

БИОЛОГИЯ ПОЧВ

УДК: 631.51.445.4.

¹Савкина Е.В., ²Нугманов Б.А., ²Тулаев Ю.В.

ПОЧВЕННЫЕ НЕМАТОДЫ КАК БИОИНДИКАТОРЫ В ЧЕРНОЗЕМАХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА ПРИ РАЗНЫХ СПОСОБАХ ОБРАБОТКИ

¹Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии имени У.У.Успанова, 050060 Алматы, проспект аль-Фараби, 75 В, Казахстан, e-mail: savkina50@list.ru

²Костанайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, 111108, Костанай, ул. Юбилейная, Казахстан

Аннотация. Биоиндикационная роль комплекса почвенных нематод, основана на их принадлежности к определенным таксонам. В статье приведен количественный и качественный анализ нематод при нулевой и минимальной обработках почвы. Показатели состояния и функций экосистемы почвы получены путем фаунистического анализа комплекса нематод. Они базируются на индексах свободноживущих и паразитических нематод.

Ключевые слова: нулевая обработка, минимальная обработка, почвенные нематоды, биоиндикация.

ВВЕДЕНИЕ

В практике почвенных исследований биологические методы индикации свойств почв применяются очень мало. Причины этого – недостаточное понимание перспективности методов биоиндикации, а также их малой изученности. Однако известно, что организмы, обитающие в почве, часто оказываются более чувствительными биоиндикаторами свойств почв по сравнению с показателями физических и химических методов. Живое органическое вещество почвы (мезо и микрофауна) активно участвует в почвообразовательном процессе и могут служить показателем его интенсивности.

Экологический метод диагностики почв, разработанный М. С. Гиляровым, основан на анализе состава животного населения почв, соотношения отдельных его компонентов, численности и экологических особенностей популяций. Эти показатели могут быть использованы как индикатор свойств почвы, ее плодородия: каждый вид заселяет те местообитания, где создаются оптимальные условия для его жизнедеятельности. Этот метод с успехом применялся и в тех случаях, когда коррелятивная связь между типом расти-

тельности и типом почвы выражена не четко и возникали затруднения в определении типа, разновидности почвы. По степени сходства почвенной фауны сравниваемых участков можно говорить об идентичности типов почв. Биоиндикация – главный метод биологического мониторинга, т. е. мониторинга биоты экосистемы.

Почва вместе с ее флорой и фауной образуют сложные экосистемы, которые изменяются в зависимости от экологических условий. Живые организмы являются мощным фактором почвообразования [1-6]. 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.

Поэтому во всем мире возрастает интерес к изучению почвенных организмов, в частности, почвенных нематод и их среды обитания как индикаторов состояния и качества почвенных экосистем [1-5]. Они являются одними из многочисленных организмов, богатых по видовому составу и составляют до 90 % от численности беспозвоночных любого биоценоза и более 10 % по биомассе [8]. Нематоды распространены повсеместно и находятся везде, где проводились исследования [8-12]. Их количество, биоразнообразие, пищевые привычки взаимосвязаны со свойствами почвы. Нематоды в почвенных экосистемах выполняют очень важные биогеоценотические функции, например, они участвуют в разложении и минерализации органического вещества, делая его доступным для растений, грибов и бактерий [13-18].

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 уделяется 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. Изучение влияния хозяйственной деятельности на структуру популяций нематод и их функции основаны на видовом, родовом разнообразии либо разнообра-

зии семейств нематод, а также обилии трофических групп [23-30].

Исследования биоиндикационной роли почвенных нематод при использовании системы нулевой обработки, известной как No-Till направлены на сохранение плодородия черноземных почв. 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 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.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования почвенных нематод в южных черноземах Костанайской области проводили с 2012 по 2014 гг. на опытных участках (пос. Заречное): пашня без обработки (нулевая обработка), пашня обработка на 10-12 см, (минимальная обработка). Пробы брали весной, летом и осенью 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 см³ при экспозиции 24 часа. Затем их фиксировали 4 % формалином. Выделение нематод проводили из каждой пробы в 3-х кратной повторности. Нематод подсчитывали под бинокулярном МБС-9. Затем готовили на предметных стеклах временные препараты по методу Кирьяновой [31], и определяли под микроскопом, пользуясь специальными определителями. По количественному и фаунистическому составу

нематод проводили по общепринятым в фитогельминтологии методикам фаунистического анализа [8].

Изучали показатели состояния и функций экосистемы, полученные путем фаунистического анализа комплекса нематод базирующиеся на ряде С-р и индексе зрелости семейств [27, 28].

Для расчета показателей зрелости, почвенные нематоды разбиты на категории 1-5 – ряда колонизаторы-сохраняющиеся; в диапазоне от экстремальных – г - до экстремальных - к-стратегов. “Колонизаторы” (С) - нематоды на нижнем конце С-р шкалы рассматриваются как благоприятные и, следовательно, указывают на наличие ресурсов; «сохраняющиеся» (р) - нематоды на верхнем конце шкалы указывают на стабильность системы, пищевой сети сложности и взаимосвязанности. Каждый таксон нематод, как правило, на уровне семейства, рода, классифицированы по одной из пяти С-р градаций:

С-р 1. Нематоды с коротким временем генерации, значительная часть тела которых занята половыми железами, которые производят много мелких яиц. Рост популяции при условии богатого питания стремительный. Нематоды являются, преимущественно бактериофагами с высокой метаболической активностью. Они устойчивы к загрязняющим веществам и продуктам разложения органического вещества. Появляется множество личиночных форм, когда микробная биомасса и активность снижается.

С-р 2. Нематоды с коротким временем генерации и относительно высокой рождаемостью, хотя и ниже, чем в С-р 1, следовательно, они медленнее реагируют на экологические изменения, чем С-р 1 нематоды. Эти нематоды встречаются во всех средах, в том числе тех, в каких ресурсы имеются в изобилии и те, в которых эти ресурсы ограничены. Они очень терпимы к загряз-

няющим веществам и другим нарушениям. Они включают бактериофагов, микофагов и некоторых хищников.

С-р 3. Нематоды с более длительным временем генерации, чем С-р 2 нематоды и большей чувствительности к нарушениям. Они включают бактериофагов, микофагов и некоторых хищников.

С-р 4. Мелкие и крупные дориллаймиды с низким отношением объема гонад к телу. Эти нематоды характеризуются длительной генерацией, проницаемостью кутикулы и высокой чувствительностью к загрязняющим веществам. Не плотоядные нематоды в этой группе относительно неподвижные, в то время как хищники, активно ищут добычу. Группа состоит больше из хищников, меньше из всеядных и некоторых бактериофагов.

С-р 5. Большие дориллаймиды с длительным жизненным циклом, низкой рождаемостью, низкой метаболической активностью и замедленным движением. Объем их гонад меньше объема тела, они производят небольшое количество крупных яиц. Они имеют проницаемую кутикулу и очень чувствительны к загрязняющим веществам и другим нарушениям. Эта группа состоит, в основном, из всеядных и хищников.

В с-р классификации в формуле МІ часто использовался уровень семейства [27, 28], так как первые попытки присвоить с-р значения на родовом уровне, оказались непростыми из-за отсутствия информации о биологии и чувствительности отдельных родов.

Расчет и использование индекса зрелости семейств

Все показатели основаны на взвешенной доле фауны нематод, которые удовлетворяют критериям индексов. Общий формула для расчета показателей МІ семейств является:

$$XI = \sum_{i=1}^f v_i n_i / \sum_{i=1}^f n_i \quad (1)$$

где XI - искомым показатель,

v_i - является значение С-р «колонизатора» - «подавляемого», присвоенное таксону i ,

n_i - это количество нематод в каждом из f таксонов, которые соответствуют критериям индекса.

MI: индекс зрелости, основанный на таксонах свободноживущих не паразитических нематод и считается характеристикой окружающей среды; низкое значения MI указывает на нарушение или обогащение среды, высокие значения MI отмечено в стабильной среде [27]. В сущности, MI - является экологическим индикатором состояния изменения экосистемы, от нарушения к последующему развитию и переходу в предыдущее состояние.

RPI: индекс для растительноядных паразитов, сопоставимый с MI, но вычисляется только для растительноядных нематод с обоснованием того, что их численность определяется состоянием их растений-хозяев, которые, в свою очередь, определяется биоразнообразием экосистемы. Следовательно, в бедные по питанию природные экосистемы, зачастую связаны с высокой долей *Tylenchidae* (С-р-2) в комплексе нематод. В них RPI, ниже, чем в богатых по питанию сельскохозяйственных экосистемах. Наблюдается обратная реакция MI к обогащению [27].

RPI/MI: Отношение RPI/MI ниже, при плохих условиях, бедных питательными веществами, чем при условиях, богатых питательными веществами. Это чувствительный индикатор богатства агроэкосистем [28].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Значительную роль в биодиагностике почв сыграли работы М.С. Гилярова [31-34]. В его работах была доказана взаимосвязь между типами

почв и беспозвоночными животными. Механический состав, содержание гумуса, pH, влажность и другие характеристики почвы влияют на комплекс почвообитающих беспозвоночных. Их качественный и количественный состав, экологические характеристики могут использоваться для диагностики и генезиса почв, для выявления результатов хозяйственной деятельности человека.

Исследования количественного состава нематод при нулевой и минимальной обработке показали предпочтение ими нулевой обработки в сравнении с минимальной (рисунок 1). Так, во все сроки наблюдений плотность нематод при нулевой обработке была в 1,6-2,9 раза выше, чем при минимальной. Причем нематоды предпочитали верхний слой почвы 0-20 см, где их плотность была в 1,2-7,4 раза выше. Это значит, что условия обитания нематод значительно улучшаются при нулевой обработке. Причинами, вероятно, являлись лучшие условия увлажнения почвы и улучшение состояния растений, основной пищевой базы нематод.

Исследования качественного состава нематод показали почти одинаковое биоразнообразие семейств нематод при разных видах обработки почвы. Исследования трех лет показали, что фаунистический состав нематод на при нулевой и минимальной обработке был представлен 16 семействами 5 отрядами. При нулевой обработке было обнаружено 16 семейств нематод, при минимальной - 15 семейств нематод (рисунок 1, таблица 1). Наибольшее фаунистическое разнообразие родов и семейств нематод наблюдалось в весенний срок наблюдений в период массового выхода личинок нематод. Различия в фаунистическом разнообразии почвенных нематод при нулевой, минимальной обработках незначительные (рисунок 1).



Рисунок 1 – Средняя за 3 года плотность и количество семейств нематод при различных способах обработки почвы

При диагностике состояния экосистемы почвы по почвенным нематодам необходимо было вычислить основные показатели сообщества нематод – индексы – MI, PPI, PPI/MI, которые указывают на стабильность экосистемы, пищевой сети, их сложность и взаимосвязанность. Для расчета показателей биодиагностики необходимо было определить и плотность нематод и качественный состав до уровня семейств (таблица 1).

Полученный в результате вычислений индекс MI своим большим значением показывает наилучшие условия обитания нематод сапробионтов и крупных всеядных, предпочитающих богатые устойчивые экосистемы. Данные по биоиндикации показали, что полученный в результате вычислений средний за 3 года индекс MI при нулевой обработке весной мало изменялся на разной глубине, он составил 1,49-1,66. Летом и осенью он уменьшался с глубиной (рисунок 2).

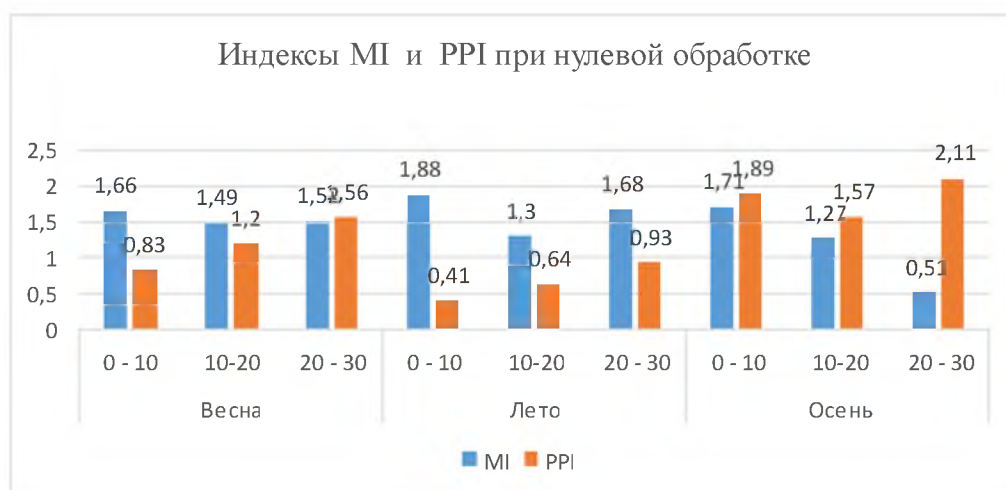


Рисунок 2 – Средний индекс зрелости MI экосистемы и индекс предпочтения паразитами PPI при нулевой обработке

Таблица 1 – Средний за 3 года процент семейств нематод в южном черноземе при различных способах обработки почвы

Семейства нематод	С-р	Весна						Лето						Осень					
		Нулевая обработка			Минимальная обработка			Нулевая обработка			Минимальная обработка			Нулевая обработка			Минимальная обработка		
		0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Rhabditidae	1	3,86	1,33	-	6,7	0,33	-	9,0	8,0	6,3	10,0	4,0	3,3	2,7	-	5,7	2,0	5,5	-
Plectidae	2	3,4	2,2	1,6	5,13	3,13	2,2	4,0	2,0	6,3	6,0	2,0	3,3	8,1	-			5,5	5,0
Cephalobidae	2	25,9	25,1	21,5	22,7	28,5	22,4	20,0	24,0	25,3	30,0	27,0	30,1	16,2	18,9	20,0	32,0	19,4	20,0
Panogrolaimidae	1	5,2	5,5	2,3	11,3	6,33	2,6	2,0	6,0	6,3	4,0	4,0	6,7	2,7	5,4	5,7	2,0	5,5	-
Aphelenchidae	2	5,56	7,3	3,5	3,36	3,93	6,73	4,0	4,0	6,3	2,0	2,0	3,3	2,7	2,7	2,9	4,0	2,8	-
Aphelenchoi-didae	2	3,5	2,6	1,0	3,9	3,5	-	2,0	-	3,1	2,0	2,0	-	2,7	-	-	2,0	2,8	-
Tylenchidae	2	5,1	4,2	3,5	4,5	4,96	6,5	6,0	8,0	-	6,0	4,0	-	2,7	2,7	14,3	12,0	-	5,0
Nothotylenchi-dae	2	2,6	5,6	1,7	5,2	4,53	6,54	10,0	8,3	2,4	7,1	11,2	-	2,7	5,4	2,8	4,0	8,3	-
Paratylenchi-dae	2	5,8	5,9	5,5	3,2	8,2	16,1	10,0	6,0	6,3	-	6,0	6,7	2,7	-	5,7	4,0	5,9	10,0
Hoplolaimidae	2	5,6	3,63	1,6	1,6	6,56	-	-	4,0	12,5	-	-	3,3	2,7	5,4	5,8	4,0	5,5	5,0
Pratylenchidae	3	3,2	4,1	4,7	0,5	3,1	4,8	-	6,0	6,3	-	4,0	10,0		5,4		2,0	8,3	10,0
Longidoridae	4	5,5	12,5	31,3	4,5	5,2	11,2	-	6,0	6,3	-	4,0	10,0	37,8	27,0	37,1	6,0	13,9	10,0
Dorylaimidae	4	12,7	10,0	12,0	13,9	11,1	9,7	14,0	10,0	6,3	17,0	14,0	13,3	8,1	10,8	-	16,0	11,1	25,0
Qadsianematidae	5	9,73	7,6	6,83	9,6	7,3	10,2	16,0	8,0	6,3	16,0	12,0	10,0	5,4	8,1	-	8,0	5,5	10,0
Alaimidae	4	2,3	2,5	3,03	3,9	3,4	1,1	3,0	-	-	-	4,0	-	2,7	2,7	-	2,0	-	-
Mononchidae	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,4	-	-	-	-
MI		1,66	1,49	1,52	1,95	1,65	1,48	1,88	1,3	1,68	1,87	1,97	1,86	1,71	1,27	0,51	1,72	1,94	1,91
PPI		0,83	1,20	1,56	0,94	0,86	1,30	0,41	0,64	0,93	0,4	0,64	0,83	1,89	1,57	2,11	0,9	1,31	1,1

А при минимальной обработке весной наблюдалась тенденция к уменьшению индекса MI с глубиной. Летом заметных различий индекса не было. При минимальной обработке к концу вегетации улучшались условия

обитания для сапробионтов и всеядных (рисунок 3). Данные показывают близкие экологические условия для свободноживущих нематод при нулевой и минимальной обработках.

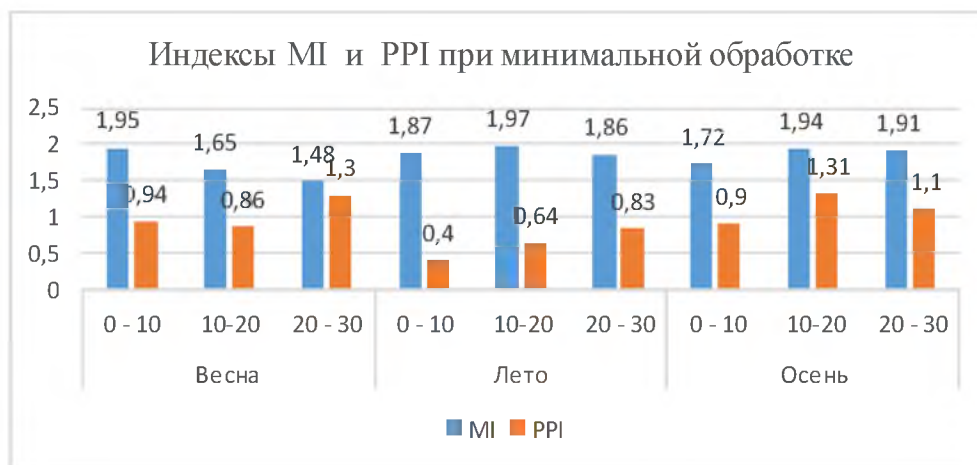


Рисунок 3 – Средний индекс зрелости MI экосистемы и индекс предпочтения паразитами PPI при минимальной обработке

Индекс PPI (в среднем за 3 года), дающий предпочтение паразитам, при нулевой обработке весной и летом был таким же, как и при минимальной, а осенью был в 1,2–2,1 раза выше, чем при минимальной (рисунок 2, 3). Индекс PPI, при нулевой и минимальной обработке повышался на глубине 10–30 см (рисунок 2, 3). Наблюдалась тен-

денция к повышению PPI при нулевой обработке в конце вегетации. Вероятно, паразитические нематоды при нулевой обработке постепенно накапливаются в течение ряда лет к концу вегетационного периода. За их численностью необходимо проводить наблюдение, чтобы выявить опасные для растений значения.

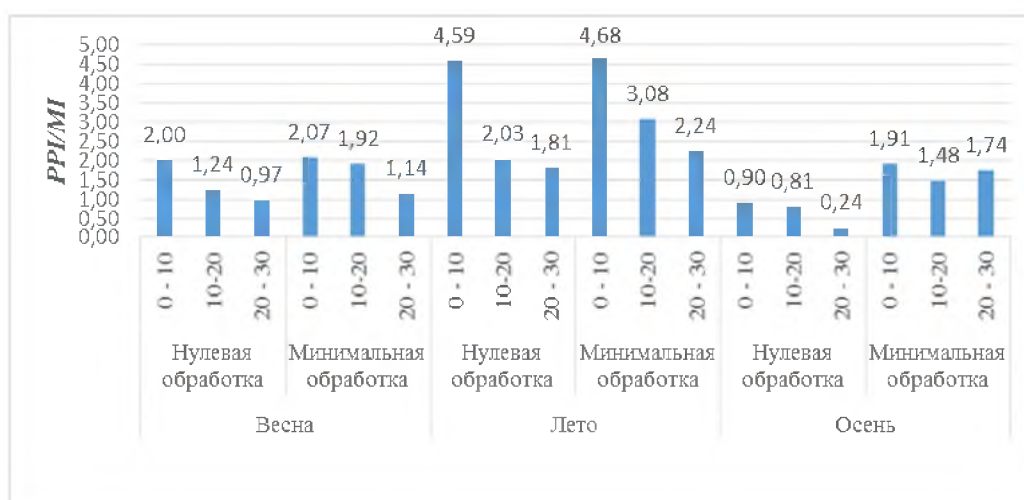


Рисунок 4 – Отношение индексов PPI/MI при нулевой и минимальной обработке почвы в течение сезона

Таким образом, общая численность всех нематод, и в особенности, паразитических, при нулевой обработке возрастает за счет улучшения кормовой базы и условий обитания.

Вычисления отношения индексов PPI/MI при нулевой и минимальной обработке почвы в течение сезона показали, что лучшие условия для жизнедеятельности нематод наблюдались при нулевой и минимальной обработках летом в верхнем слое почвы (0-20) см (рисунок 4). Значения этих параметров близкие, что показывает одинаково благоприятные состояния экосистем почвы при нулевой и минимальной обработках.

Таким образом, определение индексов зрелости их популяций показало, что при нулевой обработке сложились благоприятные условия для жизнедеятельности как полезных, участвующих в образовании гумуса нематод – сапробионтов и всеядных, так и вредящих сельскохозяйственным растениям паразитических нематод, которые постепенно накапливаются в течение ряда лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фаунистический состав нематод при нулевой и минимальной обработке был представлен 16 семействами 5 отрядами. При нулевой обработке было обнаружено 16 семейств нематод, при минимальной – 15. Наибольшее фаунистическое разнообразие родов и семейств нематод наблюдалось в весенний срок наблюдений в период массового выхода личинок нематод. Различия в фаунистическом разнообразии почвенных нематод при нулевой, минимальной обработках незначительные.

Так, во все сроки наблюдений плотность нематод при нулевой обработке была в 1,6–2,9 раза выше, чем при минимальной. Причем нематоды предпочитали верхний слой почвы 0-20 см. Это значит, что условия обитания нематод значительно улучшаются при

нулевой обработке. Причинами, вероятно, являлись лучшие условия увлажнения почвы и улучшение состояния растений, основной пищевой базы нематод.

Индекс MI , показывающий лучшие условия для свободноживущих нематод, при нулевой обработке весной мало изменялся на разной глубине, он составил 1,49 - 1,66. Летом и осенью он уменьшался с глубиной. А при минимальной обработке весной наблюдалась тенденция к уменьшению индекса MI с глубиной. Летом заметных различий индекса не было. Данные показывают близкие экологические условия для свободноживущих нематод при нулевой и минимальной обработках.

Индекс PPI , дающий предпочтение паразитам, при нулевой обработке весной и летом был таким же, как и при минимальной, а осенью был в 1,2–2,1 раза выше, чем при минимальной обработке. Индекс PPI , при нулевой и минимальной обработке повышался на глубине 10-30 см. Наблюдалась тенденция к повышению PPI при нулевой обработке. Вероятно, паразитические нематоды при нулевой обработке постепенно накапливаются в течение ряда лет к концу вегетационного периода. За их численностью необходимо проводить наблюдение, чтобы выявить опасные для растений значения.

Вычисления отношений индексов PPI/MI при нулевой и минимальной обработке почвы в течение сезона показали, что лучшие условия для жизнедеятельности нематод наблюдались при нулевой и минимальной обработках летом в верхнем слое почвы (0-20) см. Значения этих параметров близкие, что показывает благоприятные состояния экосистем почвы при нулевой и минимальной обработках.

Таким образом, определение индексов зрелости популяций нематод показало, что при нулевой и минимальной обработках сложились благо-

приятные условия для жизнедеятельности как полезных, участвующих в образовании гумуса нематод – сапробионтов и всеядных, так и вредных сельскохозяйственным растениям паразитических нематод, которые постепенно накапливаются в течение ряда лет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Кривошук 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. - 1989 a. - 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., P.S. Grewal, S.A. Miller, D. Stinner, B.R. Stinner, M.D. Kleinhenz, A. Wszelaki, and D. Doohan. 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. - М., 1962. - Т. I. - 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 ekologiczne*, 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 // *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 Bongers 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 Рогожин Е.А. Вредоносность нематоды *Longidorus lewptocerphalus* на ягодных культурах в условиях вегетационного опыта // *Вестник Днепропетровского университета. Биология. Экология*. - 2012. - Вып. 21, Т. 2. - С. 25-32.

31 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.

32 Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. - М.: Наука, 1965. - 276 с.

33 Гиляров М.С., Криволуцкий Д.А. Жизнь в почве. - Изд-во "Молодая гвардия", 1985. - 192 с.

34 Гиляров М.С. Индикационное значение почвенных животных при работах по почвоведению, геоботанике и охране среды // В сб. Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. - Москва: Изд-во «Наука», 1976. - С. 9-17.

REFERENCES

1 Krivolutsky D. A., Pochvennaya fauna v ekologicheskom kontrole. - М.: Nauka, 1994. - 270 s.

2 Wasilewska L. The role of nematodes in agroecosystems // *Zeszyty problemowe Postepow Nauk rolniczych*. - 358. - 1989 a. - 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., P.S. Grewal, S.A. Miller, D. Stinner, B.R. Stinner, M.D. Kleinhenz, A. Wszelaki, and D. Doohan. 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 Solovyeva G. A. Printsipy i metody ekologicheskoy fitonematologii. - Petrozavodsk, 1985. - 159 s.

9 Kiryanova Ye.S. Nekotorye problemy nematodologii rasteny, pochvy i nasekomykh. - Samarkand, 1969. - 160 s.

10 Solovyeva G. A. Printsipy i metody ekologicheskoy fitonematologii. - Petrozavodsk, 1985. - 159 s.

11 Paramonov A. A. Osnovy fitogelmintologii. - M., 1962. - T. I. - 480 s.

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 Gruzdeva L.I., Matveyeva Ye., M., Kovalenko T.E. Fauna pochvennykh nematod razlichnykh tipov lesa zapovednika «Kivach» // Tr. Karelskogo nauchnogo tsentra RAN vyp. 10. - Petrozavodsk, 2006. - C. 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 ekologiczne, 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 // 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 Bongers 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 Rogozhin Ye.A. Vredonosnost nematody Longidorus lewptcephalus na yagodnykh kulturakh v usloviyakh vegetatsionnogo opyta // Vestnik Dnepropetrovskogo universiteta. Biologiya. Ekologiya. – 2012. – Vyp. 21, T. 2. - S. 25-32.
- 31 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.
- 32 Gilyarov M.S. Zoologichesky metod diagnostiki pochv. – M.: Nauka, 1965. – 276 s.
- 33 Gilyarov M.S., Krivolutsky D.A. Zhizn v pochve. – Izd-vo "Molodaya gvardiya", 1985. - 192 s.
- 34 Gilyarov M.S. Indikatsionnoye znachenie pochvennykh zhivotnykh pri rabotakh po pochvovedeniyu, geobotanike i okhrane sredy // V sb. Problemy i metody biologicheskoy diagnostiki i indikatsii pochv. – Moskva: Izd-vo «Nauka», 1976. – S. 9-17.

ТУЙІН

¹Савкина Е.В., ²Нугманов Б.А., ²Тулаев Ю.В.

ӘРТҮРЛІ ТОПЫРАҚ ӨҢДЕУ ӘДІСТЕРІНДЕ СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ҚАРА ТОПЫРАҚТАРЫНДА ТОПЫРАҚ НЕМАТОДТАРЫ БИОИНДИКАТОР РЕТІНДЕ

¹Ө.О. Оспанов атындағы Қазақ топырақтану және агрохимия ҒЗИ, 050060,
Алматы, әл-Фараби даңғ., 75в, Қазақстан e-mail: savkina50@list.ru

²Қостанай ауыл шаруашылығы ҒЗИ, 111108, Қостанай, Юбилейная көш.,
Қазақстан

Топырақ нематодтары кешенінің биоиндикациялық рөлі олардың белгілі бір таксондарға қатыстылығына негізделген. Мақалада топырақты нөлдік өңдеу мен минималды өңдеу кезіндегі нематодтарды сандық және сапалық талдау келтірілген. Топырақтың экожүйелік қызметтері мен жағдайларының көрсеткіштері нематод кешенін фауналық талдау жолымен алынды. Олар еркін өмір сүруші және паразиттік нематодтардың индекстерінде негізделеді.

Түйінді сөздер: нөлдік өңдеу, минамалды өңдеу, топырақ нематодтары, биоиндикация.

SUMMARY

¹Savkina E. V., ²Nugmanov B.A., ²Tulaev Y.V.

SOIL NEMATODES AS BIOINDICATORS IN THE CHERNOZEMS OF THE NORTHERN KAZAKHSTAN UNDER DIFFERENT METHODS OF TREATMENT

¹*Kazakh Research Institute of Soil Science and Agrochemistry after U.U. Usmanov, 050060, Almaty, 75 V, al-Farabi avenue, Kazakhstan, e-mail: savkina50@list.ru*

²*Kostanay Agricultural Research Institute, 111108, Kostanay, st. Yubeleynaya, Kazakhstan*

The bioindicative role of the soil nematodes based on their belonging to certain taxa. The article presents quantitative and qualitative analysis of soil nematodes complex under zero and minimum soil treatment. The indicators of condition and functions of the soil ecosystem, obtained by analysis of the complex of nematodes. It based on indices of free-living and parasitic nematodes.

Key words: zero tillage, minimum tillage, soil nematodes, bioindication.