

Влияние разных типов антропогенного изменения почв на сообщества панцирных клещей в городских экосистемах

В. С. АНДРИЕВСКИЙ, А. И. СЫСО

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН
630090, Новосибирск, ул. Советская, 18
E-mail: VS@issa.nsc.ru*

АННОТАЦИЯ

Исследованы сообщества панцирных клещей в почвах городских экосистем с разным уровнем загрязнения тяжелыми металлами и мышьяком, рекреационной нагрузки и трансформации поверхности. Выявлено угнетающее действие на сообщества панцирных клещей этих типов антропогенного пресса, причем рекреационная нагрузка, проявляющаяся в повышении плотности сложения почв и уничтожении их дернового горизонта, а также образовании урбаноземов, оказывает на клещей влияние, сравнимое с воздействием загрязнения. Среди панцирных клещей выявлены виды-индикаторы нарушенного состояния сообществ и чистоты экосистем.

Ключевые слова: антропогенное влияние, загрязнение, переуплотнение, почвы, экосистемы, панцирные клещи, тяжелые металлы.

Антропогенный пресс на природную среду повсеместно усиливается. Весьма заметен он в мегаполисах, где экосистемы и их основа – почвы – подвергаются загрязнению выбросами промышленных предприятий и автотранспорта, механической деформации и разрушению при строительстве различных объектов, высокой нагрузке в рекреационных зонах, заражению инородной микрофлорой, замусориванию всевозможными отходами и т. д. Все эти факторы комплексно влияют на состояние городских экосистем и их живые компоненты.

С целью интегральной оценки внешнего воздействия на экосистему давно используется исследование реакции на него отдельных биотических компонентов – сообществ растений, животных, микроорганизмов – так называемых биоиндикаторов, позволяющих оценить суммарный эффект влияния негативных изменений абиотических факторов на

почвенные экосистемы и в отдельных случаях исключить необходимость определения химических и физических свойств почвы [1]. Среди биоиндикаторов особый статус имеют представители животного мира. Зоологические критерии выгодно отличаются от аналогов, разрабатываемых для других компонентов биоты, поскольку опираются на более высокий уровень структурной и функциональной организации, более сложные морфологию и физиологию, более развитые органы чувств и сложное поведение, большее разнообразие видов. Животные легко манипулируют составом видов, числом особей, могут быстро мигрировать с одного места на другое, поэтому зоологические параметры точнее, быстрее и разнообразнее реагируют на нарушения среды обитания [2–6].

Для зооиндикации нарушений в природной среде одной из наиболее репрезентативных групп беспозвоночных животных является таксономическая группа почвообитающих панцирных клещей (орибатид), чьи ин-

дикационные возможности неоднократно изучены [7–10]. Поэтому в предлагаемой работе таксоцен панцирных клещей выбран в качестве модельной группы для индикации антропогенных нарушений в городских экосистемах.

Оценка антропогенного пресса разных типов на городские экосистемы важна для установления степени и характера их нарушений, а также возможностей и перспектив восстановления после таких воздействий. В данном исследовании оценено влияние на сообщества панцирных клещей в почвенном покрове экосистем г. Новосибирска таких важных антропогенных факторов, как загрязнение воздуха и почв тяжелыми металлами (ТМ) и мышьяком (As), рекреационная нагрузка, образование урбаноземов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились в 2003–2005 гг. на 9 пробных площадках (биотопах) в разных административных районах и функциональных зонах Новосибирска и его окрестностей, различающихся по уровню техногенного загрязнения атмосферы и почв, характеру антропогенного нарушения. Количество и видовое разнообразие панцирных клещей, физические, физико-химические и химические свойства их среды обитания изучались в слое почв 0–5 см. В ненарушенных почвах лесов и парков этот слой в основном охватывал дерновый горизонт, а на участках с нарушенным почвенным профилем или с антропогенными почвами (урбаноземами) – гумусово-аккумулятивный.

Состав и свойства почв изучали следующими методами: кислотность почв (рН) – потенциометрически; содержание органического вещества – по Тюрину в модификации ЦИНАО; гранулометрический состав – пипеточным (ГОСТ 12536-79); плотность сложения – режущим кольцом (ГОСТ 5180-84).

Загрязнение атмосферы и почв изучали по валовому содержанию тяжелых металлов (ТМ) и мышьяка (As) в почвах атомно-абсорбционным методом на спектрометре “Квант-2А”, а также атомно-эмиссионным методом [11].

Оценку степени насыщенности почв тяжелыми металлами и мышьяком проводили по

их содержанию в почвах и суммарному показателю загрязнения (Zc) [12].

Для анализа населения панцирных клещей в исследованных биотопах отбирали пробы в 10-кратной повторности по общепринятой для микрофауны методике [13]. Пробы брались из подстилки с площадок размером 25 × 25 см и из верхних слоев почвы (преимущественные места обитания орибатид) с помощью стандартного цилиндрического пробоотборника. Из отобранных проб клещей выгоняли по методу термоэктекции Тулльгрена – Берлезе при свете электрических ламп в 40 ватт в пенициллиновые пузырьки с фиксирующей жидкостью (70%-й C₂H₅OH). Из пузырьков клещей выбирали под микроскопом с помощью препаровальных игл, помещали на предметные стекла в клеящую жидкость Фора и покрывали покровными стеклами. Предметные стекла высушивали в сушильном шкафу в течение ~7 сут при температуре 45 °С с получением постоянных препаратов. Экземпляры клещей на постоянных препаратах рассматривали под микроскопом при 200–500-кратном увеличении для определения их видовой принадлежности. Численность (обилие) клещей рассчитывали на 1 м² исходя из площади пробоотборника.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показали, что изученные биотопы различались между собой не только по типам и уровням антропогенного воздействия, но и по составу и свойствам 0–5-сантиметрового слоя их почв (табл. 1 и 2). Поскольку этот слой крайне важен для почвенной фауны, в частности для панцирных клещей, то рассмотрим его характеристики подробнее.

Биотоп 1 – в Кировском районе вблизи Новосибирского оловянного комбината (НОК) на захлавленной вытоптанной поляне. Его урбанозем имел повышенную плотность сложения (см. табл. 1) и наибольшую величину суммарного показателя загрязнения Zc (см. табл. 2), находившегося в диапазоне опасного загрязнения почв (Zc = 32–128). Это обусловлено тем, что возникший в результате землевания территории (где, возможно, находились какие-то постройки или захороне-

Т а б л и ц а 1

Общая характеристика 0–5-сантиметрового слоя почв биотопов

№ био-топа	Местоположение	Почва	pH H ₂ O	Органическое вещество, %	Физическая глина, %	Плотность, г/см ³
1	200 м на юго-восток от НОК, загрязненная поляна	Урбанозем	7,1	5,6	42,7	1,10
2	Парк “Бугринская роща”, березовый лес, 1000 м от НОК	Темно-серая лесная	6,3	22,3	26,8	0,65
3	ЦПКО, вытоптаный газон	Урбанозем	6,2	4,8	32,5	1,45
4	Лесопарк “Заельцовский бор”, сосновый лес	Дерново-подзолистая	5,5	18,1	26,2	0,72
5	“Инюшенский бор”, сосновый лес	»	5,0	26,2	25,4	0,61
6	Парк “Березовая роща”, березовый лес	Урбанозем	6,9	3,0	35,5	0,88
7	Малокривошеково, березовый лес	Темно-серая лесная	5,8	13,4	37,1	0,95
8	ННЦ, сосновый лес за ЦКБ	Дерново-подзолистая	5,5	3,1	10,4	0,81
9	Там же, вытоптанная поляна	»	6,0	0,4	13,1	1,32

ния промышленных отходов НОК) урбанозем более полувека подвергался загрязнению техногенными атмосферными выбросами.

Биотоп 2 – в 1000 м от НОК на рекреационной территории – в парке “Бугринская роща”. Почва, хотя и имела естественное и механически ненарушенное сложение, а состав и свойства ее дернового горизонта ти-

пичны для темно-серых лесных почв, оказалась уже опасно загрязненной ТМ и As (см. табл. 2).

Биотоп 3 – в Центральном районе на вытоптанной поляне газона Центрального парка культуры и отдыха (ЦПКО). Имел подверженный сильному воздействию – рекреационному (механическому) – урбанозем, уме-

Т а б л и ц а 2

Типы антропогенного воздействия и степень их нагрузки на биотопы г. Новосибирска и его окрестностей

№ био-топа	Рекреационная нагрузка	Изменение поверхности почв	Техногенное загрязнение почв							
			Zc	Концентрация загрязнителей, мг/кг почвы						
				As	Sn	Pb	Cd	Zn	Cu	Ni
1	Сильная	+	41	233	560	181	2,2	351	142	37
2	Средняя	–	34	220	289	68	1,7	145	104	84
3	Очень сильная	+	22	26	18	43	0,8	332	59	50
4	Слабая	–	4	12	25	20	0,3	96	53	42
5	Средняя	–	17	59	170	22	0,9	120	287	38
6	Сильная	+	16	25	42	32	0,6	150	60	42
7	Слабая	–	1	15	7	16	0,3	81	34	50
8	Очень слабая	–	1	2	6	20	0,3	73	22	21
9	Очень сильная	–	1	3	3	14	0,2	42	19	20

П р и м е ч а н и е. (+) – поверхностный слой почвы представлен урбаноземом; (–) – поверхностный слой соответствует естественной почве.

ренно опасно загрязненный ($Z_c = 16-32$) выбросами транспорта и промышленности, на что указывают соответственно повышенные значения плотности сложения и суммарного загрязнения (см. табл. 1 и 2).

Биотоп 4 – на северо-восточной окраине Новосибирска в сосновом с примесью березы лесопарке “Заельцовский бор”. Имел ненарушенный дерновый горизонт дерново-подзолистой почвы с типичными свойствами, несколько повышенным содержанием ТМ, но допустимым уровнем загрязнения ($Z_c < 16$).

Биотоп 5 – на территории “Инюшинского бора”, дерновый горизонт, как и в биотопе 4, не нарушен и имел типичные показатели состава и свойств, однако загрязнен ТМ и Ас, поскольку подвергался воздействию атмосферных выбросов НОК. Значения Z_c – в диапазоне умеренно опасного загрязнения.

Биотоп 6 – в парке “Березовая роща”. По своему происхождению схож с ЦПКО (биотоп 3), оба занимают территории бывших городских кладбищ и испытывают рекреационное и техногенное воздействие, но находящийся в березовом лесу биотоп 6 менее подвержен им, а потому в его почвах ниже плотность сложения и уровень техногенного загрязнения.

Биотоп 7 – в березовом лесу между поселками Малокривощцеково и Краснообск. Его можно назвать условно фоновым для серых лесных почв и урбанизированных территорий города. Темно-серая лесная почва биотопа типична по свойствам и составу, в том числе по содержанию ТМ и Ас.

Биотоп 8 – в Новосибирском научном центре (ННЦ) в сосновом лесу с ненарушенным почвенным покровом (за Центральной клинической больницей СО РАН – ЦКБ). Относится к условно фоновому для дерново-подзолистых почв. Изученный 0–5-сантиметровый слой почвы, охватывающий ее дерновый и частично гумусово-аккумулятивный горизонты, имеет довольно рыхлое сложение.

Биотоп 9 – на вытоптанной поляне вблизи биотопа 8. Отличается от него утратой дернового горизонта и повышенным уплотнением, на что указывают содержание органического вещества в почве и ее плотность (см. табл. 1).

Приведенные выше характеристики загрязнения ТМ и Ас почв биотопов отражают специфику техногенного загрязнения атмосферы и почвенного покрова Новосибирска,

описанную ранее [11, 14, 15]. При этом отмечены связь химического и биологического загрязнения почв, негативное влияние накопления токсичных химических элементов и изменения состава потока органических веществ на состав почвенных микроорганизмов. Поэтому вполне ожидаемо влияние антропогенного изменения свойств почв на состав и численность почвенной биоты.

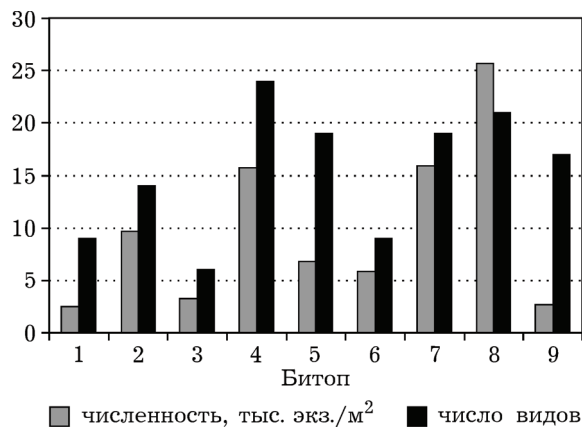
В качестве основного фактора, влияющего на почвенную биоту в городах, называется атмосферное загрязнение почв тяжелыми металлами и мышьяком. В этом отношении наихудшая ситуация в биотопах 1 и 2, где Z_c более 32. Несколько лучше экологическая обстановка в биотопах 3, 5 и 6, а биотопы 4, 8 и 9 относятся к экологически чистым, т. е. содержание токсичных элементов не лимитирует жизнь биоты.

Другим фактором антропогенного влияния на биотопы является формирование урбанизированных почвоподобных тел [16–18]. Урбанизированные почвы выявлены в биотопах 1, 3 и 6.

Для почвенной биоты крайне важны плотность сложения почвы и особенности поступающего в нее органического вещества. Верхний слой почвы гиперуплотнен почти до состояния асфальта в биотопе 3 (ЦПКО). Здесь естественный травостой заменен на газонную траву и полностью отсутствует растительная подстилка. После ЦПКО наибольшему рекреационному прессу подвержен сильно нарушенный участок леса ННЦ (биотоп 9). Здесь верхний слой почвы разрушен и уплотнен, растительность и подстилка деградированы, наблюдается скопление бытового мусора. Степень рекреационной нагрузки биотопов НОК, “Бугринской рощи” и “Инюшенского бора” можно признать средней. В них выражены уплотнение верхнего слоя почвы, деградация растительного покрова и подстилки, а в НОК к этим факторам добавляется скопление строительного мусора.

Слабо выражен рекреационный пресс в лесных экосистемах “Заельцовского бора”, а также Малокривощцеково и ННЦ (биотоп 8). Здесь растительность и растительная подстилка не тронуты, замусоривания не наблюдается.

Реакцию таксоценоза панцирных клещей на антропогенный пресс количественно характеризуют такие параметры, как численность



Численность и видовое богатство панцирных клещей в биотопах г. Новосибирска

и видовое богатство. Они приведены на рисунке.

Если показатели численности и видового богатства характеризуют сообщества в количественном аспекте, то их качественными характеристиками могут служить видовой состав и соотношения видов. В табл. 3 показано распределение наиболее обильных видов панцирных клещей в исследуемом ряду биотопов.

Три учитываемых типа антропогенного влияния (загрязнение воздуха и почвы, формирование урбанозема и рекреационная нагрузка) на сообщества панцирных клещей в биотопах г. Новосибирска действуют в большинстве случаев комбинированно. Но степень проявления каждого из этих факторов в конкретных биотопах различна, что находит отражение в реакции на них как сообществ панцирных клещей в целом, так и отдельных их видов.

Экосистемой, подверженной наибольшему совокупному антропогенному прессу, можно признать биотоп 1 (см. табл. 2). Здесь очень высокий уровень загрязнения урбанозема сочетается с сильной рекреационной нагрузкой. Реакция сообщества панцирных клещей на эти неблагоприятные условия среды обитания проявляется в самой низкой общей численности и малом видовом разнообразии в исследованном ряду биотопов.

Толерантность к такой нагрузке проявляет лишь *Oppiella nova*, известный как вид-космополит с широкой экологической пластичностью, что позволяет ему заселять на-

Т а б л и ц а 3

Распределение доминантных видов панцирных клещей (экз./м²) в антропогенно-нарушенных биотопах г. Новосибирска (усредненные данные за три сезона исследования)

№	Вид	Биотоп								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	<i>Oppiella nova</i> (Oudemans, 1902)	1767	2383	—	183	850	850	300	300	67
2	<i>Neoribates borealis</i> Vladimirova, 2009	67	4283	1400	1516	500	3983	1933	283	817
3	<i>Scheloribates latipes</i> (C. L. Koch, 1844)	200	1467	—	700	17	—	500	383	67
4	<i>Tectocephus velatus</i> (Michael, 1880)	200	50	1467	867	583	233	600	267	517
5	<i>Moritzropia</i> sp.	—	—	—	7000	—	—	4200	19 683	—
6	<i>Mycobates</i> sp.	—	—	67	1483	317	—	—	100	433
7	<i>Ceratozetella sellnci</i> Rajski, 1958	—	—	67	650	1200	—	467	750	—
8	<i>Phthiracarus</i> sp.	—	650	—	200	483	133	1867	583	100
9	<i>Suctobalbella</i> sp.	200	—	—	667	467	—	1800	500	83
10	<i>Conchogneta traegardhi</i> (Forsslund, 1947)	33	—	—	67	—	—	1738	—	—
11	<i>Micropia minus</i> (Paoli, 1908)	—	—	—	283	—	—	1000	2133	—

П р и м е ч а н и е. Жирным шрифтом выделены показатели доминантных видов (от 1000 экз./м² и выше).

рушенные территории в разных природных зонах и географических регионах при разных типах нарушений [19–21].

Парк “Бугринская роща”, расположенный северо-восточней НОК по преобладающему направлению миграции атмосферных выбросов предприятия, испытывает его явное влияние, что выражается в высоком уровне загрязнения воздуха и почвы, хотя и не такой степени, как вблизи НОК. Рекреационная нагрузка здесь средней степени и почва сохраняет естественную природу. Это положительно сказывается на обилии и видовом богатстве панцирных клещей: они в биotope 2 выше, чем в биotope 1, соответственно в ~ 3,7 и 1,5 раза. В “Бугринской роще” обилие *Oppiella nova* в 1,3 раза выше, чем у НОК, и к этому доминанту присоединяются еще два вида с высоким обилием – *Neoribates borealis* и *Scheloribates latipes*. Такие изменения в составе и численности видов панцирных клещей мы связываем с уменьшением как загрязнения почв, так и рекреационной нагрузки на них, снижением плотности сложения почвы и увеличением в ней содержания органического вещества природного происхождения. Исходя из описанного доминирования видов в биотопах можно вид *Oppiella nova* назвать “индикатором очень сильного загрязнения и высокой плотности сложения почв”, а вид *Scheloribates latipes* – “индикатором умеренно сильного загрязнения почв при средней плотности сложения почв”. К последней категории нельзя причислить вид *Neoribates borealis*, так как он многочислен и в слабозагрязненных биотопах: 4 – “Заельцовский бор”, 6 – “Березовая роща” и 7 – лес у пос. Малокривошеково.

Среди исследованных особым своеобразием выделяется биотоп 3 – ЦПКО. По уровню загрязнения он занимает промежуточное положение между биотопами 1 и 2, с одной стороны, и шестью остальными – с другой. В то же время эта экосистема отличается очень сильной рекреационной нагрузкой, выраженным переуплотнением (почти до состояния асфальта) поверхности урбанозема. Видимо, такое сочетание факторов определяет низкие уровни численности и видового богатства панцирных клещей, которые лишь чуть выше, чем в НОК. В биotope 3 доминируют виды *Neoribates borealis* и *Tectocephus velatus*, про-

являющие толерантность к комбинированному действию антропогенных факторов – умеренному загрязнению и сильному переуплотнению почвы. Эти виды обладают широкой экологической пластичностью, но *Tectocephus velatus* более чувствителен к высокому уровню загрязнения и слабо заселяет почвы не только НОК, но и “Бугринской рощи”. Меньший, чем в биотопах 1 и 2, уровень загрязнения почвы в ЦПКО делает ее доступной для данного вида, а к наличию урбанозема при сильной рекреационной нагрузке, вызывающей переуплотнение почвы, он толерантен, как и *Neoribates borealis*.

Уровень совокупного антропогенного воздействия на биотопы парков “Березовая роща” и “Инюшенский бор” можно признать средним. К умеренному уровню загрязнения в “Березовой роще” добавляются сильная рекреационная нагрузка и наличие урбанозема, а в “Инюшенском бору” – рекреационная нагрузка средней степени. Численность и видовое богатство панцирных клещей в биotope 5 “Березовая роща” не намного выше, чем в сильно нарушенных биотопах 1 и 3 (см. табл. 3 и рисунок). В биotope 5 “Инюшенский бор” численность лишь несколько выше, чем в 6 – “Березовая роща”, и только число видов увеличивается.

Сочетание сильной рекреационной нагрузки с наличием урбанозема, бедного органическим веществом, в парке “Березовая роща” определяет, по-видимому, отсутствие таких видов, как *Moritzoppia* sp., *Mycobates* sp., *Ceratozetella sellnicki*, обильных в парках “Заельцовский бор” и “Инюшенский бор”, где почвы сохраняют естественную природу и богаты органическим веществом, а рекреационная нагрузка относительно слабая. Упомянутые три вида нетерпимы к антропогенному прессу такого характера.

Наименьшую совокупную антропогенную нагрузку испытывают лесные экосистемы в биотопах 7 и 8 (слабонарушенный участок). В них отмечен самый низкий уровень загрязнения почв и очень слабо выражена рекреационная нагрузка. Поэтому сообщество панцирных клещей в этих биотопах наиболее обильно и разнообразно в видовом отношении, как и в парке “Заельцовский бор”. К обильному здесь пластичному виду *Neoribates borealis* в качестве доминирующих добав-

ляется несколько стенотопных видов: *Moritzoppia* sp., *Phthiracarus* sp., *Suctobelbella* sp., *Conchogneta traegardhi*, *Micropopia minus*. Эти виды наиболее чувствительны к нарушениям естественной среды обитания, так как они либо малочисленны, либо отсутствуют в наиболее нарушенных биотопах (НОК, “Бугринская роща”, ЦПКО). Их можно объединить под условным названием “индикаторов чистоты экосистем”.

Особого внимания заслуживает сравнение населения панцирных клещей на двух соседних участках лесной экосистемы ННЦ (биотопы 8 и 9). Они расположены примерно в 100 м друг от друга. По содержанию ТМ и Ас они идентичны, но один из участков почти не испытывает антропогенного влияния (биотоп 8), а другой (биотоп 9) подвержен сильному рекреационному прессу. На нем регулярно проводятся пикники, вследствие чего верхний слой почвы переуплотнен, растительность и подстилка находятся в деградированном состоянии, из-за чего почва крайне бедна органическим веществом, а на ее поверхности скапливается бытовой мусор. Этот участок включен в исследованный ряд биотопов специально для выявления влияния именно рекреационной нагрузки на сообщество орибатид “в чистом виде”. Оказалось, что рекреационный пресс приводит к резкому снижению уровня численности орибатид. Здесь она, как и в биотопе 1, самая низкая во всем ряду исследованных биотопов. Численность орибатид в биотопе 9 по сравнению с биотопом 8 снижена почти в 10 раз. При этом видовое богатство уменьшается незначительно (с 21 до 17 видов). Лишь малая часть видов под действием рекреационного пресса исчезает. Большая часть сообщества выживает, хотя и находится в угнетенном состоянии. Это обстоятельство наводит на мысль, что сообщество сохраняет потенциал для восстановления и при снятии нагрузки может за счет этих видов возвратиться в естественное состояние.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В экосистемах г. Новосибирска на сообщества панцирных клещей угнетающе действуют загрязнение почв тяжелыми металлами и мышьяком, высокая рекреационная нагрузка, проявляющаяся в избыточном уплотне-

нии верхнего слоя почвы и обеднении его органическим веществом, а также создание антропогенных почв – урбаноземов. Результаты исследования свидетельствуют о том, что загрязнение почв не является основным типом антропогенного пресса на сообщества панцирных клещей. Таким же по силе может быть действие рекреационной нагрузки, вызывающей переуплотнение почв и уничтожение органоминерального горизонта, замены естественных почв урбаноземами. Только очень высокое загрязнение почвы угнетает сообщества панцирных клещей сильнее, чем другие антропогенные факторы. При меньшем уровне загрязнения почв и без него основными стрессирующими факторами для клещей становятся нарушение сложения почв и формирование урбаноземов.

Среди панцирных клещей выявлены виды-индикаторы разных типов и уровней антропогенного воздействия на городские экосистемы. Крайне неблагоприятное состояние экосистем, обусловленное очень высоким уровнем загрязнения и уплотнения почвы, индицирует абсолютное доминирование вида *Oppiella nova*. Вид *Scheloribates latipes* указывает на сильное загрязнение почвы в сочетании с незначительным изменением ее сложения. Вид *Tectocepheus velatus* индицирует сильно переуплотненный урбанозем при умеренном его загрязнении. Виды *Moritzoppia* sp., *Phthiracarus* sp., *Suctobelbella* sp., *Conchogneta traegardhi*, *Micropopia minus* являются “индикаторами чистоты экосистем”.

В целом негативное антропогенное воздействие на сообщества панцирных клещей не уничтожает их полностью, что дает основание считать возможным восстановление этого сообщества и экосистем до естественного состояния при прекращении действия стрессирующих факторов. Однако для определения этих факторов все же потребуются исследование не только биоиндикаторов экологического состояния экосистем, но и состава и свойств почв.

ЛИТЕРАТУРА

1. Климентьев А. И., Ложкин И. В., Трубин А. П. Геоэкологическая оценка почвенного покрова урбанизированных территорий. Екатеринбург: НИСО УрО РАН, 2006. 180 с.

2. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв. М.: Наука, 1965. 276 с.
3. Гиляров М. С. Почвенные беспозвоночные как показатели почвенного режима и условий среды // Биологические методы оценки природной среды. М.: Наука, 1978. С. 78–90.
4. Мордкович В. Г. Зоологическая диагностика почв лесостепной и степной зон Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. 109 с.
5. Мордкович В. Г. Степные экосистемы. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. 207 с.
6. Криволицкий Д. А. Почвенная фауна в экологическом контроле. М.: Наука, 1994. 272 с.
7. Алейникова М. М. Животное население почв и его изменение под влиянием антропогенных факторов // *Pedobiologia*. 1976. Bd 16, N 3. S. 195–205.
8. Криволицкий Д. А. Панцирные клещи в почвах СССР: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 1976. 29 с.
9. Криволицкий Д. А. Панцирные клещи как индикаторы почвенных условий // *Итоги науки и техники. Сер. зоол. беспозвоночных. Почвенная зоология*. М., 1978. Т. 5. С. 70–134.
10. Andre H. M., Bolly C., Lebrun Ph. Monitoring and mapping air pollution through animal indicator: a new and quick method // *J. Appl. Ecol.* 1982. Vol. 19, N 1. P. 107–111.
11. Сысо А. И., Артамонова В. С., Сидорова М. Ю., Ермолов Ю. В., Черевко А. С. Загрязнение атмосферы, снегового и почвенного покрова г. Новосибирска // *Оптика атмосферы и океана*. 2005. Т. 18, № 8. С. 663–669.
12. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы (СанПиН 2.1.7.1287-03) М: МЗ РФ, 2003. 11 с.
13. Методы почвенно-зоологических исследований. М.: Наука, 1975. 280 с.
14. Ильин В. Б., Сысо А. И. Микроэлементы и тяжелые металлы в почвах и растениях Новосибирской области. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2001. 229 с.
15. Сысо А. И., Смоленцев Б. А., Якименко В. Н. Почвенный покров Новосибирского Академгородка и его эколого-агрономическая оценка // *Сиб. экол. журн.* 2010. Т. 17, № 3. С. 363–378.
16. Строганова М. Н., Агаркова М. Г. Городские почвы: опыт изучения и систематики (на примере почв юго-западной части г. Москвы) // *Почвоведение*. 1992. № 7. С. 16–24.
17. Строганова М. Н., Мягкова А. Д., Прокофьева Т. В. Роль почв в городских экосистемах // *Там же*. 1997. № 1. С. 96–101.
18. Прокофьева Т. В., Седов С. Н., Строганова Н. М., Каздым А. А. Опыт микроморфологической диагностики городских почв // *Там же*. 2001. № 7. С. 879–890.
19. Бабенко А. Б. Некоторые закономерности формирования комплекса почвенных микроартропод на отвалах открытых горных разработок // *Зоол. журн.* 1980. Т. 59, вып. 1. С. 43–54.
20. Почвообразование и антропогенез: структурно-функциональные аспекты. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. 185 с.
21. Сукцессии и биологический круговорот. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1993. 156 с.

Effect of Different Types of Anthropogenic Changes of Soil on the Communities of Oribatids in Urban Ecosystems

V. S. ANDRIEVSKY, A. I. SYSO

*Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS
630090, Novosibirsk, Sovetskaya str., 18
E-mail: VS@issa.nsc.ru*

Communities of oribatids in the soil of urban ecosystems with different levels of pollution with heavy metals and arsenic, recreation load and surface transformation were studied. The suppressing action of these types of anthropogenic press on oribatid communities was revealed. Recreation load manifesting itself as an increase in the density of soil composition and elimination of the sod horizon, as well as the formation of urbanozem, and its effect on oribatids is comparable with the effect of pollution. Among oribatids, we revealed the species indicating the disturbed state of communities and purity of ecosystems.

Key words: anthropogenic effect, pollution, soil overconsolidation, ecosystems, oribatids, heavy metals.