

## БИОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК 631.51.631.445.4

### БИОИНДИКАЦИОННАЯ РОЛЬ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД ПРИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДАХ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЧЕРНОЗЕМАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

**Е.В. Савкина**

*Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова, 050060, Алматы, пр-т аль-Фараби, 75 в, Казахстан*

В статье представлены данные по фаунистическому и количественному составу почвенных нематод при нулевой и минимальной обработке в чернозёмах Северного Казахстана. Индексы, характеризующие фауну нематод, показали, что при нулевой обработке создаются лучшие условия обитания как свободноживущих, так и паразитических нематод.

#### ВВЕДЕНИЕ

Возрастание темпов развития сельского хозяйства резко увеличило влияние агротехники и загрязнений на почвенные экосистемы. Однако в настоящее время существует очень мало методов, позволяющих измерить силу этого прессинга на экосистему почвы. В последнее время во всем мире возрастает интерес к изучению почвенных организмов и их среды обитания как индикаторов состояния и качества почвенных экосистем [1-5].

Исследование биоиндикационной роли почвенных нематод направлены на сохранение плодородия черноземных почв путем использования системы нулевой обработки, известной как No-till. Сегодня обработка No-till внедряется и в Казахстане. Это современная система земледелия, при которой почва не пашется, а поверхность почвы укрывается пластом специально измельченных остатков растений – мульчей. Поскольку верхний слой почвы не повреждается, такая система земледелия предотвращает водную и ветровую эрозии, а также значительно лучше сохраняет воду. Причем эта обработка имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Нулевая обработка по сравнению с традиционной, наряду с преимуществами, такими, как экономия ресурсов, снижение затрат, сохранение и

восстановление плодородного слоя почвы, снижение эрозии почв, накопление влаги в почве, имеет такие недостатки, как накопление сорняков, патогенов и вредителей. Одними из таких вредителей являются почвенные нематоды. Также повышается засоренность полей, особенно многолетними сорняками. В наших исследованиях системы No-till почва воспринимается как живой организм, имеющий при каждом виде обработки индивидуальное своеобразие. Поэтому и важно изучение почвенной фауны.

Важнейшее условие эффективной минимальной обработки почвы – высокий уровень общей культуры земледелия, строгое соблюдение технологической дисциплины, проведение полевых работ в оптимальные сроки, правильное использование эффективных гербицидов. Непременное условие применения минимальной обработки почвы – чистота полей от сорной растительности, особенно многолетней (корневищных и корнеотпрысковых).

Почва вместе с её флорой и фауной образуют сложные экосистемы, которые изменяются в зависимости от экологических условий. Живые организмы являются мощным фактором почвообразования [6]. В то же время почва является жизненной средой для флоры и фауны, обуславливающей их распространение, численность,

видовой состав и другие особенности. Была установлена тесная взаимосвязь между типом почвы и комплексами организмов [1, 7]. Характеристики почвенных организмов и самих почв не только по отдельности зависят от климатических, рельефных и других факторов, но и взаимосвязаны между собой. Поэтому, чтобы охарактеризовать те или иные особенности формирования и развития экосистем почвы необходимо изучать качественный и количественный состав всех её компонентов, в том числе и живых организмов. Показателем состояния почвенных экосистем являются почвенная флора и фауна.

Одними из самых многочисленных организмов из почвенных беспозвоночных, богатых по видовому составу являются почвенные нематоды. Среди почвенной зоофауны нематоды являются наиболее многочисленными и разнокачественными организмами. Они составляют до 90 % от численности беспозвоночного любого биоценоза и более 10 % по биомассе [8]. Нематоды распространены повсеместно. Они известны везде, где проводились исследования от арктической тундры до сыпучих песков пустынь и высокогорий [8-12]. Их количество, биоразнообразие, пищевые привычки взаимосвязаны со свойствами почвы.

Нематоды в почвенных экосистемах выполняют очень важные биогеоценотические функции. В связи с приуроченности к разным источникам питания, они участвуют в разложении и минерализации органического вещества, делая его доступным для растений, грибов и бактерий [13-18]. Нематоды бактериотрофы и микотрофы регулируют численность как полезных, так и патогенных бактерий и грибов, подавляя либо стимулируя их рост и развитие.

Некоторые изменения температуры, влажности структуры, механического и

химического состава среды обитания нематод влияют на их пищевые источники и будут отражены в биоразнообразии и количестве сообщества нематод [19-22]. Особенно большое внимание придается изменению сообщества паразитических нематод. Потому, что они приносят значительный экономический ущерб урожаю сельскохозяйственных культур. Обилие нематод, трофические характеристики, их разнообразие, доминирование, индекс зрелости могут использоваться как показатели воздействия агротехники. Анализ структуры сообщества почвенных нематод может показать интенсивность влияния различных факторов на устойчивость экосистемы почвы. Анализы для определения влияния хозяйственной деятельности на структуру популяций нематод и их функции основаны на видовом, родовом разнообразии либо разнообразии семейств нематод, а также обилии трофических групп [20-25].

#### ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования почвенных нематод проводили в 2012 г в южных черноземах Костанайской области (пос. Заречное), на опытных участках: пашня без обработки (нулевая обработка), пашня плоскорезная обработка на 12-14 см, (минимальная обработка). Пробы отбирали весной на глубину от 10 до 30 см через каждые 10 см. Нематод выделяли вороночным методом Бермана при помощи воронок и ватных фильтров из объема почвы 50 см<sup>3</sup> при экспозиции 24 часа. Затем их фиксировали 4 % формалином. Выделение нематод проводили из каждой пробы в 3-х кратной повторности. Нематод подсчитывали под бинокуляром МБС-9. Затем приготавливали на предметных стеклах временные препараты по методу Кирьяновой [9] и определяли под микроскопом, пользуясь специальными определителями. Анализ по количественному и фаунистическому

составу нематод проводили по общепринятым в фитогельминтологии методам фаунистического анализа [9, 26]. Проводили также изучение экологии нематод, которая основана на их принадлежности к определенным трофическим группам.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

##### *Количественный состав нематод.*

Анализ материала показал, что средняя плотность нематод в южных черноземах при нулевой обработке составила 405 экз. в 50 см<sup>3</sup>. Плотность нематод при нулевой обработке была в 2,1 – 2,5 раза выше, чем

при минимальной обработке (таблица 1). Увеличение плотности нематод при нулевой обработке наблюдалось из-за большего количества корневой массы оставленных растений - пищевой базы для нематод. При нулевой обработке плотность нематод убывала вглубь разреза – это обычная закономерность. А при минимальной обработке плотность нематод на глубине 10-20 см была выше, чем на глубине 0-10 см. Это объясняется тем, что при минимальной обработке верхний слой подвергается вспашке, которая снижает плотность нематод.

Таблица 1 - Плотность семейств нематод при различных способах обработки почвы в южных черноземах

Семейства нематод	Нулевая обработка			Минимальная обработка		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Rhabditidae	16,2			9,2		
Plectidae	16,2	8,6		9,2	6,3	
Cephalobidae	97,2	92,0	10,0	36,7	45,5	7,0
Panogrolaimidae	24,3	8,7	2,0	16,0	9,4	2,0
Aphelenchidae	24,3	26,2	3,0	4,6	6,3	2,0
Aphelenchoididae	24,3	13,1	2,0	6,9	6,3	1,0
Tylenchidae	16,2	8,7	1,0	4,5	6,3	
Nothotylenchidae	56,7	17,5	2,0	6,9	6,3	
Paratylenchidae	24,3	13,1	5,0		25,1	4,0
Hoplolaimidae		13,1	1,0		9,4	
Pratylenchidae	16,2	17,5	6,0			2,0
Dorylaimidae	24,3	26,2	2,0	11,5	9,4	3,0
Qadsianematidae	24,3	13,1	2,0	18,3	11,0	3,0
Longidoridae	24,3	65,5	27,0	6,8	9,4	2,0
Alaimidae	16,2	8,7	3,0	6,9	6,3	
Всего семейств:	14	14	13	12	13	9,0
Всего нематод:	405,0	332,0	66,0	137,5	157,0	26,0

*Примечание: Плотность нематод представлена в экз. в 50 см<sup>3</sup>*

*Качественный состав нематод.* Биоразнообразие фауны нематод при нулевой обработке было выше, чем при минимальной. Если при нулевой обработке было обнаружено послойно 14-13 семейств нематод, то при минимальной – 9-13 (таблица 1). Это наблюдалось, вероятно, из-за того, что при нулевой обработке для нематод создаётся более богатая

пищевая база в виде корней растений и растительных остатков. Наиболее многочисленными часто являлись семейства *Cephalobidae*, *Dorylaimidae*, *Qadsianematidae*, *Longidoridae* (таблица 1). Редко встречалось и было малочисленным семейство *Rhabditidae*.

Анализ процентного соотношения плотности семейств нематод показал сле-

дующее. Первое место при нулевой и минимальной обработках принадлежало, в основном, семейству *Cephalobidae*, которое составляло 15,2 – 28,0 % от общей численности нематод (таблица 2). Семейство *Cephalobidae* было представлено родами *Cephalobus*, *Eucephalobus*, *Acrobeles*. Преобладание нематод этого семейства указывает на оптимальные условия их обитания и способствует обеспечению почвы гумусом. Но в одном случае при нулевой обработке преобладали

нематоды сем. *Longidoridae*, составляющие 36,4 % на глубине 0-30 см. Они имеют длинный стилет и являются эктопаразитами. На втором и третьем местах – различные семейства: *Panogrolaimidae*, *Dorylaimidae*, *Qadsianematidae*, *Nothotylenchidae*, *Longidoridae*, составляющие 11,5 – 19,7 %; Паразитические нематоды часто встречались и были многочисленными при нулевой и минимальной обработке на глубине 10-30 см (таблицы 1, 2).

Таблица 2 - Процент семейств нематод при различных способах обработки почвы в южных черноземах

Семейства нематод	С - р	Нулевая обработка			Минимальная обработка		
		0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Rhabditidae	1	4,0			6,7		
Plectidae	2	4,0	2,6		6,7	4,0	
Cephalobidae	2	28,0	26,4	15,2	26,7	32,0	26,9
Panogrolaimidae	1	6,0	2,6	3,0	11,7	3,0	7,7
Aphelenchidae	2	6,0	7,9	4,5	3,3	4,0	3,8
Aphelenchoididae	2	6,0	3,9	3,0	5,0	4,0	7,7
Tylenchidae	2	4,0	2,6	1,5	3,3	4,0	
Nothotylenchidae	2	14,0	6,8	3,0	5,0	4,0	
Paratylenchidae	2	6,0	3,9	7,6		16,0	15,5
Hoplolaimidae	2		3,9	1,6		6,0	
Pratylenchidae	3	4,0	5,3	9,1			7,7
Dorylaimidae	4	6,0	7,9	3,0	8,3	6,0	11,5
Qadsianematidae	4	6,0	3,9	3,0	13,3	7,0	11,5
Longidoridae	5	6,0	19,7	36,4	5,0	6,0	7,7
Alaimidae	4	4,0	2,6	9,1	5,0	4,0	
Всего:		100	100	100	100	100	100
<b>MI</b>		1,38	2,06	1,89	1,96	1,59	1,76
<b>PPI</b>		0,98	1,49	2,37	0,33	0,79	0,61

Примечание: С - р – шкала для определения индекса MI; 0-10, 10-20, 20-30 см – глубина взятия образцов.

**Биоиндикация.** Индексы, характеризующие фауну нематод, отражают реальные изменения в сообществах при вариациях условий среды. Индекс зрелости (MI), предложенный Бонгерсом [27], является показателем условий почвенной экосистемы, базирующимся на фаунистическом и количественном составе нематод. Он вычисляется на основе состава нема-

тодных сообществ, включающих организмы с различными жизненными циклами и типами питания. Для определения индекса зрелости предлагается шкала с - р для разных семейств и формула для определения индекса, включающая значения плотности таксонов [27-30]. Индекс зрелости своим наибольшим значением показывает более устойчивую эко-

систему. Используя шкалу с-р и формулу индекса MI, взятые из литературных данных, а также полученные данные долей обнаруженных семейств нематод, мы вычислили индекс зрелости MI, который показывает лучшие условия обитания нематод и состояния экосистемы в целом (таблица 2). Полученный в результате вычислений индекс MI показывает, что наилучшие условия обитания нематод сапробионтов сложились весной при нулевой обработке в слое почвы 10-30 см, а при минимальной – на глубине 0-10 см (таблица 2). Индекс PPI при нулевой обработке был выше, чем при минимальной в 1,9 - 3,9 раза. Значение паразитических нематод в особенности повышается при нулевой обработке. Вероятно, паразитические нематоды постепенно накапливаются в течение ряда лет. За их численностью необходимо проводить наблюдение, чтобы выявить опасные для растений значення.

*Трофическая структура.* Почвообитающие нематоды могут классифицироваться согласно их пищевым особенностям. Эта классификация используется экологами для определения места нематод в почвенных пищевых сетях. В большинстве почв встречаются несколько важных пищевых групп. В последнее время в зарубежной литературе и литературе стран СНГ используется трофическая классификация Етеса [13], на которой основано определение индексов, характеризующих сообщество нематод. В этой классификации выделены нематоды, питающиеся бактериями - бактериотрофы, грибами - микотрофы, паразиты растений - фитотрофы и всеядные - политрофы.

Эколого-трофическое группирование нематод позволяет определить пути разложения органического вещества по активности участия бактериотрофов и микотрофов. Анализ нематод, связанных

с растениями (фитотрофы), способствует лучшему пониманию взаимоотношений между надпочвенным растительным покровом и процессами, происходящими в почве. Более разнообразный растительный покров способствует качественному и количественному обогащению фауны нематод. Поэтому нематоды рассматриваются в настоящее время как биоиндикаторы почвенной экосистемы.

Бактериотрофы являются наиболее обильной группой в агроценозах. Их обилие зависит от популяции бактерий, которая изменяется в зависимости от нарушений почвы таких, как её обработки, способствующие разложению органического вещества и удобрения. Состав фауны нематод связан с составом микробного сообщества почвы. Уровень минерализации азота в почве выше, когда в ней присутствуют нематоды бактериотрофы. Нематоды, питающиеся грибами обильны в малонарушенных (No-till) и естественных экосистемах с подходящими условиями для роста грибов. Микотрофы также как и бактериотрофы способствуют накоплению азота и его усвоению растениями.

Бактериотрофы – это нематоды, питающиеся бактериями. Они участвуют в разложении органики. Бактериотрофы при нулевой и минимальной обработках были представлены четырьмя семействами: Rhabditidae, Plectidae, Cephalobidae, Panogrolaimidae. Бактериотрофы преобладали при минимальной обработке в процентном отношении. При нулевой обработке бактериотрофы преобладали лишь на глубине 0-10 см, а на глубине 10-20 и 20-30 см они были на втором месте. Процент бактериотрофов возрастал в ряду: минимальная > нулевая обработки (таблица 3, 4). Однако плотность бактериотрофов при нулевой обработке на глубине 0-10, 10-20 и 20-30 см была соответственно в 2,2, 1,8, 1,3 раза больше, чем при минимальной.

Таблица 3 - Плотность трофических групп нематод при различных способах обработки почвы в южных черноземах

Трофические группы нематод	Нулевая обработка			Минимальная обработка		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Бактериотрофы	153,9	109,3	12,0	71,7	61,2	9,0
Микотрофы	48,6	39,3	5,0	11,5	12,6	3,0
Политрофы	64,8	48,0	7,0	36,1	26,7	6,0
Фитотрофы	137,7	135,4	42,0	18,2	56,5	8,0

Таблица 4 - Процент трофических групп нематод при различных способах обработки почвы в южных черноземах

а̃ ц̃ €@õ j̃ є ю щ̃ ~øø€ ы̃ ъ̃ ѓ̃ ц̃ь	Ль-кюф€ цх̃ фц̃ j̃ ф			Минимальная обработка		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Бактериотрофы	38,0	32,9	18,2	52,1	39,0	34,6
Микотрофы	12,0	11,8	7,6	8,4	8,0	11,5
Политрофы	16,0	14,5	10,6	26,2	17,0	23,1
Фитотрофы	34,0	40,8	63,6	13,3	36,0	30,8

Микотрофы питаются грибами наряду с бактериотрофами, они участвуют в разложении органического вещества, в минерализации почвы, возвращая питание растениям. В нашем материале при всех видах обработки они были представлены двумя семействами: *Aphelenchidae* и *Aphelenchoididae*. Это наименьшая по численности и в процентном отношении трофическая группа нематод. Процент микотрофов при нулевой и минимальной обработках отличался незначительно. Из литературы известно, что в малонарушенных почвах "No-till" обильны микотрофы. По нашим данным численность микотрофов при нулевой обработке на глубине 0-10, 10-20 и 20-30 см была в 4,2, 3,1, 1,7 раза выше, чем при минимальной, а количество гидролизуемого азота было в 3,5, 3,1, 1,7 раза выше соответственно. Процент общего азота при нулевой обработке был на этих глубинах выше в 1,5, 1,5, 1,6 раза. Таким образом, наблюдалась прямая зависимость между плотностью экогрупп нематод и количеством азота в почве.

Политрофы – всеядные, они питаются бактериями, грибами либо корнями растений. Они обнаружены при разных видах обработки. Это семейства

*Dorylaimidae* и *Qadsianematidae*. По численности и в процентном отношении они занимали третье место. Доля участия их в комплексе нематод была выше при минимальной обработке (таблицы 3, 4).

Фитотрофы питаются на корнях растений, прокалывая ткани корня и высасывая содержимое клеток. К ним относятся обнаруженные при минимальной и нулевой обработках 6 семейств: *Tylenchidae*, *Nothotylenchidae*, *Paratylenchidae*, *Hoplolaimidae*, *Pratylenchidae*, *Longidoridae*. По численности и в процентном соотношении они преобладали при нулевой обработке на глубине 10-30 см, а при минимальной на этой глубине – были на одном уровне с бактериотрофами (таблицы 3,4). Большой вред урожаю во всем мире приносят пратиленхи, которые паразитируют на разных растениях. При всех видах обработки процент фитотрофов увеличивался с глубиной. Таким образом, нулевая обработка повышала процент растительных нематод, так как в почве сохранялось большое количество корней растений, представляющих основную их пищу.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Средняя плотность нематод при нулевой обработке составила 405 экз. в 50 см<sup>3</sup>.

Увеличение плотности нематод при нулевой обработке в 2,1 – 2,5 раза наблюдалось из-за большего количества корневой массы оставленных растений - пищевой базы для нематод. Первое место по фаунистической значимости при нулевой и минимальной обработках принадлежало семейству Cephalobidae, которое составляло 15,2 – 28,0 % от общей численности нематод.

Полученный в результате вычислений индекс MI, показывает, что наилучшие условия обитания почвенных нематод сложились весной при нулевой обработке в слое почвы 10-30 см, а при минимальной обработке – на глубине 0-10 см. Индекс PPI, дающий предпочтение паразитам, при нулевой обработке был в 1,9 - 3,9 раза выше, чем при минимальной. Значение паразитических нематод в особенности повышалось при нулевой обработке. Вероятно, паразитические нематоды постепенно накапливались в течение

ряда лет. За их численностью необходимо проводить наблюдение, чтобы выявить опасные для растений значения.

Бактериотрофы способствуют разложению органического вещества и превращению его в гумус. Численность бактериотрофов при нулевой обработке была в 1,3 - 2,2 раза выше, чем при минимальной обработке. Плотность микотрофов при нулевой обработке была в 1,7 - 4,2, раза выше, чем при минимальной. Наблюдалась прямая зависимость между плотностью экогрупп нематод и количеством общего и гидролизуемого азота в почве.

Изучение качественного и количественного состава почвенных нематод, анализ трофической структуры нематод и определение индексов зрелости их популяций показали, что условия обитания нематод и функционирования экосистемы в целом при нулевой обработке улучшаются, однако, постепенно накапливаются паразитические нематоды.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Криволицкий Д. А., Почвенная фауна в экологическом контроле. М.: Наука. 1994. 270 с.
2. Wasilewska L. The role of nematodes in agroecosystems // *Zeszyty problemowe Postepow Nauk rolniczych* 358, 1989a. P. 7-16.
3. Wasilewska L. Impact of human activities on nematode communities in terrestrial ecosystems // *Ecology of arable land* (by eds. Of Clarholm M. & Bergstrom L.), Kluwer Academic Publishers. 1989b. P. 123-132.
4. Neher, D.A. Soil community composition and ecosystem processes: Comparing agricultural systems with natural ecosystems. *Agroforestry Systems* 45: 1999. P. 159–185.
5. Nahar, M.S., Grewal P.S., Miller S.A., Stinner D., Stinner B.R., Kleinhenz M.D., Wszelaki A., and Doohan D. Differential effects of raw and composted manure on nematode community, and its indicative value for soil microbial, physical and chemical properties// *Applied Soil Ecology* 34: 2006. P. 140–151.
6. Sohlenius B., Wasilewska L. Influence of irrigation and fertilization on the nematode community in a Swedish pine forest soil // *Journal of Applied Ecology*. 21. 1984. P. 327-342.
7. Ferris V.R., Ferris J.M., Bernard R.L. & Probst. Community structure of plant parasitic nematodes related to soil types in Illinois and Indiana soybean fields // *J. Nematol.* 3. 1971. P. 399-408.
8. Соловьева Г. А. Принципы и методы экологической фитонематологии. Петрозаводск. 1985. 159 с.
9. Кирьянова Е.С. Некоторые проблемы нематодологии растений, почвы и насекомых. Самарканд. 1969. 160 с.

10. Соловьева Г. А. Принципы и методы экологической фитонематологии, Петрозаводск. 1985. 159 с.
11. Парамонов А. А. Основы фитогельминтологии. Т.1, М.:1962. 480 с.
12. Peterson, H., and M. Luxton. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes. *Oikos* 39: 1982. P. 287–388.
13. Yeates GW, Bongers T, de Goede RGM, Freckman DW, Georgieva SS. Feeding habits in soil nematode families and genera- an outline for soil ecologists. *J. Nematol.* 25: 1993. P. 315-331.
14. Груздева Л.И., Матвеева Е., М., Коваленко Т.Е. Фауна почвенных нематод различных типов леса заповедника «Кивач». Тр. Карельского научного центра РАН вып. 10. Петрозаводск. 2006. С. 14-21.
15. Griffiths B.S. Microbial-feeding nematodes and protozoa in soil: Their effects on microbial activity and nitrogen mineralization in decomposition hotspot and the rhizosphere // *Plant and Soil*, 164, 1994. P. 25-33.
16. Freckman D.W. Bacterivorous nematodes and organic matter decomposition // *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 24, 1988. P. 195-217.
17. Ferris H., Venette R.C., Lau S.S. Dynamics of nematode communities in tomatoes grown in conventional and organic farming systems, and their impact on soil fertility // *Applied Soil Ecology*, 3, 1996. P. 161-175.
18. Griffiths B.S. Microbial-feeding nematodes and protozoa in soil: Their effects on microbial activity and nitrogen mineralization in decomposition hotspot and the rhizosphere // *Plant and Soil*, 164. 1994. P. 25-33.
19. Griffiths B.S., Ritz K., Wheatley R.E. Nematodes as indicators of enhanced microbiological activity in a Scottish organic farming system // *Soil Use and Management*, 10, 1994. P. 20-24.
20. Wasilewska L. The role of the omnivorous group of soil nematodes as ecological indicator // *Wiadomosci ecologiczne*, 20. 1974c. P. 385-390.
21. Wasilewska L. Trophic structure of nematode community in an agrocenosis and a natural habitat // *Bulletin de l'Academie Polonaise des Sciences* 23. 1975. P. 29-31.
22. Wasilewska L. The structure and function of soil nematode communities in natural ecosystems and agrocenoses // *Polish ecological Studies* 5. 1979. P. 97-145.
23. Wasilewska L. Differences in development of soil nematode communities in single - and multi-species grass experimental treatments. II *Applied Soil Ecology* 2, 1995a. P. 53-64.
24. Wasilewska L. Direction of changes in communities of soil nematodes in man-disturbed ecosystems // *Acta Zoologica Fennica* 196. 1995b. P. 271-274.
25. Wasilewska L. Maturity and diversity of nematodes versus long-term succession after stress // *Nematologica* 41. 1995c. P. 353.
27. T. The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance. based on nematode species composition // *Oecologia* 83, 1990. P. 14-19.
28. Bongers T., Korthals G. The behaviour of maturity index and plant parasite index under enriched conditions // *Nematologica* 41, 1995. P. 286.
29. Bongers T, De Goede R.G.M., Korthals G.W. & Yeates G.W. Proposed changes of c-p classification for nematodes // *Russian Journal of Nematology* 3(1), 1995. P. 61-62.
30. Ettema C. H. & Bongers T. Characterization of nematode colonization and succession in disturbed soil using the Maturity Index // *Biology and Fertility of Soils*, 16, 1993. P. 79-85.

## ТҮЙІН

Мақалада Солтүстік Қазақстанның қара топырақтарын нөлдік және минималды өңдеу кезінде топырақ нематодтарының формалық және сандық құрамы бойынша деректер келтірілген. Нематодтар формасын сипаттайтын индекатор топырақты нөлдік өңдеу кезінде нематодтардың еркін қозғалатын да, паразиттік тіршілік ететіндерінің де мекендеуіне жақсы жағдай жасалатынын көрсетті.

## SUMMARY

The faunal and quantitative composition of soil nematodes of no-till and minimum tillage in the chernozems of northern Kazakhstan are presented in the article. Indices, characterizing nematode fauna, showed that no-till are best treated for a habitat of free-living and parasitic nematodes.