum* L. обладают двумя типами специфической устойчивости к ХВК: гиперчувствительностью, которая контролируется генами Nb и Nx, а также крайней резистентностью, обеспечиваемой генами Rx1 и Rx2. Ген Nx локализован в хромосоме IX (Tommiska et al. 1998), а Nb - в хромосоме V (De Jong et al. 1997) [6]. Гены Rx1 и Rx2 расположены на хромосоме XII и V, соответственно (Bendahmane et al. 1997; Ritter et al. 1991) и принадлежат к классу генов устойчивости CC / LZ-NBS-LRR (Bendahmane et al. 1999, 2000).

В настоящее время одним из перспективных направлений системы защиты картофеля от вирусных болезней является создание вирусосоустойчивых и высокопродуктивных сортов картофеля на основе маркер-ассоциированной селекции.

Цель настоящего исследования - оценка гибридов картофеля на наличие ДНК-маркеров, сцепленных с генами устойчивости к ХВК.

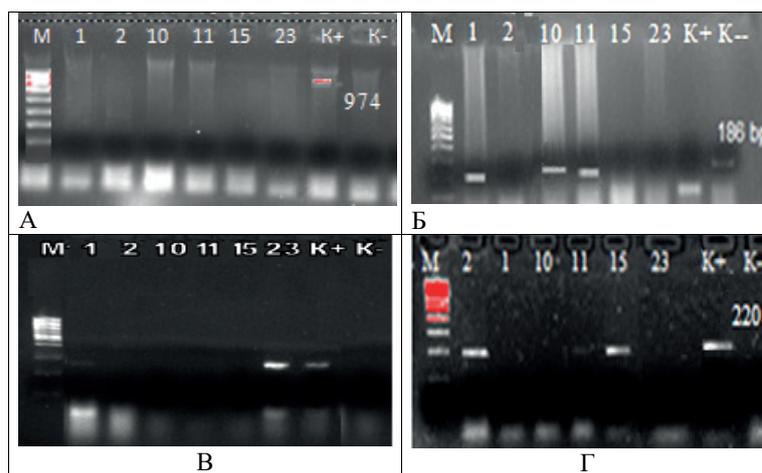
Идентификация маркеров к ХВК проводилась на базе лаборатории биотехнологии растений и лаборатории молекулярной диагностики фитопатогенов кафедры «Биология, защита и карантин растений» НАО «КАТИУ им. С. Сейфуллина» в 2020-2022 гг. в рамках международной научной программы: «Создание перспективных линий картофеля на основе генетических ресурсов КНР и Республики Казахстан».

(ген Rx1), GM339 (ген Nb), GM637 (ген Nb) осуществляли с помощью полимеразной цепной реакции (ПЦР) на приборе T100 (Biorad, США). Температурные режимы постановки ПЦР и условия детектирования соответствовали ранее опубликованным работам [8-15]. В качестве положительного контроля для обнаружения молекулярных маркеров, сцепленных с геном Rx1, использовали биоматериал сорта картофеля Sante (Нидерланды) [DOI 10.18699/VJ18.329], для выявления маркеров, сцепленных с геном Nb - биоматериал сорта Innovator (Нидерланды) [DOI:10.1007/s00122-002-0962-9].

### Результаты

Проведенные исследования показали, что все исследованные родительские формы, за исключением селекционной линии 17-225-3, содержали в своем генотипе один или два маркера устойчивости к ХВК (рисунок 1, таблица 1). В образцах родительских генотипов картофеля Удовицкий и Aladin выявлен один молекулярный маркер (GM637), сцепленный с геном Nb;

в образце Xisen 6 – два ДНК-маркера (5Rx1, GM339), сцепленных с генами Rx1 и Nb; у селекционных линий Z897-3 и Z872-3 определен один маркер (5Rx1), сцепленный с геном Rx1; в генотипе сорта картофеля Тустеп детектировано два молекулярных маркера (5Rx1, GM339), сцепленных с генами Rx1 и Nb.



А – молекулярный маркер 1Rx1; Б - молекулярный маркер 5Rx1;

В- молекулярный маркер GM339; Г - молекулярный маркер GM637.

1-КC-1; 2-КC-2; 10-КC-10; 11-КC-11; 15-КC-15; 23-КC-23; К+/-положительный контроль: маркер 1Rx1 - 974 bp, маркер 5Rx1 - 186 bp, маркер GM339 - 330 bp, маркер GM637 - 220 bp; М - маркер (GeneRuler 100 bp DNA Ladder, Fermentas).

Рисунок 1 - Электрофореграмма идентификации ДНК-маркеров методом ПЦР

Таблица 1 - Результаты выявления молекулярных маркеров, сцепленных с генами устойчивости к ХВК

№	Родительские формы						Гибриды F1		
	♀			♂			гибрид	маркер	ген
	сорт/линия	маркер	ген	сорт/линия	маркер	ген			
1	Z897-3	5Rx1	Rx1	Удовицкий	GM637	Nb	КC-1	5Rx1	Rx1
2	Z897-3	5Rx1	Rx1	Удовицкий	GM637	Nb	КC-2	GM637	Nb
10	Тустеп	5Rx1, GM339	Rx1, Nb	17-225-3	не выявлен	нет	КC-10	5Rx1	Rx1
11	Z872-3	5 Rx1	Rx1	Aladin	GM637	Nb	КC-11	5Rx1	Rx1
15	Z872-3	5 Rx1	Rx1	Aladin	GM637	Nb	КC-15	GM637	Nb
23	Aladin	GM637	Nb	Xisen 6	5Rx1, GM339	Rx1, Nb	КC-23	GM339	Nb

Примечание: ♂ - отцовская форма; ♀ - материнская форма; F1 - гибридное потомство; № 1, 2, 10, 11, 15, 23 - нумерация соответствует условным обозначениям к рисунку 1.

В биоматериале гибридов КС-1, КС-10 и КС-11, полученных в результате скрещивания родительских форм, было обнаружено присутствие ДНК-маркера 5Rx1, на основании чего сделано предположение о наличии гена Rx1 в генотипе этих селекционных образцов. В генотипе гибридов КС-2, КС-15 и КС-23 были выявлены ДНК-маркеры GM339 и GM637, на основании которых предположили о присутствии гена Nb.

Молекулярный маркер 1Rx1, сцепленный с геном Rx1, не был обнаружен ни в одном из исследуемых генотипов родительских форм и

### Обсуждение

Селекционная ценность гибридов картофеля, определяется наличием у них генов устойчивости к фитопатогенам, а ценность родительских форм связана со способностью передавать данные гены потомству. В связи с этим, в настоящем исследовании проводилась идентификация молекулярных маркеров, сцепленных с генами устойчивости к ХВК в генотипах родительских форм и гибридов картофеля.

В научной литературе в настоящее время отсутствуют данные об устойчивости к ХВК сортов картофеля Xisen 6 и Aladin. Проведенными исследованиями установлено наличие у сорта картофеля Xisen 6 ДНК-маркеров 5Rx1 и GM339, сцепленных с генами Rx1 и Nb, а также присутствие у сорта картофеля Aladin молекулярного маркера GM637, сцепленного с геном Nb. Наличие молекулярных маркеров, сцепленных с генами к ХВК, в генетическом материале сортов Удовицкий и Тустеп, а также у селекционных линий Z897-3 и Z872-3 в данном исследовании выявлено впервые.

В составе биоматериала шести гибридов картофеля, полученных в результате четырех комбинаций скрещивания родительских форм, было идентифицировано наличие молекулярных маркеров, сцепленных лишь с одним из двух возможных генов устойчивости: либо с R-геном, отвечающим за крайнюю резистентность к ХВК, либо с N-геном, контролирующим устойчивость по типу гиперчувствительности. Так, в результате проведенных скрещиваний в комбинациях Z897-3 × Удовицкий и Z872-3 × Aladin, среди изученных образцов были идентифицированы гибриды, имеющие либо молекулярный маркер 5Rx1 (гибриды КС-1 и КС-11), либо молекулярный маркер GM637

гибридов картофеля.

Таким образом, большинство исследуемых генотипов картофеля содержали лишь один молекулярный маркер, сцепленный либо с геном Rx1, либо геном Nb. Наиболее ценными генотипами, которые целесообразно использовать в качестве родительских форм при создании селекционного материала, являются сорта картофеля Xisen 6 и Тустеп, содержащие комплекс молекулярных маркеров, сцепленных с генами Rx1 и Nb, которые контролируют гиперчувствительность и крайнюю резистентность к ХВК.

(гибриды КС-2 и КС-15).

Мы предполагаем, что приобретение гибридами КС-1, КС-10 и КС-11 молекулярного маркера 5Rx1 от сорта Тустеп и селекционных линий Z897-3 и Z872-3, коррелирует с наследованием гибридами гена Rx1, который обеспечивает иммунитет растений по типу экстремальной устойчивости, а также, что наследование гибридами КС-2, КС-15 и КС-23 молекулярных маркеров GM637 и GM339 от сортов Удовицкий, Xisen 6 и Aladin привело к переносу гена Nb, который контролирует устойчивость к ХВК за счет развития реакции гиперчувствительности. Для подтверждения сформулированного предположения необходимо изучить фенотип родительских форм и гибридов F1, путем оценки степени устойчивости и морфологического вида растений картофеля при проведении искусственного инфицирования растений ХВК.

Обнаруженные в селекционном материале гены устойчивости: Rx, Nb и Nx берут начало от дикого вида картофеля *Solanum andigena* [10].

Многие сорта, созданные селекционерами северо-западной зоны Российской Федерации, являются многовидовыми гибридами, обладают комплексной устойчивостью к наиболее вредоносным патогенам в сочетании с высокой пластичностью. Генетически разнообразные сорта и гибриды, созданные на основе многовидовой гибридизации, обладают доминантными аллелями генов устойчивости к важнейшим патогенам. Важно отметить, что селекционерам удалось получить фертильные гибриды и сорта, несущие генетический материал мексиканских полиплоидных видов – *S. stoloniferum* и *S. demissum* (например, гибриды

8889/3,68(65)-8, 943/6, 943/9). Информация о наличии у гибридов и сортов маркеров генов устойчивости к разным патогенам и о типах цитоплазм позволит эффективно реализовать дальнейшие селекционные программы, в том числе направленные на пирамидирование R-генов [16].

В целом можно заключить, что изученные родительские формы, представленные зару-

бежными и казахстанскими сортами и селекционными линиями, могут служить материалом для создания отечественных сортов картофеля, обладающих гиперчувствительностью и крайней резистентностью к ХВК. В дальнейшем изученные генотипы картофеля будут исследованы на наличие маркеров, сцепленных с геном Rх2.

### Заключение

В результате проведенного исследования наличие молекулярных маркеров, сцепленных генами устойчивости к ХВК, было выявлено у шести исследованных гибридов картофеля. В случае гибридов КС-1, КС-10 и КС-11 молекулярный маркер 1Rх5 был передан от одного из родительских компонентов скрещивания: от сорта Тустеп, а также селекционных линий Z872-3 и Z 897-3. Гибриды КС-2, КС-15 и КС-23 унаследовали молекулярные маркеры GM637 и GM339, сцепленные с геном Nb, от одного из родительских генотипов - сортов картофеля: Удовицкий, Xisen 6 и Aladin.

### Список литературы

- Интернет ссылка: Новые перспективы семеноводства картофеля Казахстане Источник: <https://agro-mart.kz/novyie-perspektivyi-semenovodstva-kartofelya-v-kazahstane/>© сайт <https://agro-mart.kz/novyie-perspektivyi-semenovodstva-kartofelya-v-kazahstane/> (дата обращения: 10.08.2022).
- Интернет ссылка: U.S. potato production from 2001 to 2021 Источник: <https://www.statista.com/statistics/192966/us-potato-production-since-2000/>(дата обращения: 10.08.2022).
- Лебенштейн Г., Бергер Ф.Х., Брант А.А., Лоусон Р.Х. Вирусные и вирусоподобные болезни и семеноводство картофеля [Текст]/ - Санкт-Петербург, Пушкин. ВИЗР. Научное издание, 2000. -С.275.
- Кинчарова М.П. Хозяйственная оценка различных сортов картофеля в условиях Самарской области. В сб [Текст]/ Актуальные вопросы агрономической науки в XXI веке. – Самара, 2004. -С. 241–246.
- Амелюшкина Т.А., Семешкина П.С. Защита семенных посадок картофеля от вирусных болезней [Текст]/ Защита и карантин растений. — 2011. — № 3. — С. 21–23.
- Marano, .M., High-resolution genetic map of Nb, a gene that confers hypersensitive resistance to potato virus X in *Solanum tuberosum* [Текст]/ Malcuit, .I., De Jong, .W. et al. //Theor Appl Genet, -2002. -№105. -P.192–200. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-0962-9>
- Mohammad Hajizadeh, Nemat Sokhandan-Bashir. Population genetic analysis of potato virus X based on the CP gene sequence [Текст]/ Indian Virological Society, -2016— 2017. -P.64-101.
- Song, Y-S., Mapping of extreme resistance to PVY (Ry sto) on chromosome XII using anther-culture-derived primary dihaploid potato lines [Текст]/ Hepting, L., Schweizer, G., Hartl, L., Wenzel, G. et al. // Theor. Appl. Genet. — 2005. — №111. — P.879–887.
- Tomczyńska, I., Hypersensitive response to Potato virus Y in potato cultivar is conferred by the Ny-Smira gene located on long arm of chromosome IX [Текст]/ Jupe, F., Hein, I., Marczewski, W., Śliwka, J. // Mol. Breed. —2014. — №34. — P.471–480.
- M.R. Marano., I. Malcuit., W. De Jong., D.C. Baulcombe. High-resolution genetic map of Nb, a gene that confers hypersensitive resistance to potato virus X in *Solanum tuberosum*. 2002.
- Nyalugwe, E. P., Biological properties of Potato virus X in potato: Effects of mixed infection with Potato virus S and resistance phenotypes in cultivars from three continents [Текст]/ Wilson, C. R., Coutts, B. A., and Jones, R. A. C. // Plant Dis. -2012. -№96. -C.43-54.

12 Rahim Ahmadvand, István Wolf, Ahmad Mousapour Gorji, Zsolt Polgár, János Taller. Development of Molecular Tools for Distinguishing Between the Highly Similar Rx1 and Rx2 PVX Extreme Resistance Genes in Tetraploid Potato. *Potato Research*, -2013. -№ 56. -P.277–291.

13 Клименко Н.С., Поиск источников устойчивости к *Globodera Pallida* и к PVX в коллекции отечественных сортов картофеля с использованием молекулярных маркеров [Текст]/ Гавриленко Т.А., Костина Л.И., Мамодбокирова Ф.Т., Антонова О.Ю. // Биотехнология и селекция растений, -2019. -№2 (1). - С. 42.

14 Гавриленко Т.А., Молекулярный скрининг сортов и гибридов картофеля северо-западной зоны Российской Федерации [Текст]/ Клименко Н.С., Антонова О.Ю., В.А. Лебедева, З.З. Евдокимова, Н.М. Гаджиев. // Вавиловский журнал генетики и селекции. -2018. -№22(1). -С.35-45.

15 Simon Santa Cruz, David Baulcombe Analysis of potato virus X coat protein genes in relation to resistance conferred by the genes Nx, Nb and Rx1 of potato [Текст]/ *Journal of General Virology*, -1995. -№ 76. -P. 2057-2061.

### References

1 Internet ssylka: Novye perspektivy semenovodstva kartofelya v Kazahstane Istochnik: <https://agro-mart.kz/novyie-perspektivy-i-semenovodstva-kartofelya-v-kazahstane/>© sajt <https://agro-mart.kz/novyie-perspektivy-i-semenovodstva-kartofelya-v-kazahstane/> (data obrashcheniya: 10.08.2022).

2 Internet ssylka: U.S. potato production from 2001 to 2021 Istochnik: <https://www.statista.com/statistics/192966/us-potato-production-since-2000/>(data obrashcheniya: 10.08.2022).

3 Lebenshtejn G., Berger F.H., Brant A.A., Louson R.H. Virusnye i virusopodobnye bolezni i semenovodstvo kartofelya. Sankt-Peterburg, Pushkin. VIZR. Nauchnoe izdanie, 2000. - S.275.

4 Kincharova M.P. Hozyajstvennaya ocenka razlichnyh sortov kartofelya v usloviyah Samarskoj oblasti. V sb. Aktual'nye voprosy agronomicheskoy nauki v XXI veke. – Samara, 2004. -S. 241–246.

5 Amelyushkina T.A., Semeshkina P.S. Zashchita semennyh posadok kartofelya ot virusnyh boleznej [Text]/ Zashchita i karantin rastenij. — 2011. — № 3. — S. 21–23.

6 Marano M., Malcuit I., De Jong W. et al. High-resolution genetic map of Nb, a gene that confers hypersensitive resistance to potato virus X in *Solanum tuberosum* [Text]/ *Theor Appl Genet* 105, -2002. -P.192–2007. <https://doi.org/10.1007/s00122-002-0962-9>

7 Mohammad Hajizadeh, Nemat Sokhandan-Bashir. Population genetic analysis of potato virus X based on the CP gene sequence[Text]/ *Indian Virological Society*, -2016— 2017. -R.64-101.

8 Song, Y-S., Hepting, L., Schweizer, G., Hartl, L., Wenzel, G. et al. Mapping of extreme resistance to PVY (Ry sto) on chromosome XII using anther-culture-derived primary dihaploid potato lines [Text]/ *Theor. Appl. Genet.* — 2005. — №111. — R.879–887.

9 Tomczyńska, I., Jupe, F., Hein, I., Marczewski, W., Śliwka, J. Hypersensitive response to Potato virus Y in potato cultivar is conferred by the Ny-Smira gene located on long arm of chromosome IX [Text]/ *Mol. Breed.* — 2014. — №34. — R.471–480.

10 M.R. Marano., I. Malcuit., W. De Jong., D.C. Baulcombe. High-resolution genetic map of Nb, a gene that confers hypersensitive resistance to potato virus X in *Solanum tuberosum*. Received: 2002.

11 Nyalugwe, E. P., Wilson, C. R., Coutts, B. A., and Jones, R. A. C. 2012. Biological properties of Potato virus X in potato: Effects of mixed infection with Potato virus S and resistance phenotypes in cultivars from three continents. *Plant Dis.* 96: S.43-54.

12 Rahim Ahmadvand, István Wolf, Ahmad Mousapour Gorji, Zsolt Polgár, János Taller. Development of Molecular Tools for Distinguishing Between the Highly Similar Rx1 and Rx2 PVX Extreme Resistance Genes in Tetraploid Potato[Text]/ *Potato Research*, -2013. -№ 56. -P.277–291.

13 Klimenko N.S., Gavrilenko T.A., Kostina L.I., Mamodbokirova F.T., Antonova O.YU. Poisk istochnikov ustojchivosti k *Globodera Pallida* i k PVX v kollekcii otechestvennyh sortov kartofelya s ispol'zovaniem molekulyarnykh markerov [Text]/ *Biotehnologiya i selekciya rastenij*, - 2019. -№2 (1). -S. 42.

14 Gavrilenko T.A., Klimenko N.S., Antonova O.YU., V.A. Lebedeva, Z.Z. Evdokimova, N.M. Gadzhiev. Molekulyarnyj skrininng sortovi gibridov kartofelya severo-zapadnoj zony Rossijskoj Federacii [Text]/ *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*. -2018. -№22(1). -P.35-45.

15 Simon Santa Cruz, David Baulcombe Analysis of potato virus X coat protein genes in relation to resistance conferred by the genes Nx, Nb and Rx1 of potato. Journal of General Virology. -1995. -№ 76. -P. 2057-2061.

## КАРТОП Х-ВИРУСЫНА ТӨЗІМДІЛІК ДНҚ МАРКЕРЛЕРІНІҢ БАР БОЛУЫНА КАРТОП СЕЛЕКЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛЫН БАҒАЛАУ

**Әжімахан Мөлдір Әжімаханқызы**

*Ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі, докторант  
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ., Қазақстан  
E – mail: miss\_moli\_92@mail.ru*

*Хасанов Вадим Тагирович*

*Биология ғылымдарының кандидаты, доцент  
С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті  
Астана қ., Қазақстан  
E – mail: vadim\_kazgatu@mail.ru*

*Вологин Семен Германович*

*Биология ғылымдарының кандидаты  
Татар егіншілік ғылыми-зерттеу институты  
«РФ ҒА Қазан ғылыми орталығы» Федералдық  
ғылыми-зерттеу орталығының жеке құрылымдық бөлімшесі  
Қазан қ., Ресей  
E – mail: semen\_vologin@mail.ru*

*Ху Байген*

*Техника ғылымдарының докторы  
Leling Xisen Potato Industry Group Company Ltd  
Лейлинг қ., Қытай Халық Республикасы  
E – mail: hubaigeng@163.com*

### **Түйін**

Мақалада картоптың Х-вирусына (PVX) төзімділік гендерімен байланысты молекулалық-генетикалық маркерлерді анықтау нәтижелері берілген. С.Сейфуллин атындағы ҚазАТУ коллекциясынан картоптың төрт сорты мен үш селекциялық линиясымен будандастыру нәтижесінде алынған алты картоп будандары зерттелді. ДНҚ маркерлерін анықтау полимеразды тізбекті реакция арқылы жүзеге асырылды.

Молекулярлық маркер GM637 (Nb ген) картоптың Удовицкий және Аладин сорттарында, 5Rx1 және GM339 молекулалық маркерлері (Rx1 және Nb гендері) Xisen 6 сортында анықталды; Z897-3 және Z872-3 асыл тұқымды линияларында 5Rx1 маркері (Rx1 гені) анықталды; Түстеп сортының генотипінде 5Rx1 және GM339 молекулалық маркерлері (Rx1 және Nb гендері) анықталды. Картоптың алты буданын зерттеу барысында барлық зерттелген будандардың бір молекулалық маркер тұқым қуалайтыны анықталды: КС-1, КС-10 және КС-11 будандарында, 5Rx1 (Rx1 гені) молекулалық маркер, КС- будандарында анықталған. 2, КС-15 және КС -23 молекулалық маркерлері Nb генімен байланысқан GM637 және GM339 анықталды. Алынған нәтижелер негізінде селекциялық бағдарламалар кезінде картоптың Xisen 6 және Түстеп сорттарын ата-аналық форма ретінде пайдалану ұсынылады.

**Кілт сөздер:** картоп; сорт; селекциялық линия; гибрид; ДНҚ маркер; ген; картоптың Х-вирусы; төзімділік.

## EVALUATION OF POTATO BREEDING MATERIAL FOR THE PRESENCE OF DNA MARKERS OF RESISTANCE TO POTATO X-VIRUS

*Azhimakhan Moldir Azhimakhankyzy*

*Master of Agricultural Sciences*

*Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University*

*Astana, Kazakhstan*

*E – mail: miss\_moli\_92@mail.ru*

*Khassanov Vadim Tagirovich*

*Candidate of biological sciences*

*Saken Seifullin Kazakh Agrotechnical University*

*Astana, Kazakhstan*

*E – mail: vadim\_kazgatu@mail.ru*

*Vologin Semen Germanovich*

*Candidate of biological sciences*

*Leading Researcher, Laboratory of Potato Breeding and Biotechnology*

*Tatar Research Institute of Agriculture - a separate structural subdivision of the Federal Research*

*Center "Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences"*

*Kazan, Russia*

*E – mail: semen\_vologin@mail.ru*

*Hu Baigeng*

*Doctor of Engineering*

*Leling Xisen Potato Industry Group Company Ltd*

*Leling, People's Republic of China*

*E – mail: hubaigeng@163.com*

### **Abstract**

The article presents the results of the identification of molecular genetic markers linked to resistance genes to the potato X-virus (PVX) in four varieties and three potato breeding lines from the collection of KazATU named after S. Seifullin, as well as in six potato hybrids obtained as a result of four crossing combinations. Identification of DNA markers by polymerase chain reaction was carried out.

The molecular marker GM637 (Nb gene) was identified in potato varieties Udovitsky and Aladin; molecular markers 5Rx1 and GM339 (genes Rx1 and Nb) in variety Xisen 6 were identified; in the breeding lines Z897-3 and Z872-3, the 5Rx1 marker (Rx1 gene) was determined; 5Rx1 and GM339 molecular markers (Rx1 and Nb genes) in the genotype of the Twostep variety were detected. In the study of six potato hybrids, it was revealed that all the studied hybrids inherited one molecular marker: in hybrids KC-1, KC-10 and KC-11, a molecular marker 5Rx1 (Rx1 gene) was detected, in hybrids KC-2, KC-15 and KC -23 molecular markers GM637 and GM339 linked to the Nb gene were detected. On the basis of the obtained results, it is recommended to use Xisen 6 and Tustep potato varieties as parental forms during breeding programs.

**Key words:** potato; variety; breeding line; hybrid; DNA marker; gene; Potato Virus X; resistance.