

Научная статья

УДК 632.2.01

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-3-404-414>

Эколого-трофический состав нематодофауны интенсивных яблоневых (*Malus domestica*) садов и особенности ее формирования

Нурматова Дилноза Мустафакуловна¹, Мавлянов Очил²

^{1,2} Самаркандский государственный университет, Самарканд, Республика Узбекистан

¹ dilnozanurmatovabio90@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-1766-8335>

² ochilmavlyanov@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-6217-7832>

Аннотация

Цель исследований – определение экологического состава нематодофауны интенсивных яблоневых (*Malus domestica*) садов; анализ степени встречаемости и доминирования паразитических видов нематод в биотопах; выявление факторов, влияющих на формирование нематодофауны.

Материалы и методы. Для исследования были отобраны низкорослые сорта яблони – Gransment и Golden Delicious. Образцы были собраны в течение 2023–2024 гг. в интенсивных яблоневых садах средней части Зарафшанской долины на территории Самаркандской области. Полученные образцы корневой системы, прикорневой почвы на глубине 0–15 и 15–30 см от каждого растения (по 50 г каждого образца почвы) были проанализированы на наличие нематод. В лабораторных условиях при выделении нематод использовали вороночный метод Бермана. При идентификации видов использовали формулу, основанную на морфометрических показателях, рекомендованных де Маном, а также фитогельминтологические определители. Классификация нематод по экологическим группам была основана на классификации, рекомендованной Yeates et al.

Результаты и обсуждение. При анализе нематод, выделенных из корневой системы и ризосферной почвы яблонь, было выявлено 1277 особей, относящихся к 54 видам. Выявленные виды нематод на основе их пищевых особенностей и степени связи с растениями были разделены на несколько эколого-трофических групп. В составе исследуемой нематодофауны встречалось 20 видов паразитических нематод. Эти паразитические нематоды, в свою очередь, в зависимости от пищевых особенностей также делятся на несколько более мелких групп. Установлено, что среди паразитических нематод относительно широко распространены эндопаразиты родов *Ditylenchus*, *Pratylenchus* и эктопаразиты родов *Xiphinema* и *Merlinius*. Также среди этих видов обнаружены *Longidorus arenosus* и *L. olegi*, которые зарегистрированы как новые виды для нематодофауны Узбекистана. В ходе исследований раскрыты факторы, влияющие на формирование сообщества нематод.

Ключевые слова: нематодофауна, яблоня, *Longidorus*, экологические группы, паразитические виды

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Нурматова Д. М., Мавлянов О. Эколого-трофический состав нематодофауны интенсивных яблоневых (*Malus domestica*) садов и особенности ее формирования // Российский паразитологический журнал. 2025. Т. 19. № 3. С. 404–414.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-3-404-414>

© Нурматова Д. М., Мавлянов О., 2025



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

Original article

Ecological and trophic composition of nematodofauna of intensive apple (*Malus domestica*) orchards and features of its formation

Dilnoza M. Nurmatova¹, Ochil Mavlyanov²^{1,2} Samarkand State University, Samarkand, Uzbekistan¹ dilnozanurmatovabio90@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0005-1766-8335>² ochilmavlyanov@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0002-6217-7832>

Abstract

The purpose of the research is to study determine the ecological composition of nematodofauna of intensive apple (*Malus domestica*) orchards; analysis of the degree of occurrence and dominance of parasitic nematodofauna species in biotopes; identification of factors influencing the formation of nematodofauna.

Materials and methods. Low-growing apple varieties Gransment and Golden Delicious were selected for the study. Samples were collected during 2023–2024 in intensive apple orchards created in the middle part of the Zarafshan Valley, in the Samarkand region. The obtained individual samples of the root system, root soil at a depth of 0–15 and 15–30 cm of each plant (50 g of each soil sample) were analyzed for the presence of nematodes. In laboratory conditions, the Baerman funnel method was used to isolate nematodes. When identifying species, a formula based on morphometric indicators recommended by de Man, as well as phytohelminthological identifiers were used. Classification of nematodes by ecological groups was based on the classification recommended by Yeates et al.

Results and discussion. When analyzing nematodes isolated from the root system and rhizosphere soil of apple trees, 1277 individuals belonging to 54 species were identified. The identified nematode species were divided into several ecological-trophic groups based on their feeding characteristics and the degree of connection with plants. The studied nematode fauna included 20 species of parasitic nematodes. These parasitic nematodes, in turn, are divided into several smaller groups depending on their feeding characteristics. It was found that endoparasites of the genera *Ditylenchus*, *Pratylenchus* and ectoparasites of the genera *Xiphinema* and *Merlinius* are relatively widespread among parasitic nematodes. Also, among these species, *Longidorus arenosus* and *L. olegi* were found, which are registered as new species for the nematode fauna of Uzbekistan. The research also revealed factors influencing the formation of the nematode community.

Keywords: nematode fauna, apple tree, *Longidorus*, ecological groups, parasitic species

Conflict of interest. The authors declare that there is no conflict of interest.

For citation: Nurmatova D. M., Mavlyanov O. Ecological and trophic composition of nematodofauna of intensive apple (*Malus domestica*) orchards and features of its formation. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2025;19(3):404–414. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2025-19-3-404-414>

© Nurmatova D. M., Mavlyanov O., 2025

Введение

В условиях роста численности населения в мире увеличивается потребность в продуктах питания. В результате глобального потепления и изменения климата снижается рост и урожайность плодовых деревьев, что приводит к значительному дефициту данной продукции [16].

В настоящее время во всем мире предпринимаются меры по созданию новых и расширению существующих интенсивных садов. Одним из главных преимуществ интенсивных садов заключается в том, что применение со-

временных методов орошения, в частности капельного полива, является удобным и позволяет достичь высокой эффективности таких видов садов. Кроме того, между деревьями можно высаживать бахчевые культуры, что способствует получению дополнительного дохода. Также интенсивные сады характеризуются высокой урожайностью, быстрой окупаемостью затрат, удобством применения агротехнических мероприятий и высоким качеством продукции, что еще больше подчеркивает значимость таких садов [11].

Защита садов от вредителей или снижение их воздействия имеют важное значение для увеличения их продуктивности и обеспечения населения достаточным объемом качественных продовольственных продуктов. Среди вредителей плодовых деревьев встречаются микроскопические по размеру, но наносящие огромный вред паразитические нематоды. С другой стороны, некоторые виды нематод в почве питаются детритом или способствуют образованию детрита, играют важную роль в пищевой цепи, стимулируют рост растений и приносят определенную пользу [19, 22]. Известно, что в почве свободноживущие нематоды являются одними из наиболее распространенных многоклеточных организмов среди всех почвенных организмов [13, 15].

В Узбекистане интенсивные сады начали создаваться относительно недавно. В связи с этим исследования по изучению нематодофауны низкорослых плодовых деревьев пока не проводились. Однако, проведен ряд исследований по изучению нематодофауны традиционных, не низкорослых плодовых деревьев.

До настоящего времени основное внимание уделялось, главным образом, фаунистическим и экологическим аспектам проблемы. В частности, заслуживают внимания работы Е. П. Азизовой, посвященные изучению фауны нематод винограда и в их прикорневой почве. Автором был исследован состав нематодофауны нескольких сортов винограда в условиях Ташкентской области. В результате обследований, проведенных в 1967–1970 гг. в трёх хозяйствах Ташкентской области, в виноградниках и прикорневой почве винограда было выявлено 49 видов нематод, относящихся ко всем экологическим группам.

В рамках данного исследования на территории Узбекистана впервые были обнаружены виды *Xiphinema americanum* и *X. index* в прикорневой почве винограда на глубине 40 см [1].

Ш. Х. Хуррамовым впервые в условиях Средней Азии была изучена нематодофауна хурмы. В результате исследований в корнях и ризосферной почве хурмы было обнаружено 17 видов паразитических фитонематод, принадлежащих к родам *Pratylenchus*, *Macroposthonia*, *Tylenchorhynchus*, *Paratylenchus*, *Helicotylenchus*, *Xiphinema* и др. Среди обнаруженных видов представители родов *Meloidogyne*, *Xiphinema*,

Pratylenchus и *Helicotylenchus* наносят серьезный ущерб росту, развитию и урожайности хурмы. Позднее, установлено, что в корневой системе хурмы и прикорневой почве паразитируют 73 вида нематод, относящихся к 8 отрядам, 32 семействам и 57 родам. Установлено, что среди обнаруженных нематод представители отрядов Tylenchida, Rhabditida, Aphelenchida и Dorylaimida доминируют как по видовому составу, так и по численности. Ученым предложены рекомендации по применению агротехнических, организационно-профилактических, физических и химических мер борьбы с выявленными паразитическими видами нематод [11]. Кроме того, этим же автором изучена нематодофауна айвы. В ходе исследований в корневой системе и ризосферной почве айвы было обнаружено 41 вид нематод. Проведен систематический и экологический анализ обнаруженных видов.

Г. Норбутаевой и Г. Абдурахмоновой были изучены экологические особенности фитонематод некоторых плодовых деревьев, таких как персик, яблоня, абрикос и хурма. Был обнаружен 55 видов фитонематод, принадлежащих к двум классам (Adenophorea, Secernentea), 4 отрядам (Chromadorida, Enoplida, Rhabditida, Tylenchida), 18 семействам и 30 родам [6].

М. Рахматовой и А. С. Бекмурадовым изучены фитонематоды граната в условиях Сурхандарьинской области и выявлено 98 видов фитонематод, относящихся к 7 отрядам и 3 подклассам. Среди них один вид (*Xiphinema opisthohysterum*) был зарегистрирован как новый для фауны Узбекистана, а 24 вида были впервые обнаружены в гранате и в его прикорневой почве. Кроме того, были определены оригинальные морфометрические показатели и сведения о распространении выявленных фитонематод в агроценозах граната [7].

Особый интерес представляют исследования, посвященные изучению нематодофауны тугайных фитоценозов Зарафшанской долины. Это связано с тем, что в настоящее время уровень воды в реке Зарафшан, являющейся основным источником водоснабжения региона, резко снизился, а площадь тугаев значительно сократилась. На месте тугаев появляются посевные поля или фруктовые сады.

В 1993–1995 гг. К. С. Болтаевым было проведено исследование по изучению нематодо-

фауны солодки, облепихи, ивы, тополя. В результате исследований было обнаружено 152 вида нематод, относящихся к 7 отрядам, 29 семействам и 68 родам. Среди них доминировали потенциальные паразиты и политрофы [2].

Аналогичные исследования, проведенные в заболоченных регионах, также показали, что мелиоративное состояние почвы оказывает сильное влияние на состав сообщества нематод. Это воздействие особенно сильно отразилось на бактериотрофах [23].

Окончательные выводы относительно основных факторов, определяющих такие экологические аспекты, как разнообразие и плотность видов нематод, отсутствуют. С одной стороны, существует мнение, что высокая плотность растений в биотопе считается основным фактором, определяющим численность нематод [23, 25], с другой стороны, некоторые исследования указывают, что ключевым фактором разнообразия является содержание углерода или гумуса в почве [14, 25]. Также имеются данные о значительном влиянии пористости почвы на видовое раз-

нообразие и численность особей [20].

Таким образом, на сегодняшний день проведен ряд исследований, посвященных изучению нематодофауны плодовых деревьев. Однако, большинство из них носят преимущественно фаунистический характер и не дают полной информации о составе нематодных сообществ и особенностях их формирования.

Целью наших исследований стало определение экологического состава нематодофауны интенсивных яблоневых (*Malus domestica*) садов; анализ степени встречаемости и доминирования паразитических видов нематод в биотопах; выявление факторов, влияющих на формирование нематодофауны.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2023–2024 гг. в средней части Зарафшанской долины в интенсивных садах яблони (*Malus domestica*) на территории Самаркандской области. Для исследования были выбраны низкорослые сорта яблони *Gransment* и *Golden delicious*.

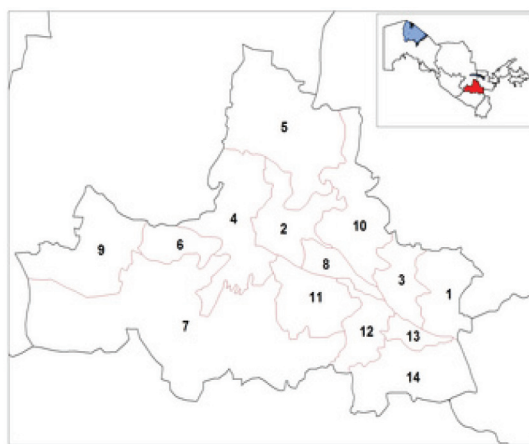


Рис. 1. Географическое расположение области (районы):

1. Булунгурский; 3. Джамбайский; 8. Акдарьинский;
12. Самаркандский; 13. Тайлякский; 14. Ургутский

Fig. 1. Geographical location of the region (districts):

1. Bulungur; 3. Dzhambay; 8. Akdarya;
12. Samarkand; 13. Taylyak; 14. Urgut

В каждом районе были отобраны образцы корневой системы и ризосферной почвы 10 растений. От каждого растения были взяты отдельные образцы корневой системы, 0–15 и 15–30 см слоев прикорневой почвы (по 50 г каждого образца) и проанализированы на на-

личие нематод. Из 180 образцов в 129 (72%) были обнаружены нематоды. Среди них, 33 нематодовых образца приходились на корневую систему, а 96 – на ризосферную почву.

Для выделения нематод в лабораторных условиях использовали вороночный метод

Бермана. Из выделенных нематод с применением общепринятых методов [4] были подготовлены временные и постоянные препараты. Определение видов проводили на основе морфометрических параметров по формуле, рекомендованной де Маном [4], а также использовали фитогельминтологические определители [3, 4, 8, 9]. Установление систематического положения нематод основывалось на классификации, предложенной М. Hodda [17]. Разделение выявленных видов на экологические группы проводили на основе классификации, предложенной Йейтсом с соавт. [27].

Степень доминирования паразитических нематод (D, %) определяли по формуле:

$$D = n/N \times 100,$$

где n – число особей вида; N – общее число особей паразитических видов.

Для определения значения pH почву смешивали с водой (1 : 2,5) и анализировали с помощью pH-метра (FE20K, Mettler-Toledo, Швейцария).

Содержание азота (N), фосфора (P) и калия (K) в почве измеряли с помощью элементного анализатора (EA 3000; Euro Vector, Италия).

Данные о плотности почв и содержании гумуса в исследуемом регионе были получены из имеющейся литературы [10].

Таблица 1

Физико-химические свойства почвы района исследования

Table 1

Physicochemical properties of the soil in the study area

Биотоп	Количество гумуса, %	pH	Плотность	Содержание, мг/кг		
				N	P	K
0-15 см	1,23	6,4	1,2	11	16	38
15-30 см	0,83	5,1	1,42	8	12	32

Результаты и обсуждение

При анализе нематод, выделенных из корневой системы и ризосферной почвы яблонь, было выявлено 1277 особей, принадлежащих к 54 видам. Установлено, что обнаруженные виды относятся к двум классам (Adenophorea, Secernentea), 3 подклассам (Enoplia, Rhabditia, Diplogastria) и 3 отрядам (Dorylaimida, Rhabditida, Tylenchida) типа Нематоды (Nematoda).

Выявленные виды нематод в зависимости от их особенностей питания и степени связи с растениями были разделены на несколько эколого-трофических групп (рис. 2).

В составе фауны в качестве одной из доминирующих групп отмечена политрофная группа с 15 видами нематод. Политрофы, состоящие из представителей родов *Dorylaimus*, *Eudorylaimus* и *Mesodorylaimus*, обнаружены преимущественно в ризосферных слоях почвы. Установлено, что в нематодофауне яблони наибольшее распространение имеют политрофы, относящиеся к роду *Eudorylaimus*, как по числу видов, так и по числу особей. Политрофы были обнаружены в обоих слоях ри-

зосферной почвы, однако в корневой системе растений они не встречались.

Экологическая группа бактериотрофных нематод была представлена 10 видами, относящимися к родам *Mesorhabditis*, *Cephalobus*, *Eucephalobus*, *Heterocephalobus*, *Panagrolaimus* и *Panagrolaimoides*. Среди обнаруженных видов основная часть обитала в слоях ризосферной почвы, однако у *Cephalobus cornis*, *Eucephalobus elongatus* и *Eucephalobus striatus* они были обнаружены в корневой системе.

Среди хищных нематод был зарегистрирован только один вид *Discolaimus cylindricum* с небольшим числом особей.

В нематодофауне яблони было обнаружено 8 видов нематод, относящихся к микогельминтам. Среди микогельминтов, относящихся к родам *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Tylenchus*, только *Aphelenchoides parietinus* был зарегистрирован в корневой системе яблони с небольшим числом особей, а все остальные микогельминты встречались только в прикорневой почве. В целом, число особей микогельминтов было значительно меньше, чем у представителей других экологических групп.

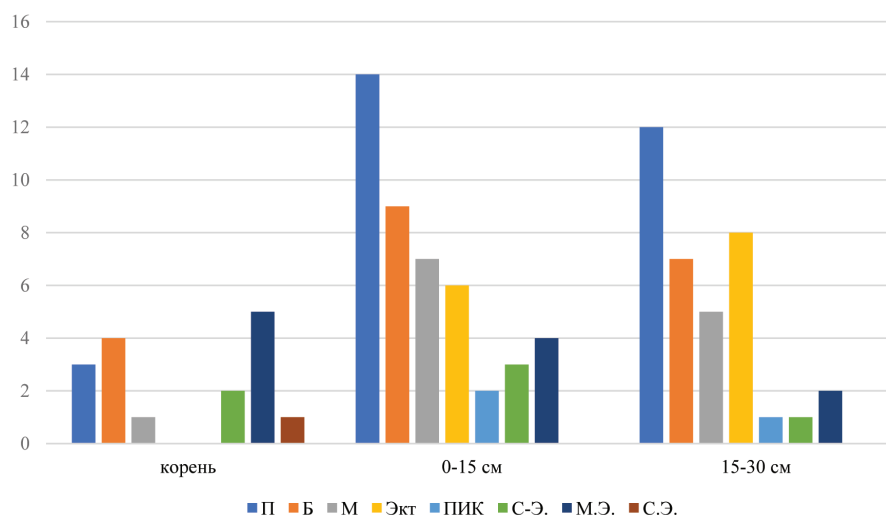


Рис. 2. Экологический состав видов нематодофауны яблони (по биотопам):

П – политрофы; Б – бактериофаги; М – микогельминты; Экт – эктопаразиты; ПИК – питающиеся корневым эпидермисом и корневыми волосками; С-Э – семи-эндопаразиты; М.Э – мигрирующие эндопаразиты; С.Э – седентарные эндопаразиты

Fig. 2. Ecological composition of nematode fauna species of apple trees (by biotopes):

P – polytrophs; B – bacteriophages; M – mycohelminths; Ect – ectoparasites; PIK – feeding on root epidermis and root hairs; S-E – semi-endoparasites; M.E – migratory endoparasites; S-E – sedentary endoparasites

В составе изученной нематодофауны обнаружено 20 видов паразитических нематод. Паразитические нематоды также были разделены на несколько подгрупп в зависимости от особенностей питания. В частности, подгруппа эктопаразитических нематод состояла из представителей родов *Paratylenchus*, *Merlinius*, *Longidorus* и *Xiphinema*. Среди них виды *Longidorus arenosus* и *L. olegi* были зарегистрированы как новые виды для нематодофауны Узбекистана. Ранее среди республик Средней Азии эти виды были зарегистрированы только в Республике Таджикистан на таких древесных растениях как тополь, джужгун, малина и саксаул [3].

Подгруппа нематод, питающихся корневым эпидермисом или корневыми волосками, состоит только из двух видов (*Aglenchus agricola*, *Boleodorus thyloctus*). *A. agricola* встречался в обоих слоях ризосферной почвы, а *B. thyloctus* был выделен только в почве на глубине 0–15 см.

Из подгруппы полу-эндопаразитов или семи-эндопаразитов обнаружены *Helicotylenchus multicinctus*, *Rotylenchus robustus* и *Hoplolaimus tylenchiformis*. Хотя данная подгруппа нематод в основном встречалась в слое ризосферы на

глубине 0–15 см, особи видов *R. robustus* и *H. tylenchiformis* также были зарегистрированы в небольшом количестве в корневой системе растений.

В нематодофауне яблони эндопаразитические нематоды были представлены 6 видами. 5 видов эндопаразитов *Ditylenchus dipsaci*, *D. intermedius*, *Pratylenchus pratensis*, *P. coffeae*, *P. vulnus* являются мигрирующими эндопаразитами. Особи этих видов отмечены в корневой системе растения и частично в 0–15 см слое почвы ризосферы. Из подгруппы седентарных эндопаразитов был зарегистрирован только один вид – *Meloidogyne hapla*. Обнаружение среди эндопаразитов нематод рода *Pratylenchus*, чрезвычайно важных для урожайности яблоневых садов [21, 28], требует проведения в будущем широкомасштабных исследований в этом направлении.

При анализе степени доминирования паразитических видов установлено, что преобладают роды *Ditylenchus* и *Pratylenchus*, которые относятся к мигрирующим эндопаразитам. В качестве субдоминантных родов можно отметить также представителей родов *Xiphinema*, *Aglenchus* и *Merlinius*. Однако доля этих родов в нематодофауне яблони не столь высока (табл. 2).

Таблица 2

Table 2

Распределение паразитических нематод по биотопам и степень их доминирования

Distribution of parasitic nematodes by biotopes and the degree of their dominance

Вид нематод	Биотоп			Степень доминирования среди паразитиче- ских видов, %	Уровень доминирования в общей нематодофауне, %	Экологическая группа
	корень	0-15 см	15-30 см			
<i>Xiphinema index</i> Torn and Allen, 1950			+	2,67	0,7	Эктопаразит
<i>X. oristhohystereum</i> Siddiqi, 1961			+	5,04	1,33	Эктопаразит
<i>X. pachtaicum</i> (Tulaganov, 1938) Kirjanova, 1951		+	+	3,85	1,01	Эктопаразит
<i>Aglenchus agricola</i> (de Man, 1884) Andrassy, 1954		+	+	8,6	2,27	Питающийся эпидермисом и волосками корней
<i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kuhn, 1857) Filipjev, 1936	+	+	+	7,41	1,95	Митрирующий эндопаразит
<i>D. intermedius</i> de Man, 1880	+			5,34	1,4	Митрирующий эндопаразит
<i>Pratylenchus pratensis</i> (de Man, 1880) Filipjev, 1936		+	+	9,8	2,58	Митрирующий эндопаразит
<i>P. coffee</i> (Zimmermann, 1898) Filipjev & Schuurmans Stekhoven, 1941	+	+		11,5	3,05	Митрирующий эндопаразит
<i>P. vulnus</i> Allen & Jensen, 1951	+	+		11,6	3,06	Митрирующий эндопаразит
<i>Boleodorus thylactus</i> Thorne, 1941		+		0,59	0,15	Питающийся эпидермисом и волосками корней
<i>Helicotylenchus multincinctus</i> (Cobb, 1893) Golden, 1956		+	+	4,45	1,17	Семи-эндопаразит
<i>Paratylenchus macrophallus</i> (de Man, 1880) Goodey, 1934		+	+	2,96	0,78	Эктопаразит
<i>Rotylenchus robustus</i> (de Man, 1876) Filipjev, 1936	+	+		2,96	0,78	Семи-эндопаразит
<i>Hoplolaimus tylenchiformis</i> (Cobb, 1913) Thorne, 1935	+	+		4,75	1,25	Семи-эндопаразит
<i>Merlinius brevidens</i> (Allen, 1955) Siddiqi, 1970		+	+	5,34	1,4	Эктопаразит
<i>M. quadrifer</i> (Andrassy, 1954) Siddiqi, 1970		+	+	2,96	0,78	Эктопаразит
<i>Longidorus elongatus</i> (de Man, 1876) Micoletzky, 1922		+	+	3,2	0,86	Эктопаразит
<i>L. arenosus</i> Kankina & Ivanova, 1986		+	+	4,45	1,17	Эктопаразит
<i>L. olegi</i> Kankina & Metlitskaya, 1983		+	+	2,67	0,7	Эктопаразит
* <i>Meloidogyne hapla</i> Chitwood, 1949	+					Седентарный эндопаразит

Примечание. * – численность особей видов рода *Meloidogyne* при расчете уровня доминирования не учитывали.

Установлено, что экологический состав сообщества нематод в нематодофауне яблони существенно не отличается от экологического состава нематод в агроценозах, расположенных вблизи района исследования [6, 7].

Проведенный анализ степени распространения паразитических нематод в нематодофауне яблони показал, что представителями этой экологической группы были виды родов *Paratylenchus*, *Xiphinema*, *Merlinius*, *Longidorus*, *Aglenchus*, *Boleodorus*, *Helicotylenchus*, *Rotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Ditylenchus*, *Pratylenchus*, *Meloidogyne* (12 родов). Видовое разнообразие отличалось относительно большим богатством по сравнению с некоторыми исследованиями, проведенными по нематодофауне яблони [28]. Среди паразитических нематод растений по числу особей преобладали представители рода *Pratylenchus* (*P. pratensis*, *P. coffee*, *P. vulnus*). Эти результаты соответствуют ранее проведенным исследованиям [28]. В наших исследованиях также установлено, что среди паразитических нематод широко распространены представители рода *Ditylenchus*.

Наибольшее разнообразие нематод наблюдали в верхнем слое почвы. Этот результат согласуется с результатами других исследований [18, 22]. Переменные факторы (гумус, pH, N, P, K) мало влияли на численность видов паразитических нематод. Данную ситуацию можно объяснить низкой изменчивостью абиотических факторов в почвенных слоях. Однако основное изменение коснулось численности особей нематод. Резкое снижение численности особей отмечали в нижнем (15–30 см) слое почвы. Плотность увеличивалась от поверхностного слоя к нижнему слою почвы ($1,2 < 1,42$) (табл. 1). Плотность почвы оказывает решающее влияние на перемещение живых организмов в почве и, в конечном итоге, на численность особей. Наиболее благоприятная зона плотности находится в пределах $1,1–1,4 \text{ г/см}^3$, а при превышении этого значения считается неблагоприятной средой для организмов [10].

Исходя из вышеизложенного, резкое снижение численности особей можно объяснить плотностью почвы. В отличие от нашего исследования, в легких песчаных почвах с высокой пористостью отмечено большее видовое разнообразие и численность особей [20].

Заключение

Таким образом, из 54 видов, обнаруженных в нематодофауне яблони, 20 видов относятся к паразитическим нематодам. Среди паразитических нематод относительно широко распространены роды эндопаразитов *Ditylenchus*, *Pratylenchus*, а среди эктопаразитов – роды *Xiphinema* и *Merlinius*. Обнаружение эктопаразитических видов, относящихся к роду *Longidorus* в качестве новых видов для нематодофауны Узбекистана, свидетельствуют о необходимости продолжения работ по изучению нематодофауны древесных растений в республике. Результаты данного исследования служат важным научным источником для обогащения сведений о паразитических нематодах растений в яблоневых садах Узбекистана, в частности, о видах, являющихся носителями вируса.

Список источников

1. Азизова П. Э. К изучению фауны нематод виноградников и их прикорневой почвы в условиях Ташкентской области // Узбекский биологический журнал. 1971. С. 50–52
2. Болтаев К. С., Мамедов А., Хожаккулов Д., Мамарасулова Н. Экология комплекса нематод диких растений, произрастающих в тугайных условиях Самаркандской области. Каталог монографий. 2024. 1 (1). С. 1–108.
3. Канкина В. К., Клишина Г. Н. Растительные нематоды заповедника «Тигровая балка» // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. 2009. Т. 52, № 12. С. 968–973.
4. Кирьянова Е. С., Кралль Э. Л. Паразитические нематоды растений и борьба с ними. Т. I. Ленинград: Наука, 1969. 447 с.
5. Кирьянова Е. С., Кралль Э. Л. Паразитические нематоды растений и борьба с ними. Т. II. Ленинград: Наука, 1971. 521 с.
6. Норбутаева Г., Абдурахмонова Г. Экологические особенности фитонематод некоторых плодовых деревьев Самаркандской области // «Проблемы ботаники, биоэкологии, физиологии растений и биохимии»: материалы Республиканской научно-практической конференции. Ташкент, 2011. С. 94–95.
7. Рахматова М. У., Бекмуратов А. С. Результаты изучения распространения фауны фитонематод гранатовых агроценозов Сурхандарьинской области Узбекистана. Universum: Химия и биология: Электронный научный журнал. 2018. 11 (53): <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/6574>

8. Тулаганов А. Т., Усманова А. З. Фитонематоды Узбекистана (отряд Tylenchida). Книга 1. Ташкент: Фан, 1975. 371 с.
9. Тулаганов А. Т., Усманова А. З. Фитонематоды Узбекистана. Книга 2. Ташкент: Фан, 1978. 442 с.
10. Узоков П., Холикулов Ш., Бобохуджаев И. Почвоведение. Ташкент: Наука, 2018. 684 с.
11. Хуррамов Ш. Х., Бекмурадов А. С. Паразитические нематоды диких и культурных субтропических плодовых растений Средней Азии // Российский паразитологический журнал. 2021. Т. 15. № 1. С. 98–102. <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-1-98-102>
12. Atamurodov B. N., Najmiddinov M. M., Sobirov K. S. Organization of intensive gardens – a guarantee of good income. *Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*. 2022; 201–205.
13. Bardgett R. D., van der Putten W. H. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*. 2014; 515: 505–511.
14. Boag B., Yeates G. W. Soil nematode biodiversity in terrestrial ecosystems. *Biodiversity and Conservation*. 1998; 7: 617–630.
15. Bongers T., Bongers M. Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology*. 1998; 10: 239–251. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(98\)00123-1](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(98)00123-1)
16. Hall C., Dawson T. P., Macdiarmid J. I., Matthews R. B., Smith P. The impact of population growth and climate change on food security in Africa: looking ahead to 2050. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 2017; 15: 124–135.
17. Hodda M. Phylum Nematoda: a classification, catalogue and index of valid genera, with a census of valid species. *Zootaxa*. 2022; 5114 (1): 001–289. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5114.1.1>
18. Huang F., Xu Y., Wang J., Liu X. Research on the community structure and diversity of soil nematodes in the orchards of Shanxi province. *Journal of Fruit Science*. 2023; 40 (12): 2591–2597. <https://doi.org/10.13925/j.cnki.gsxb.20230199>
19. Ingham R. E., Trofymow J. A., Ingham E. R., Coleman D. C. Interactions of bacteria, fungi, and their nematode grazers: effects on nutrient cycling and plant growth. *Ecological Monographs*. 1985; 55: 119–140.
20. Lišková M., Sasanelli N., D'addabbo T. Some Notes on the Occurrence of Plant Parasitic Nematodes on Fruit Trees in Slovakia. *Plant Protection Science*. 2007; 43 (1): 26–32.
21. Mazzola M., Mullinix K. Comparative field efficacy of management strategies containing Brassica napus seed meal or green manure for the control of apple replant disease. *Plant Disease*. 2005; 89: 1207–1213.
22. Narzullayev S. B., Mirzaev U. N., Mavlyanov O., Khakimov N., Jabborov A. R., Khamidova A. B., Tursunova S. S., Khujamov S., Baysarieva Ch., Ashrapov A. A., Nurmatova D. M. Diversity and habitat distribution of tomato (*Solanum lycopersicum*) nematoda fauna (Zarafshan valley, Uzbekistan). *Acta Biologica Sibirica*. 2024; 10: 1147–1164. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13937701>
23. Nesar H., Afzal Sh., Imran Z., Ahmad W. Impact of marshy area reclamation by various vegetations on soil-nematode community structure in Dachigam National Park. *Soil Ecology Letters*. 2023; 5 (3). <https://doi.org/10.1007/s42832-022-0166-y>
24. Nielsen U. N., Ayres E., wall D. H., Li G., Bardgett R. D., Wu T., Garey J. R. Global-scale patterns of assemblage structure of soil nematodes in relation to climate and ecosystem properties. *Global Ecology and Biogeography*. 2014; 23: 968–978.
25. Song D., Pan K., Tariq A., Li Z., Sun X., Wu X. Large-scale patterns of distribution and diversity of terrestrial nematodes. *Applied Soil Ecology*. 2017; 114: 161–169.
26. Wu T., Ayres E., Bardgett R. D., Wall D. H., Garey J. R. Molecular study of worldwide distribution and diversity of soil animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011; 108: 17720–17725.
27. Yeates G. W., Bongers T., De Goede R. G., Freckman D. W., Georgieva S. S. Feeding habits in soil nematode families and genera—an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology*. 1993; 25 (3): 315–331.
28. Yüksel E., Imren M., Özer G., Bozbuga R., Dababat A., Canhilal R. Occurrence, identification, and diversity of parasitic nematodes in apple (*Malus domestica* Borkh.) orchards in the Central Anatolia Region of Türkiye. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2023; 130: 1331–1346. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00782-0>

Статья поступила в редакцию 21.03.25; одобрена после рецензирования 25.04.25; принята к публикации 10.08.25

Об авторах:

Нурматова Дилноза Мустафакуловна, исследователь кафедры зоологии; SPIN-код: 5953-4282, Researcher ID: FOV-5216-2022, Scopus ID: 59464082700.

Мавлянов Очил, доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии; Researcher ID: I FOV-5216-2022, Scopus ID: 59012163100.

Вклад соавторов:

Нурматова Д. М. – разработка дизайна опытов, исследование материала, обзор публикаций по теме статьи.

Мавлянов О. – разработка дизайна опытов, исследование материала, обзор публикаций по теме статьи, написание текста рукописи.

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

References

1. Azizova P. E. On the study of nematode fauna of vineyards and their rhizosphere soil in the conditions of Tashkent region. *Uzbekskiy biologicheskii zhurnal = Uzbek Biological Journal*. 1971; 50-52. (In Russ.)
2. Boltaev K. S., Mamedov A., Khojakulov D., Mamarasulova N. Ecology of the nematode complex of wild plants growing in tugai conditions of the Samarkand region. *Katalog monografiy = Catalog of monographs*. 2024; 1 (1): 1–108. (In Russ.)
3. Kankina V. K., Klishina G. N. Plant-parasitic nematodes of the "Tigrovaya Balka" reserve. *Doklady Akademii nauk Respubliki Tadjikistan = Reports of the Academy of Sciences of the Republic of Tajikistan*. 2009; 52 (12): 968-973. (In Russ.)
4. Kiryanova E. S., Krall E. L. Parasitic nematodes of plants and their control. Vol. I. Leningrad: Nauka, 1969; 447. (In Russ.)
5. Kiryanova E. S., Krall E. L. Parasitic nematodes of plants and their control. Vol. II. Leningrad: Nauka, 1971; 521. (In Russ.)
6. Norbutaeva G., Abdurakhmonova G. Ecological characteristics of phytoparasitic nematodes of some fruit trees in Samarkand region. «*Problemy botaniki, bioekologii, fiziologii rasteniy i biokhimii: materialy Respublikanskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii = "Botany, bioecology, plant physiology, and biochemistry": materials of the Republican scientific-practical conference on*. Tashkent, 2011; 94-95. (In Russ.)
7. Rakhmatova M. U., Bekmuradov A. S. Results of the study on the distribution of phytoparasitic nematodes in pomegranate agrocenoses of Surkhandarya region of Uzbekistan. *Universum: Chemistry and Biology: Electronic scientific journal*, 2018; 11 (53): <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/6574>.
8. Tulaganov A. T., Usmanova A. Z. Phytonematodes of Uzbekistan (order Tylenchida). Book 1. Tashkent: Science, 1975; 371. (In Russ.)
9. Tulaganov A. T., Usmanova A. Z. Phytonematodes of Uzbekistan. Book 2. Tashkent: Science, 1978; 442. (In Russ.)
10. Uzokov P., Kholikulov Sh., Bobokhudjaev I. Soil Science. Tashkent: Science, 2018; 684. (In Uzb.)
11. Khurramov Sh. X., Bekmuradov A. S. Parasitic nematodes of wild and cultivated subtropical fruit plants of Central Asia. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2021; 15 (1): 98-102. (In Russ.) <https://doi.org/10.31016/1998-8435-2021-15-1-98-102>
12. Atamurodov B. N., Najmiddinov M. M., Sobirov K. S. Organization of intensive gardens – a guarantee of good income. *Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*. 2022; 201–205.
13. Bardgett R. D., van der Putten W. H. Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*. 2014; 515: 505–511.
14. Boag B., Yeates G. W. Soil nematode biodiversity in terrestrial ecosystems. *Biodiversity and Conservation*. 1998; 7: 617–630.
15. Bongers T., Bongers M. Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology*. 1998; 10: 239-251. [https://doi.org/10.1016/S0929-1393\(98\)00123-1](https://doi.org/10.1016/S0929-1393(98)00123-1)
16. Hall C., Dawson T. P., Macdiarmid J. I., Matthews R. B., Smith P. The impact of population growth and climate change on food security in Africa: looking ahead to 2050. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 2017; 15: 124-135.
17. Hodda M. Phylum Nematoda: a classification, catalogue and index of valid genera, with a census of valid species. *Zootaxa*. 2022; 5114 (1): 001–289. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5114.1.1>
18. Huang F., Xu Y., Wang J., Liu X. Research on the community structure and diversity of soil nematodes in the orchards of Shanxi province. *Journal of Fruit Science*. 2023; 40 (12): 2591-2597. <https://doi.org/10.13925/j.cnki.gsx.20230199>
19. Ingham R. E., Trofymow J. A., Ingham E. R., Coleman D. C. Interactions of bacteria, fungi, and their nematode grazers: effects on nutrient cycling and plant growth. *Ecological Monographs*. 1985; 55: 119–140.
20. Lišková M., Sasanelli N., D'addabbo T. Some Notes on the Occurrence of Plant Parasitic Nematodes on Fruit Trees in Slovakia. *Plant Protection Science*. 2007; 43 (1): 26–32.
21. Mazzola M., Mullinix K. Comparative field efficacy of management strategies containing Brassica napus

- seed meal or green manure for the control of apple replant disease. *Plant Disease*. 2005; 89: 1207–1213.
22. Narzullayev S. B., Mirzaev U. N., Mavlyanov O., Khakimov N., Jabborov A. R., Khamidova A. B., Tursunova S. S., Khujamov S., Baysarieva Ch., Ashrapov A. A., Nurmatova D. M. Diversity and habitat distribution of tomato (*Solanum lycopersicum*) nematoda fauna (Zarafshan valley, Uzbekistan). *Acta Biologica Sibirica*. 2024; 10: 1147–1164. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13937701>
 23. Nesar H., Afzal Sh., Imran Z., Ahmad W. Impact of marshy area reclamation by various vegetations on soil-nematode community structure in Dachigam National Park. *Soil Ecology Letters*. 2023; 5 (3). <https://doi.org/10.1007/s42832-022-0166-y>
 24. Nielsen U. N., Ayres E., wall D. H., Li G., Bardgett R. D., Wu T., Garey J. R. Global-scale patterns of assemblage structure of soil nematodes in relation to climate and ecosystem properties. *Global Ecology and Biogeography*. 2014; 23: 968–978.
 25. Song D., Pan K., Tariq A., Li Z., Sun X., Wu X. Large-scale patterns of distribution and diversity of terrestrial nematodes. *Applied Soil Ecology*. 2017; 114: 161–169.
 26. Wu T., Ayres E., Bardgett R. D., Wall D. H., Garey J. R. Molecular study of worldwide distribution and diversity of soil animals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2011; 108: 17720–17725.
 27. Yeates G. W., Bongers T., De Goede R. G., Freckman D. W., Georgieva S. S. Feeding habits in soil nematode families and genera—an outline for soil ecologists. *Journal of Nematology*. 1993; 25 (3): 315–331.
 28. Yüksel E., Imren M., Özer G., Bozbuga R., Dababat A., Canhilal R. Occurrence, identification, and diversity of parasitic nematodes in apple (*Malus domestica* Borkh.) orchards in the Central Anatolia Region of Türkiye. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 2023; 130: 1331–1346. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00782-0>

The article was submitted 21.03.2025; approved after reviewing 25.04.2025; accepted for publication 10.08.2025

About the authors:

Nurmatova Dilnoza Mustafakulovna, Researcher at the Department of Zoology; SPIN-code: 5953-4282, Researcher ID: FOV-5216-2022, Scopus ID: 37318112477f279.

Mavlyanov Ochil, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Zoology; Researcher ID: I FOV-5216-2022, Scopus ID: 59012163100.

Contribution of the authors:

Nurmatova D. M. – development of the experimental design, research of the material, review of publications on the topic of the article.

Mavlyanov O. – development of the experimental design, research of the material, review of publications on the topic of the article, writing the text of the manuscript.

All authors have read and approved the final manuscript.