

Научная статья

УДК 632:633/635

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-3-413-422>

Оценка сортов картофеля зарубежной селекции на устойчивость к клубневой нематоде *Ditylenchus destructor*

Александр Александрович Шестеперов¹, Александр Иванович Володин²

¹Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К. И. Скрябина и Я. Р. Коваленко Российской академии наук» (ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН), Москва, Россия

²Российский университет дружбы народов РУДН, Москва, Россия

¹aleks.6perov@yandex.ru

²alex@agrico-cis.ru

Аннотация

Цель исследований – оценить сорта картофеля зарубежной селекции на устойчивость к клубневой нематоде разными методами: в лабораторных условиях, в вегетационном опыте, в полевом опыте.

Материалы и методы. В лабораторном и вегетационном опытах в каждый клубень вносили суспензию клубневой нематоды по 100 и 40 экз. соответственно. После 3 месяцев хранения в холодильнике при 6–7 °С, в вегетационном опыте после 70 сут выращивания растений картофеля из клубней выделяли нематод, используя фитогельминтологический метод. В полевом опыте высажены 12 сортов картофеля по 15 клубней каждого сорта. В каждую лунку при посадке были положены половинки клубней, поражённые дитиленхозом. После выращивания и уборки картофеля клубни 10 растений каждого сорта помещали в мешки и хранили при 10–15 °С в течение 60 сут. Степень поражения каждого образца определена по соотношению поражённых клубневой нематодой и незараженных клубней картофеля, а также по проценту дитиленхозных клубней.

Результаты и обсуждение. При оценке сортов картофеля зарубежной селекции на восприимчивость к клубневой нематоде тремя методами установлено, что все испытанные сорта картофеля были заражены нематодами *Ditylenchus destructor* в той или иной степени. По степени восприимчивости к клубневой нематоде сорта отнесены к сильновосприимчивым (Ривьера, Экселенс, Беллароза, Роко), средневосприимчивым (Аризона, Эволюшен, Импала, Пикассо, Арроу) и слабовосприимчивым (Винета, Коллетте) сортам картофеля. Устойчивых сортов картофеля к клубневой нематоде не выявлено. Все три испытанные методы оценки восприимчивости к клубневой нематоде сортов картофеля показали, что они могут быть использованы в практике испытания сортов на устойчивость к клубневой нематоде. Если два первых метода проводились в контролируемых условиях, то полевой метод оценки зависел от агрометеорологических условий выращивания испытываемых сортов картофеля. При хранении в заражённых *D. destructor* клубнях происходит развитие заболевания, усиление признаков дитиленхоза, размножение нематоды. Этот прием необходимо использовать при оценке сортов картофеля на устойчивость к клубневой нематоде *D. destructor*.

Ключевые слова: картофель, клубневая нематода, *Ditylenchus destructor*, восприимчивость

Благодарность. Работа выполнена в рамках государственного задания № FGUG-2022-0012 (номер государственного задания ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН на 2022–2024 годы в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 гг.): FGUG-2022-0012).

Прозрачность финансовой деятельности: никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Конфликт интересов отсутствует.



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Для цитирования: Шестеперов А. А., Володин А. И. Оценка сортов картофеля зарубежной селекции на устойчивость к клубневой нематоды *Ditylenchus destructor* // Российский паразитологический журнал. 2023. Т. 17. № 3. С. 413–422.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-3-413-422>

© Шестеперов А. А., Володин А. И., 2023

Original article

Evaluation of foreign potato varieties for resistance to the potato tuber nematode *Ditylenchus destructor*

Alexander A. Shesteperv¹, Alexander I. Volodin²

¹ All-Russian Scientific Research Institute for Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plant – a branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Centre VIEV” (VNIIP – FSC VIEV), Moscow, Russia

² Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia

¹ aleks.6perov@yandex.ru

² alex@agrico-cis.ru

Abstract

The purpose of the research is to assess foreign potato varieties for resistance to potato tuber nematode by different methods: in laboratory setting, greenhouse experiment, and field experiment.

Materials and methods. A potato tuber nematode suspension was added to each tuber with 100 and 40 specimens in the laboratory and greenhouse experiments, respectively. At 3 months of storage in a refrigerator at 6–7 °C in the greenhouse experiment, at 70 days of potato plant growing, nematodes were isolated from tubers using the phytohelminthological method. Twelve potato varieties were planted with 15 tubers of each variety in the field experiment. During planting, halves of tubers affected by *Ditylenchus* infection were placed in each hole. After growing and harvesting, tubers of 10 plants of each variety were placed in bags and stored at 10–15 °C for 60 days. The infection rate of each sample was determined by the ratio of potato tubers infected and uninfected by the potato tuber nematode, as well as by the percentage of *Ditylenchus*-infected tubers.

Results and discussion. In evaluating foreign potato varieties for susceptibility to the potato tuber nematode by three methods, it was found that all tested potato varieties were infected with *Ditylenchus destructor* nematodes to a greater or lesser extent. In terms of susceptibility to the potato tuber nematode, the varieties were classified as highly susceptible (Riviera, Excellence, Bellarosa, Roco), moderately susceptible (Arizona, Evolution, Impala, Picasso, Arrow) and weakly susceptible (Vineta, Collette) potato varieties. No potato tuber nematode-resistant varieties were identified. All three tested evaluation methods of potato varieties for susceptibility to potato tuber nematode showed that they could be used in the testing of variety resistance to the potato tuber nematode. When the first two methods were conducted in the controlled environment, the field evaluation method depended on agrometeorological growing conditions of the tested potato varieties. In storage, the disease developed in *D. destructor*-infected tubers, and the *Ditylenchus* infection signs increased, and the nematode reproduced. This technique should be used in evaluating potato varieties for resistance to the potato tuber nematode *D. destructor*.

Keywords: potato, potato tuber nematode, *Ditylenchus destructor*, susceptibility

Acknowledgments. The study was conducted within State Task FGUG-2022-0012 (the State Task number of the VNIIP – FSC VIEV for 2022–2024 within the Program of Fundamental Scientific Research in the Russian Federation for the long-term period (2021–2030): FGUG- 2022-0012).

Financial transparency: none of the authors has financial interest in the submitted materials or methods.

There is no conflict of interests.

For citation: Shesteperv A. A., Volodin A. I. Evaluation of foreign potato varieties for resistance to the potato tuber nematode *Ditylenchus destructor*. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal* = *Russian Journal of Parasitology*. 2023;17(3):413–422. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2023-17-3-413-422>

© Shesteperv A. A., Volodin A. I., 2023

Введение

Клубневая нематода *Ditylenchus destructor* (Thorne, 1945) – возбудитель дитиленхоза, или сухой гнили картофеля; наносит значительный ущерб урожаю как в период вегетации, так и при хранении [8]. Этот вид фитопаразитических нематод поражает клубни и подземную часть стеблей картофеля в почве в период вегетации. Влияние нематод *D. destructor* на растения картофеля проявляется в задержке роста, снижении урожайности, уменьшении числа товарных клубней [2]. Этот фитопаразит является причиной возникновения дитиленхоза клубней картофеля – широко распространенного и наиболее вредоносного заболевания этой культуры в агрофирмах, крестьянских, фермерских и личных подсобных хозяйствах [5, 9, 11]. Потери клубней при хранении от дитиленхоза картофеля составляют 15–40% [2, 4, 8, 14].

Создание и внедрение в производство сортов, устойчивых к болезням и вредителям, – наиболее эффективный и безвредный для окружающей среды способ защиты растений от вредных организмов и снижения потерь урожая картофеля. Решающим звеном в системе комплексных мероприятий по борьбе с опасными фитогельминтами часто является применение нематодоустойчивых сортов картофеля [7, 10]. Устойчивых к клубневой нематоде среди испытанных сортов и гибридов картофеля не обнаружено [1, 2, 5, 6, 10]. Д. А. Ильяшенко [3] выявил устойчивость к клубневой нематоде у образцов диких видов *Solanum vernei*, *S. pinnatisectum*, *S. papita*. Три сорта картофеля – Белорусский 3, Падарунак, Явар – оказались только среднепоражаемыми. При скрининге 25 сортов картофеля на устойчивость к нематоде *D. destructor* в Германии устойчивых сортов не выявили. Пять сортов были оценены как толерантные [12, 14].

Исследования устойчивости картофеля, батата и других сельскохозяйственных культур к нематоде *D. destructor* в Китае, Южной Корее и Японии направлены на выведение нематодоустойчивых сортов как методами традиционной селекции, так и методами трансгенной технологии на основе редактирования генома [13]. Поэтому необходима оценка районированных и перспективных сортов картофеля на устойчивость к клубневой нематоде картофеля для последующей совместной работы селекционе-

ров и фитопаразитологов по созданию устойчивых к дитиленхозу сортов [7].

При оценке сортов на устойчивость к клубневой нематоде (КН) создавали искусственный инвазионный фон в условиях лабораторного, вегетационного, полевого опытов. В литературе описано несколько способов создания искусственного инвазионного фона: внесение в каждую лунку при посадке порезанных заражённых клубней, оборачивание клубней смоченной суспензией нематод фильтровальной бумагой, внесение в лунки при посадке среды с живыми нематодами, заражение клубней суспензией нематод. Однако, сложность создания искусственного инвазионного фона заключается в том, что эти методы сложны в использовании, а результаты противоречивы и неоднозначны [1-3, 5, 6, 8, 14].

Цель исследований – оценить сорта картофеля зарубежной селекции на устойчивость к клубневой нематоде разными методами. Для достижения данной цели необходимо было решить следующие задачи:

Материалы и методы

1. Оценка сортов картофеля зарубежной селекции на устойчивость к клубневой нематоде в лабораторных условиях

Для оценки зарубежных сортов картофеля на устойчивость к КН испытаны сорта картофеля Ривьера, Экселенс, Беллароза (стандарт), Роко, Аризона, Эволюшен, Импада.

В трех незараженных клубнях каждого сорта вырезали куски клубня в виде перевёрнутой пирамиды. Затем внесли по 100 ± 10 экз. КН с последующим возвратом вырезанного кусочка на рану. В другие три клубня втыкали коктейльную трубочку диаметром 5 мм и длиной 1 см, в которую вносили суспензию клубневых нематод (100 ± 10 экз.).

Клубни каждого сорта клали в пластиковую коробку с 6 секциями. Все коробки согласно вариантам опыта хранили в холодильнике при 5–8 °С. После 3 месяцев хранения КН из клубней выделяли, используя вороночный метод с использованием фильтров [8]. На сита с фильтром помещали измельчённые пораженные дитиленхозом (ДЗ) части клубня (массой 10–15 г), заливали водой и оставляли на 24 ч. Выделяющиеся из растительного материала нематоды оседали на дне пробирок. По окончании срока выделения нематод пробирки вынимали

из резиновых трубок. Перед просмотром пробы верхний слой воды в пробирке отсасывали пипеткой и сливали в подготовленный сосуд. Оставшуюся жидкость взмучивали и переносили пипеткой на предметное стекло с лункой или часовое стекло. Подсчёт численности нематод вели под бинокуляром МБС-1 или МБС-2 при увеличении в 40–60 раз.

По степени восприимчивости к КН сорта были отнесены к сильновосприимчивым (пораженность клубней ДЗ свыше 25%), средневосприимчивым (пораженность клубней ДЗ от 11 до 24%) и слабовосприимчивым (пораженность клубней ДЗ меньше 10%) сортам картофеля.

2. *Вегетационный опыт по оценке восприимчивости сортов картофеля зарубежной селекции к КН*

Для сравнения с лабораторным методом оценки провели вегетационный опыт по оценке восприимчивости 11 сортов картофеля зарубежной селекции к КН. Заражение клубней разных сортов КН провели 8 апреля. Суспензия нематод была получена из пораженных дитиленхозом клубней. В каждый клубень были вставлены три пластмассовые трубочки диаметром 5 мм и длиной 20 мм, в которые вносили суспензию КН по 40 ± 10 экз. Клубни 12 сортов были высажены в вегетационные сосуды объёмом 1 л в супесчаную почву в трех повторностях. При температуре 16–22 °С и оптимальной водообеспеченности (60–70% от полной влагоемкости) при выращивании растений оценку устойчивости провели после 70 сут после инокуляции КН.

После внешней оценки поражения клубня дитиленхозом осторожно в зоне проявления дитиленхоза или в подозрительных местах срезали скальпелем кусочек ткани клубня размером 1 см² и помещали его в воду чашки Петри. В чашке Петри этот кусочек измельчали и оставляли в воде на 3–5 ч. Подсчёт численности КН в чашках Петри проводили под бинокуляром МБС-1 или МБС-2 при увеличении в 40–60 раз. В случае сомнения, когда в пробе присутствуют другие виды нематод (сапробионты и микогельминты), пипеткой отсасывают суспензию нематод, помещают их на предметное стекло и просматривают под микроскопом с целью определения вида КН. Если пробы не успевали просмотреть в тот же день, то чашки Петри с нематодами помещали в холодильник и сохраняли при температуре 5–8 °С.

Из стеблей, столонов, клубней, корней опытных растений нематод извлекали вороночным методом [8]. На сито помещали подготовленные пробы корней, стеблей, клубней (массой 15 г), на край воронок – этикетку с номерами проб и датой анализа. Через 24 ч подсчитывали число выделившихся КН.

Для оценки зарубежных сортов картофеля на устойчивость к КН испытаны сорта картофеля Ривьера, Экселенс, Беллароза, Роко, Аризона, Эволюшен, Импала, Пикассо, Арроу, Винета, Коллетте и отечественные сорта Удача и Синеглазка (стандарт).

3. *Полевой опыт по изучению устойчивости сортов картофеля зарубежной селекции к КН*

Заложен полевой опыт по изучению устойчивости сортов картофеля зарубежной селекции в условиях личного подсобного хозяйства. Высажены 10 сортов картофеля зарубежной селекции и два отечественных сорта, как стандарты. Были посажены по 15 внешне здоровых клубней каждого сорта. Для создания искусственного инвазионного фона в каждую лунку при посадке были положены половинки клубней, поражённых дитиленхозом. У порезанных клубней предварительно вырезали глазки во избежание пересортицы. Полевой опыт заложен в трёхкратной повторности на супесчаной почве. Расстояние между рядами 60 см, между растениями 30 см. Посадка 4 мая; агротехника выращивания, принятая в личных подсобных хозяйствах. Проведены фенологические и фитосанитарные наблюдения, учёт проявления дитиленхоза и других болезней, вредителей [7, 8].

Оценка продуктивности растений испытанных сортов и клубневой анализ проведены на 10 опытных растениях по методике А. А. Шестепорова [7, 8].

В период уборки проведён клубневой анализ десяти растений каждого сорта для учёта числа заражённых дитиленхозом клубней. В связи с тем, что при клубневом анализе на клубнях почти всех испытанных сортов не было выявлено проявления дитиленхоза, клубни 10 растений каждого сорта были помещены в мешки и их хранили при 10–15 °С в течение 60 сут. Степень поражения каждого образца определена по соотношению поражённых КН и незаражённых клубней картофеля, а также по проценту поражённых (дитиленхозных) клубней. После внешней оценки поражения

клубня дитиленхозом осторожно в зоне проявления дитиленхоза или в подозрительных местах срезали скальпелем кусочек ткани клубня размером 1 см² и помещали его в воду чашки Петри. В чашке Петри этот кусочек измельчали и оставляли в воде на 3–5 ч. Подсчёт численности клубневых нематод в чашках Петри проводили под биноклем МБС-1 или МБС-2 при увеличении в 40–60 раз.

Результаты и обсуждение

1. Оценка нематодоустойчивости сортов картофеля зарубежной селекции к КН в лабораторных условиях

Сравнение двух методов внесения инокулюма КН показало, что метод «пирамидки» немного эффективнее метода «трубочки». В клубнях с «пирамидками» численность дитиленхов была выше (табл. 1).

Таблица 1 [Table 1]

Оценка восприимчивости сортов картофеля зарубежной селекции к клубневой нематоды в лабораторных условиях
[Evaluation of the susceptibility of potato varieties of foreign breeding to tuberous nematode in laboratory conditions]

Сорт и метод инокуляции [Variety and method of inoculation]	Число клубней с ДЗ [Number of tubers with ditylenhosis]	% дитиленхозных клубней [% ditylenchose tubers]	Численность дитиленхов в 1 см ² поверхности клубня [The number of <i>D. destructor</i> in 1 cm ² of tuber surface]
Экселенс			
П	3	100	173
Т	2	67	154
Импала			
П	2	67	112
Т	1	33	85
Роко			
П	1	33	76
Т	1	33	145
Эволюшен			
П	2	67	148
Т	1	33	54
Ривьера			
П	3	100	212
Т	3	100	56
Аризона			
П	1	33	82
Т	0	0	0
Беллароза			
П (стандарт)	3	100	186
Т	3	100	204

Примечание [Note]. П – пирамидка; Т – трубочка [P – pyramid; T – tube]

В результате оценки 7 зарубежных сортов картофеля на восприимчивость к КН устойчивых сортов картофеля не выявлено. По степени восприимчивости к клубневой нематоды сорта отнесены к сильновосприимчивым (Ривьера, Экселенс, Беллароза), средневосприимчивым (Аризона, Эволюшен, Импала, Роко).

2. Вегетационный опыт по оценке восприимчивости 13 сортов картофеля зарубежной селекции к КН

Для сравнения с лабораторным методом провели вегетационный опыт по оценке восприимчивости 12 сортов картофеля зарубеж-

ной селекции и отечественных сортов Удача (стандарт) и Синеглазка (стандарт) к КН. В нижних частях стеблей, столонах, молодых клубнях и корнях растений стандартного сорта Удача численность КН была высокой – от 350 до 500 экз. На клубнях отмечали дитиленхоз; численность дитиленхов колебалась от 15 до 75 экз. в 1 см² пораженной поверхности клубня. Другой стандартный сорт Синеглазка, который в ЛПХ сильно поражался дитиленхозом, в вегетационном опыте оказался слабо-восприимчивым: численность в органах растений колебалась от 11 до 55 экз.

После фитогельминтологического анализа нижних частей стеблей, столонов, молодых клубней и корней испытанные сорта разделили на три группы восприимчивости по степени размножения КН.

В первую группу сильно-восприимчивых, кроме стандартного сорта Удача, вошли сорта – Экселенс, Беллароза, Ривьера и Роко. В клубнях сортов Экселенс, Беллароза были симптомы дитиленхоза. В 1 см² пораженной поверхности обнаружили от 80 до 100 клубневых нематод, представленными самками, самцами, личинками. При выделении вороночным методом из нижних частей стеблей, столонов молодых клубней и корней этих сортов установлена высокая численность клубневых нематод (от 300 до 1000 экз.) (табл. 2). В клубнях сорта Роко признаки дитиленхоза были менее выражены и численность клубневых нематод была меньше (от 6 до 33 экз.), чем у сортов Экселенс, Беллароза. В стеблях, столонах, клубнях, корнях сорта Роко численность была высокой – от 116 до 1000 экз.

Во вторую группу вошли сорта: Аризона, Эволюшен, Импала, Пикассо, Арроу, Синеглазка. Для этих сортов характерно размножение КН, но их численность в клубнях и выросших растениях значительно меньше, чем сортов из первой группы. В клубнях этих сортов на 1 см² поверхности выделили от 12 до 52 самок, самцов и личинок КН. В стеблях, столонах, молодых клубнях, корнях оказалось от 5 до 48 самок, самцов и личинок КН (табл. 2).

В третью группу вошли два сорта Винета и Коллетте, для которых характерна самая низ-

Таблица 2 [Table 2]

Результаты оценки восприимчивости сортов картофеля к клубневой нематоды
[The results of assessing the susceptibility of potato varieties to the tuberous nematode]

Сорт [Variety]	Признаки ДЗ в клубнях [Signs of ditylenhosis in tubers]	Численность дитиленхов в 1 см ² поверхности клубня [The number of <i>D. destructor</i> in 1 cm ² of tuber surface]			Присутствие самок, самцов, личинок [Presence of females, males, larvae]	Численность дитиленхов в стеблях, столонах, клубнях, корнях [The number of <i>D. destructor</i> in stems, stolons, tubers, roots]			Присутствие самок, самцов, личинок [Presence of females, males, larvae]
		мин. [min.]	макс. [max.]	средн. [average]		мин. [min.]	макс. [max.]	средн. [average]	
Экселенс	ДЗ	80	100	90	С, М, Л	300	1000	650	С, М, Л
Беллароза	ДЗ	60	70	65	С, М, Л	120	1000	560	С, М, Л
Роко	ДЗ сл.	6	33	15	С, М, Л	116	1000	400	С, М, Л
Аризона	ДЗ сл.	40	70	52	С, М, Л	25	70	48	С, М, Л
Эволюшен	ДЗ сл.	17	80	50	С, М, Л	2	20	12	С, Л
Импала	ДЗ сл.	4	40	18	С, М, Л	8	23	17	С, М, Л
Пикассо	ДЗ сл.	5	50	20	С, М, Л	12	55	30	С, М, Л
Арроу	ДЗ сл.	6	18	12	С, М, Л	4	37	15	С, М, Л
Синеглазка(ст)	-	11	14	12	С, М, Л	16	55	30	С, М, Л
Винета	-	3	8	5	С, Л	10	27	12	С, М, Л
Коллетте	ДЗ сл.	4	11	7	С, М, Л	6	20	15	С, М, Л
Ривьера	ДЗ	50	100	75	С, М, Л	100	500	450	С, М, Л
Удача(ст)	ДЗ	15	75	55	С, М, Л	25	500	350	С, М, Л

Примечание [Note]. ДЗ сл. – слабое проявление дитиленхоза [weak manifestation of ditylenhosis]

кая численность КН в клубнях (от 3 до 7 экз.) и стеблях, столонах, клубнях, корнях (от 12 до 15 экз.). Присутствие в популяциях самок, самцов и личинок на 70-е сутки после инокуляции клубней суспензией КН свидетельствует о том, что дитиленхи размножились, но скорость роста их популяций было минимальной.

Таким образом, в результате оценки зарубежных сортов картофеля на восприимчивость к КН устойчивых сортов картофеля не выявлено. По степени восприимчивости к клубневой нематоде сорта отнесены к сильновосприимчивым (Ривьера, Экселенс, Беллароза, Роко), средневосприимчивым (Аризона, Эволюшен, Импала, Пикассо, Арроу) и слабовосприимчивым (Винета, Коллетте).

3. Полевой опыт по оценке нематодоустойчивости сортов картофеля зарубежной селекции к КН

Оценка восприимчивости сортов картофеля зарубежной селекции к КН в полевом опыте подтвердила результаты лабораторных и вегетационных опытов. Все испытанные сорта оказались восприимчивыми (табл. 3). Клубни стандартных сортов Удача и Невский были поражены дитиленхозом и заражены КН на 6,8 и 7,8% соответственно. Необходимо отметить, что погодные условия не благоприятствовали заражению молодых клубней картофеля. В июле и августе выпало очень мало осадков. Поэтому в сухой супесчаной почве миграция дитиленхов была затруднена [1, 2].

Таблица 3 [Table 3]

Оценка восприимчивости сортов картофеля зарубежной селекции к КН в полевом опыте
[Evaluation of the susceptibility of potato varieties of foreign breeding to tuberous nematode in the field experiment]

Сорт [Variety]	Число клубней с 10 растений [Number of tubers from 10 plants]	Число дитиленхозных клубней [Number of ditylenchose tubers]	% дитиленхозных клубней [% ditylenchose tubers]
Гала	114	12	10,7
Экселенс	102	9	8,8
Импала	98	3	3,1
Роко	104	1	1
Эволюшен	91	4	4,4
Арроу	98	4	4,1
Аризона	101	2	2
Беллароза	105	8	7,6
Арсенал	108	3	2,8
Пикассо	116	4	3,4
Ривьера	119	12	10,1
Удача (ст)	102	7	6,9
Невский (ст)	115	8	7,0
Фонтанэ	101	9	8,9

Первые признаки дитиленхоза проявились при уборке картофеля на клубнях. После 60 сут хранения клубней симптомы дитиленхоза проявились на клубнях в разной степени. При лёгком заражении КН признаки поражения наблюдали, лишь сняв с клубней кожицу. В местах проникновения паразита можно обнаружить белые пятна рыхлой ткани, в которой под микроскопом можно увидеть нематод и их яйца.

При более сильном заражении на поверхности возникали свинцово-серые пятна, которые постепенно темнели и приобретали тёмно-коричневую окраску, с характерным

металлическим блеском (рис.). Поражённые участки вследствие ферментативного разрушения клеток клубней ссыхались и сморщивались. В отдельных местах кожа отставала и при продавливании легко проваливалась; на коже появлялись трещины, в которых видна светло-коричневая поражённая ткань. На пораженных дитиленхозом клубнях зарубежных сортов картофеля хорошо видны симптомы дитиленхоза (рис.).

На уровне и выше стандартных сортов по восприимчивости к КН были сорта: Гала, Экселенс, Фонтанэ, Беллароза. Сорта Аризона,



Рис. Проявление дитиленхоза на клубнях зарубежных сортов картофеля после 60 сут хранения: слева наружный вид пораженных клубней, справа – проявление дитиленхоза на разрезе клубней

[Fig. Manifestation of ditylenchosis on the tubers of foreign potato varieties after 60 days of storage: on the left is the external view of the affected tubers, on the right is the manifestation of ditylenchosis on a section of the tubers]

Импала, Пикассо, Ривьера, Арроу, Эволюшен, Арсенал (2–3,4% дитиленхозных клубней). К слабовосприимчивым (1%) сортам картофеля отнесли сорт Роко. К сожалению, для опыта не удалось достать клубни слабовосприимчивых по данным вегетационного опыта сортов Винета и Коллетте.

Заключение

В результате оценки сортов картофеля зарубежной селекции на восприимчивость к КН тремя методами установлено, что все испытанные сорта картофеля были поражены дитиленхозом и заражены нематодами *Ditylenchus destructor* в той или иной степени. По степени восприимчивости к КН сорта отнесены к сильновосприимчивым, средневосприимчивым и слабовосприимчивым. Устойчивые сорта картофеля к КН не выявлены. Три проверенные метода (лабораторный, вегетационный и полевой) оценки восприимчивости к КН сортов картофеля показали, что они могут быть использованы в практике испытания сортов на устойчивость к КН.

Если два первых метода проводились в контролируемых условиях, то полевой метод зависел от агрометеорологических условий выращивания испытываемых сортов картофеля. При полевой оценке после 60 сут хранения у большинства сортов число пораженных дитиленхозом клубней возросло. При хранении в зараженных *D. destructor* клубнях происходит развитие заболевания, усиление признаков дитиленхоза, размножение нематоды (рис.). Этот прием необходимо использовать при оценке сортов картофеля на устойчивость к КН *D. destructor*.

Список источников

1. Бзыкова З. А., Щербинин А. Н. Изучение устойчивости сортов картофеля к стеблевой нематоде в условиях Северо-Осетинской АССР // Сборник зоологических работ. Орджоникидзе, 1973. С. 75-79.
2. Иванюк В. Г., Банадысов С. А., Журомский Г. К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Мн.: РУП «Белорусский НИИ картофелеводства». 2003. 550с.

3. Ильяшенко Д. Ф. Дитиленхоз картофеля в Беларуси. Минск, 2008. 103 с.
4. Международные стандарты по фитосанитарным мерам. МСФМ 27 диагностические протоколы: *Ditylenchus dipsaci* и *Ditylenchus destructor*. (2015). Рим, МККЗР, ФАО. 34 с.
5. Рябцева Н. А. Дитиленхоз картофеля в зависимости от разновидности сорта // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2015. № 6 (128). С. 31-35.
6. Федоренко С. В. Разработка лабораторного метода оценки устойчивости к дитиленхозу селекционного материала картофеля // Сборник материалов III международной научно-практической конференции «Биотехнология: достижения и перспективы развития». 2018. С. 44-46.
7. Шестеперов А. А. и др. Создание нематодоустойчивых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. М.: РГАЗУ, 2004. 97 с.
8. Шестеперов А. А. и др. Дитиленхозы сельскохозяйственных культур и декоративных растений и меры борьбы с ними. М.: РГАЗУ, 2014. 178 с.
9. Шестеперов А. А., Перевертин К. А., Багров Р. А., Бутенко К. О. Клубневая нематода картофеля: биология и контроль // Картофель и овощи. 2018. № 7. С. 27-31.
10. Шестеперов А. А. и др. Полевая оценка сортов картофеля на устойчивость к клубневой нематоде и дитиленхозу в условиях полевого опыта // Биосфера. 2022. Т. 14, № 4. С. 427-429.
11. Шнаар Д. Защита растений в устойчивых системах земледелия (в 4-х книгах). Книга 4. 2004. 345 с.
12. Ingrid H. Williams, Marika Mänd, Angela Ploomi et al. Low temperature survival of post-eclosion stages of the potato rot nematode *Ditylenchus destructor* Thorne (Tylenchida: Anguinidae). International Journal of Fundamental and Applied Nematological Research. 2011; 13 (8). 977-983.
13. Kim Y., Yang J. Recent research on enhanced resistance to parasitic nematodes in sweetpotato. Plant Biotechnology Report. 2019; 13: 559-566.
14. Mwaura P., Niere B., Vidal S. Resistance and tolerance of potato varieties to potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*) and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). Annals of Applied Biology. 2015; 166 (2): 257-270. <https://doi.org/10.1111/aab.12180>

Статья поступила в редакцию 09.03.2023; принята к публикации 20.07.2023

Об авторах:

Шестеперов Александр Александрович, ВНИИП – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН (117218, Москва, ул. Б. Черемушкинская, 28), Москва, Россия, доктор биологических наук, ORCID ID: 0000-000109956-6407, aleks.bperov@yandex.ru

Володин Александр Иванович, Российский университет дружбы народов РУДН (117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6), Москва, Россия, alex@agrico-cis.ru

Вклад соавторов:

Шестеперов Александр Александрович – развитие методологии, проведение исследований и критический анализ материалов.

Володин Александр Иванович – проведение исследований и критический анализ материалов, обзор исследований по проблеме.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Bzykova Z. A., Shcherbinin A. N. Study of the potato variety resistance to the stem nematode in the North Ossetian Autonomous Soviet Socialist Republic. *Sbornik zoologicheskikh rabot = Collection of zoological studies*. Ordzhonikidze, 1973; 75-79. (In Russ.)
2. Ivanyuk V. G., Banadysov S. A., Zhuromsky G. K. Protection of potatoes from diseases, pests, and weeds. Minsk: Republican Unitary Enterprise Belarusian Scientific Research Institute for Potato Growing, 2003; 550. (In Russ.)
3. Ilyashenko D. F. *Ditylenchus* infection of potato in Belarus. Minsk, 2008; 103. (In Russ.)
4. International Standards for Phytosanitary Measures. ISPM 27 Diagnostic Protocols: *Ditylenchus dipsaci* and *Ditylenchus destructor*. (2015). Rome, International Plant Protection Convention, FAO. 34.
5. Ryabtseva N. A. Variety-dependent *Ditylenchus* infection of potato. *Vestnik Altayskogo*

- gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2015; 6 (128): 31-35. (In Russ.)
6. Fedorenko S. V. Development of a laboratory evaluation method for resistance of potato breeding material to *Ditylenchus* infection. *Sbornik materialov III mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Biotekhnologiya: dostizheniya i perspektivy razvitiya» = Proceedings of the III International Scientific and Practical Conference "Biotechnology: Achievements and Development Prospects"*. 2018; 44-46. (In Russ.)
 7. Shesteporov A. A. et al. Creation of nematode-resistant varieties and hybrids of crops. M.: Russian State Agrarian Correspondence University, 2004; 97. (In Russ.)
 8. Shesteporov A. A. et al. *Ditylenchus* infection of agricultural crops and ornamental plants, and control measures. M.: Russian State Agrarian Correspondence University, 2014; 178. (In Russ.)
 9. Shesteporov A. A., Perevertin K. A., Bagrov R. A., Butenko K. O. Potato tuber nematode: biology and control. *Kartofel' i ovoshchi = Potato and vegetables*. 2018; 7: 27-31. (In Russ.)
 10. Shesteporov A. A. et al. Field evaluation of potato varieties for resistance to potato tuber nematode and *Ditylenchus* infection in a field trial. *Biosfera*. 2022; 14 (4): 427-429. (In Russ.)
 11. Spaar D. Plant protection in sustainable systems of agriculture (in 4 books). Book 4. 2004; 345. (In Russ.)
 12. Ingrid H. Williams, Marika Mänd, Angela Ploomi et al. Low temperature survival of post-eclosion stages of the potato rot nematode *Ditylenchus destructor* Thorne (Tylenchida: Anguinidae). *International Journal of Fundamental and Applied Nematological Research*. 2011;13 (8): 977-983.
 13. Kim Y., Yang J. Recent research on enhanced resistance to parasitic nematodes in sweetpotato. *Plant Biotechnology Report*. 2019; 13: 559–566.
 14. Mwaura P., Niere B., Vidal S. Resistance and tolerance of potato varieties to potato rot nematode (*Ditylenchus destructor*) and stem nematode (*Ditylenchus dipsaci*). *Annals of Applied Biology*. 2015; 166 (2): 257-270. <https://doi.org/10.1111/aab.12180>

The article was submitted 19.03.2023; accepted for publication 20.07.2023

About the authors:

Shesteporov Alexander A., VNIIP – FSC VIEV (28, Bolshaya Cheremushkinskaya st., Moscow, 117218), Moscow, Russia, Doctor of Biological Sciences, ORCID ID: 0000-000109956-6407, aleks.6perov@yandex.ru

Volodin Alexander I., Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University) (6, Miklukho-Maklaya Str., Moscow, 117198), Moscow, Russia, alex@agrico-cis.ru

Contribution of co-authors:

Shesteporov Alexander A. – methodology development, research and critical analysis of materials.

Volodin Alexander I. – research and critical analysis of materials, review of research on the issue.

All authors have read and approved the final manuscript.