

УДК 632.651+ 575.174.015.3

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕННОГО ПУЛА ПОПУЛЯЦИИ *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* WOLL. В РЕЗУЛЬТАТЕ ОТБОРА НА СЛАБОУСТОЙЧИВЫХ ГИБРИДНЫХ КЛОНАХ КАРТОФЕЛЯ

Н.В. Мироненко¹, О.С. Афанасенко¹, Е.В. Рогозина²

¹Всероссийский НИИ защиты растений, Санкт-Петербург

²Всероссийский НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова, Санкт-Петербург

Цистообразующая золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* (Woll.) является облигатным паразитом картофеля. В настоящее время в России встречается только один патотип *G. rostochiensis* – Ro1. Изменчивость в структуре популяций *G. rostochiensis* связана с их адаптацией к хозяину. С целью изучения влияния генотипа хозяина на структуру популяции *G. rostochiensis*, имеющей однородный патотипический состав, была протестирована гипотеза адаптивного отбора вирулентных генотипов *G. rostochiensis* на слабоустойчивых гибридных клонах картофеля. Использовали методологический подход, основанный на концепции «сходства генных пулов». Гибридные клоны картофеля были получены от скрещиваний дигаметоидных клонов культурного картофеля восприимчивых к патотипу Ro1 золотистой картофельной нематоды с образцами диких видов *Solanum incamayoense*, *S. doddssii* и *S. alandiae*. Цисты новых генераций, полученных при размножении на четырех слабо устойчивых гибридах и сорте Невский, использовали для повторного заражения этих же образцов. Методом RAPD генотипировали пулы ДНК из цист паразита (30–50 цист каждой популяции), отселектированных после двух-трехкратного пассажей на сортообразцах картофеля, и контроля – 50 цист исходной почвенной популяции. Были построены дендрограммы генетических отношений для образцов ДНК исходной и отселектированных на восприимчивом сорте Невский и гибридных клонах популяций. Показано, что генотипический состав отселектированных популяций паразита зависит от генотипа растения-хозяина. Полученные результаты позволяют утверждать, что возделывание в производстве слабо повреждаемых нематодой сортообразцов картофеля может стимулировать адаптационную изменчивость возбудителя глободероза картофеля в течение 2–3 генераций.

Ключевые слова: золотистая картофельная нематода, *Globodera rostochiensis*, Ro1 патотип, межвидовые гибридные клоны картофеля, *S. incamayoense*, *S. doddssii*, *S. alandiae*, RAPD, генотипирование популяций.

Современная селекция сельскохозяйственных культур, устойчивых к возбудителям болезней, базируется на знании эволюционного потенциала возбудителей болезней и генетической природы устойчивости хозяев [Афанасенко, Новожилов, 2009]. Золотистая картофельная нематода *Globodera rostochiensis* (Woll.) Behrens относится к карантинным объектам и отличается высокой вредоносностью на картофеле [EPPO, 1997]. В Европе, кроме золотистой картофельной нематоды, распространена бледная нематода *G. pallida* (Stone) Behrens [Evans and Rowe, 1998]. Природные очаги паразитов в ряде европейских стран (Нидерланды, Германия) гетерогенны, в полевых популяциях обнаружены патотипы обоих видов нематоды, но мало известно о причинах их возникновения и распространения. У вида *G. rostochiensis* различают пять патотипов (Ro1, Ro2, Ro3, Ro4, Ro5), вид *G. pallida* представлен тремя патотипами (Pa1, Pa2, Pa3). Изменчивость в структуре популяций возбудителя глободероза связана с адаптацией их к хозяину. Так, возделывание в Великобритании и Северной Ирландии

только сортов картофеля – носителей гена *H1*, контролирующего реакцию сверхчувствительности к *G. rostochiensis* патотипа Ro1, стало причиной замещения этого вида другим, прежде слабо распространенным – *G. pallida* [Trudgill et al., 2003]. В России выявлена золотистая нематода только патотипа Ro1. Влияние генотипа хозяина на структуру популяции, имеющей однородный патотипический состав, не исследовано.

Сортообразцы картофеля слабоустойчивые к возбудителю глободероза – золотистой картофельной нематоды *G. rostochiensis* представляют, на наш взгляд, особый интерес для исследования проблемы преодоления устойчивости растения и повышения вирулентности патогена, так как позволяют проводить повторные заражения растения популяцией паразита, размноженной на этом же растении. В результате проведения таких исследований нами были изучены механизмы взаимодействия *G. rostochiensis* патотипа Ro1 со слабоустойчивыми клонами межвидовых гибридов картофеля и выдвинуто предположение, что способность

нематоды размножаться на слабоустойчивых гибридных клонах можно объяснить отбором из исходной популяции цист, генетически адаптированных к гибридным клонам [Мироненко и др., 2013]. Такой механизм отбора известен для бледной нематоды *G. pallida* [Turner, Fleming, 2002].

Целью нашей работы было изучить сходство/различия генных пулов популяции *G. rostochiensis* патотипа Ro1,

Материалы и методы

Взятые для данного исследования клоны 4 межвидовых гибридов были получены во Всероссийском НИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова (Санкт-Петербург) от скрещиваний дигаметоидных клонов культурного картофеля (восприимчивых к золотистой нематоды патотипа Ro1) с образцами диких видов *S. incamayoense*, *S. doddii*, *S. alandiae* [Рогозина, 2005]. В качестве инокулята использовали популяцию цистообразующей нематоды, выделенную из природного очага паразита, расположенного в Пушкинском районе Санкт-Петербурга. Согласно результатам морфометрических и молекулярных тестов данная популяция относится к патотипу Ro1 вида *G. rostochiensis* [Limantseva et al.,

собранный в природном очаге, с популяциями, (1) размноженными на восприимчивом сорте Невский и (2) отселектированными в результате 2–3-х пассажей на частично устойчивых клонах с генами устойчивости, привнесенными из диких видов картофеля, для определения возможности отбора части популяции на этих клонах.

2014]. Пушкинской популяцией золотистой картофельной нематоды заражали 4 гибридных клона картофеля (табл.). Заражение проводили в вегетационных опытах в трехкратной повторности. Клубни картофеля высаживали по одному в полиэтиленовые сосуды объемом 500 см³. Первоначальная инвазионная нагрузка почвы составляла около 1500 личинок/100 см³. В качестве поражаемого контроля был использован восприимчивый сорт картофеля Невский; устойчивым контролем служил сорт Наяда. Растения культивировали в течение двух месяцев – период достаточный для развития нематод до цист и образования кома почвы.

Таблица. Популяции *G. rostochiensis*, отселектированные на сортообразцах картофеля

Растение-хозяин		Популяции <i>G. rostochiensis</i>			
Клон / сорт картофеля	Происхождение гибридного клона	Наличие гена <i>H1</i> *	Поколение	Число цист	№ пула ДНК из отселектированных цист
С 16-2 2009	Kardula × <i>S. incamayoense</i> к-18989	+	G2	50	P1
С 16-3-2009	Kardula × <i>S. incamayoense</i> к-18989	+	G2	31	P2
21-4	Delos × <i>S. alandiae</i> к-21240	-	G2	50	P33
С 113-1	Apta × <i>S. doddii</i> к-18240	-	G3	43	P62
Невский		-	G2	50	Nev 1
Невский		-	G2	50	Nev 2
Природный очаг в Пушкинском р-не				50	Push

*по результатам MAS анализа [Мироненко и др., 2013] на сцепление с маркером 239E4left/CAPS.

Цисты нового поколения, размножившиеся на 4 слабоустойчивых клонах и сорте Невский, использовали для повторного заражения тех же сортообразцов картофеля по той же схеме. Из цист, размножившихся после второго или третьего пассажа, была выделена ДНК. Исследованы препараты (пулы) ДНК пяти популяций паразита, отселектированных на двух гибридных клонах, имеющих общее происхождение: F₁ (Kardula × *S. incamayoense* к-18989) – 50 и 31 циста второй генерации (G2); или же на клоне F₁ (Delos × *S. alandiae* к-21240) – 50 цист G2; клоне F₁ (Apta × *S. doddii* к-18240) – 43 цисты третьей генерации (G3) и сорте Невский – 50 цист G2 (табл.). Обозначения пулов ДНК даны в таблице. Контролем служили 50 цист из исходной почвенной пушкинской популяции (обозначена Push), использованной для первоначальной инокуляции гибридных клонов и сорта Невский. В работе использовали методологический подход, основанный на концепции сходства генных пулов (gene-pool similarity concept) [Bakker et al., 1993], широко распространенный в популяционных исследованиях цисто-

образующих нематод [Folkerstma et al., 1996; Da Conceicao et al., 2003].

Выделение ДНК из цист нематоды проводили по методу S.A. Bulat et al. [1998]. Каждая популяция была представлена пулом ДНК из 31–50 цист (табл.). Пулы ДНК генотипировали методом ПЦР со случайными праймерами (RAPD). Использовали следующие случайные праймеры: OPA-11, OPI-10, OPI-09, OPG-10, OPG-16, OPG-12, OPG-19, OPK-04, OPF-20, OPC-05, OPE-06, OPE-07, OPE-14, OPT-14 (Operon Technologies, Inc. (Alameda, CA)).

Считали, что присутствие «1» или отсутствие «0» продуктов амплификации соответствует двум аллельным состояниям одного локуса. Только полиморфные воспроизводимые в 2 повторностях ПЦР продукты амплификации анализируемых популяций были использованы для генотипирования. Дендрограммы сходств построены методом ближайшего соседа (neighbor-joining – NJ) с использованием программного обеспечения TreeCon 3.1b.

Результаты и обсуждение

Изучали генетические отличия между популяциями *G. rostochiensis*, отселектированными в результате 2–3-х пассажей на слабоустойчивых гибридных клонах картофеля, и популяцией, размноженной на восприимчивом сорте Невский. Для сравнения использовали также 50 цист первоначального инокулята – исходной почвенной популяции паразита (табл.).

Методом RAPD генотипировали пулы ДНК из цист паразита, отселектированных после двух-трехкратного пасса-

жей на сортообразцах картофеля, и контроля (неселектированных цист – из почвы). Была построена дендрограмма по 70 полиморфным признакам, полученным с 14 случайными праймерами, для трех популяций, отселектированных на гибридных клонах 21-4, С 16-2-2009 (цисты G2, пулы ДНК P33 и P1) и С 113-1 (цисты G3, пул ДНК P62) (табл.) и двух популяциях с восприимчивого сорта Невский (G2), размножавшихся в разных сосудах (Nev 1 и Nev 2 на рис. 1). Очевидно, что популяции с сорта Невский попали в один

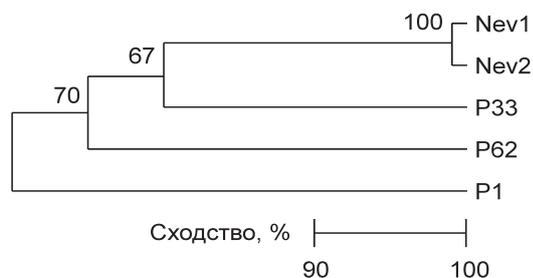


Рисунок 1. Генетические отношения между популяциями золотистой нематоды P1, P33 после двух пассажей и P62 после трех на слабоустойчивых гибридах картофеля и сорте Невский (Nev1 и Nev2). Происхождение популяций дано в таблице.

кластер и достоверно отличаются от других популяций, размноженных на слабоустойчивых образцах. Три пула ДНК из цист, отселектированных на гибридных клонах (пулы P1, P33 и P62), образовали три самостоятельных ветви, что позволяет предполагать различную генетическую природу устойчивости клонов растений-хозяев. Клоны С16-2-2009 и С 16-3-2009, по результатам MAS анализа, идентифицированы как возможные носители гена устойчивости *HI* (табл.), тогда как у клонов 21-4 и С 113-1 не выявлены маркеры, сцепленные с доминантной аллелью этого гена [Мироненко и др., 2013]. Большое генетическое сходство популяций, независимо размножавшихся на растениях одного генотипа (сорт Невский), может служить доказательством пригодности метода RAPD для решения поставленной задачи. RAPD-анализ с успехом использовали для изучения генетической изменчивости цистообразующих нематод [Chrisanfova et al., 2008; Nowaczyk et al., 2011]. Было показано, что дендрограммы, полученные RAPD и AFLP техниками, совпадают [Folkerstma et al., 1996].

Позднее к анализу была добавлена исходная почвенная популяция и популяция P2, отселектированная на гибридном клоне С 16-3-2009. Дендрограмма генетических отношений для образцов ДНК почвенной популяции (Push) и популяций, отселектированных на сорте Невский (Nev1) и гибридных клонах (P1, P2 и P33), была построена по 62 полиморфным признакам (рис. 2) с использованием 10 случайных праймеров. На дендрограмме с высокими значениями бутстрепа один кластер включает почвенную и отселектированную на образце 21-4 (пул P33) популяции, а другой – популяции с близкородственных субклонов (пулы P1 и P2); ветвь популяции с сорта Невский отделилась от обоих кластеров. Полученные результаты свидетельствуют об изменении генотипического состава популяции паразита, выжившей или отселектированной после двукратного пассирования на слабоустойчивых образцах картофеля в зависимости от генотипа растения-хозяина. Сходство популяций, отселектированных на образцах С 16-2-2009 и С 16-3-2009, объясняется одинаковым происхождением этих образцов: это сибсы – потомство одной комбинации скрещивания дигаплоида сорта Kardula с образцом дикого вида *S. incamayoense* (табл.). У обоих образцов были выявлены маркеры, сцепленные с геном устойчивости *HI* [Мироненко и др., 2013]. Интересно, что популяция паразита, отселектированная в результате 2 пассажей на слабоустойчивом клоне 21-4 (*Delos* × *S. alandiae* k-21240), не отличалась по генотипическому составу от почвенной популяции, тогда как популяция паразита на восприимчивом сорте имела существенные отличия от исходной почвенной популяции. Этот факт позволяет предположить, что на восприимчивом

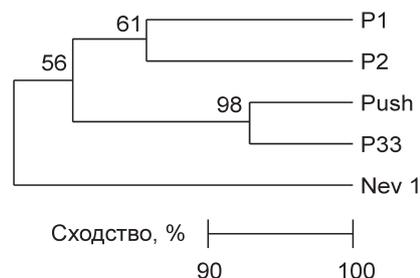


Рисунок 2. Генетические отношения между популяцией золотистой нематоды из природного очага в Пушкинском районе (Push) и популяциями, отселектированными после двукратного пассажа на сортообразцах картофеля. Происхождение популяций дано в таблице.

к нематод сорте также идет отбор определенных генотипов нематоды, в результате чего, по-видимому, уменьшается ее генетическое разнообразие.

Созданные в ВИР клоны первого поколения межвидовых гибридов оценивались на устойчивость к нематод в вегетационных опытах специалистами лаборатории иммунитета растений ВИЗР к.б.н. Л.А. Лиманцевой и к.б.н. Л.А. Гуськовой (неопубл.) Виды дикого картофеля, включенные в гибридизацию с культурным картофелем, произрастают *in situ* на территории, ограниченной треугольником Перу–Боливия–Аргентина. Виды *S. incamayoense*, *S. doddssii*, *S. alandiae* обнаружены ботаниками сравнительно недавно, – во второй половине 20 века в труднодоступных районах Южной Америки. Ареалы видов небольшие, находятся на территории Боливии (*S. doddssii*, *S. alandiae*) или Аргентины (*S. incamayoense*). В этом районе сосредоточено разнообразие разных видов нематод и протекает процесс их коэволюции с клубненосными видами *Solanum* [Castelli et al., 2003]. По данным ряда исследователей [Ruiz de Galarreta et al., 1998; Castelli et al., 2003], некоторые образцы этих видов устойчивы к отдельным патотипам цистообразующих нематод (*G. rostochiensis*, *G. pallida*) или видам галловой нематоды (*Meloidogyne* ssp.) Установлено, что растения дикого картофеля проявляют широкий спектр ответных реакций на инвазию нематод – от сверхчувствительности до относительной устойчивости. Генетический контроль устойчивости видов дикого картофеля к нематодам слабо изучен. Исследуемые виды прежде в селекции картофеля не использовались. Пассирование популяций патотипа Ro1 *G. rostochiensis* на гибридах картофеля разного происхождения выявило генетическую обособленность потомства, отселектированного на двух гибридах *S. incamayoense*, от потомства паразита на гибридах иного происхождения. Обнаруженные нами различия генного пула *G. rostochiensis* являются следствием изменений, возникающих в процессе взаимодействия паразита с растением-хозяином. Очевидно, что генетическая природа гибридных клонов, созданных с участием вида *S. incamayoense*, иная, чем у гибридов *S. doddssii* и *S. alandiae*. Являются ли эти отличия результатом экспрессии генов диких видов картофеля или совместного действия генов отцовских и материнских компонентов скрещивания надлежит выяснить в ходе отдельного исследования.

Таким образом, полученные экспериментальные данные подтверждают выдвинутую нами ранее гипотезу о существовании адаптации/отбора возбудителя глободероза картофеля *G. rostochiensis* к слабоустойчивым образцам картофеля [Мироненко и др., 2013]. Процесс отбора по ви-

рулентности цистообразующих нематод к частично устойчивым сортам/образцам картофеля был изучен в основном для популяций *G. pallida* [Pastrik et al., 1995]. Например, для бледной нематоды *G. pallida* описан механизм отбора особей нематоды по механизму «бутылочного горлышка» (“bottleneck”) за 2–3 генерации паразита [Turner, Fleming, 2002]. Работы в этом направлении, выполненные для *G. rostochiensis*, также известны [Jones, Perry, 1978]. Все эти исследования выполнены с использованием морфологических признаков. Только в одной работе [Pastrik et al., 1995] была сделана попытка найти молекулярные маркеры вирулентности бледной нематоды *G. pallida*, возникшей в результате размножения на частично устойчивом сорте. Подобные работы с возбудителем *G. rostochiensis* нам не известны. Наши результаты молекулярного анализа исходной и «отсементированных» на слабоустойчивых гибридных клонах картофеля популяций *G. rostochiensis* подтверждают, на наш взгляд, гипотезу адаптивного отбора вирулентных особей *G. rostochiensis* по механизму «бутылочного горлышка» за 2–3 генерации паразита. Эта гипотеза была выдвинута нами ранее на основании полученных результатов по фенотипической изменчивости популяций нематоды, размножившихся на гибридных клонах и восприимчивом сорте и отсементированных в течение 2–3-х пассажей. Было показано, что популяции, размноженные на гибридных клонах, отличаются от популяций с восприимчивого сорта большим содержанием мелких цист, заключающих в

себе значительно меньшее по сравнению с контролем число потомков: доля цист с малым содержанием личинок/яиц (до 30) почти в 3 раза превышала долю цист такой же наполненности в популяции, размноженной на восприимчивом сорте Невский. Так, отсементированные цисты, использованные в данной работе для выделения пула ДНК Р1, содержали в среднем 27 личинок на цисту, для пула ДНК Р33 – 36 личинок, для пула ДНК Р62 – 25 личинок по сравнению с 67 личинками на цисту в популяции нематоды, размноженной на сорте Невский, и 143 в почвенной популяции, использованной для получения потомства G1 [Мироненко и др., 2013]. В то же время более крупные цисты с содержанием личинок/яиц на цисту в количестве 80–100 и 100–160 встречаются среди новых цист G2 и G3, образовавшихся на гибридных клонах С16-2-2009, С16-3-2009 и С113-1, в родословную которых включены виды *S. incamayoense* и *S. doddii*, с частотой 3,0, 3,5% и 1,0 %, а на сорте Невский – 19,5 % соответственно.

Полученные экспериментальные данные позволяют утверждать, что золотистая картофельная нематода может адаптироваться к слабопоражаемым образцам картофеля. Использование в качестве родительских форм в селекции или возделывание в производстве слабо повреждаемых нематодой сортов картофеля может стимулировать адаптационную изменчивость возбудителя глободероза на территории Российской Федерации.

Работа поддержана грантом РФФИ № 11-04-01105-а.

Plant Protection News, 2015, 2(84), p. 24 – 28

VARIABILITY OF GENE POOL OF *GLOBODERA ROSTOCHIENSIS* POPULATION AS A RESULT OF SELECTION ON WEAKLY RESISTANT POTATO HYBRID CLONES

N.V. Mironenko¹, O.S. Afanasenko¹, E.V. Rogozina²

¹All-Russian Institute of Plant Protection, St Petersburg

²N.I. Vavilov Institute of Plant Industry, St Petersburg

The aim of the study was to test the hypothesis of adaptive selection of virulent genotypes of potato golden nematode (*Globodera rostochiensis*) pathotype Ro1 for 2–3 parasite generations on weakly resistant potato cultivars. To solve this problem, a methodological approach based on gene-pool similarity concept was used. For this study, four interspecific hybrid clones obtained from crosses of dihaploid forms of cultivated potato (susceptible to golden nematode, pathotype Ro1) with samples of wild species *Solanum incamayoense*, *S. doddii* and *S. alandiae* were used. Cysts of new generation multiplied on four weakly resistant clones and on cultivar Nevsky were used for reinfection of the same potato samples. DNA was isolated from cysts, reproduced after the second or third passage. Each population was represented by a DNA pool from 31–50 cysts. DNA pools were genotyped by RAPD method. The findings suggest that changes in genotypic composition of the parasite population selected after 2–3 passages on potato samples depends on the host plant genotype. Obviously, the genetic nature of nematode resistance of hybrid clones created with participation of *S. incamayoense* is different from that of hybrids with genomes of *S. doddii* and *S. alandiae*. The experimental data seem to confirm the hypothesis of adaptive selection of virulent *G. rostochiensis* genotypes with the “bottleneck” mechanism for 2–3 parasite generations.

Keywords: golden potato cyst nematode; *Globodera rostochiensis*; Ro1 pathotype; interspecific hybrid clone; potato; *Solanum incamayoense*; *Solanum doddii*; *Solanum alandiae*; RAPD; genotyping; population.

Библиографический список (References)

- Афанасенко О.С., Новожилов К. В. Проблемы рационального использования генетических ресурсов устойчивости растений к болезням // Экологическая генетика. 2009. Т.7. N 2. С. 38–43.
- Мироненко Н.В., Афанасенко О.С., Rogozina E. В., Лиманцева Л.А., Хютти А.В., Антонова О.Ю., Шувалов О.Ю., Новикова Л.Ю., Гавриленко Т.А. Механизмы взаимодействия золотистой картофельной нематоды *Globodera rostochiensis* со слабоустойчивыми межвидовыми гибридами картофеля // Вестник защиты растений. 2013. Т.4. С. 37–42.
- Рогозина Е.В. Южноамериканские дикорастущие виды картофеля: особенности онтогенеза и перспективы использования в селекции // Сельскохозяйственная биология. 2005. Т.5. С. 33–41.
- Bakker J., Folkertsma R.T., Rouppe van der Voort J. N.A.M. et al. Changing concepts and molecular approaches in the management of virulence genes in potato cyst nematodes // Annu. Rev. Phytopathol., 1993. Vol. 31. P. 169–190.
- Bulat S.A., Lubeck M., Mironenko N., Jensen D.F., Lubeck P.S. UP-PCR analysis and ITS1 ribotyping of strains of *Trichoderma* and *Gliocladium* // Mycol. Res., 1998. Vol.102. P. 933–943.
- Castelli L., Ramsay G., Bryan G. et al. New sources of resistance to the potato cyst nematodes *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* in the Commonwealth Potato Collection // Euphytica. 2003. Vol.129(3). P. 377–386.

- Chrisanfova G.G., Charchevnikov D.A., Popov I.O., Zinovieva S. V. Genetic variability and differentiation of three Russian populations of potato cyst nematode *Globodera rostochiensis* as revealed by nuclear markers // Russian Journal of Genetics, 2008. Vol. 44(5). P. 533–538.
- Da Conceicao I. L. P. M., Dos Santos M. C.V., De Oliveira Abrantes I.M., De Almeida Santos M.S.N. Using RAPD markers to analyse genetic diversity in Portuguese potato cyst nematode populations // Nematology. 2003. Vol. 5(1), P.137–143.
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). 1997: Data Sheets on Quarantine Pests: *Globodera rostochiensis* and *Globodera pallida*. 6 pp. Available at: http://www.eppo.int/QUARANTINE/nematodes/Globodera_pallida/HETDSP_ds.pdf.
- Evans K., Rowe J.A. Distribution and economic importance. In: S.B. Sharma (ed), *The Cyst Nematodes*, Chapman and Hall, London, 1998. P. 1–30.
- Folkerstma R.T., Rouppe van der Voort J.N.A.M., de Groot K.E. et al. Gene pool similarities of potato cyst nematode populations assessed by AFLP analysis // Molecular Plant-Microbe Interactions. 1996. Vol. 9(1). P. 47–54.
- Jones F.G. W., Perry J.N. Modelling populations of cyst nematodes (Nematoda: Heteroderidae) // J. Appl. Ecol., 1978. Vol.15. P. 349–371.
- Limantseva L., Mironenko N., Shuvalov O. et al. Characterization of resistance to *Globodera rostochiensis* pathotype Ro1 in cultivated and wild potato species accessions from the Vavilov Institute of Plant Industry // Plant Breeding. 2014. Vol.133. P. 660–665.
- Nowaczyk K., Dobosz R., Budziszewska M. et al. Analysis of diversity of golden potato cyst nematode (*Globodera rostochiensis*) populations from Poland using molecular approaches // J. Phytopathol., 2011. Vol. 159. P. 759–766.
- Pastrik K.-H., Rumpfenhorst H., Burgermeister W. Random amplified polymorphic DNA analysis of a *Globodera pallida* population selected for virulence // Fundam. appl. Nematol., 1995. V.18(2). P. 109–114.
- Ruiz de Galarreta, Carrasco A., Salazar A. et al. Wild *Solanum* species as resistance sources against different pathogens of potato // Potato Research, 1998. Vol. 41. P. 57–68.
- Trudgill D.L., Elliot M.J., Evans K. and Phillips M.S. The white potato cyst nematode (*Globodera pallida*) – a critical analysis of the threat in Britain // Ann. Appl. Biol., 2003. Vol.143. P. 73–80.
- Turner S. J., Fleming C. C. Multiple selection of potato cyst nematode *Globodera pallida* virulence on a range of potato species. I Serial selection on *Solanum* hybrids // European Journal of Plant Pathology. 2002. Vol.108. P. 461–467.

Translation of Russian References

- Afanasenko O.S., Novozhilov K.V. Problems of rational use of genetic resources of plants resistance to diseases. *Ekologicheskaya genetika*. 2009. Vol.7. N 2. P. 38–43.
- Mironenko N.V., Afanasenko O.S., Rogozina E.V., Limantseva L.A., Khyutti A.V., Antonova O.Yu., Shuvalov O.Yu., Novikova L.Yu., Gavrilenko T.A. Mechanisms of interaction of *Globodera rostochiensis* with the partially resistant interspecific potato hybrids. *Vestnik zashchity rastenii*, 2013. Vol. 4. P. 37–42.
- Rogozina E.V. South American wild species of potato. Ontogenesis features and future trends for breeding. *Selskochozyaystvennaya biologiya*. 2005. Vol.5. P.33–42.

Сведения об авторах

Всероссийский НИИ защиты растений, шоссе Подбельского, 3, 196608 Санкт-Петербург-Пушкин, Российская Федерация
 *Мироненко Нина Васильевна. Ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, e-mail: nina2601mir@mail.ru
 Афанасенко Ольга Сильвестровна. Доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, e-mail: olga.s.afan@gmail.com
 Всероссийский НИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова, Б. Морская 42-44, 190000 Санкт-Петербург, Российская Федерация
 Rogozina Елена Вячеславовна. Ведущий научный сотрудник, доктор биологических наук, e-mail: rogozinaelena@gmail.com

* Ответственный за переписку

Information about the authors

All-Russian Institute of Plant Protection, Podbelskogo shosse, 3, 196608, St Petersburg-Pushkin, Russian Federation
 *Mironenko Nina Vasilyevna. Leading Researcher, DSc in Biology, e-mail: nina2601mir@mail.ru
 Afanassenko Olga Silvestrovna. Head of Laboratory, DSc in Biology, e-mail: olga.s.afan@gmail.com
 N.I. Vavilov Institute of Plant Industry, B. Morskaya, 42-44, 190000, St Petersburg, Russian Federation
 Rogozina Elena Vyacheslavovna. Leading Researcher, DSc in Biology, e-mail: rogozinaelena@gmail.com

* Responsible for correspondence