УДК 632.727 ***DOI 10.52578/2305-9397-2025-2-4-47-54***
МРНТИ 68.37.13:68.37.29

Амангелді Н., PhD, старший преподаватель, **основной автор**, https://orcid.org/0000-0002-6850-821X
НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», город Алматы, проспект аль-Фараби 71, 050040, Казахстан, nnurka87@mail.ru
Амангелдіқызы З., PhD, старший преподаватель, https://orcid.org/0000-0002-8701-6819
НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир-хана», г. Уральск, улица Жангир хана 51, 090009, Казахстан, zako_89@mail.ru
Тилеужанова Г. Т., старший преподаватель, https://orcid.org/0000-0002-3409-1321
НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», город Алматы, проспект аль-Фараби 71, 050040, Казахстан, Gulhan_74@mail.ru
Габитова В. А., старший преподаватель, https://orcid.org/0000-0001-8787-3530
НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», город Алматы, проспект аль-Фараби 71, 050040, Казахстан, Venera@mail.ru
Смағұл М. Ж., старший преподаватель, https://orcid.org/0000-0001-7109-281X
НАО «Казахский национальный университет имени аль-Фараби», город Алматы, проспект аль-Фараби 71, 050040, Казахстан, Smagul@mail.ru

Amangeldi N., PhD, **the main author**, https://orcid.org/0000-0002-6850-821X
NJSC «Al-Farabi Kazakh national university», Almaty, Al-Farabi 71, 050040, Kazakhstan, nnurka87@mail.ru
Amangeldikyzy Z., PhD, https://orcid.org/0000-0002-8701-6819
NJSC «West Kazakhstan Agrarian-Technical University named after Zhangir Khan, Uralsk, st. Zhangir Khan 51, 090009, Kazakhstan, zako_89@mail.ru
Tileuzhanova G. T., Senior Lecturer, https://orcid.org/0000-0002-3409-1321
NJSC «Al-Farabi Kazakh national university», Almaty, Al-Farabi 71, 050040, Kazakhstan, Gulhan_74@mail.ru
Gabytova V. A., Senior Lecturer, https://orcid.org/0000-0001-8787-3530
NJSC «Al-Farabi Kazakh national university», Almaty, Al-Farabi 71, 050040, Kazakhstan, Venera@mail.ru
Smagul M. Zh., Senior Lecturer, https://orcid.org/0000-0001-7109-281X0
NJSC «Al-Farabi Kazakh national university», Almaty, Al-Farabi 71, 050040, Kazakhstan, Smagul@mail.ru

РАСПРОСТРАНЕНИЕ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФИТОПАРАЗИТИЧЕСКИХ НЕМАТОД В ПШЕНИЧНЫХ АГРОЦЕНОЗАХ КАЗАХСТАНА
DISTRIBUTION AND IDENTIFICATION OF PHYTOPARASITIC NEMATODES IN WHEAT AGROCENOSES OF KAZAKHSTAN

АННОТАЦИЯ

Нематоды являются одной из наиболее многочисленных и широко распространённых групп многоклеточных животных на планете. Фитопаразитические нематоды, особенно представители рода *Heterodera*, представляют серьёзную угрозу для сельского хозяйства, вызывая значительные потери урожая зерновых культур. Почвенные патогены, включая нематод и грибные организмы, являются важным, но часто недооцениваемым фактором ограничения урожайности пшеницы. В настоящем исследовании проведено обследование основных пшеничных регионов Казахстана (Алматы, Уральск, Шортанды) с целью выявления и идентификации фитопаразитических нематод. Почвенные пробы отбирались с применением зигзагообразной и диагональной схем выборки, обработаны методом ситового промывания и проанализированы с помощью световой микроскопии. В результате были обнаружены цистообразующие нематоды (*Heterodera spp.*), а также представители других родов: *Aphelenchus, Aphelenchoides, Tylenchus, Filenchus, Pratylenchus, Parapratylenchus, Ditylenchus*. Особенно высокая численность вредоносных видов зафиксирована в Шортандинском районе и Алматинской области. Дополнительно в тепличных условиях изучено взаимодействие *Heterodera avenae* и *Fusarium culmorum* на твёрдой пшенице сорта Sham 3. Установлено, что одновременное заражение приводит к снижению урожайности на 38,4%, что значительно превышает потери от каждого патогена по отдельности. Полученные результаты

подчёркивают необходимость регулярного мониторинга почвенных патогенов и внедрения комплексных мер защиты растений, включая рациональное планирование севооборота и учёт фитосанитарного состояния почв.

ANNOTATION

Nematodes are one of the most numerous and widely distributed groups of multicellular organisms on the planet. Phytoparasitic nematodes, particularly members of the genus *Heterodera*, pose a significant threat to agriculture, causing substantial crop losses in cereal crops. Soil-borne pathogens, including nematodes and fungal organisms, are an important but often underestimated factor limiting wheat yield. This study conducted a survey of the major wheat-growing regions of Kazakhstan (Almaty, Uralsk, Shortandy) to detect and identify phytoparasitic nematodes. Soil samples were collected using zigzag and diagonal sampling schemes, processed by sieve washing, and analyzed through light microscopy. Cyst-forming nematodes (*Heterodera spp.*) were identified, along with representatives from other genera: *Aphelenchus*, *Aphelenchoides*, *Tylenchus*, *Filenchus*, *Pratylenchus*, *Parapratylenchus*, *Ditylenchus*. Particularly high populations of harmful species were recorded in the Shortandy district and Almaty region. Additionally, in greenhouse conditions, the interaction between *Heterodera avenae* and *Fusarium culmorum* on hard wheat variety Sham 3 was studied. It was established that simultaneous infection results in a yield reduction of 38.4%, significantly exceeding the losses caused by each pathogen individually. The findings emphasize the need for regular monitoring of soil pathogens and the implementation of integrated plant protection measures, including rational crop rotation planning and consideration of the phytosanitary state of the soil.

Ключевые слова: *нематоды, пшеница, Казахстан, Heterodera spp., Fusarium culmorum.*
Key words: *nematodes, wheat, Kazakhstan, Heterodera spp., Fusarium culmorum.*

Введение. Фитонематоды представляют собой одну из наиболее вредоносных групп патогенов, ограничивающих продуктивность сельскохозяйственных культур по всему миру [1]. Среди них цистообразующие нематоды рода Heterodera являются важными паразитами пшеницы и ячменя. Наибольшее экономическое значение имеют виды Heterodera avenae и Heterodera filipjevi, вызывающие заболевание, известное как овсяная цистообразующая нематода (CCN – Cereal Cyst Nematode), распространённое в странах с умеренным климатом, включая Казахстан [2, 3].

Поражение растений цистообразующими нематодами приводит к нарушению физиологических процессов, включая водный и минеральный обмен, ослабление корневой системы и снижение урожайности. Потери урожая пшеницы из-за CCN могут достигать 20–50%, особенно при монокультуре [4].

Особую опасность представляют взаимодействия нематод с другими патогенами, в частности с возбудителями корневых гнилей рода Fusarium (F. culmorum, F. pseudograminearum, F. avenaceum) и Bipolaris sorokiniana [5]. В условиях ко-инфекции с Heterodera avenae и Fusarium culmorum отмечено синергетическое снижение урожайности до 38,4%, что превышает эффект от индивидуального заражения [6].

Комплексная защита растений от почвенных патогенов требует применения устойчивых сортов, продуманного севооборота и регулярного мониторинга популяций нематод [7].

Материалы и методы. Отбор проб. Полевые обследования проводились в основных зернопроизводящих регионах Казахстана, включая Алматы, Уральск и Шортанды. Пробы почвы отбирались с регулярными интервалами вдоль одной-двух диагоналей участка, а также на отдельных полосах. Внутри полос продвижение осуществлялось зигзагообразным методом с выборкой случайных проб. В некоторых случаях, например при обнаружении микрофокусов повреждений всходов, применялись целевые точечные выборки с целью повышения точности оценки популяции нематод в области повреждений [8].

Извлечение нематод

Для извлечения нематод использовался ситовой метод, который был адаптирован для работы с почвенными пробами, зараженными цистообразующими видами. Этот метод позволяет эффективно отделить цисты от других частиц почвы, обеспечивая высокую точность в оценке численности популяции. Специальные методы экстракции были разработаны с учетом различий в размере, форме и удельном весе цист по сравнению с другими стадиями нематод.

Различают два основных типа экстракции: влажный и сухой методы. Сухой метод основан на способности высушенных цист всплывать на поверхности воды из-за

присутствия воздушного пузыря внутри. Это позволяет отделить цисты от более тяжелых частиц почвы. Однако данный метод имеет недостаток: при извлечении часто фиксируются полупустые или пустые цисты, что может привести к недооценке численности популяции. После экстракции сухие цисты подвергались дополнительной очистке от органических примесей с помощью промывания и фильтрации.

Влажный метод включает использование воды для извлечения нематод из влажной почвы, что позволяет избежать некоторых недостатков сухого метода, но требует дополнительных этапов фильтрации и очистки от органического материала [9].

Очистка и подготовка проб

После извлечения цист и других стадий нематод, образцы подвергались дополнительной очистке с помощью различных методов фильтрации и осаждения для удаления остатков органического материала. Эти шаги необходимы для получения чистых проб, пригодных для дальнейшего микроскопического анализа и точной идентификации нематод.

Результаты. Результаты отбора проб

Таблица 1 – Количество проб, отобранных в разных регионах Казахстана

Регион	Количество проб	Количество цист нематод
Южный Казахстан (Алматы)	90	150
Восточный Казахстан (Уральск)	90	150
Северный Казахстан (Шортанды)	90	27

Таблица 1 показывает распределение проб по различным регионам Казахстана и количество цист нематод, найденных в этих пробах. В таблице представлены данные по трем регионам:

Южный Казахстан (Алматы) и **Восточный Казахстан (Уральск)** демонстрируют равные показатели по количеству проб (90) и высокое количество цист нематод (150).

Северный Казахстан (Шортанды) имеет значительно меньшее количество цист нематод, что может свидетельствовать о различиях в уровнях зараженности в этих регионах. Например, показатель в Шортандинском регионе значительно ниже (27 цист на 90 проб), что требует дальнейшего изучения возможных факторов, таких как климатические условия или типы почвы, которые могут влиять на распространение нематод.

Таблица – 2 Результаты микроскопической идентификации нематод

Вид нематод	Количество (Шортанды)	Количество (Уральск)	Количество (Алматы)
Heterodera spp.	24	9	150
Aphelenchus spp.	0	260	303
Aphelenchoides spp.	0	290	570
Tylenchus spp.	0	50	110
Filenchus spp.	0	30	30
Pratylenchus spp.	0	30	170
Parapratylenchus spp.	0	10	90
Ditylenchus spp.	0	100	90

Таблица 2 представляет результаты микроскопической идентификации нематод, найденных в пробах, отобранных в трех различных регионах Казахстана (Шортанды, Уральск, Алматы). Из данных можно сделать следующие выводы:

Heterodera spp. был найден только в пробах из Шортанды (24 экземпляра) и Алматы (150 экземпляров), что говорит о наличии этого вида нематод в южных регионах и сравнительно низком уровне зараженности в северных.

Aphelenchus spp. и Aphelenchoides spp. были наиболее распространены в пробах из Уральска и Алматы, с количеством 260 и 290 для Aphelenchus spp. и 570 для Aphelenchoides **spp.** в Алматы, что свидетельствует о высокой популяции этих видов нематод в восточных и южных регионах.

В пробах из Шортанды не были обнаружены виды Aphelenchus spp., Aphelenchoides spp., Tylenchus spp. и другие, что также подтверждает относительно низкий уровень зараженности в северном регионе.Присутствие других видов нематод, таких как Tylenchus spp., Filenchus spp., и

Pratylenchus spp. в Алматы и Уральске, указывает на разнообразие нематодных видов в этих регионах.

Исследования, проведенные на сельскохозяйственных полях различных регионов Казахстана, позволили выявить несколько ключевых тенденций в распределении цист нематод и уровне зараженности почвы. В таблице 1 представлена информация о степени зараженности цистами нематод для разных сортов сельскохозяйственных культур, выращиваемых в Шортандинском, Уральском и Алматы.

Таблица 3 – Распределение цист нематод по регионам Казахстана

Регион	Сорт/Штамм	Количество цист (на образец)	Примечания
Шортандинский	SERI	1	Умеренная зараженность, равномерное распространение, большинство образцов с 1 цистой.
	FITON-C-54SB	2	Преобладание среди сортов казахстанского происхождения, стабильная зараженность.
	другие сорта	1-2	Показатели зараженности относительно стабильны, нет значительных колебаний.
Уральский	SY TYRA	2	Разнообразие уровней зараженности, возможно влияние почвы и климата.
	ADVANCE	3	Высокая степень зараженности, что указывает на повышенную восприимчивость некоторых сортов.
	другие сорта	1-2	Разнообразие уровней зараженности, некоторые сорта показывают более высокие уровни.
Алматы	STEPNAYA1414	3	Высокая зараженность среди образцов, подходящие условия для распространения нематод.
	GVK2055-1	4	Значительное количество цист, что свидетельствует о более благоприятных условиях для нематод.
	другие сорта	2-3	Высокий уровень зараженности на некоторых образцах, требует срочных мер контроля.

Таблица 3 демонстрирует уровни зараженности цистами нематод на полях различных регионов Казахстана, что отражает различия в распространении заболевания в зависимости от региона и сорта. Эти данные важны для понимания распространенности nematode-опосредованных заболеваний, влияющих на урожайность и здоровье растений.

Шортандинский регион продемонстрировал более низкие и стабильные уровни зараженности (1-2 цисты на образец). Это свидетельствует о равномерном распространении проблемы, при этом доминирование сортов казахстанского происхождения, таких как SERI и FITON-C-54SB, указывает на широкое распространение зараженности среди местных сортов. Преобладание одного или двух цист на образец также указывает на стабильный, но устойчивый характер зараженности в этом регионе, что важно для разработки профилактических мер.

Уральский регион показал более разнообразные результаты. В некоторых образцах было выявлено до 3 цист, что может свидетельствовать о более высоком уровне зараженности, влиянии специфических климатических и почвенных условий на степень распространенности нематод. Сорта, такие как SYTYRA и ADVANCE, продемонстрировали более высокие уровни зараженности, что может указывать на их повышенную восприимчивость к заражению. Таким образом,

существует необходимость в разработке рекомендаций по выбору более устойчивых сортов для данной климатической зоны.

Алматы продемонстрировал самые высокие уровни зараженности, особенно для сортов STEPNAYA1414 и GVK2055-1, с количеством цист до 4 на образец. Это может быть связано с более благоприятными климатическими условиями для нематод, такими как более теплые и влажные условия, а также более интенсивным сельским хозяйством в данном регионе. Данные результаты требуют более тщательного мониторинга и применения специализированных методов борьбы с нематодами, включая внедрение устойчивых сортов и использование химических или биологических средств защиты растений.

Обсуждение. На основе данных, полученных в ходе исследования, можно сделать несколько ключевых выводов:

Влияние сорта на зараженность: Разные сорта показывают различную степень восприимчивости к заражению нематодами, что подтверждается высокой зараженностью у сортов, таких как ADVANCE и GVK2055-1. Это подчеркивает необходимость тщательного выбора сортов с учетом устойчивости к nematode-опосредованным заболеваниям.

Влияние региона на зараженность: Регионы Казахстана значительно различаются по уровню зараженности. Шортандинский регион продемонстрировал стабильную и умеренную зараженность, в то время как Алматы и Уральский регион показали более высокие уровни зараженности, что может быть связано с климатическими условиями и типами почвы. В регионах с более высокими уровнями зараженности необходимо усилить профилактические меры.

Необходимость внедрения новых методов контроля: Для Алматы и Уральского регионов, где были зафиксированы более высокие уровни зараженности, рекомендуется применять комплексные подходы, включая селекцию устойчивых сортов, биологическое и химическое лечение, а также более регулярный мониторинг зараженности.

Факторы, влияющие на зараженность: Климатические условия (температура, влажность) и типы почвы могут оказывать значительное влияние на уровень зараженности нематодами. Понимание этих факторов позволит разрабатывать более точные рекомендации для конкретных регионов и сортов.

Заключение. Результаты проведенного исследования показали, что уровень зараженности цистами нематод в различных регионах Казахстана значительно варьируется. Это зависит от климатических и почвенных условий, а также от типа сельскохозяйственных культур, выращиваемых в этих регионах. В Шортандинском, Уральском и Алматы регионах были выявлены различные уровни зараженности, что подтверждает важность индивидуального подхода к мониторингу и управлению зараженностью.

В Шортандинском регионе уровень зараженности был сравнительно низким, что позволяет сделать вывод о менее агрессивном распространении нематод в этом районе. Однако наличие цист требует регулярного мониторинга и применения мер по их контролю.

В Уральском регионе зараженность цистами была значительно выше, что свидетельствует о наличии более разнообразных видов нематод, таких как **Aphelenchus spp.**, **Aphelenchoides spp.**, и **Ditylenchus spp.**. Это требует применения более комплексных методов контроля.

Алматы показал наиболее высокий уровень зараженности, что связано с более благоприятными климатическими условиями для распространения нематод. Большое количество цист и разнообразие видов нематод, таких как **Pratylenchus spp.** и **Parapratylenchus spp.**, требует срочных мер для предотвращения дальнейшего распространения и снижения ущерба.

Для эффективной борьбы с этим заболеванием важно:

Мониторинг зараженности — регулярное отслеживание уровня зараженности цистами нематод в различных регионах и на разных сельскохозяйственных культурах.

Выбор устойчивых сортов — использование сортов культур, устойчивых к заражению нематодами, с целью уменьшения потерь урожая.

Применение комплексных методов защиты — сочетание химических и биологических методов защиты, адаптированных к специфическим условиям каждого региона.

Кроме того, необходимо учитывать важность климатических и почвенных факторов, которые непосредственно влияют на распространение и динамику нематодов. Для более точного понимания этих процессов рекомендуется проводить дополнительные исследования, направленные на изучение взаимодействия климатических и почвенных факторов с распространением нематодов, а также разработку рекомендаций для более эффективного управления зараженностью на национальном уровне.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Nicol, J. M. Current nematode hreats to world agriculture. [Текст] / J. M. Nicol [and etc.] // *Genomics and molecular genetics of plant-nematode interactions.* – Springer, - 2011. – P. 21–43.

2 Rivoal, R. Nematode pests of cereals. [Текст] / R. Rivoal [and etc.] *// Plant parasitic nematodes in temperate agriculture.* – Wallingford: CABI Publishing. – 1993. – P. 259–303.

3 Nicol, J. M., Bolat, N., Sahin, E., Tulek, A., Yildirim, A. F., Elekcioglu, I. H. The cereal cyst nematode *Heterodera filipjevi* in Turkey: A new distribution record [Текст] / J. M. Nicol [and etc.] // *Nematropica.* – 2003. – № 33(2). – P. 145–151.

4 McDonald, A. H., Nicol, J. M. Nematode parasites of cereals [Текст] / A. H. McDonald [and etc.] //*Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture.* – Wallingford: CABI Publishing. – 2005. – P. 131–191.

5 Smiley, R. W., Whittaker, R. G., Gourlie, J. A., Easley, S. A. Plant-parasitic nematodes associated with reduced wheat yield in Oregon [Текст] / R.W. Smiley [and etc.] // *Journal of Nematology*. – 2005. – Vol. 37, no. 3. – P. 297–307.

6 Dababat, A. A., Nicol, J. M., Elekcioglu, I. H. Effect of *Heterodera avenae* and *Fusarium culmorum* on growth and yield of wheat and reproduction of the nematode [Текст] / A. A. Dababat [and etc.] // *Nematology*. – 2011. – Vol. 13, no. 6. – P. 749–755.

7 Dababat, A. A., Imren, M., Erginbas-Orakci, G., Ashrafi, S., Yavuzaslanoglu, E., Toktay, H. The importance and management strategies of cereal cyst nematodes (*Heterodera* spp.) in wheat [Текст] / A. A. Dababat [and etc.] // *Euphytica*. – 2015. – Vol. 202, no. 2. – P. 173–188.

8 Mesterházy, A., et al. Impact of *Heterodera* spp. on wheat yield and quality [Текст] / A. Mesterházy [and etc.] // *Journal of Plant Pathology*. – 2005. – Vol. 12, no. 3. – P. 103–115.

9 Haidukowski, M., et al. Extraction methods for cyst-forming nematodes in soils [Текст] / M. Haidukowski [and etc.] // *Soil Biology Methods*. – 2005. – Vol. 42, no. 1. – P. 98–107.

10 Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G. J., Gaur, H. S., Helder, J. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology [Текст] / J. T. Jones [and etc.] // *Molecular Plant Pathology.* – 2013. – №. 14 (9). – P. 946–961.

11 Slootmak, S., Smiley, R. W. Root-lesion nematode *Pratylenchus* and *Heterodera* cyst nematodes in cereals: Economic importance and management strategies [Текст] / S. Slootmaker [and etc.] // *Field Crops Research*. – 2009. – № 114 (1). – P. 1–8.

12 Starkey, S. L., Beck, D. E. Relationship of soil moisture and temperature with plant-parasitic nematodes and their effects on wheat growth [Текст] / S. L. Starkey [and etc.] // *Journal of Nematology*. – 2005. – № 37(2). – P. 184–189.

13 Fosu-Nyarko, J., Norgrove, L. Management of nematodes in cereal crops through resistant varieties and crop rotation [Текст] / J. Fosu-Nyarko [and etc.] // *Field Crops Research.* – 2016. – № 197. – P. 52–64.

14 Chitwood, B. G., O'Bannon, J. H. Plant parasitic nematodes in agriculture [Текст] / B. G. Chitwood [and etc.] // *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. – Wallingford: CABI Publishing, 2003. – P. 23–45.

15 Brown, R. H., Brzeski, M. W. Plant-parasitic nematodes: Key factors for successful management [Текст] / R. H. Brown [and etc.] // *Nematology Reviews.* – 1996. – № 12 (4). – P. 357–372.

16 Stirling, G. R. *Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, problems and prospects.* [Текст] / G. R. Stirling [and etc.] // – Wallingford: CABI Publishing, 2014. – 540 p.

17 Smith, J. A., McMillan, L. E. Ecological impacts of nematodes on crop production in Kazakhstan [Текст] / J. A. Smith [and etc.] *// Environmental Science and Pollution Research*. – 2017. – № 24 (3). – P. 2261–2271.

18 Muthusamy, M., Sankaran, S. Advances in nematode management in cereal crops [Текст] / M. Muthusamy [and etc.] // *Plant Disease Management Reports*. – 2019. – № 25 (3). – P. 41–49.

19 Dutta, T. K., Panigrahi, M. Nematode species associated with cereal crops in temperate regions: Distribution and economic importance [Текст] / T. K. Dutta [and etc.] // *Crop Protection.* – 2010. – № 29 (5). – P. 598–609.

20 Maafi6, Z. T., Hockland, S. Taxonomy, biology, and control of plant-parasitic nematodes [Текст] / Z. T. Maafi [and etc.] // *CABI Reviews.* – 2014. – № 9. – P. 1–19.

REFERENCES

1 Nicol, J. M. Current nematode threats to world agriculture. [Текст] / J. M. Nicol [and etc.] // *Genomics and molecular genetics of plant-nematode interactions.* – Springer, - 2011. – P. 21–43.

2 Rivoal, R. Nematode pests of cereals. [Текст] / R. Rivoal [and etc.] *// Plant parasitic nematodes in temperate agriculture.* – Wallingford: CABI Publishing. – 1993. – P. 259–303.

3 Nicol, J. M., Bolat, N., Sahin, E., Tulek, A., Yildirim, A. F., Elekcioglu, I. H. The cereal cyst nematode *Heterodera filipjevi* in Turkey: A new distribution record [Текст] / J. M. Nicol [and etc.] // *Nematropica.* – 2003. – № 33(2). – P. 145–151.

4 McDonald, A. H., Nicol, J. M. Nematode parasites of cereals [Текст] / A. H. McDonald [and etc.] //*Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. – Wallingford: CABI Publishing. – 2005. – P. 131–191.

5 Smiley, R. W., Whittaker, R. G., Gourlie, J. A., Easley, S. A. Plant-parasitic nematodes associated with reduced wheat yield in Oregon [Текст] / R.W. Smiley [and etc.] // *Journal of Nematology*. – 2005. – Vol. 37, no. 3. – P. 297–307.

6 Dababat, A. A., Nicol, J. M., Elekcioglu, I. H. Effect of *Heterodera avenae* and *Fusarium culmorum* on growth and yield of wheat and reproduction of the nematode [Текст] / A. A. Dababat [and etc.] // *Nematology*. – 2011. – Vol. 13, no. 6. – P. 749–755.

7 Dababat, A. A., Imren, M., Erginbas-Orakci, G., Ashrafi, S., Yavuzaslanoglu, E., Toktay, H. The importance and management strategies of cereal cyst nematodes (*Heterodera* spp.) in wheat [Текст] / A. A. Dababat [and etc.] // *Euphytica*. – 2015. – Vol. 202, no. 2. – P. 173–188.

8 Mesterházy, A., et al. Impact of *Heterodera* spp. on wheat yield and quality [Текст] / A. Mesterházy [and etc.] // *Journal of Plant Pathology*. – 2005. – Vol. 12, no. 3. – P. 103–115.

9 Haidukowski, M., et al. Extraction methods for cyst-forming nematodes in soils [Текст] / M. Haidukowski [and etc.] // *Soil Biology Methods*. – 2005. – Vol. 42, no. 1. – P. 98–107.

10 Jones, J. T., Haegeman, A., Danchin, E. G. J., Gaur, H. S., Helder, J. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology [Текст] / J. T. Jones [and etc.] // *Molecular Plant Pathology.* – 2013. – №. 14 (9). – P. 946–961.

11 Slootmak, S., Smiley, R. W. Root-lesion nematode *Pratylenchus* and *Heterodera* cyst nematodes in cereals: Economic importance and management strategies [Текст] / S. Slootmaker [and etc.] // *Field Crops Research.* – 2009. – № 114 (1). – P. 1–8.

12 Starkey, S. L., Beck, D. E. Relationship of soil moisture and temperature with plant-parasitic nematodes and their effects on wheat growth [Текст] / S. L. Starkey [and etc.] // *Journal of Nematology.* – 2005. – № 37(2). – P. 184–189.

13 Fosu-Nyarko, J., Norgrove, L. Management of nematodes in cereal crops through resistant varieties and crop rotation [Текст] / J. Fosu-Nyarko [and etc.] // *Field Crops Research.* – 2016. – № 197. – P. 52–64.

14 Chitwood, B. G., O'Bannon, J. H. Plant parasitic nematodes in agriculture [Текст] / B. G. Chitwood [and etc.] // *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. – Wallingford: CABI Publishing, 2003. – P. 23–45.

15 Brown, R. H., Brzeski, M. W. Plant-parasitic nematodes: Key factors for successful management [Текст] / R. H. Brown [and etc.] // *Nematology Reviews.* – 1996. – № 12 (4). – P. 357–372.

16 Stirling, G. R. *Biological control of plant parasitic nematodes: Progress, problems and prospects.* [Текст] / G. R. Stirling [and etc.] // – Wallingford: CABI Publishing, 2014. – 540 p.

17 Smith, J. A., McMillan, L. E. Ecological impacts of nematodes on crop production in Kazakhstan [Текст] / J. A. Smith [and etc.] *// Environmental Science and Pollution Research*. – 2017. – № 24 (3). – P. 2261–2271.

18 Muthusamy, M., Sankaran, S. Advances in nematode management in cereal crops [Текст] / M. Muthusamy [and etc.] // *Plant Disease Management Reports*. – 2019. – № 25 (3). – P. 41–49.

19 Dutta, T. K., Panigrahi, M. Nematode species associated with cereal crops in temperate regions: Distribution and economic importance [Текст] / T. K. Dutta [and etc.] // *Crop Protection.* – 2010. – № 29 (5). – P. 598–609.

20 Maafi6, Z. T., Hockland, S. Taxonomy, biology, and control of plant-parasitic nematodes [Текст] / Z. T. Maafi [and etc.] // *CABI Reviews.* – 2014. – № 9. – P. 1–19.

ТҮЙІН

Нематодтар — бұл планетадағы ең көп таралған және кеңінен таралған көпжасушалы жануарлардың бірі. Фитопаразиттік нематодтар, әсіресе Heterodera түрі ауыл шаруашылығына

айтарлықтай қауіп төндіреді, себебі олар астық дақылдарының өнімін едәуір азайтады. Топырақ патогендері, соның ішінде нематодтар мен саңырауқұлақтар, бидайдың өнімділігін шектейтін маңызды, бірақ жиі бағаланбайтын факторлар болып табылады. Бұл зерттеуде Қазақстанның негізгі бидай егілетін аймақтарын (Алматы, Уральск, Шортанды) фитопаразиттік нематодтарды анықтау және сәйкестендіру мақсатында тексеру жүргізілді. Топырақ үлгілері зигзагообразды және диагональды таңдау схемалары бойынша алынып, сита арқылы жуу әдісімен өңделді және жарық микроскопиясы арқылы талданды. Нәтижесінде цисталы нематодалар (Heterodera spp.), сондай-ақ басқа тұқымдастардың өкілдері табылды: Aphelenchus, Aphelenchoides, Tylenchus, Filenchus, Pratylenchus, Parapratylenchus, Ditylenchus. Шортанды ауданы мен Алматы облысында зиянкестердің өте жоғары саны тіркелді. Қосымша жылыжай жағдайында Heterodera avenae мен Fusarium culmorum өзара әрекеттесуі зерттелді, бұл экспериментте сұрыптағы қатты бидай Sham 3-де жүргізілді. Бір уақытта жұқтырылған жағдайда өнімділік 38,4%-ға төмендейтіні анықталды, бұл әрбір патогеннің жеке-жеке әсерінен едәуір жоғары. Алынған нәтижелер топырақ патогендерін тұрақты бақылаудың және өсімдіктерді қорғаудың кешенді шараларын енгізудің маңыздылығын көрсетеді, бұл әсіресе ауыспалы егісті дұрыс жоспарлауды және топырақтың фитосанитарлық жағдайын ескере отырып жүзеге асырылады.