

УДК 57.044; 631.46

UDC 57.044; 631.46

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО СВИНЦОМ И НЕФТЬЮ НА ЧИСЛЕННОСТЬ И СОСТАВ МИКРОАРТРОПОД

EFFECT OF POLLUTION OF ORDINARY BLACK SOIL WITH LEAD AND OIL ON THE NUMBER AND COMPOSITION OF MICROARTHROPODS

Колесников Сергей Ильич
д.с.-х.н., профессор
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

Kolesnikov Sergey Ilich
Dr.Sci.Agr., professor
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Самохвалова Лидия Сергеевна
к.б.н.
Ростовский государственный медицинский колледж

Samohvalova Lidia Sergeevna
Cand.Biol.Sci.
Rostov State Medicine University, Rostov-on-Don, Russia

Жаркова Мария Геннадьевна
к.б.н.
Донской государственный технический университет

Zharkova Mary Gennadievna
Cand.Biol.Sci.
Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russia

Казеев Камил Шагидуллоевич
д.г.н., профессор
Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

Kazeev Kamil Shagidulloevich
Dr.Sci.Geogr, professor
Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

С увеличением количества нефти в черноземе численность микроартропод снижалась. Такая же закономерность наблюдалась до определенной концентрации свинца в почве (фон+250 мг/кг), после чего на высоких дозах (+500 и +1000 мг/кг) было зафиксировано возрастание численности микроартропод. Более устойчивыми к загрязнению свинцом проявили себя гемазовые клещи и клещи акароидно-тромбидиформного комплекса, а к воздействию нефти, напротив, — панцирные клещи и ногохвостки

The number of microarthropods in the black soil decreased with an increase in the number of oil. The same pattern was observed until a certain concentration of lead in soil (von 250 mg / kg), after which high doses (500 and 1000 mg / kg) was recorded an increase in the number of microarthropods. Gamasid mites and ticks of akaroid-trombidiform complex have proven more resistant to lead, and armored mites and springtails - to oil, vise versa

Ключевые слова: ЧЕРНОЗЕМ, ЗАГРЯЗНЕНИЕ, НЕФТЬ, СВИНЕЦ, МИКРОАРТРОПОДЫ

Keywords: BLACK SOIL, POLLUTION, OIL, LEAD, MICROARTHROPODS

ВВЕДЕНИЕ

Микроартроподы включают несколько крупных таксонов членистоногих. Критерием для выделения этой группировки является размер животных (доли миллиметра-миллиметры). Панцирные клещи и коллемболы являются деструкторами растительного опада, их роль неопределима в процессе гумификации почв. Они являются наиболее активными разрушителями растительных остатков среди организмов почвенной микрофауны. Плотность орибатид и ногохвосток достигает десятков — сотен тысяч,

иногда миллионов особей на 1 м² почвы. Неудивительно, что роль этих организмов в жизни почвы трудно переоценить. К тому же, коллемболы являются группой животных, одной из первых, заселяющих безжизненные грунты и дающих начало формированию пионерных сообществ. Гамазовые клещи ведут хищный образ жизни и связаны пищевыми взаимоотношениями с ногохвостками. Темпы деструкции, характер трансформации органических веществ определяются трофической активностью коллембол, структурой сообщества и их суммарной численностью. Питаясь бактериями, гифами и спорами грибов, многие коллемболы стимулируют их рост и размножение, способствуют расселению микрофлоры в почве и растительном опаде. Коллемболы могут активно включаться в механизмы элиминации гельминтов, попадающих в почву в процессе развития.

Почвенные микроартроподы в силу своих особенностей (высокий уровень смертности и быстрое наращивание численности) чутко и быстро реагируют на изменения гидротермического и химического состава почв. Это делает их хорошими индикаторами экологического состояния почв [1-7].

В настоящей работе исследовано влияние загрязнения чернозема обыкновенного свинцом и нефтью на численность почвенных микроартропод.

МЕТОДИКА

Были проведены полевые модельные опыты на черноземе обыкновенном (североприазовском) в Ботаническом саду Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону). Мощность гумусового горизонта чернозема составляет 80 см, гранулометрический состав тяжелосуглинистый, реакция среды 7,7, содержание гумуса 4,1 %.

Были заложены делянки площадью 1 м² и промежутками между ними 0,5 м. Повторность трехкратная.

Свинец вносили в почву в дозах 25, 50, 100, 250, 500 и 1000 мг/кг. Фоновое содержание свинца в почве — 15,3 мг/кг. Предельно-допустимая концентрация (ПДК) свинца в почве составляет в России 32 мг/кг [8]. Использовали оксида свинца (II) — PbO. Загрязнение почвы свинцом на 70-90% происходит в форме оксидов [9].

Нефть вносили в почву в дозах 0,25; 0,5; 1,0; 2,5; 5,0; 10,0 % от массы почвы. ПДК нефти в почве не разработана. Использованная в исследовании нефть характеризуется средней плотностью (0,8616 кг/м³), средним содержанием серы (1,34 %) и хлористых солей (73,0 мг/дм³), низким содержанием механических примесей (0,0060 %), массовая доля парафинов — 4,46 %.

Так как оксид свинца не растворим в воде, то для равномерного распределения в почве, его сначала растирали с небольшим количеством почвы в ступке, затем смешивали с большим объемом почвы в тазике, а потом максимально равномерно распределяли в верхнем слое почвы (0-20 см) делянки путем перекапывания. Нефть вносили поверхностно методом полива.

Дата закладки опытных делянок — 20 августа 2007 года. Через месяц на них была посеяна озимая пшеница (сорт Дончанка). Образцы почвы для определения численности и состава микроартропод были отобраны в мае 2008 года — через 270 суток от момента загрязнения почвы.

Численность микроартропод определяли по общепринятой методике (Гиляров, 1975). Отбор образцов почвы проводили 3 раза в течение мая-июня 2008 года (через 270 суток от момента загрязнения почвы) из верхнего горизонта 0-20 см. На каждой делянке брали по 5 смешанных образцов почвы металлической рамкой объемом 125 см³. Всего с каждого варианта было отобрано по 15 почвенных образцов.

Экстракцию микроартропод из почвы осуществляли на эклекторах при естественном освещении без электрического обогрева в течение 7 дней до полного высыхания с последующим хранением в 70%-ом спирте с добавлением глицерина. При ручной разборке проб под биноклем МБС-10 выявлялся состав микроартропод: панцирных клещей, относящихся к отряду *Acariformer*, подотряду *Sarcoptiformes*; гамазовых клещей, относящихся к отряду *Parasitiformer*, подотряду *Mesostigmata*. Клещей, относящихся к подотряду *Trombidiformes* (тарсонемоидных, эндеостигматических, простигматических), а также акароидных клещей подотряда *Sarcoptiformes*, объединяли в акароидно-тромбидиформный комплекс. Остальных животных по своим мелким размерам относили к прочим беспозвоночным.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные (табл. 1, 2) отличаются значительным варьированием, что не дает возможности сделать достоверные выводы о влиянии загрязняющих веществ на микроартропод. В то же время можно отметить статистически не подтвержденные, но достаточно выраженные тенденции.

При загрязнении чернозема обыкновенного нефтью отмечается снижение численности микроартропод при увеличении количества загрязняющего вещества в почве по сравнению с контрольными показателями (табл. 1), что являлось вполне закономерным и ожидаемым. Однако вариабельность численности различных групп микроартропод имела определенные особенности.

На контрольном участке максимальную численность имели клещи акароидно-тромбидиформного комплекса и гамазовые клещи. При этом их численность на всех опытных участках (0,25-10%) уменьшалась по мере увеличения концентрации нефти, но даже на участке с максимальной кон-

центрацией (10%) показатели численности этих групп микроартропод оставались выше других (панцирных клещей, ногохвосток), что позволяет предположить их большую устойчивость к загрязнению почвы нефтью.

Численность панцирных клещей на участке с минимальным загрязнением (0,25%) превалировала над контрольной (1,1 и 0,7 тыс. экз./м² соответственно), однако по мере нарастания концентрации нефти их численность снижалась.

Численность ногохвосток закономерно снижалась по мере нарастания концентрации нефти (0,25-10%) и изначально была ниже численности ногохвосток контрольного участка (табл. 1).

Таблица 1

Влияние загрязнения чернозема обыкновенного нефтью на численность (тыс. экз./м²) различных групп микроартропод (Ботанический сад ЮФУ, 2008)

Содержание нефти, %	Панцирные клещи	Гамазовые клещи	Ногохвостки	Акароидно-тромбидиформный комплекс клещей	Прочие беспозвоночные
Контроль	0,7±1,3	1,2±1,2	0,4±0,9	2,0±1,4	0,7±1,1
0,25	1,1±1,3	0,8±1,1	0,3±0,9	1,0±1,1	0,8±1,2
0,5	0,6±1,3	0,7±1,2	0,4±1,9	0,8±1,1	0,8±1,2
1,0	0,5±1,3	0,7±1,2	0,2±1,9	0,8±1,1	0,6±1,2
2,5	0,2±1,8	0,5±1,2	0,2±1,9	0,5±1,7	0,4±1,2
5	0,1±2,7	0,2±2,1	0,09±2,3	0,3±2,0	0,2±2,2
10	0,04±2,7	0,1±2,1	0,04±2,3	0,2±2,0	0,1±1,5

На участках с высокой концентрацией нефти (5-10%) численность всех групп микроартропод заметно уменьшилась по сравнению с более низкими концентрациями (0,25-2,5%) и контролем. При этом минимальная численность отмечена для панцирных клещей и ногохвосток (по 0,04 тыс. экз./м²) по сравнению с другими группами микроартропод.

При загрязнении чернозема обыкновенного свинцом тенденция к снижению численности микроартропод наблюдается до определенной концентрации металла в почве (фон+250 мг/кг). При повышении дозы загрязняющего агента (+500 и +1000 мг/кг) зафиксировано некоторое возрастание численности отдельных групп микроартропод (кроме ногохвосток) (табл. 2).

На контрольном участке максимальную численность имели панцирные клещи и клещи акароидно-тромбидиформного комплекса (2,3 и 7,9 тыс. экз./м² соответственно), минимальную — гамазовые клещи (1,3 тыс. экз./м²). При небольших дозах загрязнения численность панцирных и гамазовых клещей сначала снижается, а при более высоких дозах (+250; +500; +1000 мг/кг) начинает повышаться.

Таблица 2

Влияние загрязнения чернозема обыкновенного свинцом на численность (тыс. экз./м²) различных групп микроартропод (Ботанический сад ЮФУ, 2008)

Содержание свинца, мг/кг	Панцирные клещи	Гамазовые клещи	Ногохвостки	Акароидно-тромбидиформный комплекс клещей	Прочие беспозвоночные
Фон	2,3±2,1	1,3±1,1	1,4±1,0	7,9±2,0	1,6±1,3
+25	1,1±1,2	1,1±1,0	1,6±1,3	6,4±1,2	1,1±1,0
+50	0,9±1,4	1,0±1,2	1,4±1,0	9,1±2,0	1,0±0,9
+100	0,9±1,1	1,0±1,2	0,7±0,9	4,5±2,2	0,8±1,1
+250	1,0±1,6	0,6±0,8	0,5±1,1	2,5±1,8	0,6±0,9
+500	2,0±1,3	1,6±1,2	0,9±1,3	9,1±2,0	1,0±1,1
+1000	2,3±1,6	1,6±1,2	1,3±1,2	9,7±2,6	1,3±1,4

Численность клещей акароидно-тромбидиформного комплекса показала интересную, но незакономерную динамику: повышение дозы свинца вызывало как снижение численности клещей (+25; +100; +250 мг/кг), так и

повышение их численности (+50; +500; +1000 мг/кг) по сравнению с контролем, потому трудно судить об устойчивости данной группы микроартропод к загрязнению чернозема обыкновенного свинцом.

Численность ногохвосток на опытных участках снижалась по мере нарастания дозы свинца, и на участке с максимальной концентрацией поллютанта их численность по сравнению с численностью других групп микроартропод была минимальна (1,3 тыс. экз./м²).

Численность панцирных клещей и прочих беспозвоночных (энхитриды, нематоды и пр.) на участке с дозой загрязнения свинцом 0,25 мг/кг была выше контрольной (табл. 2), а при увеличении концентрации загрязняющего вещества (0,5-10 мг/кг) отмечалось ее снижение.

Таким образом, разные группы микроартропод проявили различную устойчивость к свинцу и нефти. По степени устойчивости к загрязнению свинцом исследованные группы микроартропод расположились следующим образом: *гамазовые клещи = клещи акароидно-тромбидиформного комплекса > ногохвостки > панцирные клещи.*

По степени устойчивости к загрязнению нефтью исследованные группы микроартропод образовали следующий ряд: *панцирные клещи > ногохвостки > гамазовые клещи > клещи акароидно-тромбидиформного комплекса.*

Интересно, что более толерантные к загрязнению свинцом группы микроартропод оказались менее устойчивыми к воздействию нефтью, и наоборот.

Возможно, это связано с различиями в механизмах воздействия свинца и нефти на живые организмы. Механизм токсического действия свинца связан с нарушением у живых организмов обмена веществ в результате ухудшения проницаемости клеточных мембран и ингибирования ферментов [10]. Негативное воздействие нефти в большей степени косвенно и проявляется в ухудшении водно-воздушного режима почвы [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При загрязнении чернозема нефтью проявилась статистически не достоверная, но достаточно выраженная тенденция снижения численности микроартропод при увеличении количества загрязняющего вещества в почве. При загрязнении свинцом такая тенденция наблюдалась до определенной концентрации металла в почве (фон+250 мг/кг), после чего на высоких дозах (+500 и +1000 мг/кг) было зафиксировано возрастание численности микроартропод.
2. Разные группы микроартропод проявили различную устойчивость к свинцу и нефти. По степени устойчивости к загрязнению свинцом исследованные группы микроартропод расположились следующим образом: *гамазовые клещи* = *клещи акароидно-тромбидиформного комплекса* > *ногохвостки* > *панцирные клещи*. По степени устойчивости к загрязнению нефтью исследованные группы микроартропод образовали следующий ряд: *панцирные клещи* > *ногохвостки* > *гамазовые клещи* > *клещи акароидно-тромбидиформного комплекса*. Более толерантные к загрязнению свинцом группы микроартропод оказались менее устойчивыми к воздействию нефтью, и наоборот.

Исследование выполнено в рамках реализации Программы развития Южного федерального университета (213.01-24/2013-85; 213.01-24/2013-44).

Список литературы

1. *Гиляров М.С.* Зоологический метод диагностики почв. М. 1965. 278 с.
2. *Гиляров М.С.* Почвенные беспозвоночные как индикаторы почвенного режима и его изменений под влиянием антропогенных факторов // Биоиндикация состояния окружающей среды Москвы и Подмосковья. М. 1982. С. 8–12.

3. *Гиляров М.С., Стриганова Б.Р.* Роль почвенных животных в разложении растительных остатков и круговороте веществ // Итоги науки и техники. Зоология беспозвоночных. М. 1978. С. 8–69.
4. *Казадаев А.А., Креница А.М., Симонович Е.И., Булышева Н.И., Везденева Л.С.* Почвенная фауна и плодородие почв. НМЦ «Логос», 2008. 114 с.
5. *Стриганова Б.Р.* Питание почвенных сапрофагов. М. 1980. 242 с.
6. *Чернова Н.М.* Особенности динамики микроартропод в пахотных почвах // Проблемы почвенной зоологии. Киев. 1981. С. 245–247.
7. *Petersen H., Luxton M.A.* A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes // *Oikos*. 1982. Vol. 39. P. 287–388.
8. Химическое загрязнение почв и их охрана. М.: Агропромиздат, 1991. 303 с.
9. *Горбатов В.С.* Устойчивость и трансформация оксидов тяжелых металлов (Zn, Pb, Cd) в почвах // Почвоведение. 1988. №1. С. 35-43.
10. *Горшин С.П., Удельнова Т.М., Ягодин Б.А.* Микроэлементы, экология и здоровье человека // Успехи современной биологии. Т. 109. Вып. 2. 1990. С. 279-292.
11. *Трофимов С.Я., Аммосова Я.М., Орлов Д.С., Осипова Н.Н., Суханова Н.И.* Влияние нефти на почвенный покров и проблема создания нормативной базы по влиянию нефтезагрязнения на почвы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. Почвоведение. 2000. № 2. С.30-34.

References

1. Gilyarov M.S. Zoologicheskij metod diagnostiki pochv. M. 1965. 278 s.
2. Gilyarov M.S. Pochvennye bespozvonochnye kak indikatorы pochvennogo re-zhima i ego izmenenij pod vliyaniem antropogennyx faktorov // Bioindi-kaciya sostoyaniya okruzhayushhej sredy Moskvy i Podmoskov'ya. M. 1982. S. 8–12.
3. Gilyarov M.S., Striganova B.R. Rol' pochvennyx zhivotnyx v razlozhenii rastitel'nyx ostatkov i krugovorote veshhestv // Itogi nauki i texniki. Zoologiya bespozvonochnyx. M. 1978. S. 8–69.
4. Kazadaev A.A., Kremenica A.M., Simonovich E.I., Bulysheva N.I., Vezdeneeva L.S. Pochvennaya fauna i plodorodie pochv. NMC «Logos», 2008. 114 s.
5. Striganova B.R. Pitanie pochvennyx saprofagov. M. 1980. 242 s.
6. Chernova N.M. Osobennosti dinamiki mikroartropod v paxotnyx pochvax // Problemy pochvennoj zoologii. Kiev. 1981. S. 245–247.
7. Petersen H., Luxton M.A. A comparative analysis of soil fauna populations and their role in decomposition processes // *Oikos*. 1982. Vol. 39. P. 287–388.

8. Химическое загрязнение почв и их охрана. М.: Agropromizdat, 1991. 303 с.
9. Gorbatov V.S. Uстойchivost' i transformaciya oksidov tyazhelyx metallov (Zn, Pb, Cd) v pochvax // Pochvovedenie. 1988. №1. S. 35-43.
10. Torshin S.P., Udel'nova T.M., Yagodin B.A. Mikroelementy, e'kologiya i zdorov'e cheloveka // Uspexi sovremennoj biologii. T. 109. Vyp. 2. 1990. S. 279-292.
11. Trofimov S.Ya., Ammosova Ya.M., Orlov D.S., Osipova N.N., Suxanova N.I. Vliyanie nefiti na pochvennyj pokrov i problema sozdaniya normativnoj bazy po vliyaniyu neftezagryazneniya na pochvy // Vestn. Mosk. un-ta. Ser. 17. Pochvovedenie. 2000. № 2. S.30-34.