

К ФАУНЕ ПОЧВЕННЫХ НЕМАТОД ЦЕЛИННЫХ И АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ СУХОСТЕПНЫХ ЛАНДШАФТОВ ДОЛИНЫ МАНЫЧА

В.Ю. Шматко, Л.П. Ильина

Аннотация. Проведено сравнение видового разнообразия и экологии почвенных нематод на целинных и антропогенно нарушенных сухостепных ландшафтах долины Маныча. Установлено эколого-фаунистическое сходство сообществ почвенных нематод для сухостепных почв, близких по протекающим в них почвообразовательным процессам. Выявлено, что на численность и видовое разнообразие почвенных нематод оказывает влияние время отбора почвенных образцов, а также состояние почвенного и растительного покровов, при этом особенности структуры фауны определяются высоким показателем обилия, большим видовым разнообразием, а также характером встречаемости и доминирования отдельных видов.

Ключевые слова: почвенные нематоды, биоразнообразие, эколого-трофическая структура сообществ, сухостепные ландшафты, пастбищная нагрузка.

Исследования видового разнообразия и экологии почвенных нематод проводили в весенний, летний и осенний периоды 2017 г. на двух ключевых участках в охранной зоне заповедника «Ростовский», на базе Научно-экспедиционного стационара «Маныч» Южного научного центра РАН. Участки заложены по трансекте, которая включала северную часть склона водораздела между озерами Маныч-Гудило и Грузское.

I – целинный участок, находится на огороженной изгородью территории Ассоциации «Живая природа степи», представлен умеренно сухой степью с типчаково-ковыльной растительностью, с доминированием дерновинных злаков – ковыль Лессинга (*Stipa lessingiana* Trin. et Rupr.), ковыль украинский (*S. ucrainica* P. Smirn.), ковыль волосовидный (*S. capillata* L.), овсяница валлиская (*Festuca valesiaca* Gaudin.); содоминантами являются житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum* Bieb. Beauv.) и житняк пустынный (*Agropyron desertorum* Schult), тонконог гребенчатый (*Koeleria cristata* L.), а также виды ксерофильного разнотравья – тысячелистник тонколистный (*Achillea leptophylla* Bieb.), шалфей сухостепной (*Salvia uliginosa* Benth.) и др. Преобладающий тип почв – каштановые солонцеватые.

II – антропогенно нарушенный участок сухой степи, житняково-ковыльковая растительность с примесью разнотравья, доминирующие виды –

житняк гребневидный (*Agropyron pectinatum* Bieb. Beauv.), житняк пустынный (*Agropyron desertorum* Schult.), тонконог гребенчатый (*Koeleria cristata* L.), полынок *Artemisia austriaca*; из разнотравья часто встречаются ромашник (*Tanacetum achilleifolium*), грудница *Galatella villosa*, кермек *Limonium sareptanum*, прутняк (*Kochia prostrate* L.), тысячелистник обыкновенный (*Achillaea millefolium*), клевер пашенный (*Trifolium arvense*), девясил германский (*Inula germanica* L.) и др. Почвы – каштановые солонцеватые.

Отбор почвенных проб выполнялся стандартными методами из пахотного горизонта [Кауричев, 1980]. Каштановые солонцеватые почвы характеризуются невысоким содержанием гумуса (не более 2,8 %), по гранулометрическому составу верхние горизонты среднесуглинистые, а нижележащие тяжелосуглинистые, с поверхности слабозасолены и имеют щелочную рН среды (7,3–7,6).

Для засоленных почв в верхнем горизонте выявлено невысокое содержание солей, тогда как в средней части профиля наблюдается один или несколько ясно выраженных максимумов, что свидетельствует о рассолении верхней части профиля и накоплении легкорастворимых солей на некоторой глубине вследствие формирования иллювиального горизонта. Этот тип засоления характерен для каштановых солонцеватых, лугово-каштановых солонцеватых, светло-каштановых солонцеватых и солонцов каштановых. Все они засолены – сухой остаток в верхних горизонтах не превышает 1 %, а в солонцовых горизонтах составляет 1,27–2,20 %. В верхних горизонтах эти почвы, как правило, имеют щелочную среду почвенного раствора (рН 7,2–7,8), в солонцовых – щелочную (рН 8,0–8,5) и сильнощелочную (рН 9,0). По степени засоления верхние почвенные горизонты незасоленные или слабозасоленные, иллювиальные (горизонты накопления солей) – сильнозасоленные [Ильина, 2010; Ильина и др., 2014].

Для экстракции нематод из почвы использовали метод промывки почвы через мельничный газ (модифицированный метод Флегга) [Кириянова, Краль, 1969]. Фиксировали выделенных нематод горячим 10 %-ным раствором формалина. Изучение нематод проводили в подготовленных постоянных препаратах под микроскопом «ЛОМО Микмед-2».

Для оценки постоянства видового состава фауны нематод рассчитывали коэффициент постоянства (отношение в % числа проб, в которых данный вид обнаружен, к общему числу анализируемых проб). Соответственно по четырем градациям этого коэффициента виды, составляющие фауну, подразделяются на акцидентов (25 % проб), акцессоров (25–50 %), констант (50–75 %) и эуконстант (75–100 %). Доля участия каждого вида в составе фауны также выражается как отношение (в %) числа особей данного вида к общему числу нематод. По этому признаку нематоды объединяются в пять групп:

эудоминанты (10 % и выше от всех обнаруженных особей), доминанты (5,1–10,0 %), субдоминанты (2,1–5,0 %), рецеденты (1,1–2,0 %) и субрециденты (ниже 1,1 %) [Соловьева, 1986].

Выявленные виды нематод разделяли по трофическому предпочтению, используя классификацию Wasilewska [1971] и Yeates et al. [1993]. Всего было выявлено 5 эколого-трофических групп нематод: нематоды, питающиеся исключительно соками растений (паразиты растений); питающиеся бактериями; питающиеся бактериями, протистами, мицелием грибов и разлагающейся органикой (всеядные); имеющие вооруженную стому и нападающие на мелких нематод, олигохет и прочих мелких беспозвоночных (хищники); питающиеся мицелием грибов.

В результате выполненных исследований двух ключевых участков в течение вегетационного периода (весна – лето – осень) выявлено 97 видов почвенных нематод, которые представлены 72 родами из 30 семейств и 8 отрядов, точная видовая принадлежность дана для 33 видов.

Количественные различия между антропогенно трансформированными и целинными участками значительны и отражают коренные преобразования фауны под действием пастбищной нагрузки. На целинном участке численность нематод в 2 раза больше, чем на антропогенно нарушенном. Весной и летом показатели численности нематод однонаправленны, но указывают на неодинаковую скорость изменений этого показателя в зависимости от состояния участка. Осенью численность нематод в почве более равномерна.

Полученные данные по участию почвенных нематод в структуре фауны исследованных участков в течение вегетационного периода представлены в таблице 1.

При распределении обнаруженных видов нематод по отрядам выявлено, что для обоих участков в течение всего вегетационного периода типичны три отряда, расположенные по убыванию в них количества видов: Dorylaimida (DO), Tylenchida (TY), Rhabditida (RH). В отрядах Aphelenchida (AP), Alaimida (AL), Araeolaimida (AR), Enoplida (EN) численность видов варьируется незначительно и они встречаются единично. Весной этот показатель по отряду DO в почве нарушенных участков несколько больше, чем в почве целинных участков, а в отрядах TY и RH – меньше. Летом количество видов в отрядах DO и RH не изменяется, а в отряде TY число видов в почве нарушенных участков больше, чем в почве целинных. Осенью количественный показатель видов в отрядах DO и RH в почве нарушенных участков несколько больше, чем в целинных, а в отряде TY, напротив, меньше (табл. 2).

Таблица 1

Данные по участию почвенных нематод в структуре фауны исследованных участков в течение вегетационного периода

Таксон	Встречаемость						Доминирование					
	Весна		Лето		Осень		Весна		Лето		Осень	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Acrobelus</i> sp.	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	Д	ЭД	СД	СД	СД	Д
<i>Acrobeloides</i> sp.	К	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	Р	СД	СД	СД	СР	Р
<i>Alaimus robustus</i>	АК	АК	-	-	-	АК	СР	СР	-	-	-	СР
<i>Alaimus</i> sp.	АК	АК	А	АК	А	А	СР	СР	СР	СР	СР	СР
<i>Allodorylaimus</i> sp.	АК	АК	А	-	-	-	СР	СР	СР	-	-	-
<i>Amphidelus</i> sp.	-	АК	-	-	-	АК	-	СР	-	-	СР	-
<i>Amplimerlinius longicauda</i>	АК	-	-	-	-	-	СР	-	-	-	-	-
<i>Amplimerlinius</i> sp.	А	К	А	К	ЭК	ЭК	СР	Р	СР	Р	ЭД	Д
<i>Anaplectus</i> sp.	АК	-	А	АК	АК	АК	СР	-	СР	СР	СР	СР
<i>Aphelenchoides</i> sp.	А	К	К	АК	АК	А	СР	Р	СР	СР	СР	СР
<i>Aphelenchus avenae</i>	ЭК	ЭК	К	А	ЭК	К	СД	СД	СР	СР	Р	Р
<i>Aporcelaimellus</i> sp.	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭД	ЭД	ЭД	ЭД	Д	ЭД
<i>Aporcelaimus bestiaris</i>	-	АК	-	-	-	-	-	СР	-	-	-	-
<i>Aporcelaimus</i> sp.	-	-	-	АК	АК	-	-	-	-	СР	СР	-
<i>Sephalenchus</i> sp.	-	АК	-	-	АК	-	-	СР	-	-	СР	-
<i>Cephalobus</i> sp.	АК	К	АК	А	К	АК	СР	СР	СР	СР	СР	СР
<i>Cervidelus</i> sp.	-	-	-	АК	-	-	-	-	-	СР	-	-
<i>Chiloplacus</i> sp.	-	-	-	-	-	АК	-	-	-	-	-	СР

<i>Clarkus papillatus</i>	-	-	АК	АК	А	АК	-	-	СР	СР	СР	СР
<i>Coslenchus areolatus</i>	А	-	-	-	-	-	СД	-	-	-	-	-
<i>Coslenchus costatus</i>	-	-	А	АК	-	-	-	-	СР	СР	-	-
<i>Coslenchus sp.</i>	К	ЭК	А	К	ЭК	ЭК	Р	Д	СР	СР	Р	Р
<i>Discolaimoides sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СР
<i>Discolaimus major</i>	АК	А	ЭК	АК	АК	АК	СР	СР	СД	СР	СР	СР
<i>Ditylenchus sp.</i>	АК	-	-	АК	-	-	СР	-	-	СР	-	-
<i>Dorylaimellus sp.</i>	-	АК	ЭК	А	ЭК	ЭК	-	СР	СД	СР	Д	СД
<i>Dorylaimus sp.</i>	А	АК	-	АК	-	-	СР	СР	-	СР	-	-
<i>Ecumenicus monohystera</i>	-	АК	ЭК	ЭК	АК	А	-	СР	СД	СД	СР	Р
<i>Enchodelus sp.</i>	А	АК	-	АК	А	АК	СД	Р	-	СР	СР	СР
<i>Epidorylaimus sp.</i>	-	АК	-	-	-	-	-	СР	-	-	-	-
<i>Ereptonema sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	СР
<i>Eucephalobus sp.</i>	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	К	ЭК	СД	СД	СД	Р	Р	Р
<i>Eudorylaimus acuticauda</i>	-	-	-	-	АК	-	-	-	-	-	СР	-
<i>Eudorylaimus pussulosus</i>	-	-	АК	АК	-	-	-	-	СР	СР	-	-
<i>Eudorylaimus sp.</i>	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	Д
<i>Filenchus sp.</i>	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	СД	СД	Д	СД	СД	СД
<i>Geocenamus sp.</i>	-	-	-	-	АК	-	-	-	-	-	СР	-
<i>Helicotylenchus sp.</i>	ЭК	К	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	ЭК	СД	СД	ЭК	Д	Д
<i>Heterocephalobellus magnificus</i>	А	-	АК	А	А	-	СР	-	СР	СР	СР	-
<i>Heterocephalobus sp.</i>	АК	-	АК	-	-	АК	СР	-	СР	СР	-	СР
<i>Heterodorus sp.</i>	-	АК	АК	АК	-	-	-	СР	СР	СР	-	СР

Продолжение таблицы I

Таксон	Встречаемость						Доминирование					
	Весна		Лето		Осень		Весна		Лето		Осень	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Kirjanovae discoideus</i>	AK	A	-	-	A	A	CP	P	-	-	CP	CP
<i>Lelenchus</i> sp.	-	AK	-	AK	-	-	-	P	-	CP	-	-
<i>Longidorella arenicola</i>	-	-	AK	-	-	-	-	-	CP	-	-	-
<i>Longidorella longicaudata</i>	-	-	AK	-	-	-	-	-	CP	-	-	-
<i>Longidorella microdorus</i>	-	-	AK	-	-	-	-	-	CP	-	-	-
<i>Longidorella murithi</i>	-	-	-	-	-	AK	-	-	-	-	-	CP
<i>Longidorella obtusicaudata</i>	AK	-	AK	AK	AK	AK	CP	-	CP	CP	CP	CP
<i>Longidorella okhlaensis</i>	AK	AK	-	-	-	-	CP	CP	-	-	-	-
<i>Longidorella parva</i>	-	AK	-	-	-	-	-	CP	-	-	-	-
<i>Longidorella</i> sp.	ЭК	К	К	AK	A	AK	СД	CP	CP	CP	CP	CP
<i>Longidorus</i> sp.	-	-	-	-	-	AK	-	-	-	-	-	CP
<i>Merlinius</i> sp.	-	-	ЭК	ЭК	AK	A	-	-	СД	Д	CP	СД
<i>Mesocriconema</i> sp.	К	A	AK	A	ЭК	A	P	CP	CP	CP	СД	CP
<i>Mesodorylaimus</i> sp.	-	-	AK	AK	-	AK	-	-	CP	CP	-	CP
<i>Metacrobeles</i> sp.	AK	-	-	-	-	-	CP	-	-	-	-	-
<i>Microdorylaimus</i> sp.	AK	AK	A	A	A	ЭК	CP	CP	CP	P	P	СД
<i>Nygolaimus captivitatis</i>	AK	-	-	-	-	-	P	-	-	-	-	-
<i>Nygolaimus captivitatus</i>	-	-	К	К	ЭК	ЭК	-	-	P	СД	СД	СД
<i>Nygolaimus paratenis</i>	-	-	ЭК	ЭК	К	К	-	-	ЭД	ЭД	CP	P
<i>Nygolaimus</i> sp.	ЭК	ЭК	AK	A	К	ЭК	СД	СД	CP	CP	P	СД

Окончание таблицы 1

Таксон	Встречаемость						Доминирование					
	Весна		Лето		Осень		Весна		Лето		Осень	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
<i>Stegelleta</i> sp.	AK	AK	-	-	-	AK	CP	CP	-	-	-	CP
<i>Stegelletina</i> sp.	-	-	-	-	-	AK	-	-	-	-	-	CP
<i>Tobrilia</i> sp.	A	-	K	-	-	AK	CP	-	CP	-	-	CP
<i>Tobrillus</i> sp.	-	-	-	-	-	A	-	-	-	-	-	CP
<i>Tripylina</i> sp.	-	AK	-	-	-	-	-	CP	-	-	-	-
<i>Tylencholaimellus montanus</i>	-	-	A	AK	K	ЭК	-	-	P	CP	P	P
<i>Tylenchorhynchus</i> sp.	A	A	AK	-	AK	AK	CP	P	CP	-	CP	CP
<i>Tylenchus elegans</i>	-	-	-	-	-	K	-	-	-	-	Д	-
<i>Tylenchus</i> sp.	ЭК	ЭК	ЭК	K	ЭК	ЭК	Д	Д	Д	P	Д	Д
<i>Xiphinema</i> sp.	AK	A	K	K	K	A	P	CP	CP	CP	CP	CP
<i>Xiphinema</i> sp. 2	AK	AK	-	A	AK	A	CP	CP	-	P	CP	CP
<i>Xiphinema</i> sp. 3	-	-	AK	AK	-	-	-	-	CP	CP	-	-

Примечание: здесь и в таблице 3 приведены группы нематод по встречаемости (AK – акцидент, A – акцессор, K – константа, ЭК – эукоптанга) и по доминированию (ЭД – эудоминанта, Д – доминанта, СД – субдоминанта, P – рецедент, CP – субрецидент). Прочерк «-» обозначает отсутствие вида. Здесь и в таблицах 2, 3. I – целинный участок, II – антропогенно нарушенный участок.

Таблица 2. Видовое разнообразие отрядов почвенных нематод целинных и антропогенно нарушенных участков

Отряд	Весна		Лето		Осень	
	I	II	I	II	I	II
Dorylaimida	16	20	26	26	20	26
Tylenchida	12	11	11	14	14	12
Rhabditida	10	8	7	7	6	10
Aphelenchida	4	3	3	2	3	3
Alaimida	2	3	1	1	2	2
Enoplida	2	2	2	1	2	5
Araeolaimida	1	1	2	2	1	2
Mononchida	0	0	1	2	1	1

По частоте встречаемости в почве изученных ключевых участков все обнаруженные виды подразделяются на 4 группы. Особенности структуры фауны этих участков в зависимости от частоты встречаемости каждого вида сводятся к следующему. Число наиболее часто обнаруживаемых видов-эуконалит на целинных участках весной и летом имеет средние значения, но превосходит показатели, отмеченные для участков, на которых проводится выпас скота, за счет эколого-трофических групп почвенных нематод – паразитов растений, всеядных и хищников. Осенью наблюдается наивысший показатель частоты встречаемости в почвах нарушенных участков – 17 видов (в почве целинных участков этот показатель составляет 13 видов). Число констант в среднем в 2 раза меньше, чем эуконалит; константы представлены минимальным количеством видов. Группа акцессоров имеет средние показатели. Группа акцидентов самая многочисленная: практически в каждом из вариантов наших наблюдений их примерно в 1,4–2,3 раза больше, чем сумма констант и акцессоров (табл. 1, 3).

В значительной степени структура фауны почвенных нематод определяется группой видов, состоящей из эуконалит и констант. Всего таких видов 34; из них в состав отряда DO входят 47 %, TY – 29 %, RH – 12 %, AP – 6 %, EN – 6 %. Представителей отрядов AL и MO нет среди эуконалит и констант в почвах исследуемых участков.

Группирование видов нематод по характеру доминирования отражает еще одну сторону своеобразия структуры фауны этих организмов на исследуемых участках. Оказалось, что количество видов эудоминант и доминант малочисленно: эудоминант весной и летом – 3 вида, осенью их количество сокращается до 1–2 видов; количество доминант весной и летом составляет 2–3 вида, а осенью увеличивается за счет таких эколого-трофических групп, как паразиты растений и всеядные (табл. 1, 3). Связано это с сукцессионными

процессами в растительном покрове в осенний период, а также с климатическими условиями.

Таблица 3. Количественное распределение видов нематод в почвах ключевых участков по группам встречаемости и доминирования

Группы нематод	Весна		Лето		Осень	
	I	II	I	II	I	II
Встречаемость						
ЭК	13	11	14	10	13	17
К	3	6	7	11	8	5
А	8	5	13	9	7	10
АК	23	26	19	25	21	29
Всего	47	48	53	55	49	61
Доминирование						
ЭД	3	3	3	3	2	1
Д	2	2	3	2	5	7
СД	10	7	8	7	5	7
Р	5	7	5	6	6	7
СР	27	29	34	37	31	39
Всего	47	48	53	55	49	61

В результате проведенных исследований установлено эколого-фаунистическое сходство сообществ почвенных нематод для сухостепных почв, близких по протекающим в них почвообразовательным процессам (каштановые солонцеватые целинные и антропогенно нарушенные). Выявлено, что на численность и видовое разнообразие почвенных нематод оказывает время отбора почвенных образцов (сезон), а также пастбищная нагрузка, при этом особенности структуры фауны определяются высоким показателем обилия, большим видовым разнообразием, а также характером встречаемости и доминирования отдельных видов. На изученных участках формируются сообщества с преобладанием представителей отрядов Dorylaimida, Tylenchida, Rhabditida, в составе которых значительна доля участия всеядных и фитопаразитических видов. Следует отметить, что для сухостепных и степных биотопов данное распределение отрядов почвенных нематод является обычным [Шматко, 2013; Шматко, Ильина, 2017].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Ильина Л.П. Особенности формирования и свойства почв заповедника «Ростовский» // Мониторинг природных экосистем долины Маныча: труды ФГУ «Государственный природный заповедник «Ростовский». Вып. 4. Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ ЮФУ, 2010. С. 5–15.

Ильина Л.П., Ковда И.В., Невидомская Д.Г., Сушко К.С., Моргун Е.Г. Особенности формирования, состав и свойства сухостепных солонцевато-слитых почвенных комплексов долины Маныча // Вестник Южного научного центра. 2014. Т. 10. № 4. С. 61–72.

Кауричев И.С. Практикум по почвоведению. М.: Колос, 1980. 280 с.

Кирьянова Е.С., Краль Э.Л. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними. Т. 1. Л.: Наука, 1969. 447 с.

Соловьева Г.И. Экология почвенных нематод. Л.: Наука, 1986. 247 с.

Шматко В.Ю., Ильина Л.П. Особенности эколого-фаунистического комплекса почвенных нематод сухостепных ландшафтов долины Маныча // Аридные экосистемы. 2017. Т. 23. № 3 (72). С. 75–87.

Шматко В.Ю. Сравнение фаунистических комплексов нематод различных ландшафтов Государственного биосферного заповедника «Ростовский» // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2013. № 1 (173). С. 60–63.

Yeates G.W., Bongers T., De Goede R.G.M., Freckman D.W., Georgieva S.S. Feeding habits in soil nematode families and genera – An outline for soil ecologists // Journal of Nematology. Vol. 25. 1993. P. 315–331.

Wasilewska L. Trophic classification of soil and plant nematodes // Wiadomosci ekologiczne. 1971. Vol. 17. P. 379–388.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шматко Владимир Юрьевич – м. н. с. ЮНЦ РАН, antijus@gmail.com

Ильина Людмила Павловна – канд. с.-х. наук, в. н. с. ЮНЦ РАН, iljina@ssc-ras.ru