

**БИОИНДИКАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОЧВОБИТАЮЩИХ  
НЕМАТОД В ПРИБРЕЖНЫХ ЦЕНОЗАХ ЮЖНОЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА АМУРА ДАЛЬНОГО  
ВОСТОКА РОССИИ**

T.V. Volkova, I.P. Kazachenko

**BIOINDICATION PROPERTIES OF SOIL NEMATODES IN COASTAL CENOSIS OF THE SOUTHERN  
PART OF THE AMUR BASIN OF THE FAR EAST OF RUSSIA**

**Волкова Т.В.** – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. паразитологии Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г. Владивосток. E-mail: volkova@ibss.dvo.ru

**Казаченко И.П.** – науч. сотр. лаб. паразитологии Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, г. Владивосток. E-mail: volkova@ibss.dvo.ru

**Volkova T.V.** – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Lab. of Parasitology, Federal Research Center of Biodiversity of Land Biota, East Asia, FEB RAS, Vladivostok. E-mail: volkova@ibss.dvo.ru

**Kazachenko I.P.** – Staff Scientist, Lab. of Parasitology, Federal Research Center of Biodiversity of Land Biota of East Asia FEB RAS, Vladivostok. E-mail: volkova@ibss.dvo.ru

На юге Дальнего Востока России попытки оценки качества воды по состоянию нематодных сообществ были предприняты в бассейнах Нижнего и Среднего Амура. Материалом для исследований послужили сборы почвенных нематод в прибрежных биоценозах южной части бассейна Амура. Для характеристики биоразнообразия были применены индекс трофического разнообразия (Т), индекс зрелости (М), отражающий стабильность нематодного сообщества по шкале Бонгера с-р от 1 до 5, индекс разнообразия Шеннона (Н'), считающийся одним из основных в надежности и удобстве для практического применения. Впервые исследована фауна почвенных нематод прибрежных ценозов 11 участков на территории южной части бассейна Амура. Выявлены представители 47 родов нематод, где доминирующими являются нематоды семейств *Criconematidae*, *Dorylaimidae*, *Longidoridae* – 69 % от общей численности нематод. По типу питания преобладают фитофаги. Превышение ПДК для железа, марганца, кадмия, кобальта и никеля в пробах не отмечено, а превышения ПДК содержания свинца, меди и цинка небольшие, поэтому нельзя сказать о каком-либо влиянии на группы нематод. Индекс Шеннона (Н') принимает значения от 1,0 до 1,5 в пяти точках, от 1,6

до 2,0 – в 4 точках, свыше 2,0 – в двух точках. Сообразно этому прибрежные участки вдоль руч. Тигровый, Лучегорского вдхр, Ильинских озер, р. Комиссаровка ниже с. Дворянка, р. Кабарга должны считаться грязными, прибрежные почвы р. Медведка, родника «Тигр», р. Букин, р. Комиссаровка около с. Ильинка – средне- и слабозагрязненными. Показатели химического загрязнения это в целом подтверждают. Основным фактором загрязнения прибрежных участков рек является автотранспорт, так как пробы были отобраны недалеко от дорог. Самые чистые берега, по результатам химического анализа и из значений индекса Шеннона, отмечен возле рек Хор и Комиссаровка (5 км выше от трассы).

**Ключевые слова:** почвенные нематоды, биоиндикация, индексы разнообразия, тяжелые металлы.

In the south of the Far East of Russia the attempts to assess the quality of water with the help of nematode communities have been undertaken only in recent years in the basins of the lower and middle Amur in the basins of Lower and Central Amur. The material for researches was collecting soil nematodes in coastal biocenoses of the southern part of the Amur basin. Trophic Diversity Index (Т); Maturity Index (М), reflecting the stability of the

*nematode community on scale Bongers s-r 1 to 5; Shannon's Diversity Index ( $H'$ ) considered to be one of the main in reliability and convenience to practical use were applied to the characteristic of biodiversity. The fauna of soil nematodes of coastal cenose of 11 sites in the territory of the southern part of the basin of Amur has been studied for the first time. The representatives of 47 genera of nematodes were identified from different trophic groups of nematodes of dominant families Criconematidae, Dorylaimidae, Longidoridae – 69 % of the total number of dominating nematodes. Phytofagous was dominated by the type of power. The excess of maximum concentration limit for iron, manganese, cadmium, cobalt and nickel in the tests was noted, and the excess of maximum concentration limit of the content of lead, copper and zinc was small therefore it was impossible to speak about any influence on the groups of nematodes. Shannon's Diversity Index ( $H'$ ) accepted the values from 1.0 to 1.5 in five points, from 1.6 to 2.0 – in 4 points, over 2.0 – in two points. Consistent with this, the coastal areas along the brook Tigrov, Luchegorsk Reservoir, Ilyinsk lakes, the river Komissarovka below the village of Dvoryanka, the river Kabarga have to be considered dirty; coastal soils of the rivers Medvedka, spring "Tiger", rivers Bikin and Komissarovka around with Ilyinka – medium and only mildly. The indicators of chemical pollution in general confirm it. A major factor of pollution of coastal sites of the rivers was motor transport as the tests were selected near the roads. The purest coast, by the results of chemical analysis and from the values of Shannon's Index, was noted near the rivers Chor and Komissarovka (5 km higher from the route).*

**Keywords:** soil nematodes, bioindication, diversity indices, heavy metals.

**Введение.** Дальний Восток России располагает значительным фондом пресноводных водоемов, большинство которых используются как источники питьевой воды и которые систематически загрязняются и засоряются различными промышленными и бытовыми отходами, ядохимикатами и другими загрязнителями, что приводит к далеко идущим отрицательным экологическим последствиям. Прогрессивно увеличивающееся в силу антропогенного воздействия загрязнение водоемов создает необходимость

постоянного контроля за качеством воды. Биоиндикация с использованием нематод проводилась в основном за рубежом [1, 2]. На юге Дальнего Востока России попытки оценки качества воды по состоянию нематодных сообществ предприняты лишь в последние годы в бассейнах Нижнего и Среднего Амура [3–5].

Между тем свободноживущие нематоды имеют ряд существенных преимуществ для использования их как биоиндикаторов в сравнении с другими группами организмов. Они практически сами не мигрируют, имеют очень короткий цикл развития при крайне высокой чувствительности к среде обитания (т.е. при изменении условий среды структура нематодного сообщества очень быстро изменяется), повсеместно распространены (это позволяет интерпретировать и обобщать результаты, полученные в разных регионах планеты), относительно легко могут быть собраны. Нематоды наиболее чувствительны к ионам тяжелых металлов и органическим загрязнителям. В настоящее время при биоиндикации качества вод и почвы применяют различные индексы, характеризующие биоразнообразие.

**Цель исследований.** Анализ влияния аккумуляции тяжелых металлов в прибрежных почвах на состав нематодных сообществ.

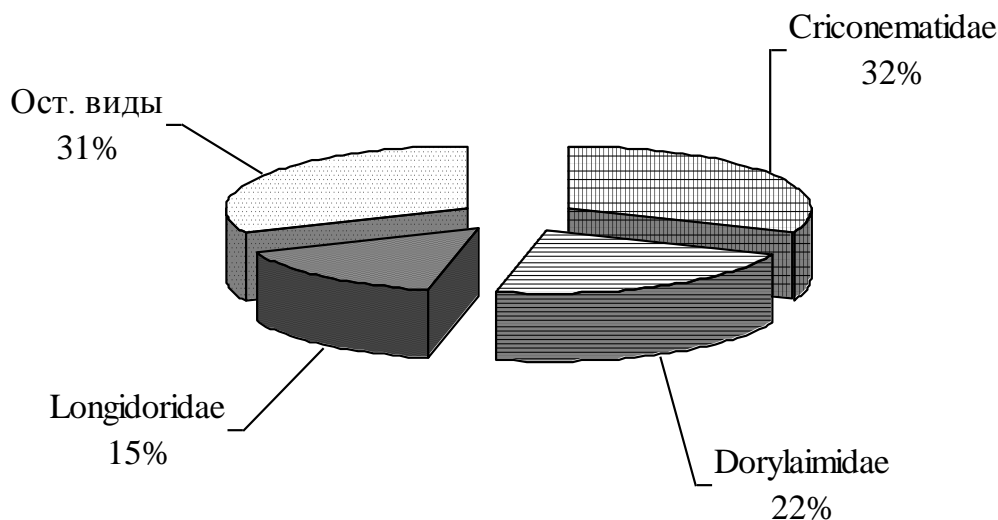
**Материалы и методы исследований.** Работа выполнена на базе Биолого-почвенного института (БПИ) ДВО РАН. Материалом для исследований послужили сборы почвенных нематод в прибрежных биоценозах южной части бассейна Амура в пределах центральной и западной областей Приморского и юга Хабаровского краев – в основном в бассейнах р. Уссури, впадающей в Амур, и оз. Ханка. Пробы отбирались на расстоянии не более 1 м от кромки воды. Выделение нематод из почвы проводилось центрифужно-флотационным методом [6], фиксация – в 4%-м формальдегиде. Просветление и приготовление постоянных глицериновых препаратов нематод проводились по методу Сейнхорста [7]. Эколого-трофическое группирование нематод осуществляли по классификации Yeates et al. [8]. Для характеристики биоразнообразия были применены индекс трофического разнообразия (Т); индекс зрелости (М), отражающий стабильность нематодного сообщества по шкале Бонгера с-р от 1 до 5; индекс разно-

образия Шеннона ( $H'$ ), считающийся одним из основных в надежности и удобстве для практического применения [9–11].

Содержание в почвах подвижных форм микроэлементов и тяжелых металлов исследовалось общепринятыми методами в 1н HCl-вытяжке на атомно-абсорбционном спектрофотометре Hitachi-05 M и пламенно-эмиссионном спектрофотометре «Shimadzu» AA-6601F в аналитическом центре при ДВГИ ДВО РАН. Относительное стандартное отклонение определения не более 5 %. Определение нематод и хи-

мический анализ почв проводились сотрудниками лабораторий паразитологии и почвоведения и экологии почв БПИ ДВО РАН.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Из 47 родов, относящихся к различным трофическим группам, доминирующими являются нематоды семейств *Criconematidae*, *Dorylaimidae*, *Longidoridae*. Группа доминирующих семейств составляет 69 % от общей численности нематод естественных прибрежных ценозов южной части бассейна Амура (рис.).



Процентное соотношение доминирующих семейств в естественных прибрежных речных ценозах южной части бассейна Амура

Эколого-таксономический анализ видового состава нематод свидетельствует, что в нем преобладают фитофаги и нематоды, факультативно связанные с растениями. Нематоды этой группы составляют 28 родов (68,7%), где доминантами по численности являются представители родов *Longidorus* и *Criconemoides*. Второе место занимают всеядные нематоды-полифаги, представленные 7 родами (22,3%), где доминантами по численности являются нематоды рода *Dorylaimus*. Самый незначительный процент фауны составляют бактериофаги (10 таксонов), представленные в основном доминантным родом *Plectus*, и особи из 2 родов хищных нематод (4 и 3,1% соответственно).

На участке 1 почвенные пробы отбирались на берегу р. Медведка (левый приток р. Уссури) в 2 км выше по течению от с. Медвежий Кут Чугуевского района Приморского края. На берегу реки лежат гниющие бревна, оставшиеся после молевого сплава. В результате изучения видового состава в прибрежном ценозе выявлено 7 родов нематод. По эколого-трофическому группированию не было отмечено микофагов. Остальные группы нематод были почти равномерно распределены в сообществе. В данной местности зафиксировано наименьшее количество нематод. Индексы Шеннона и зрелости нематодного сообщества показали среднее значение (1,69 и 3,46 соответственно) (табл. 2).

Таблица 1

## Распределение нематод в прибрежных ценозах бассейна Южного Амура

Род нематод	Гр.*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Merlinius</i>	Пр.		+									
<i>Geocenamus</i>	Пр.									+		+
<i>Nagelus</i>	Пр.									+	+	
<i>Helicotylenchus</i>	Пр.				+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rotylenchus</i>	Пр.	+	+	+								
<i>Pratylenchus</i>	Пр.			+								
<i>Meloinema</i>	Пр.	+							+			
<i>Criconema</i>	Пр.						+		+	+	+	+
<i>Criconemoides</i>	Пр.										+	
<i>Ogma</i>	Пр.				+		+	+		+		
<i>Macroposthonia</i>	Пр.		+		+				+			
<i>Hemicriconemoides</i>	Пр.	+										
<i>Gracilacus</i>	Пр.								+		+	+
<i>Trophotylen</i>	Пр.								+			
<i>Longidorus</i>	Пр.				+		+	+	+	+	+	+
<i>Tylenchus</i>	Асп						+		+			
<i>Aglenchus</i>	Асп					+						
<i>Filenchus</i>	Асп		+	+		+		+	+	+	+	+
<i>Cephalenchus</i>	Асп					+	+		+			
<i>Coslenchus</i>	Асп			+	+						+	
<i>Malenchus</i>	Асп					+	+	+				
<i>Lelenchus</i>	Асп					+						
<i>Basiria</i>	Асп									+		+
<i>Paraphelenchus</i>	М					+						
<i>Ditylenchus</i>	М					+			+	+	+	
<i>Diphterophora</i>	Асп		+		+		+			+		
<i>Trichodorus</i>	Асп									+		
<i>Tyloaimophorus</i>	Асп				+				+			
<i>Rhabditida</i>	Б			+		+		+		+		+
<i>Monhystera</i>	Б						+	+				
<i>Plectus</i>	Б	+	+		+	+	+			+	+	
<i>Anaplect</i>	Б					+	+	+			+	+
<i>Cephalobus</i>	Б				+		+					
<i>Eucephalobus</i>	Б				+	+	+					
<i>Acrobeles</i>	Б					+						
<i>Prismatolaimus</i>	Б								+			
<i>Bastiania</i>	Б								+		+	
<i>Alaimidae</i>	Б			+	+			+	+			
<i>Dorylaimus</i>	П	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Eudorylaimus</i>	П			+	+	+			+		+	
<i>Prodorylaimus</i>	П	+		+		+		+	+		+	+
<i>Discolaimus</i>	П				+							
<i>Afrodorylaimus</i>	П			+								
<i>Amphidoryl</i>	П										+	
<i>Tylencholaimus</i>	П						+			+	+	
<i>Mononchidae</i>	Х	+	+	+				+	+	+	+	+
<i>Tripyla</i>	Х					+	+	+	+		+	+

Примечание: \*Группы нематод: Пр – паразиты растений; Асп – нематоды, ассоциирующие с растениями; М – микофаги; Б – бактериофаги; П – полифаги; Х – хищники; 1 – р. Медведка; 2 – руч. Тигровый; 3 – родник «Тигр»; 4 – Ильинские озера; 5 – р. Комиссаровка; 6 – р. Комиссаровка (с. Дворянка); 7 – р. Комиссаровка (с. Ильинка); 8 – р. Хор; 9 – р. Бикин; 10 – Лучегорское вдхр; 11 – р. Кабарга.

В данном биотопе содержание свинца в почве превысило ПДК более чем в 2 раза (при предельно допустимой норме для Pb 6 мг/кг почвы его концентрация составила 12,5 мг), меди – в

1,5 раза. Концентрация в почве остальных металлов находилась в пределах допустимого уровня (табл. 3).

Таблица 2

**Характеристика сообществ почвенных нематод прибрежных ценозов**

№ п/п	Место отбора проб	Индексы разнообразия				
		T	H'	MI	N	Кол-во родов
1	р. Медведка	2,68	1,69	3,46	13	7
2	руч. Тигровый	1,58	1,04	3,14	91	8
3	родник «Тигр»	1,74	1,86	3,71	55	11
4	Ильинские озера	1,68	1,22	4,42	322	15
5	р. Комиссаровка	2,49	2,105	3,13	123	17
6	с. Дворянка	1,72	1,441	4,27	198	16
7	с. Ильинка	2,54	1,883	3,90	153	13
8	р. Хор	2,93	2,330	2,87	218	20
9	р. Бикин	2,67	1,864	3,54	127	16
10	Лучегорское вдхр.	1,50	1,272	3,15	1032	19
11	р. Кабарга	2,39	1,583	3,37	263	13

Таблица 3

**Распределение тяжелых металлов в южной части бассейна Амура, мг/кг**

№ п/п	Место отбора проб	Fe	Mn	Cu	Zn	Cd	Pb	Co	Ni
1	р. Медведка	2516,58	221,60	4,16	13,44	0,16	12,50	4,32	3,00
2	руч. Тигровый	1358,92	219,42	8,24	15,68	0,28	16,25	3,36	3,47
3	родник «Тигр»	1230,72	209,88	4,44	36,87	0,36	17,50	1,85	1,96
4	Ильинские озера	3569,41	204,10	7,17	11,16	0,04	7,50	1,79	4,05
5	р. Комиссаровка	1266,36	59,15	4,66	4,77	<0,01	5,00	0,86	1,81
6	с. Дворянка	3522,95	221,01	5,42	14,94	0,24	12,50	2,28	3,60
7	с. Ильинка	1012,78	104,65	5,08	6,85	<0,01	2,49	0,57	2,10
8	р. Хор	923,04	49,01	3,09	12,00	0,12	6,24	<0,01	0,61
9	р. Бикин	4101,03	219,42	4,39	23,41	0,20	8,73	2,32	2,44
10	Лучегорское вдхр.	772,26	210,83	4,16	21,04	0,12	5,01	1,42	3,60
11	р. Кабарга	5726,14	214,65	3,28	12,91	0,08	9,99	1,85	1,22
	ПДК	6000	400	3	23	1	6	5	46

На участке 2 пробы отбирались на берегу ручья Тигровый (левый приток р. Арсеньевка) Анучинского района Приморского края на расстоянии 100 м ниже по течению от автомобильной трассы Уссурийск-Анучино. На загрязнение прибрежных участков, по-видимому, влияют два фактора – выпас коров и близость трассы с интенсивным движением большегрузных машин. В прибрежном ценозе выявлено 8 родов нематод.

По эколого-трофическому группированию преобладали фитофаги (78%). Индекс Шеннона был самый низкий (1,04); индекс зрелости – относительно высокий (3,14). Содержание свинца и меди в почве превысило ПДК почти в 3 раза, уровни концентрации остальных металлов находились в норме.

На участке 3 пробы отбирались возле родника «Тигр» в 0,5 км от выезда из с. Анучино При-

морского края рядом с трассой. Основными факторами загрязнения являются автотранспорт и селитенность данного участка. Выявлено 11 родов нематод. Преобладали полифаги (около 75%). Остальные группы нематод отмечены в единичных количествах. Индексы Шеннона и зрелости нематодного сообщества показали среднее значение (1,86 и 3,71 соответственно). По содержанию тяжелых металлов – это один из самых относительно загрязненных участков. Так, содержание свинца превысило ПДК в 3 раза, цинка и меди – в 1,5 раза. При предельно допустимой норме для Zn 23 мг/кг почвы его концентрация составила около 37 мг. Концентрация остальных металлов в почве находилась в пределах допустимого уровня.

На участке 4 пробы отбирались на берегу одного из искусственных озер, соединяющихся с р. Комиссаровка с левого берега, в 3 км от с. Ильинка Ханкайского района Приморского края. Фактор загрязнения прибрежного участка связан с селитенностью – озера являются зоной отдыха. В прибрежном ценозе выявлено 15 родов нематод. По эколого-трофическому группированию преобладали фитофаги (65%). Остальные группы нематод были почти равномерно распределены в сообществе и отмечены в сравнительно небольших количествах. Индекс Шеннона был относительно низкий (1,22); индекс зрелости – один из наиболее высоких (4,42). Превышение ПДК отмечено для свинца и меди в 1,2 и 2,5 раза соответственно. Концентрация остальных металлов в почве ПДК не превышала.

На участке 5 пробы отбирались на правом берегу р. Комиссаровка, в 4 км ниже по течению от с. Дворянка и в 5 км от автотрассы (Ханкайский район, Приморский край). Данная река носит полугорный характер, за исключением короткого приустьевых участка, и по ее берегам отсутствуют какие-либо промышленные предприятия и крупные населенные пункты. В данном биотопе выявлено 17 родов нематод. В сообществе преобладали полифаги (около 56%). Хищники и фитофаги отмечены в единичных количествах. Индексы Шеннона и зрелости имели средние показатели (2,11 и 3,13 соответственно). Превышение ПДК отмечено для меди в 1,5 раза. Уровни концентрации остальных металлов находились в норме.

На участке 6 пробы отбирались на берегу р. Комиссаровка близ с. Дворянка возле МТС (Ханкайский район). Фактором загрязнения являются сельскохозяйственные машины, но загрязняемая ими площадь ограничивается короткой прибрежной чертой. В прибрежном ценозе выявлено 16 родов нематод. По эколого-трофическому группированию преобладали фитофаги (75%). Остальные группы нематод были почти равномерно распределены в сообществе. Индекс Шеннона был относительно низкий (1,44); индекс зрелости – один из наиболее высоких (4,27). Содержание свинца и меди в почве превысило ПДК почти в 2 раза. Уровни концентрации остальных металлов находились в норме.

На участке 7 пробы отбирались на берегу р. Комиссаровка в 0,5 км от с. Ильинка (Ханкайский район, Приморский край) рядом с автотрассой. В прибрежном ценозе выявлено 13 родов нематод. По эколого-трофическому группированию преобладали фитофаги и полифаги (по 44%). Остальные группы нематод отмечены в единичных количествах. Индекс Шеннона был относительно низкий (1,88); индекс зрелости – один из наиболее высоких (3,90). Превышение ПДК отмечено для меди в 1,5 раза. Уровни концентрации остальных металлов находились в норме.

На участке 8 пробы отбирались непосредственно на левом берегу р. Хор, в 2 км от пгт Хор (Хабаровский край, район им. Лазо) на расстоянии 1 км выше по течению. В прибрежном ценозе выявлено 20 родов нематод. По эколого-трофическому группированию преобладали фитофаги (более 51%). Остальные группы нематод были почти равномерно распределены в сообществе. Индекс Шеннона был относительно высокий (2,33); индекс зрелости имел среднее значение (2,87). Уровень ПДК в почве не превысил ни один металл.

На участке 9 пробы отбирались на правом берегу р. Бикин, в 0,5 км от автотрассы М-60 «Уссури», в 2 км от г. Бикин, самого южного города Хабаровского края. В прибрежном ценозе выявлено 16 родов нематод. По эколого-трофическому группированию преобладали фитофаги (более 55%). Бактериофаги отмечены в единичных количествах. Индекс Шеннона был относительно низкий (1,88); индекс зрелости – один из наиболее высоких (3,54). Уровень ПДК в

почве находился чуть выше нормы для меди, цинка и свинца.

На участке 10 пробы отбирались на берегу Лучегорского водохранилища (Пожарский район, Приморский край), которое было образовано при строительстве Приморской ГРЭС на р. Кондровод, рядом с автомобильной трассой М-60 «Уссури». Водоохранилище используется для снабжения питьевой водой г. Лучегорска и в рекреационных целях. Длина Лучегорского водохранилища составляет около 4 км, ширина – около 2 км. В прибрежном ценозе выявлено 19 родов нематод. По эколого-трофическому группированию преобладали фитофаги (более 80%). Группа всеядных занимает около 16 %. Остальные группы нематод отмечены в единичных количествах. В данном сообществе отмечено наибольшее количество нематод. Индекс Шеннона был относительно низкий (1,27); индекс зрелости имел относительно хороший показатель (3,15). Превышение ПДК отмечено для меди в 1,5 раза. Уровни концентрации остальных металлов находились в норме.

На участке 11 пробы отбирались на правом берегу р. Кабарга, правого притока р. Уссури в Лесозаводском районе Приморского края, на расстоянии 0,5 км от трассы М-60 «Уссури». В прибрежном ценозе выявлено 13 родов нематод. Преобладали полифаги и фитофаги (49 и 42% соответственно). Остальные трофические группы нематод отмечены в единичных количествах. Индекс Шеннона был относительно низкий (1,58); индекс зрелости имел относительно хороший показатель (3,37). Превышение ПДК отмечено для свинца в 1,5 раза. Уровни концентрации остальных металлов находились в норме.

Всего в отобранных образцах выявлено 2755 экз. нематод, относящихся к 47 родам и 29 семействам. Индекс трофического разнообразия варьирует слабо – от 1,5 до 2,9. Почти во всех группах нематод имеется доминирование какой-либо группы. Наименьший индекс трофического разнообразия имеет фауна нематод на берегу Лучегорского водохранилища, руч. Тигровый, Ильинских озер, р. Комиссаровка возле п. Дворянка и родника «Тигр» (1,5–1,74), так как в данных биотопах доминирует в первых четырех случаях группа фитофагов (от 65 до 80%); в последнем случае – полифаги (75% от общей численности нематод). Плотность заселения нема-

тодами почвы в обследованных биотопах различная: наиболее высокая – на берегу Лучегорского водохранилища, самая низкая – на берегу руч. Тигровый. Наиболее высокое родовое систематическое разнообразие отмечено в почвенных пробах, взятых в прибрежных ценозах р. Хор и Лучегорского вдхр. (19–20 родов); наиболее низкое – на берегу р. Медведка и руч. Тигровый (7–8 родов).

По индексу разнообразия Шеннона в биотопах можно выделить сообщество нематод фауны прибрежных ценозов руч. Тигровый, Лучегорского вдхр., Ильинских озер, рек Комиссаровка возле с. Дворянка и Кабарга, где отмечены самые низкие значения ( $H' = 1,04–1,58$ ). По всей видимости, ухудшенная обстановка была создана антропогенными факторами – засоренностью почвы промышленными и автомобильными выбросами.

Наибольший индекс зрелости нематодных сообществ ( $MI = 4,42$ ) отмечен для фаун берегов Ильинских озер и р. Комиссаровка, где доминантными являются представители трофической группы фитофагов, в частности рода *Longidorus*, имеющего индекс 5 по шкале Бонгера. Также можно выделить наибольшие значения индекса зрелости в нематодных сообществах прибрежных почв рек Ильинка, Медведка, Бикин и родника «Тигр» – за счет большого количества фитофагов, полифагов и хищников, имеющих индекс 3–5 по шкале Бонгера, что указывает на сукцессионную зрелость биотопов. Относительно низкого значения индекса зрелости не отмечено нигде.

Индекс Шеннона ( $H'$ ) принимает значения от 1,0 до 1,5 в пяти точках, от 1,6 до 2,0 – в 4 точках, свыше 2,0 – в двух точках. Сообразно этому прибрежные участки вдоль руч. Тигровый, Лучегорское вдхр, Ильинские озера, р. Комиссаровка ниже с. Дворянка, р. Кабарга должны считаться грязными, прибрежные почвы р. Медведка, родника «Тигр», р. Бикин, р. Комиссаровка около с. Ильинка – средне- и слабозагрязненными. Показатели химического загрязнения это в целом подтверждают. Основным фактором загрязнения прибрежных участков рек является автотранспорт, так как пробы были отобраны недалеко от дорог. Самые чистые берега, как по результатам химического анализа, так и исходя

из значений индекса Шеннона, отмечены возле рек Хор и Комиссаровка (5 км выше от трассы).

В результате исследования концентрации ряда элементов в естественных прибрежных ценозах было выявлено, что превышения ПДК содержания свинца, меди и цинка небольшие, поэтому нельзя сказать о каком-либо влиянии на группы нематод. Превышение ПДК для железа, марганца, кадмия, кобальта и никеля в пробах не отмечено.

**Заключение.** К настоящему времени для фауны нематод прибрежных участков бассейна Южного Амура определены представители 47 родов из различных трофических групп. Наиболее богаты сообщества в районе р. Хор (южная часть Хабаровского края) и Лучегорского вдхр. (север Приморья) – 19–20 родов, наиболее бедные – на берегу р. Медведка и руч. Тигровый (Чугуевский и Анучинский районы) – 7–8 родов.

Доминирующими являются нематоды родов *Longidorus*, *Criconemoides* и *Dorylaimus*. Группа доминирующих родов составляет 69 % от общей численности нематод. По структуре сообществ нематод можно делать предположения о сукцессионных изменениях почвенного покрова.

Также, основываясь на полученных данных, можно сделать вывод, что наиболее загрязненными участками являются берега руч. Тигровый, Лучегорского вдхр, Ильинских озер, р. Комиссаровка возле с. Дворянка, р. Кабарга. Превышения ПДК по отдельно взятым элементам отмечены по берегам рек Медведка, Бикин, Комиссаровка (с. Ильинка) и родника «Тигр». Эти участки можно считать средне- и слабозагрязненными. По всей видимости, все эти загрязнения связаны с автомобильными выбросами и рекреационностью этих зон (используемые для кратковременного или длительного массового отдыха и туризма населением данных территорий). Самая чистая почва, как по результатам химического анализа (где не отмечено превышения ПДК ни одного из тяжелых металлов), так и исходя из значений индекса Шеннона, отмечена на берегу рек Комиссаровка и Хор. Показатели зрелости и трофического разнообразия сообществ почвенных нематод не показали значимых различий между участками. По всей видимости, они проявляются при гораздо больших загрязнениях. В качестве индикатора степень загрязнения почвы отражается в изменениях

индекса Шеннона. Результаты проведенных исследований позволяют утверждать, что устойчивость естественных экосистем относительно быстро нивелирует последствия небольших загрязнений, чего не скажешь, например, о сильнозагрязненных территориях, где содержание практически всех тяжелых металлов многократно превышает ПДК.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований ОБН РАН «Биологические ресурсы России: фундаментальные основы рационального использования», № гранта 06-1-ОБН-090, и Программы ДВО РАН «Комплексные экспедиционные исследования природной среды бассейна р. Амур в 2004–2008 гг.».*

**Благодарность.** Мы искренне признательны Г.В. Шашуре, И.П. Казаченко и С.В. Клышевской (Биолого-почвенный институт ДВО РАН, г. Владивосток) за помощь при обработке материалов прибрежных ценозов бассейна Южного Амура.

## Литература

1. *Нгуен Ву Тхань.* Биоразнообразие почвенных и водных нематод Вьетнама: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Владивосток, 2006. – 24 с.
2. *Wasilewska L.* Soil invertebrates as bioindicators. with special reference to soil-inhabiting nematodes // *Russian J. Nematol.* – 1997. – V. 5. – № 2. – P. 113–126.
3. *Волкова Т.В., Казаченко И.П.* Фауна почвообитающих нематод в сосновых лесах бассейна Среднего Амура // *Биологические науки Казахстана.* – 2008. – № 3. – С. 10–19.
4. *Волкова Т.В., Клышевская С.В., Казаченко И.П.* Фауна почвообитающих нематод в прибрежных ценозах бассейна Нижнего Амура // *Вестник КрасГАУ.* – 2010. – № 7. – С. 81–86.
5. *Volkova T.V., Eroshenko A.S., Kazachenko I.P.* Soil nematode communities of Middle Amur river basin // *Russian J. Nematol.* – 2005. – V. 13. – № 2. – P. 164–165.
6. *Jenkins W.R.* A rapid centrifugation-flotation technique for separating of nematodes from



- soil // Plant Dis. Rptr. – 1964. – V. 48. – P. 632.
7. *Seinhorst J.W.* A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin // *Nematologica*. – 1959. – V. 4. – № 1. – P. 67–69.
  8. *Yeates G.W., Bongers T., De Goede R.G.M.* [et al.]. Feeding habits in soil nematode families and genera – An outline for soil ecologists // *J. Nematol.* – 1993. – V. 25. – P. 315–331.
  9. *Мэгарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 181 с.
  10. *Bongers T.* The Maturity Index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition // *Oecologia*. – 1990. – V. 83. – P. 14–19.
  11. *Bongers T.* The Maturity Index, the evolution of nematode life history traits, adaptive radiation and cp-scaling // *Plant and soil*. – 1999. – V. 212. – P. 13–22.
4. *Volkova T.V., Klyshevskaja S.V., Kazachenko I.P.* Fauna pochvoobitajushhih nematod v pribrezhnyh cenzah bassejna Nizhnego Amura // *Vestnik KrasGAU*. – 2010. – № 7. – S. 81–86.
  5. *Volkova T.V., Eroshenko A.S., Kazachenko I.P.* Soil nematode communities of Middle Amur river basin // *Russian J. Nematol.* – 2005. – V. 13. – № 2. – P. 164–165.
  6. *Jenkins W.R.* A rapid centrifugation-flotation technique for separating of nematodes from soil // *Plant Dis. Rptr.* – 1964. – V. 48. – P. 632.
  7. *Seinhorst J.W.* A rapid method for the transfer of nematodes from fixative to anhydrous glycerin // *Nematologica*. – 1959. – V. 4. – № 1. – P. 67–69.
  8. *Yeates G.W., Bongers T., De Goede R.G.M.* [et al.]. Feeding habits in soil nematode families and genera – An outline for soil ecologists // *J. Nematol.* – 1993. – V. 25. – P. 315–331.
  9. *Mjegarran Je.* Jekologicheskoe raznoobrazie i ego izmerenie. – М.: Мир, 1992. – 181 с.
  10. *Bongers T.* The Maturity Index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition // *Oecologia*. – 1990. – V. 83. – P. 14–19.
  11. *Bongers T.* The Maturity Index, the evolution of nematode life history traits, adaptive radiation and cp-scaling // *Plant and soil*. – 1999. – V. 212. – P. 13–22.

#### Literatura

1. *Nguen Vu Than'.* Bioraznoobrazie pochvennyh i vodnyh nematod V'etnama: avtoref. dis. ... d-ra boil. nauk. – Vladivostok, 2006. – 24 s.
  2. *Wasilewska L.* Soil invertebrates as bioindicators. with special reference to soil-inhabiting nematodes // *Russian J. Nematol.* – 1997. – V. 5. – № 2. – P. 113–126.
  3. *Volkova T.V., Kazachenko I.P.* Fauna pochvoobitajushhih nematod v sosnovyh lesah bassejna Srednego Amura // *Biologicheskie nauki Kazahstana*. – 2008. – № 3. – S. 10–19.
9. *Mjegarran Je.* Jekologicheskoe raznoobrazie i ego izmerenie. – М.: Мир, 1992. – 181 с.
  10. *Bongers T.* The Maturity Index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition // *Oecologia*. – 1990. – V. 83. – P. 14–19.
  11. *Bongers T.* The Maturity Index, the evolution of nematode life history traits, adaptive radiation and cp-scaling // *Plant and soil*. – 1999. – V. 212. – P. 13–22.

