

Листовые нематоды рода *Aphelenchoides* на декоративных и дикорастущих растениях

* ХУДЯКОВА Е.А.¹, СУДАРИКОВА С.В.²,
БУТОВ Е.В.³, ВАРФОЛОМЕЕВА Е.А.⁴

^{1,2,3} ФГБУ «Всероссийский центр карантина
растений» (ФГБУ «ВНИИКР»), р. п. Быково,
г. о. Раменский, Московская обл., Россия, 140150

⁴ Ботанический институт имени В.Л. Комарова
Российской академии наук (БИН РАН),
г. Санкт-Петербург, Россия, 197022

¹ e-mail: fer59@mail.ru

² e-mail: sudarikovah@mail.ru

³ e-mail: kitsakbaki@gmail.com

⁴ e-mail: EVarfolomeeva@binran.ru

АННОТАЦИЯ

Листовые нематоды рода *Aphelenchoides* не являются карантинными для Российской Федерации, но регулируются в ряде стран – импортеров российской продукции: Китае, Аргентине, Турции, Тунисе, Египте, Марокко, Чили, Мексике и других. В случае выявления этих видов нематод в поставляемой продукции, согласно международному и национальным фитосанитарным законодательствам могут быть приняты соответствующие фитосанитарные меры (например, возврат, уничтожение, обработки или введение временных ограничений на ввоз продукции, в том числе зерновой, из России), которые приводят к существенным экономическим издержкам.

Земляничная листовая нематода *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos, 1890) Christie, 1932 и хризантемная листовая нематода *Aphelenchoides ritzemabosi* (Schwartz, 1911) Steiner & Buhner, 1932 широко распространены в агроценозах России и поражают зерновые и зернобобовые культуры. Экспорт продукции из Российской Федерации предусматривает выполнение фитосанитарных требований страны-импортера, в частности, отсутствие в продукции этих вредных организмов. Несоблюдение данных требований может нанести серьезный ущерб репутации России как поставщика продукции.

Задачами фитосанитарной службы является обнаружение указанных видов нематод в экспортируемых грузах, а также выявление их в агроценозах. В настоящее время для этих видов не существует методических рекомендаций по выявлению и идентификации.

В данной работе изучены растения – хозяева листовых нематод рода *Aphelenchoides* из различных регионов Российской Федерации и признаки их поражения нематодами. Дополнены перечни растений-хозяев для каждого вида. Симптомы поражения проиллюстрированы оригинальными фотографиями авторов.

Foliar nematodes of the genus *Aphelenchoides* on ornamental and wild plants

* ELENA A. KHUDYAKOVA¹,
STELLA V. SUDARIKOVA², EVGENY V. BUTOV³,
ELIZAVETA A. VARFOLOMEIEVA⁴

^{1,2,3} FGBU "All-Russian Plant Quarantine Center"
(FGBU "VNIICR"), Bykovo, Urban district Ramensky,
Moscow Oblast, Russia, 140150

⁴ Komarov Botanical Institute of the Russian Academy
of Sciences, St. Petersburg, Russia, 197022

¹ e-mail: fer59@mail.ru

² e-mail: sudarikovah@mail.ru

³ e-mail: kitsakbaki@gmail.com

⁴ e-mail: EVarfolomeeva@binran.ru

ABSTRACT

Foliar nematodes of the genus *Aphelenchoides* are not of quarantine status for the Russian Federation, though are regulated in some countries importing Russian products: China, Argentina, Turkey, Tunisia, Egypt, Morocco, Chile, Mexico, etc. In accordance with international and national phytosanitary legislation, should these nematode species be detected in imported products, appropriate phytosanitary measures may be taken (for example, return, destruction, treatment or the introduction of temporary restrictions on the import of products, including grain, from Russia), which lead to significant economic costs.

Strawberry foliar nematode *Aphelenchoides fragariae* (Ritzema Bos, 1890) Christie, 1932 and chrysanthemum foliar nematode *Aphelenchoides ritzemabosi* (Schwartz, 1911) Steiner & Buhner, 1932 are widespread in agroecosystems of Russia and affect grain and leguminous crops. Export of products from the Russian Federation requires compliance with the phytosanitary requirements of the importing country, in particular, the absence of these pests in the products. Failure to comply with these requirements may cause serious damage to Russia's reputation as a supplier.

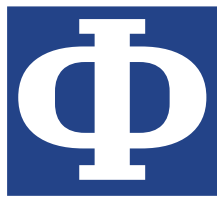
The tasks of the phytosanitary service are to detect these nematode species in exported regulated products, as well as to identify them in agroecosystems. Currently, there are no methodological recommendations for detection and identification for these species.

The present work studied host plants of foliar nematodes of the genus *Aphelenchoides* from various regions of the Russian Federation and signs of their damage by nematodes. The lists of host plants for each species have been supplemented. Damage symptoms are illustrated with original photographs by the authors.

Ключевые слова. Фитосанитария, морфология, морфометрия, полифаг, растения-хозяева.

Key words. Phytosanitary, morphology, morphometry, polyphage, host plants.

ВВЕДЕНИЕ



итопатогенные нематоды растений принадлежат к числу наиболее опасных и экономически значимых вредителей сельскохозяйственных культур во всем мире. Среди растений, являющихся хозяевами этих нематод, – многие важ-

ные пищевые и кормовые культуры, в том числе зерновые, овощные и бобовые, а также декоративные и цветочные. По некоторым оценкам, общемировые потери урожая сельскохозяйственных культур от паразитирования нематод на растениях оцениваются свыше 77 млрд долларов США в год (Seinhorst, 1986). В России известны около 160 видов паразитических нематод, поражающих вегетативные (побег и корень) и генеративные (семена и плоды) органы растений из разных семейств. Кроме того, часть этих нематод являются одновременно и переносчиками грибных, бактериальных и вирусных заболеваний, которые усиливают их негативное влияние на зараженные растения (Анисимов и др., 2009).

Методы контроля численности и вредоносности фитопаразитических нематод в настоящее время не отличаются многообразием. Высокоэффективные химические препараты-нематотициды из-за своей токсичности оказывают вредное воздействие на окружающую среду, в том числе и на здоровье человека, поэтому их использование в сельском хозяйстве ограничено. Применение же специализированных хищников, а также биологических препаратов на основе патогенных для нематод бактерий и грибов не всегда оправданно экономически (Van Riel, Mulder, 1998; Whitworth et al., 2018).

Наиболее доступным методом регулирования на сегодня является профилактика фитогельминтозов путем применения мер по ограничению распространения нематод из очага заражения (карантинные мероприятия), а также такие агротехнические приемы, как возделывание устойчивых сортов и использование научно обоснованных систем севооборота.

Род *Aphelenchoides* еще не полностью упорядочен с точки зрения систематики и номенклатуры. В настоящее время считается, что он включает в себя около 180 видов (Handoo et al., 2020). Большинство нематод *Aphelenchoides* spp. – это микофаги, которые обитают и размножаются в ризосфере зараженных грибами растений. Основной экономический ущерб наносят листовые нематоды, питающиеся внутри надземных частей растений, преимущественно в листьях и бутонах. Важнейшими вредителями среди листовых нематод являются нематоды рода *Aphelenchoides*: земляничная нематода *A. fragariae* (Ritzema Bos) Christie, хризантемная нематода

INTRODUCTION

Phytopathogenic plant nematodes belong to the most dangerous and economically important pests of agricultural crops worldwide. The host plants of these nematodes include many important food and forage crops, including grains, vegetables and legumes, as well as ornamental and floral crops. According to some estimates, global crop yield losses from nematode parasitism on plants reach over \$ 77 billion per year (Seinhorst, 1986). About 160 species of parasitic nematodes are known in Russia, affecting the vegetative (shoot and root) and generative (seeds and fruits) plant organs from different families. In addition, some of these nematodes are also vectors of fungal, bacterial and viral diseases, which enhance their negative impact on infected plants (Anisimov et al., 2009).

Methods for controlling the number and harmfulness of plant-parasitic nematodes are currently not very diverse. Due to their toxicity, highly effective chemical nematicides have a harmful effect on the environment, including human health, which accounts for their limited use in agriculture. The use of specialized predators, as well as biological preparations based on bacteria and fungi pathogenic for nematodes, is not always economically justified (Van Riel, Mulder, 1998; Whitworth et al., 2018).

The most accessible control method today is the prevention of phytohelminthoses by using measures to limit the spread of nematodes from the source of infection (quarantine measures), as well as such agronomic practices as the cultivation of resistant varieties and the use of scientifically based crop rotation systems.

The genus *Aphelenchoides* is not yet fully organized in terms of taxonomy and nomenclature. It is currently believed to include about 180 species (Handoo et al., 2020). Most nematodes *Aphelenchoides* spp. are mycophages that live and reproduce in the rhizosphere of plants infected with fungi. The main economic damage is caused by foliar nematodes feeding inside the above-ground parts of plants, mainly in leaves and buds. The most important pests among foliar nematodes are those of the genus *Aphelenchoides*: *A. fragariae* (Ritzema Bos) Christie, *A. ritzemabosi* (Schwartz) Steiner & Buhner, *A. besseyi* Christie, 1942 (Sánchez-Monge et al., 2015) and *A. blastophthorus* Franklin, 1952. *Aphelenchoides* spp. parasitize more than 700 plant species from 85 families, including ferns, herbaceous and woody plants such as onions, garlic, corn, potatoes, soybeans, Chinese cabbage, sugar cane, horseradish,

A. ritzemabosi (Schwartz) Steiner & Buhner, рисовая нематода *A. besseyi* Christie, 1942 (Sánchez-Monge et al., 2015) и почвоядная нематода *A. blastophthorus* Franklin, 1952. Афеленхоидные нематоды паразитируют более чем на 700 видах растений из 85 семейств, включая папоротники, травянистые и древесные растения, такие как лук, чеснок, кукуруза, картофель, соя, пекинская капуста, сахарный тростник, хрен, листья салата, пшеница, цветочные, косточковые культуры, каучуковое дерево (Кириянова, Кралль, 1971). Листовые нематоды могут обитать как внутри листьев, почек, так и на их поверхности в пленке воды. Питаются они содержимым клеток, в результате чего листья, особенно молодые, становятся скрученными, искривленными и недоразвитыми. Растения, пораженные листовыми нематодами, часто остаются низкорослыми и становятся кустистыми (Хомяк и др., 2021). Листья выглядят изогнутыми, скрученными или морщинистыми и имеют более темный цвет, чем обычно. Красноватый цвет может появиться на краях листа, жилки и черешка. Такие растения поздно начинают плодоносить (Kohl, 2011; Кириянова, Кралль, 1971). Повреждение листовыми нематодами можно спутать с заболеваниями, вызванными некоторыми бактериями, грибами, вирусами, недостатком питательных веществ или химическими повреждениями (Кириянова, Кралль, 1971).

В России *A. fragariae* и *A. ritzemabosi* не имеют статуса карантинных видов. В настоящее время они регулируются в ряде стран, куда экспортируется российская продукция. В случае выявления этих видов нематод в поставляемой продукции, согласно международному и национальным фитосанитарным законодательствам могут быть приняты соответствующие фитосанитарные меры (например, возврат, уничтожение, обработки или введение временных ограничений на ввоз продукции, в том числе зерновой, из России), что приводит к существенным экономическим издержкам. Целью данной работы являлось уточнение круга растений – хозяев *A. fragariae* и *A. ritzemabosi* и симптомов их повреждений.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили растения декоративных культур, земляники садовой, риса, люцерны и других, которые отбирали в питомниках, ботанических садах и в полях севооборотов.

Для визуального выявления нематодозов и отбора проб растительных тканей и прикорневого грунта использовали систему распределения растительных нематод по типам повреждения растений Дж. Кристи (Courtney et al., 1955).

Для выделения нематод из почвы и растительных тканей использовали модифицированный метод Бермана со сроком экспозиции в 5 суток (Деккер, 1972; Хомяк и др., 2021), а также метод флотации. Умерщвление нематод осуществляли путем нагревания (Hooper, 1986).

Временные препараты и окрашивание делали по стандартным методикам (Кириянова, Кралль, 1971; Hooper, 1986). При определении видов использовали определительные таблицы и ключи (Кириянова, Кралль, 1971; Chitwood et al., 1965; McCuiston et al., 2007; Stirling et al., 2002).

lettuce, wheat, flowers, stone fruits, rubber tree (Kiryanova, Krall, 1971). Foliar nematodes can live both inside leaves, buds, and on their surface in the water film. They feed on the cell contents, as a result of which leaves, especially young ones, become curled, twisted and underdeveloped (Khomyak et al., 2021). Leaves appear bent, curled, or wrinkled and are darker in color than normal. A reddish color may appear on the leaf margins, veins and petiole. Such plants begin to bear fruit late (Kohl, 2011; Kiryanova, Krall, 1971). Foliar nematode damage can be confused with diseases caused by certain bacteria, fungi, viruses, nutrient deficiencies or chemical damage (Kiryanova, Krall, 1971).

In Russia, *A. fragariae* and *A. ritzemabosi* do not have the status of quarantine species. Currently, they are regulated in some countries importing Russian products. In accordance with international and national phytosanitary legislation, if these nematode species are detected in the supplied products, appropriate phytosanitary measures can be taken (for example, return, destruction, treatment or the introduction of temporary restrictions on the import of products, including grain, from Russia), which leads to significant economic costs. The purpose of this work was to clarify the range of host plants for *A. fragariae* and *A. ritzemabosi* and their damage symptoms.

MATERIALS AND METHODS

The material for the study was plants of ornamental crops, strawberries, rice, alfalfa and others, which were selected in nurseries, botanical gardens and in crop rotation fields.

For visual nematode detection and sampling of plant tissues and root soil, we used J. Christie's system of plant parasitic nematodes distribution by type of plant damage (Courtney et al., 1955).

To extract nematodes from soil and plant tissues, a modified Berman method with an exposure period of 5 days was used (Dekker, 1972; Khomyak et al., 2021), as well as the flotation method. Nematodes were killed by heating (Hooper, 1986).

Temporary slides and staining were done according to standard methods (Kiryanova and Krall, 1971; Hooper, 1986). When identifying species, identification tables and keys were used (Kiryanova, Krall, 1971; Chitwood et al., 1965; McCuiston et al., 2007; Stirling et al., 2002).

Studies were carried out on microscopes Stemi 2000-C (Carl Zeiss) and Imager.A1 (Carl Zeiss) with a photo attachment based on AxioCam MRc.

RESULTS AND DISCUSSION

For the study, samples of plants with symptoms of foliar nematode damage were selected. Symptoms of nematode infestation are often confused with those caused by pathogens such as bacteria or fungi. Plants can respond differently to nematode damage (Chalaoska, 2006), and symptoms vary among crops. During our research, it was revealed that on infected thick and succulent leaves, areas initially appear as if saturated



Рис. 1. Некрозы на листьях клематиса при поражении хризантемной листовой нематодой *Aphelenchoides ritzemabosi* (фото Е.А. Худяковой)

Fig. 1. Necrosis on clematis leaves caused by *Aphelenchoides ritzemabosi* (photo by E.A. Khudyakova)

Исследования проводили на микроскопах Stemi 2000-C (Carl Zeiss) и Imager.A1 (Carl Zeiss) с фотонасадкой на основе AxioCam MRC.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для исследования отбирали образцы растений с симптомами поражения листовыми нематодами. Часто симптомы поражения нематодами путают с симптомами, вызванными патогенными микроорганизмами, например бактериями или грибами. Растения могут по-разному реагировать на поражение нематодами (Chalaoska, 2006), и симптомы на разных культурах отличаются. В ходе нашего исследования было выявлено, что на зараженных толстых и сочных листьях первоначально появляются участки, как бы пропитанные водой. Симптомы поражения собранных растений были разделены на группы и проиллюстрированы.

Некрозы листьев вызваны перемещением и питанием нематод в тканях листа, что приводит к разрыву мезофилла. Первый симптом питания нематод – это появление множества мелких пятен между жилками листьев. Со временем эти пятна увеличиваются в размерах, а затем становится коричневым весь сектор листа между жилками (см. рис. 1).

Хлороз листьев – это ранний симптом, характерный для некоторых многолетников, например примулы вечерней кустарниковой. Затем хлоротические пятна становятся коричневыми, давая картину типичных некрозов, ограниченных жилками (см. рис. 2, 3).

Мозаичность листьев. На листьях образуются светло-зеленые и желтоватые хаотично разбросанные пятна (см. рис. 4).

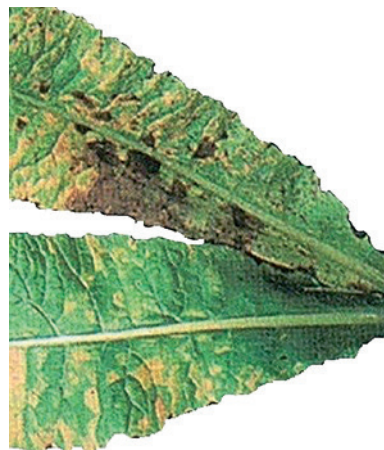


Рис. 2. Хлороз листьев на примуле вечерней, пораженной земляничной листовой нематодой *Aphelenchoides fragariae* (фото Е.А. Худяковой)

Fig. 2. Leaf chlorosis on evening primrose caused by *Aphelenchoides fragariae* (photo by E.A. Khudyakova)

with water. Damage symptoms of collected plants were divided into groups and illustrated.

Leaf necrosis is caused by the movement and feeding of nematodes in leaf tissues, which leads to rupture of the mesophyll. The first symptom of nematode feeding is the appearance of many small spots

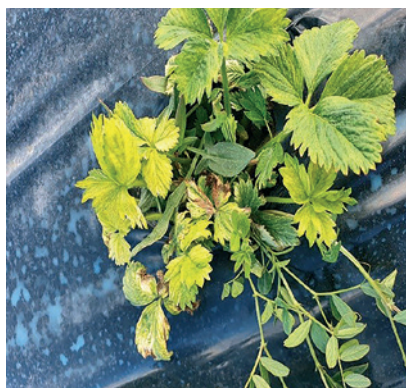


Рис. 3. Хлороз листьев земляники садовой, пораженной *A. fragariae* (фото О.В. Синкевич, Карельский филиал ФГБУ «ВНИИКР»)



Fig. 3. Chlorosis of garden strawberry leaves caused by *A. fragariae* (photos by O.V. Sinkevich, Karelian branch of FGBU "VNIICR")



Рис. 4. Симптомы поражения листьев орхидеи *A. fragariae* (фото Е.А. Худяковой)



Fig. 4. Damage symptoms on orchid leaves caused by *A. fragariae* (photos by E.A. Khudyakova)



Рис. 5. Задержка роста и деформация побегов и листьев земляники садовой, пораженной *A. fragariae* (фото Е.А. Худяковой)

Fig. 5. Stunted growth and deformation of shoots and leaves of garden strawberries caused by *A. fragariae* (photo by E.A. Khudyakova)

Задержка роста основного побега. Сильно поврежденные нематодами растения развиваются весной намного позже здоровых, они деформированные и низкорослые (см. рис. 5).

Отмирание верхушечных цветочных и листовых почек. Растения хуже цветут и проявляют задержку роста. Такие симптомы характерны для буддлеи, хризантем (см. рис. 6).

Пятна не всегда ограничены жилками, появляются покраснения, гиперпигментация и побурение листьев (см. рис. 7).



Рис. 6. Отмирание верхушечных цветочных почек на хризантемах при поражении *A. ritzemabosi* (фото Е.А. Худяковой)



Fig. 6. Dying of apical flower buds on *Chrysanthemum* caused by *A. ritzemabosi* (photos by E.A. Khudyakova)



Рис. 7. Листья пеларгонии, пораженные *A. fragariae* (фото Е.А. Худяковой)

Fig. 7. *Pelargonium* leaves damaged by *A. fragariae* (photo by E.A. Khudyakova)



Рис. 8. Листья эсхинантуса *Aeschynanthus speciosus*, пораженные *A. fragariae* (фото Е.А. Худяковой)

Fig. 8. *Aeschynanthus speciosus* leaves damaged by *A. fragariae* (photo by E.A. Khudyakova)

between the veins of the leaves. Over time, these spots increase in size, and then the entire sector of the leaf between the veins turns brown (see Fig. 1).

Leaf chlorosis is an early symptom typical of some perennials, such as evening primrose bush. Then the chlorotic spots turn brown, giving a picture of typical necrosis limited to veins (see Fig. 2, 3).

Leaf mosaic. Light green and yellowish chaotically scattered spots form on the leaves (see Fig. 4).

Stunted growth of the main shoot. Plants severely damaged by nematodes develop in the spring much later than healthy ones; they are deformed and stunted (see Fig. 5).

Death of apical flower and leaf buds. Plants bloom worse and show stunted growth. Such symptoms are typical of *Buddleja*, *Chrysanthemum* (see Fig. 6).

Spots are not always limited to veins, redness, hyperpigmentation and browning of leaves appear (see Fig. 7).

Темные водянистые пятна образуются сначала на нижних листьях, ограничиваются жилками, позже они становятся коричневыми, процесс сопровождается скручиванием листьев. Такие симптомы типичны для синнингии и других растений семейства Gesneriaceae (см. рис. 8).

Описанные выше повреждения появляются на растениях, зараженных нематодами в начале сезона. В случае если происходит заражение листовыми нематодами в конце вегетации, внешние симптомы отсутствуют.

Из собранных растительных образцов выделяли нематод модифицированным методом Бермана (см. рис. 9). Измельченный растительный материал помещали в воду на 12 ч с последующим просмотром под световым микроскопом. Выявленных нематод культивировали, проводили морфологический анализ.

Принадлежность выделенных нематод определяли до вида морфологическим и морфометрическими методами. Параметры исследуемых нематод соответствовали видам *A. fragariae* и *A. ritzemabosi* (размеры по Chizhov et al., 2006) (Зиновьева и др., 2012) (см. табл. 1).

Морфометрические признаки обоих видов близки по своим показателям, но они отличаются по мукро. Хвост *A. fragariae* оканчивается простым мукро, а хвост *A. ritzemabosi* оканчивается характерным для вида четырехлучевым мукро (см. рис. 10, 11).

В отечественной литературе информация о распространенности листовых нематод рода *Aphelenchoides* ограничивается культурами риса и земляники садовой, но практически не затрагивает дикорастущие и декоративные растения.



Рис. 9. Выделение нематод модифицированным методом Бермана (фото Е.А. Худяковой)



Fig. 9. Nematode extraction using the modified Berman method (photos by E.A. Khudyakova)

Dark watery spots are formed first on the lower leaves, limited to veins, later they turn brown, the process is accompanied by leaves curling. Such symptoms are typical for *Sinningia* and other plants of the Gesneriaceae family (see Fig. 8).

The damage described above appears on plants infected with nematodes at the beginning of the season. If infection with foliar nematodes occurs at the end of the growing season, there are no external symptoms.

Nematodes were extracted from the collected plant samples using the modified Berman method (see Fig. 9). The crushed plant material was placed in water for 12 hours and then viewed under a light microscope. The identified nematodes were cultured and morphological analysis was carried out.

The identity of the extracted nematodes was determined to species using morphological and morphometric methods. The parameters of the studied nematodes corresponded to the species *A. fragariae* and *A. ritzemabosi* (sizes according to Chizhov et al., 2006) (Zinovieva et al., 2012) (see Table 1).

Табл. 1. Средние морфометрические параметры выделенных листовых нематод *A. fragariae* и *A. ritzemabosi* в мкм (n = 10)

Table 1. Average morphometric parameters of extracted foliar nematodes *A. fragariae* and *A. ritzemabosi* in μm (n = 10)

Морфометрические параметры	Morphometric parameters	<i>A. fragariae</i>		<i>A. ritzemabosi</i>	
		самки females	самцы males	самки females	самцы males
Длина тела	Body length	550 \pm 42,6	520 \pm 47,5	790 \pm 49,1	640 \pm 41,7
Ширина тела	Body width	12 \pm 1,2	11 \pm 1,4	18 \pm 1,4	16 \pm 1,7
Длина хвоста	Tail length	26 \pm 2,7	23 \pm 3,5	43 \pm 3,0	37 \pm 3,0
Длина стилета	Stylet length	9 \pm 2,0	8 \pm 2,0	11 \pm 1,2	11 \pm 2,1
Спикулы	Spicules	–	12 \pm 1,0	–	17 \pm 1,1
а	а	45,8 \pm 4,5	47,3 \pm 3,4	43,9 \pm 3,7	40,0 \pm 3,9
с	с	21,2 \pm 1,1	22,6 \pm 1,3	18,4 \pm 1,0	17,3 \pm 1,1



Рис. 10. Сложное мукро у *A. ritzemabosi* (фото Е.А. Худяковой)

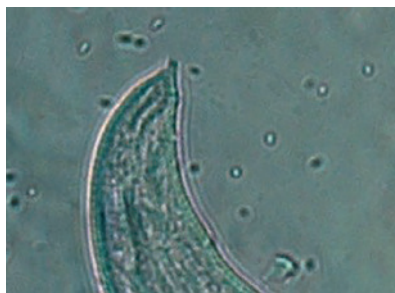


Fig. 10. Complex mucro of *A. ritzemabosi* (photos by E.A. Khudyakova)



Рис. 11. Простое мукро у *A. fragariae* (фото Е.А. Худяковой)

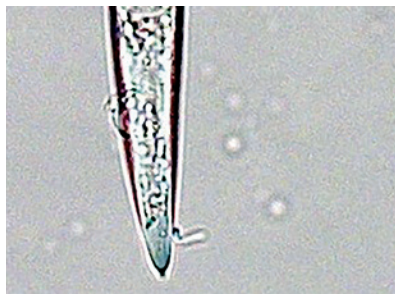


Fig. 11. Simple mucro of *A. fragariae* (photos by E.A. Khudyakova)

В ходе работы собирали образцы дикорастущих папоротников в заповеднике «Калужские засеки» и в Приморском крае, образцы земляники садовой с частных участков в Московской области, образцы различных декоративных растений в Никитском ботаническом саду и в Ботаническом саду Петра Великого Санкт-Петербурга, образцы риса в Краснодарском крае. Список растений, на которых были выявлены листовые нематоды, приведен в табл. 2.

Впервые на эсхинантсе *Aeschynanthus speciosus* выявлена листовая нематода *A. ritzemabosi*, а на фуксии *Fuchsia pringsheimii* – *A. fragariae*.

По приведенным в таблице данным видно, что на декоративных растениях чаще встречалась хризантемная листовая нематода *A. ritzemabosi*. Земляничная листовая нематода *A. fragariae* была обнаружена на папоротниках в естественных биоценозах в заповеднике «Калужские засеки» и в Приморском крае. Оба вида в смешанной популяции были выявлены на посадках земляники садовой в Крыму. На посадках риса в Краснодарском крае листовые нематоды не были выявлены. По результатам обнаружений листовых нематод на территории Российской Федерации круг растений-хозяев оказался значительно шире, чем указывалось ранее.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенных экспедиций в различные регионы Российской Федерации были собраны образцы растений с признаками повреждения листовыми нематодами. Дальнейшие лабораторные исследования показали, что многие декоративные и дикорастущие растения были поражены двумя видами листовых нематод – *A. ritzemabosi* и *A. fragariae*. Обнаружены новые растения-хозяева. Нематода *A. ritzemabosi* впервые была выявлена на *Aeschynanthus speciosus*, а *A. fragariae* – на *Fuchsia pringsheimii*. Составлен и проиллюстрирован список симптомов

The morphometric characters of both species are similar in their indicators, but they differ in mucro. *A. fragariae* tail ends in a simple mucro, while the tail *A. ritzemabosi* ends with a four-ray mucro characteristic of the species (see Fig. 10, 11).

In the Russian studies, information on the distribution of *Aphelenchoides* foliar nematodes is limited to rice and strawberry crops, but practically does not affect wild and ornamental plants.

During this work, there were collected wild ferns samples in the Kaluga Zaseki Nature Reserve and in Primorsky Krai, samples of garden strawberries from private plots in Moscow Oblast, samples of various ornamental plants in the Nikitsky Botanical Garden and in the Peter the Great Botanical Garden of St. Petersburg, and samples of rice in Krasnodar Krai. The list of plants on which foliar nematodes were identified is given in Table 2.

todes were identified is given in Table 2.

A. ritzemabosi was first detected on *Aeschynanthus speciosus*, and *A. fragariae* – on *Fuchsia pringsheimii*.

According to the data given in the table, it is clear *A. ritzemabosi* was more frequently detected on ornamental plants. *A. fragariae* was detected on ferns in natural biocenoses in the Kaluzhskie Zaseki Nature Reserve and in Primorsky Krai. Both species in a mixed population were identified in strawberry plantings in Crimea. No foliar nematodes were detected on rice plantings in Krasnodar Krai. Based on the results of detections of foliar nematodes in the Russian Federation, the range of host plants turned out to be much wider than previously indicated.

CONCLUSION

During expeditions to various regions of the Russian Federation, samples of plants with damage symptoms caused by foliar nematodes were collected. Further laboratory studies showed that many ornamental and wild plants were affected by two foliar nematode species – *A. ritzemabosi* and *A. fragariae*. New host plants were discovered. Nematode *A. ritzemabosi* was first detected on *Aeschynanthus speciosus*, and *A. fragariae* – on *Fuchsia pringsheimii*. A list of foliar nematode symptoms on various plants was compiled and illustrated. Differences were noted in the symptoms on thick and succulent leaves and on thin leaves.

The collected herbarium material replenished the Helminthology Laboratory collection of the Testing Laboratory Center of FGBU "VNIIEK". DNA has been isolated and culture of living nematodes is maintained. The obtained materials will be used to prepare methodological recommendations for the detection and identification of foliar nematodes of the genus

проявления листовых нематод на различных растениях. Отмечены различия в симптомах проявления на толстых и сочных листьях и на тонких листьях.

Собранный гербарный материал пополнил коллекцию лаборатории гельминтологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИКР». Выделена ДНК и поддерживается культура живых нематод. Полученные материалы

Aphelenchoides. This will allow timely detection of nematodes and take measures to prevent the introduction of the pest into plant products intended for export.

REFERENCES

1. Anisimov B.V. etc. Protection of potatoes from diseases, pests and weeds [Zashchita kartofelya ot

Табл. 2. Растения-хозяева, на которых выявлены *A. ritzemabosi* и *A. fragariae*
Table. 2. Host plants with detected *A. ritzemabosi* and *A. fragariae*

Семейство Family	Виды растений Species	<i>A. ritzemabosi</i>	<i>A. fragariae</i>
Asteraceae – Астровые	<i>Leucanthemopsis alpina</i> – хризантема альпийская		+
	<i>Chrysanthemum</i> spp. – хризантема	+	
	<i>Callistephus chinensis</i> – астра китайская	+	
	<i>Rudbeckia fulgida</i> – рудбекия блестящая	+	
	<i>Echinacea purpurea</i> – эхинацея пурпурная	+	
	<i>Ageratum houstonianum</i> – агератум Хоустона	+	
Asparagaceae – Спаржевые	<i>Hosta plantaginea</i> – хоста подорожниковая		+
Asphodelaceae – Асфodelовые	<i>Heimerocallis</i> sp. – лилейник	+	
Ranunculaceae – Лютиковые	<i>Clematis heracleifolia</i> – ломонос, или клематис борщевиколистный	+	+
	<i>Clematis macropetala</i> – клематис крупнолепестковый	+	+
	<i>Anemone sylvestris</i> – ветреница лесная	+	
	<i>Ranunculus acris</i> – лютик едкий	+	
Lamiaceae – Яснотковые	<i>Lavandula angustifolia</i> – лаванда узколистная	+	
	<i>Ajuga reptans</i> – живучка ползучая	+	
Geraniaceae – Гераниевые	<i>Geranium cantabrigiense</i> – герань кембриджская	+	
	<i>Pelargonium zonale</i> – пеларгония зональная	+	
Gesneriaceae – Геснериевые	<i>Aeschynanthus speciosus</i> – эсхинантус великолепный	+	
Onagraceae – Кипрейные	<i>Oenothera biennis</i> – энотера двулетняя	+	
	<i>Fuchsia pringsheimii</i> – фуксия		+
Primulaceae – Первоцветные	<i>Primula veris</i> – примула весенняя	+	
Pteridaceae – Птерисовые	<i>Adiantum pedatum</i> – адиантум стоповидный		+
	<i>Adiantum diaphanum</i> – адиантум прозрачный, или венерин волос		+
	<i>Pteris longifolia</i> – птерис длиннолистный		+
Cibotiaceae – Циботиевые	<i>Cibotium cumingii</i> – вид древовидного папоротника из рода <i>Cibotium</i>		+
Dennstaedtiaceae – Деннштедтиевые	<i>Pteridium aquilinum</i> – орляк обыкновенный		+
Saxifragaceae – Камнеломковые	<i>Bergenia cordifolia</i> – бадан сердцелистный	+	
	<i>Tiarella cordifolia</i> – тиарелла сердцелистная	+	
Rosaceae – Розоцветные	<i>Fragaria</i> sp. – земляника	+	+
Hydrangeaceae – Гортензиевые	<i>Philadelphus coronarius</i> – чубушник венечный	+	
Caprifoliaceae – Жимолостные	<i>Weigela florida</i> – вейгела цветущая	+	+
Scrophulariaceae – Норичниковые	<i>Buddleja davidii</i> – буддлея Давида	+	

будут использованы для подготовки методических рекомендаций по выявлению и идентификации листовых нематод рода *Aphelenchoides*. Это позволит вовремя выявить нематод и принять меры для предотвращения попадания вредного организма в предназначенную для экспорта растительную продукцию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анисимов Б.В. и др. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. М.: Картофельвод, 2009, 272 с.
2. Деккер Х. Нематоды растений и борьба с ними (Фитонематология). М.: Колос, 1972, 200 с.
3. Зиновьева С.В. и др. Фитопаразитические нематоды России. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2012. С. 159–161.
4. Кирьянова Е.С., Кралль Э.Л. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. Л.: Наука, 1971. Т. 2. 522 с.
5. Хомяк А.И. и др. Биологический контроль фитопаразитических нематод на основе микроорганизмов (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 3 (27). С. 19–219.
6. An updated list of the plants associated with plant-parasitic *Aphelenchoides* (Nematoda: Aphelenchoididae) and its implications for plant-parasitism within this genus / Sánchez-Monge G.A., Flores L., Salazar L., Hockland S., Bert W. // Zootaxa. 2015. Vol. 4013. No. 2. P. 207–224.
7. Chałaska A. Występowanie, szkodliwość i biologia węgorza chryzantemowca – *Aphelenchoides ritzemabosi* (Schwartz, 1911) na roślinach ozdobnych. Post. Nauk Rol. 2006. 6. P. 87–101.
8. Conventional and PCR detection of *Aphelenchoides fragariae* in diverse ornamental host plant species / McCuiston J.L., Hudson L.C., Subbotin S.A., Davis E.L., and Warfield C.Y. // J. Nematol. 2007. Vol. 39. P. 343–355.
9. Handoo Z., Kantor M., Carta L. Taxonomy and Identification of Principal Foliar Nematode Species (*Aphelenchoides* and *Litylenchus*) // Plants. 2020. 9 (11). P. 1490. URL: <https://doi.org/10.3390/plants9111490> (дата обращения: 24.05.2023).
10. Hooper D.J. Handling, fixing, staining and mounting nematodes. In: Laboratory Methods for Working with Plant and Soil Nematodes 6th Ed., London: Her Majesty's Stationary Office, 1986, P. 59–80.
11. Kohl L.M. Foliar nematodes: a summary of biology and control with a compilation of host range // Plant health progress. 2011 [Электронный ресурс]. URL: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHP-2011-1129-01-RV> (дата обращения: 08.02.2023).
12. Stirling G., Nicol J., Reay F. Advisory Services for Nematode Pests – Operational Guidelines // Rural Industries Research and Development Corporation, 2002.
13. TAF, an improved fixative in nematode technique / Courtney W.D., Polley D., and Miller V.L. // Plant Disease Reporter. 1955. Vol. 39. P. 570–571.
14. The Nematode Parasites of Plants Catalogued under Their Hosts / Chitwood M., Goodey J.B., Franklin M.T., Hooper D.J., Goodey T. // The Journal of Parasitology. 1966. 52 (4). P. 775.
15. Van Riel H.R., Mulder A. Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in western Europe. In: Potato diseases, вредители и сорняки. М.: Potato grower, 2009, 272 p. (In Russ.)
2. Dekker H. Plant nematodes and their control (Phytonematology) [Nematody rastenii i bor'ba s nimi]. M.: Kolos, 1972, 200 p. (In Russ.)
3. Zinovieva S.V. et al. Phytoparasitic nematodes of Russia [Fitoparaziticheskie nematody Rossii]. Moscow: Partnership of Scientific Publications KMK, 2012: 159–161. (In Russ.)
4. Kiryanova E.S., Krall E.L. Parasitic nematodes of plants and control measures [Paraziticheskie nematody rastenii i mery bor'by s nimi]. L.: Nauka, 1971; 2: 522 p. (In Russ.)
5. Khomyak A.I. et al. Biological control of plant-parasitic nematodes based on microorganisms (review) [Biologicheskii kontrol' fitoparaziticheskikh nematod na osnove mikroorganizmov (obzor)] // Tauride Bulletin of Agrarian Science. 2021; 3 (27): 19–219. (In Russ.)
6. An updated list of the plants associated with plant-parasitic *Aphelenchoides* (Nematoda: Aphelenchoididae) and its implications for plant-parasitism within this genus / Sánchez-Monge G.A., Flores L., Salazar L., Hockland S., Bert W. // Zootaxa. 2015. Vol. 4013. No. 2. P. 207–224.
7. Chałaska A. Występowanie, szkodliwość i biologia węgorza chryzantemowca – *Aphelenchoides ritzemabosi* (Schwartz, 1911) na roślinach ozdobnych. Post. Nauk Rol. 2006. 6. P. 87–101.
8. Conventional and PCR detection of *Aphelenchoides fragariae* in diverse ornamental host plant species / McCuiston J.L., Hudson L.C., Subbotin S.A., Davis E.L., and Warfield C.Y. // J. Nematol. 2007. Vol. 39. P. 343–355.
9. Handoo Z., Kantor M., Carta L. Taxonomy and Identification of Principal Foliar Nematode Species (*Aphelenchoides* and *Litylenchus*) // Plants. 2020. 9 (11). P. 1490. URL: <https://doi.org/10.3390/plants9111490> (last accessed: 24.05.2023).
10. Hooper D.J. Handling, fixing, staining and mounting nematodes. In: Laboratory Methods for Working with Plant and Soil Nematodes 6th Ed., London: Her Majesty's Stationary Office, 1986, P. 59–80.
11. Kohl L.M. Foliar nematodes: a summary of biology and control with a compilation of host range // Plant health progress. 2011 [Electronic resource]. URL: <https://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PHP-2011-1129-01-RV> (last accessed: 08.02.2023).
12. Stirling G., Nicol J., Reay F. Advisory Services for Nematode Pests – Operational Guidelines // Rural Industries Research and Development Corporation, 2002.
13. TAF, an improved fixative in nematode technique / Courtney W.D., Polley D., and Miller V.L. // Plant Disease Reporter. 1955. Vol. 39. P. 570–571.
14. The Nematode Parasites of Plants Catalogued under Their Hosts / Chitwood M., Goodey J.B., Franklin M.T., Hooper D.J., Goodey T. // The Journal of Parasitology. 1966. 52 (4). P. 775.
15. Van Riel H.R., Mulder A. Potato cyst nematodes (*Globodera* species) in western Europe. In: Potato

Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control. CAB International, Wallingford (GB), 1998, p. 271–298.

16. Whitworth J.L., Novy R.G., Zasada I.A., Wang X., Dandurand L.-M., Kuhl J.C. Resistance of Potato Breeding Clones and Cultivars to Three Species of Potato Cyst Nematode // Plant Disease. 2018. 102 (11). P. 2120–2128 [Электронный ресурс]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30156963/2018> (дата обращения: 12.06.2023).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Худякова Елена Анатольевна, старший научный сотрудник лаборатории гельминтологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; *e-mail: fer59@mail.ru*.

Сударикова Стелла Валериевна, старший научный сотрудник лаборатории гельминтологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; *e-mail: sudarikovah@mail.ru*.

Бутов Евгений Викторович, младший научный сотрудник лаборатории гельминтологии ИЛЦ ФГБУ «ВНИИКР», р. п. Быково, г. о. Раменский, Московская обл., Россия; *e-mail: kitsakbkl@gmail.com*.

Варфоломеева Елизавета Андреевна, старший научный сотрудник, заведующая группой защиты растений БИН РАН, г. Санкт-Петербург, Россия; *e-mail: EVarfolomeeva@binran.ru*.

Cyst Nematodes: Biology, Distribution and Control. CAB International, Wallingford (GB), 1998, p. 271–298.

16. Whitworth J.L., Novy R.G., Zasada I.A., Wang X., Dandurand L.-M., Kuhl J.C. Resistance of Potato Breeding Clones and Cultivars to Three Species of Potato Cyst Nematode // Plant Disease. 2018. 102 (11). P. 2120–2128 [Electronic resource]. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30156963/2018> (last accessed: 12.06.2023).

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Elena Khudyakova, Senior Researcher, Helminthology Laboratory of Testing Laboratory Center, FGBU “VNIKR”, Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia; *e-mail: fer59@mail.ru*.

Stella Sudarikova, Senior Researcher, Helminthology Laboratory of Testing Laboratory Center, FGBU “VNIKR”, Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia; *e-mail: sudarikovah@mail.ru*.

Evgeny Butov, Junior Researcher, Helminthology Laboratory of Testing Laboratory Center, FGBU “VNIKR”, Bykovo, Urban district Ramensky, Moscow Oblast, Russia; *e-mail: kitsakbkl@gmail.com*.

Elizaveta Varfolomeeva, Senior Researcher, Head of Plant Protection Group, Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia; *e-mail: EVarfolomeeva@binran.ru*.