

А.В. КАРЕЛОВ<sup>1,2</sup>, Л.А. ПИЛИПЕНКО<sup>1</sup>, Н.А. КОЗУБ<sup>1,2</sup>, Р.А. БОНДУС<sup>3</sup>,  
А.И. БОРЗЫХ<sup>1</sup>, И.А. СОЗИНОВ<sup>1</sup>, Я.Б. БЛЮМ<sup>2</sup>, А.А. СОЗИНОВ<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт защиты растений НААН Украины, Киев

E-mail: hromogen-black@ukr.net

<sup>2</sup> ГУ «Институт пищевой биотехнологии и геномики» НАН Украины, Киев

<sup>3</sup> Устимовская исследовательская станция растениеводства

## АЛЛЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОГО МАРКЕРА ГЕНА УСТОЙЧИВОСТИ К ЗОЛОТИСТОЙ НЕМАТОДЕ (*GLOBODERA ROSTOCHIENSIS*) H1 СРЕДИ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ (*SOLANUM TUBEROSUM* SSP. *TUBEROSUM*) УКРАИНСКОЙ И МИРОВОЙ СЕЛЕКЦИИ

Проведено исследование аллельного состояния молекулярного маркера TG689 гена устойчивости H1 к патотипам Ro1 и Ro4 золотистой картофельной цистообразующей нематоды (*Globodera rostochiensis*) среди сортов картофеля (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) украинской и мировой селекции. Аллельное состояние маркера TG689 определено при помощи ПЦР с образцами ДНК, выделенными из клубней картофеля, и праймерами, одна пара которых фланкировала аллель-специфический участок, а другая служила для контроля качества ДНК. Среди проанализированных 77 сортов картофеля украинской и мировой селекции у 74 % украинских и 90 % зарубежных найден аллель маркера, ассоциированный с устойчивостью по H1-типу, хотя для некоторых сортов при этом характерна полевая чувствительность к золотистой картофельной нематоды. Полученные данные свидетельствуют о наличии устойчивости по H1-типу к патотипам Ro1 и Ro4 золотистой нематоды среди сортов картофеля украинской селекции и эффективности использованного маркера в рамках точности, заявленной его разработчиками.

**Ключевые слова:** золотистая нематода, *Globodera rostochiensis*, картофель, *Solanum tuberosum*, молекулярные маркеры, гены устойчивости, карантинный объект.

**Введение.** золотистая картофельная цистообразующая нематода *Globodera rostochiensis* Woll. является опасным паразитом картофеля (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* L.) и карантинным объектом [1]. Этот многоклеточный облигатный паразит служит причиной регулярных потерь около 12 % урожая картофеля в мире [2], тогда как в отдельных регионах может причинять потери от 10–15 % [3–5] до 50–

60 % и более [6, 7]. Он распространен в почве и наиболее поражает корни растений [5]. Благодаря способности образовывать цисты этот паразит может сохранять жизнеспособность в состоянии покоя на протяжении нескольких лет, что делает севооборот малоэффективным способом борьбы с ним [8]. Вместе с тем комплексная стерилизация почвы требует значительных затрат при увеличении пестицидной нагрузки и общей интоксикации [9]. Поэтому в мире широко используются сорта *S. tuberosum* ssp. *tuberosum*, несущие гены устойчивости против золотистой картофельной нематоды, преимущественно происходящие от диких сородичей картофеля [10]. Эти гены обуславливают устойчивость по различному типу [11–18], однако наличие взаимодействия ген-на-ген доказано лишь для гена H1 [19] (он обуславливает устойчивость к патотипам Ro1 и Ro4 золотистой нематоды [20] по сверхчувствительному типу [21] и сохраняет свои свойства уже достаточно длительное время [9]).

Поскольку на территории Украины *G. rostochiensis* представлена патотипом Ro1, для исследования нами выбран молекулярный маркер, связанный именно с этим геном. Источником устойчивости, связанной с геном H1, считают дикорастущий подвид *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* CPC 1673, сам ген локализован на хромосоме 5 картофеля при помощи RFLP маркеров CP113 и CD78 [22, 23] и широко внедрен в коммерческие сорта картофеля мировой селекции [10]. В дальнейшем различные исследователи локализовали на этой хромосоме еще ряд генов, которые обуславливают устойчивость к раз-

личным патотипам и видам нематод, некоторым вирусам и формируют несколько кластеров [14–17]. Кроме того, был определен ряд генетических маркеров (STS, SCAR и SSR), аллельное состояние которых указывает на полную или же частичную устойчивость картофеля к золотистой нематоду по *HI*-типу [24–29]. Мы выбрали условно-кодминантный SCAR маркер *TG689*. Информация по точному генетическому расстоянию от него к локусу *HI* нами не найдена, однако этот маркер был валидирован другими исследователями с помощью анализа более 100 сортов картофеля российской и мировой селекции [27].

Цель настоящей работы – исследование аллельного состояния молекулярного маркера *TG689* гена устойчивости *HI* к золотистой картофельной цистообразующей нематоду среди сортов картофеля украинской и мировой селекции.

**Материалы и методы.** Проанализированы 77 сортов картофеля украинской и мировой селекции из коллекций Устимовской исследовательской станции Института им. В.Я. Юрьева НААН Украины и Института картофелеводства НААН Украины (таблица). В качестве положительного контроля (наличие аллеля гена *HI*, соответствующего устойчивости) исполь-

Таблица 1. Устойчивость к золотистой картофельной цистообразующей нематоду по аллельному состоянию молекулярного маркера *TG689* локуса *HI* и по опубликованным результатам полевых исследований

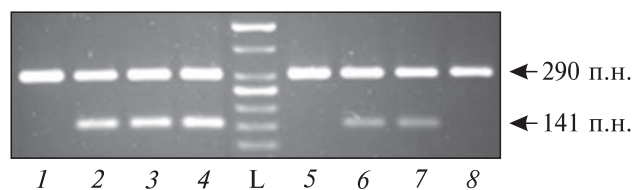
№ п.п	Сорта	Аллельное состояние маркера <i>TG689</i> , связанного с геном устойчивости <i>HI</i>	Полевая устойчивость [30, 31]
<i>Контроль</i>			
1	Sante	+	R
	Скарбныця	–	S
<i>Сорта украинской селекции</i>			
2	Воля, Днипрянка, Доброчын, Забава, Загадка, Ластивка, Левада, Легенда, Лищина, Мандривныця, Мелодия, Молодижна, Обрий, Партнер, Селянська, Словянка, Тетерив, Фазан, Фантазия, Чернигивська рання	+	R
3	Киммерия, Мавка, Обериг, Оваця, Повинь, Пролисок, Случ, Фазан, Щедрык	+	?
4	Вернисаж, Былына, Луговська, Подолянка, Поляна, Червона рута	+	S
5	Бордяньська рожева, Вира, Дубравка, Кобза, Малиньська била, Свалявська, Свитанок киевский, Серпанок, Слава, Тирас, Явир	–	S
6	Экзотик, Петровська	–	?
<i>Сорта зарубежной селекции</i>			
7	Agave, Amarosa, Arrow, Asterix, Bella Rosa, Delikat, Finka, Karatop, Karlena, Kuras, Kuroda, Latona, Marfona, Minevra, Molli, Picasso, Riviera, Saturna, Solara	+	R
8	Laura, Miranda, Roko, Белорусская 3, Roxana	+	?
9	Jaerla, Impala	–	S
10	Melody	–	R
11	Romano, Satina, Невская	+	S

Примечание. R – сорта, устойчивые к патотипу *Ro1* золотистой нематоды согласно опубликованным полевым исследованиям; S – чувствительные сорта; ? – опубликованных данных нам найти не удалось; «+» – наличие ампликонов длиной 141 п.н., что соответствует устойчивости по *HI*-типу; «–» – отсутствие таких ампликонов, что указывает на отсутствие устойчивости.

зовали сорт Sante, в качестве отрицательного (отсутствие аллеля гена *HI*, соответствующего устойчивости) – сорт Скарбныця. ДНК выделяли из клубней картофеля (навеска биомассы – 60–140 мг) при помощи наборов для выделения Diatom™ DNA Prep 100 (торговый представитель в Украине – фирма NEOGENE®) по стандартному протоколу. Для определения алельного состояния маркера *TG689* использовали пару праймеров *TG689-allele-specific* (5'-TAAACTCTTGGTATAGCCTAT-3') и *TG689-indel* 12 (5'-CAATAGAATGTGTTGTTTCACCA-A-3'), с которыми в случае алельного состояния маркера, ассоциируемого с устойчивостью по *HI*-типу, амплифицируются фрагменты длиной 141 п.н. Для контроля качества ДНК в реакцию добавляли пару праймеров *BCH-F2* (5'-CGTTTGGCGCTGCCGTAAGTT-3') и *BCH-R2* (5'-CATGACATAGTTTGAATTTGAGTC-3'), с которыми во всех случаях амплифицировались фрагменты длиной 290 п.н. (рисунок). Условия ПЦР: предварительный отжиг 6 мин при 94 °C, далее 35 циклов (20 с при 94 °C, 20 с при 55 °C и 30 с при 72 °C), после чего финальная элонгация при 72 °C на протяжении 5 мин (в соответствии с [27]). ПЦР проводили при помощи наборов GenPak® PCR Core (торговый представитель в Украине – фирма NEOGENE®) согласно рекомендациям производителя. Результаты ПЦР визуализировали электрофорезом в 2–2,5%-ном агарозном геле с буфером 1 × TBE и красили бромистым этидием.

**Результаты исследования и их обсуждение.** Из 48 исследованных сортов картофеля украинской селекции у 20 известно наличие полевой устойчивости к золотистой нематодe (таблица, строка 2) [30, 31], статус 9 сортов не выяснен (строка 3). Вместе с тем у 35 сортов картофеля идентифицирован «+»-аллель маркера *TG689* (строки 2–4), ассоциированный с устойчивостью по *HI*-типу, что составляет приблизительно 74 % всех проанализированных украинских сортов.

Среди 30 исследованных зарубежных сортов 20 являются устойчивыми к нематодe в соответствии с опубликованными результатами полевых исследований (строки 7 и 10) [30]; данные по устойчивости 5 сортов нами не найдены (строка 8). В образцах 27 сортов из



Электрофореграмма продуктов мультиплексной ПЦР с образцами ДНК, выделенной из сортов картофеля украинской селекции, и праймеров, фланкирующих участок *TG689* и *BCH* (агарозный 2%-ный гель, краситель – бромистый этидий); L – маркер молекулярных масс 50 bp ladder; 1 – сорт Скарбныця; 2 – Sante, 3 – Воля; 4 – Случ; 5 – Явир; 6 – Тетерив; 7 – Селяньська; 8 – Свалявська

30 зарубежных найден «+»-аллель маркера *TG689* (строки 7, 8, 11), что составляет приблизительно 90 %.

Полученные нами данные свидетельствуют о наличии устойчивости к патотипам *Ro1* и *Ro4* золотистой нематоды по *HI*-типу среди сортов картофеля украинской селекции, что предположительно объясняется участием при их создании зарубежных сортов, несущих этот ген [10], и наличием направленного отбора на устойчивость при селекции картофеля в Украине.

Следует отметить достаточно высокую точность маркера. Так, с помощью быстрого и недорогого анализа удалось определить устойчивость к нематодe у 51 сорта из 62 проанализированных, которые имели точные данные по полевой устойчивости, что составляет приблизительно 83 %. Ни один сорт украинской селекции с «-»-аллельным состоянием маркера *TG689* не является устойчивым к патотипу *Ro1* золотистой нематоды согласно проанализированным нами данным литературы, что, однако, не исключает наличия у «чувствительных» сортов устойчивости к другим патотипам нематоды или же частичной устойчивости. Сорта, представленные в строке 6 (таблица), не являются обязательно восприимчивыми к золотистой нематодe, поскольку устойчивость к ней может также быть обусловлена генами частичной или полной устойчивости [11–17]. Такие гены могут присутствовать в сортах украинской селекции: например, у сорта Melody, проявляющего полевую устойчивость к золотистой нематодe, согласно опубликованным полевым исследова-

ниям нами определено аллельное состояние маркера, связанное с чувствительностью к этой нематоде.

По результатам исследований следует рекомендовать проверку девяти сортов, представленных в строке 3, на полевую устойчивость к золотистой цистообразующей нематодe. Что касается сортов, представленных в строках 4 и 11, то наличие отличий между данными по аллельному состоянию маркера и полевым статусом сортов картофеля было отмечено и исследователями, которые проводили валидацию маркера. Так, согласно их результатам у сортов Башкирский, Даренка, Загадка, Малиновка, Памяти Рогачева и Солнечный идентифицирован «+»-аллель маркера, однако эти сорта обладали умеренной устойчивостью к золотистой нематодe [27]. Сорта Подольнка и Кобза по данным полевых исследований устойчивости в условиях Полесья показали достаточно большой процент потерь урожая [31], что можно объяснить или слишком высокими инфекционными фонами, на которых невозможно определить так называемую «умеренную устойчивость» (приписываемую сортам Башкирский и др. [27]), или (что более вероятно) кроссинговером между молекулярным маркером *TG689* и локусом *H1*. Отдельно стоит отметить сорт Impala: он является устойчивым в соответствии с мировыми базами данных, несет «+»-аллель маркера *TG689* [27], однако согласно полевым исследованиям в Украине является чувствительным к золотистой нематодe [30], а согласно нашим исследованиям несет «-»-аллель маркера.

Для опровержения или подтверждения полученных результатов следует проводить более глубокое и масштабное исследование сортов картофеля, выращиваемых в Украине, при помощи молекулярных маркеров генов устойчивости к золотистой нематодe и другим патогенам, охватив весь комплекс разработанных на сегодняшний день молекулярных маркеров генов устойчивости. Молекулярные маркеры предлагается внедрить в селекционный процесс с целью упрощения и ускорения отбора образцов, несущих целевые аллели соответствующих генов. Сорта, у которых определен «+»-аллель маркера *TG689* и которые показали полевую устойчивость к золотистой

нематодe, следует рекомендовать к использованию в селекционном процессе в качестве источников устойчивости по *H1*-типу.

*A.V. Karelov, L.A. Pylypenko, N.O. Kozub, R.O. Bondus, O.I. Borzyh, I.O. Sozinov, Ya.B. Blume, O.O. Sozinov*

Institute of Plant Protection of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine, Kyiv

E-mail: plant\_prot@ukr.net, hromogen-black@ukr.net

ALLELIC STATE OF THE MOLECULAR MARKER FOR THE GOLDEN NEMATODE (*GLOBODERA ROSTOCHIENSIS*) RESISTANCE GENE *H1* AMONG UKRAINIAN AND WORLD CULTIVARS OF POTATO (*SOLANUM TUBEROSUM* SSP. *TUBEROSUM*)

The purpose of our investigation was determination of allelic state of the *H1* resistance gene against the pathotypes *Ro1* and *Ro4* of golden potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*) among Ukrainian and world potato (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) cultivars. The allelic condition of the *TG689* marker was determined by PCR with DNA samples isolated from tubers of potato and primers, one pair of which flanks the allele-specific region and the other one was used for the control of DNA quality. Among analyzed 77 potato cultivars the allele of marker associated with the *H1*-type resistance was found in 74 % of Ukrainian and 90 % foreign ones although some of those cultivars proved to be susceptible to the golden potato nematode in field. The obtained data confirm the presence of *H1*-resistance against golden nematode pathotypes *Ro1* and *Ro4* among the Ukrainian potato cultivars and efficiency of the used marker within the accuracy that has been declared by its authors.

*A.V. Karelov, L.A. Pylypenko, N.A. Kozub, R.A. Bondus, O.I. Borzyh, I.O. Sozinov, Ya.B. Blum, O.O. Sozinov*

АЛЛЕЛЬНИЙ СТАН МОЛЕКУЛЯРНОГО МАРКЕРА ГЕНА СТИЙКОСТІ ДО ЗЛОТИСТОЇ НЕМАТОДИ (*GLOBODERA ROSTOCHIENSIS*) *H1* СЕРЕД СОРТІВ КАРТОПЛІ (*SOLANUM TUBEROSUM* SSP. *TUBEROSUM*) УКРАЇНСЬКОЇ ТА СВІТОВОЇ СЕЛЕКЦІЇ

Досліджували алельний стан молекулярного маркера *TG689* гена стійкості *H1* до патотипів *Ro1* й *Ro4* золотистої картопляної цистоутворюючої нематоди (*Globodera rostochiensis*) серед сортів картоплі (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) української та світової селекції. Алельний стан маркера *TG689* визначали за допомогою мультиплексної ПЛР зі зразками ДНК, виділеними із бульб картоплі, та праймерами, одна пара яких фланкувала алель-специфічну ділянку, інша слугувала для контролю якості ДНК. Серед

проаналізованих 77 сортів картоплі української та світової селекції у 74 % українських і 90 % зарубіжних був знайдений алель маркера, асоційований із стійкістю за *H1*-типом, хоча для декількох з цих сортів при цьому характерна польова чутливість до золотистої картопляної нематоди. Отримані дані свідчать про наявність *H1*-стійкості до патотипів *Ro1* й *Ro4* золотистої нематоди серед сортів картоплі української селекції та ефективність використаного маркера в рамках точності, декларованої його розробниками.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *EPPO A2* List of pests recommended for regulation as quarantine pests (version 2012-09) // The Site of the European and Mediterranean Plant Protection Organization [http://www.eppo.int/QUARANTINE/listA2.htm]
2. *Urwin P.E., Green J., Atkinson H.J.* Resistance to *Globodera* spp. in transgenic *Solanum tuberosum* cv. Desiree that express proteinase inhibitors // *Aspects Appl. Biol. (Potato cyst nematode management)*. – 2000. – **59**. – P. 27–32.
3. *Philis I.* Assessment of potato yield loss caused by the potato cyst nematode, *Globodera rostochiensis* // *Nematol. medit.* – 1991. – **19**. – P. 191–194.
4. *Greco N.* Potato cyst nematodes: *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* // *Nematology Circular No. 149*, Florida Department of Agriculture and Consumer Services, Division of Plant Industry, Gainesville, USA, 1988. – 4 p.
5. *Brodie B.B.* Biology and distribution of potato cyst nematodes in North America and their economic impact on potato // *Potato Ass. Amer.* – 2001. – **78**. – P. 445.
6. *Trudgill D.L.* Yield losses caused by potato cyst nematodes: a review of the current position in Britain and prospects for improvements // *Ann. appl. Biol.* – 1986. – **108**. – P. 181–198.
7. *Nicol J.M., Turner S.J., Coyne D.L. et al.* Current nematode threats to world agriculture // *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions* / Eds J. Jones et al.: Springer Science+Business Media B.V., 2011. – P. 21–43.
8. *Franko J.* Potato cyst nematodes; *Globodera* spp. (Technical Information Bulletin 9). – Lima : Int. Potato Center, 1986. – 19 p.
9. *Evans K.* New approaches for potato cyst nematode management // *Nematropica*. – 1993. – **23**. – P. 221–231.
10. *Tomczak A., Koropačka K., Smant G. et al.* Resistant plant responses // *Plant cell monographs* / Eds R.H. Berg, C.G. Taylor. – Berlin : Springer, 2009. – P. 83–113.
11. *Barone A., Ritter E., Schachtschabel U. et al.* Localization by restriction fragment length polymorphism mapping in potato of a major dominant gene conferring resistance to the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* // *Mol. Gen. Genet.* – 1990. – **224**. – P. 177–182.
12. *Kreike C.M., de Koning J.R.A., Vinke J.H. et al.* Quantitatively-inherited resistance to *Globodera pallida* is dominated by one major locus in *Solanum spegazzinii* // *Theor. Appl. Genet.* – 1994. – **88**. – P. 764–769.
13. *Kreike C.M., Kok-Westeneng A.A., Vinke J.H., Stiekema W.J.* Mapping of QTLs involved in nematode resistance, tuber yield and root development in *Solanum* sp. // *Theor. Appl. Genet.* – 1996. – **92**. – P. 463–470.
14. *Roupe van der Voort J., Lindeman W., Folkertsma R. et al.* A QTL for broad-spectrum resistance to cyst nematode species (*Globodera* spp.) maps to a resistance to gene cluster in potato // *Theor. Appl. Genet.* – 1998. – **96**. – P. 654–661.
15. *Williamson V.M.* Plant nematode resistance genes // *Curr. Opin. Plant Biol.* – 1999. – **2**. – P. 327–331.
16. *Van der Vossen E.A.G., Roupe van der Voort J.N.A.M., Kanyuka K. et al.* Homologues of a single resistance-gene cluster in potato confer resistance to distinct pathogens: a virus and a nematode // *Plant J.* – 2000. – **23**. – P. 567–576.
17. *Gebhardt Ch., Valkonen J.P.T.* Organization of genes controlling disease resistance in the potato genome // *Annu. Rev. Phytopathol.* – 2001. – **39**. – P. 79–102.
18. *Moloney C., Griffin D., Jones P.W. et al.* Development of diagnostic markers for use in breeding potatoes resistant to *Globodera pallida* pathotype Pa2/3 using germplasm derived from *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* CPC 2802 // *Theor. Appl. Genet.* – 2010. – **120**. – P. 679–689.
19. *Janssen R., Bakker J., Gommers F.J.* Mendelian proof for a gene-for-gene relationship between virulence of *Globodera rostochiensis* and the *H1* resistance gene in *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* CPC 1673. // *Rev Nematol.* – 1991. – **14**. – P. 207–211.
20. *Kort J., Ross H., Rumpfenhorst H.J., Stone S.R.* An international scheme for identifying and classifying pathotypes of potato cyst nematodes *Globodera rostochiensis* and *G. pallida* // *Nematologica*. – 1977. – **23**. – P. 333–339.
21. *Rice S.L., Leadbeater B.S.C., Stone A.R.* Change in cell structures in roots in resistance potatoes parasitized by potato cyst-nematodes. 1. Potatoes with resistance gene *H1* derived from *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* // *Physiol. Plant Pathol.* – 1985. – **27**. – P. 219–234.
22. *Gebhardt C., Mugniery D., Ritter E. et al.* Identification of RFLP markers closely linked to the *H1* gene conferring resistance to *Globodera rostochiensis* in potato // *Theor. Appl. Genet.* – 1993. – **85**. – P. 541–544.

23. Pineda O., Bonierbale M.W., Plaisted R.L. Identification of RFLP markers linked to the *H1* gene conferring resistance to the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* // Genome. — 1993. — **36**. — P. 152–156.
24. Skupinova S., Vejl P., Sedlak P., Domkarova J. Segregation of DNA markers of potato (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* L.) resistance against *Ro1* pathotype *Globodera rostochiensis* in selected F1 progeny // Rostlinna Vyroba. — 2002. — **48**, № 11. — P. 480–485.
25. Bakker E., Achenbach U., Bakker J. et al. A high-resolution map of the *H1* locus harbouring resistance to the potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* // Theor. Appl. Genet. — 2004. — **109**. — P. 146–152.
26. Gebhardt C., Bellin D., Henselewski H. et al. Marker-assisted combination of major genes for pathogen resistance in potato // Theor. Appl. Genet. — 2006. — **112**. — P. 1458–1464.
27. Biryukova V.A., Zhuravlev A.A., Abrosimova S.B. et al. Use of molecular markers of potato golden nematode resistance genes *H1* and *GRO1* // Rus. Agricult. Sci. — 2008. — **34**, № 6. — P. 365–368.
28. Finkers-Tomczak A., Bakker E., de Boer J. et al. Comparative sequence analysis of the potato cyst nematode resistance locus *H1* reveals a major lack of co-linearity between three haplotypes in potato (*Solanum tuberosum* ssp.) // Theor. Appl. Genet. — 2011. — **122**, № 3. — P. 595–608.
29. Galek R., Rurek M., De Jong W.S. et al. Application of DNA markers linked to the potato *H1* gene conferring resistance to pathotype *Ro1* of *Globodera rostochiensis* // J. Appl. Genet. — 2011. — **52**. — P. 407–411.
30. Осипчук А.А. (укладач) Список сортів картоплі, які занесені до державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні // Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні (станом на 01.03.2010) / Ін-т картоплярства НААН України. — К.: 2010. — 8 с.
31. Гурманчук О.В. Продуктивність нематодостійких та сприйнятливих до *Globodera rostochiensis* сортів картоплі в зоні Полісся України // Вісн. Житомир. нац. агрокол. ун-ту. — 2010. — № 2. — С. 191–196.

Поступила 31.01.13