

A. E. Pakhomov, L. V. Gracheva
Effect of Mole (*Talpa europaea*) digging activity on soil microflora in case of soil cadmium pollution

УДК 631.4:634.9

А. Е. Пахомов, Л. В. Грачева

Днепропетровский национальный университет

**ВЛИЯНИЕ РОЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КРОТА
(*TALPA EUROPAEA*) НА ПОЧВЕННУЮ МИКРОФЛОРУ
ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ КАДМИЕМ**

Охарактеризовано вплив рийної діяльності крота (*Talpa europaea*) на кількість і розповсюдження ґрунтових мікроорганізмів в умовах забруднення ґрунту кадмієм. Встановлено, що рийна активність ссавців є важливим природним екологічним чинником, що сприяє відновленню та розвитку мікрофлори в умовах забруднення.

Influence of fossorial activity of European mole *Talpa europaea* on number and distribution of soil microorganisms under conditions of cadmium pollution of the soil is characterized. Mammals' fossorial activity is an important natural ecological factor that contributes to microflora rehabilitation and development under conditions of contamination.

Введение

Роющая деятельность животных как средообразующий фактор является объектом изучения для многих исследователей – зоологов, почвоведов и экологов [3–5]. Роющая активность млекопитающих является одним из наиболее распростра-

© А. Е. Пахомов, Л. В. Грачева, 2006

144

ненных и масштабных явлений в природных экосистемах. Доказана роль роющей деятельности позвоночных в формировании физико-химического режима почв. Прежде всего, роющая деятельность млекопитающих оказывает влияние на твердость почв, их аэрацию, термический режим, водопроницаемость и влажность. Изменение физических параметров почвы вызывает изменение ее химических свойств. Под влиянием роющей активности из более глубоких почвенных горизонтов химические соединения выносятся на поверхность, интенсивнее вовлекаются в биогенный круговорот. В результате роющей активности животных верхний гумусовый горизонт перемещивается с нижележащей материнской породой, что способствует обогащению почв органическим веществом [4; 5].

Микробоценоз – один из важнейших компонентов биологической системы почвы. Микроорганизмы представляют собой самую активную часть биогеоценоза, что обусловлено присущим им разнообразием биохимических функций и высокой физиологической активностью. Синтез биологически активных соединений, гумусообразование и полная минерализация органических остатков – основные функции почвенных микроорганизмов [1; 6]. Именно микробоценоз определяет основной характер деструкции органического вещества, завершение процесса минерализации, формирование биологической активности почв.

Проблема загрязнения почвы тяжелыми металлами является актуальной для Украины. Многочисленные обследования почв свидетельствуют о том, что они загрязнены как отдельными металлами, так и их многокомпонентными комплексами [6; 7; 11]. Загрязнение тяжелыми металлами безусловно влияет на все живые компоненты биогеоценоза, в том числе и на почвенные микроорганизмы. Работы многих исследователей [1; 5; 14; 15] описывают методы, оздоравливающие загрязненные тяжелыми металлами почвы.

Цель данной работы – выявление влияния роющей деятельности млекопитающих на численность и распределение микроорганизмов в условиях загрязнения почвы кадмием.

Материал и методы исследований

Исследования проводили на Присамарском международном биосферном стационаре им. А. Л. Бельгарда. Район исследования располагается на левом берегу среднего течения реки Самара, в центральной части поймы, в липо-ясеновой дубраве со снытью. Тип лесорастительных условий – суглинок свежий. Тип световой структуры – полутеневой, III возрастной ступени. Тип посадки – рядовой. Сомкнутость древостоя – 0,8–0,9.

Верхний ярус в лесном биогеоценозе составляют ясень обыкновенный и дуб черешчатый. Клен остролистный, вяз гладкий и груша обыкновенная встречаются спорадически. Подрост в насаждениях состоит в основном из клена полевого и остролистного, ясеня. Кустарниковый подлесок развит слабо. Травостой представлен лесными видами, покрытие 65–70 %, а на затененных участках – 5–7 %.

Подстилка состоит преимущественно из полуразложившихся листьев дуба и ясеня, двухслойная, рыхлая, мощностью 3 см. В центральной части поймы образуются преимущественно лугово-лесные, черноземовидные многогумусные выщелоченные среднесуглинистые на аллювиальных отложениях почвы [12]. Увлажнение атмосферно-грунтовое. Грунтовые воды расположены на глубине 3,7 м. В гранулометрическом составе преобладают две фракции: мелкий песок и ил. Почва богата гумусом (4,9 %). Реакция почвенного раствора варьирует в пределах 6,4–7,5. Для всех этих почв, как показали исследования членов комплексной экспедиции Днепропетровского государственного университета, характерен гуматный тип обмена веществ.

Кадмий вносили в виде раствора $Cd(NO_3)_2$ в дистиллированной воде. При внесении учитывалось значение ПДК для Cd – 5 мг/кг почвы. Были внесены следующие

концентрации: 0,25 г/м² (соответствует 1 ПДК), 1,25 (5 ПДК) и 2,5 г/м² (10 ПДК). Во избежание загрязнения окружающих слоев почвы соединениями кадмия были использованы изолированные почвенные блоки – по периметру площадки в почву вертикально помещали пластины из инертного непроницаемого материала.

Для определения степени воздействия млекопитающих на почвенную микрофлору применяли сравнительный метод – отбор проб производили одновременно на экспериментальных участках и контрольном участке, выбранном в идентичных почвенно-растительных условиях. Для получения качественной характеристики микрофлоры и сравнения микробных пейзажей почвы экспериментальных и контрольных участков использовали разработанный Н. Г. Холодным метод стекол обрастания [8] в модификации А. В. Рыбалкиной и Е. В. Кононенко [10]. Стекла покрывали тонким слоем стерильного крахмало-аммиачного агара. Подготовленные стекла закладывали в почву экспериментальных участков на глубину 0–10 и 10–20 см. Закладку и извлечение стекол обрастания выполняли в июне–сентябре. Экспозиция стекол производилась в течение 1 и 3 месяцев. Извлеченные из почвы стекла фиксировали парами формалина и окрашивали карболовым эритрозином. Исследование стекол обрастания проводили под световым микроскопом с помощью иммерсионного объектива ($\times 90$). Изучение стекол обрастания дает представление о составе микробных ассоциаций почвы. Данным методом учитываются лишь те микроорганизмы, которые находятся в активном состоянии. На этом основании А. В. Рыбалкина и Е. В. Кононенко предлагают рассматривать микроорганизмы, обнаруживаемые на стеклах обрастания, как активную микрофлору почвы, в противоположность потенциальной микрофлоре, вырастающей в посевах на питательные среды [13].

Результаты и их обсуждение

Загрязнение почвы пойменных лесов кадмием приводит к снижению численности микроорганизмов. На участках, загрязненных кадмием в концентрации 5 и 10 ПДК, наблюдается снижение количества микроорганизмов по сравнению с контрольным участком, при экспозиции 1 месяц – на 35–74 % на почвенном горизонте 0–10 см, на 4–18 % на почвенном горизонте 10–20 см; при экспозиции 3 месяца – на 12–29 % на почвенном горизонте 0–10 см, на 26–33 % на почвенном горизонте 10–20 см.

В местах пороев крота наблюдается увеличение количества почвенных микроорганизмов, по сравнению с контрольным участком: при экспозиции 1 месяц – на 17 % на почвенном горизонте 0–10 см, на 7 % на почвенном горизонте 10–20 см. При экспозиции 3 месяца увеличение количества микроорганизмов сохраняется на почвенном горизонте 0–10 см.

На участках с пороями, загрязненными кадмием, наблюдается увеличение количества микроорганизмов на всех почвенных горизонтах как при экспозиции 1 месяц, так и при экспозиции 3 месяца (табл.).

Таблица

Изменение численности почвенных микроорганизмов под влиянием роющей деятельности крота (*Talpa europaea*) при загрязнении почвы кадмием

Почвенный горизонт	Экспозиция, месяцы	Численность микроорганизмов, млн. кл./см ² почвы					
		контроль	почва с Cd		порой	порой с Cd	
			5 ПДК	10 ПДК		5 ПДК	10 ПДК
Выброс 0–10 см 10–20 см	1	–	–	–	7,92	8,46	8,12
		6,54	4,30	3,76	7,68	8,82	7,38
		5,9	5,67	4,97	6,35	7,05	6,48
Выброс 0–10 см 10–20 см	3	–	–	–	7,19	6,84	5,93
		6,63	5,91	5,13	6,76	5,89	5,69
		5,79	4,59	4,33	5,45	4,93	4,83

Анализ микробного пейзажа показал, что активная микрофлора почв обильна и разнообразна. На стеклах обростания наблюдаются микроорганизмы различных морфологических групп, единичные клетки, скопления клеток, микроколонии, зооглеи. Часто встречаются микроколонии чистых культур разной степени плотности – от рыхлых до компактных, иногда окруженных слизью.

Грибы представлены толстыми и тонкими ветвящимися гифами с перегородками и без них, с разнообразными формами конидиального спороношения. Существенным компонентом микробного ценоза являются актиномицеты, мицелий которых несет прямые и спиральные споросцы.

Микробный пейзаж почвы контрольного участка характеризуется разнообразием микрофлоры. Бактерии в большом количестве представлены диффузно рассеянными клетками неспоросных палочек. Реже встречаются извитые формы и споросные палочки, образующие микроколонии небольших размеров. Кокковые клетки встречаются редко, представлены главным образом мелкими зооглейными формами, имеющими общую слизистую капсулу. Часто наблюдаются скопления бактерий овальной и палочковидной формы около грибных гиф и непосредственно на гифах. При этом нередко можно видеть явления лизиса мицелия бактериями.

Грибы составляют значительную часть микрофлоры. Вегетативный мицелий грибов хорошо развит. Часто встречаются различные формы конидиального спороношения. Хорошо просматриваются зернистая структура старых и однородное наполнение молодых гиф. Довольно многочисленны актиномицеты с мицелием из густо переплетенных гиф.

Таким образом, прямое наблюдение за микробоценозом показало, что исследуемая почва богата микроорганизмами и морфология их очень разнообразна.

Микробные пейзажи экспериментальных участков имели свои особенности.

Микробный пейзаж почвы участков с пороями крота отличался обилием грибной микрофлоры и актиномицетов. Грибы представлены толстыми и тонкими гифами с различными формами конидиеносцев и конидий. Чаще встречаются молодые гифы без перегородок. Наряду с многочисленными грибами обнаружено большое количество актиномицетов со спиралевидными или прямыми споросцами.

Бактериальная флора представлена большим количеством неспоросных видов, среди которых много диффузно рассеянных мелких палочек и извитых форм. Наряду с этим здесь богато представлены бациллы разных размеров и форм, образующие цепочки и очаговые скопления, состоящие из большого количества клеток. Чаще встречаются зооглеи бактерий, состоящие из мелких клеток. Кокковые формы встречаются в виде микроколоний.

Изучение микробных пейзажей участков, загрязненных кадмием, показало, что главенствующее положение в данных микробоценозах занимают бактерии. Часто встречаются мелкие кокковидные и палочковидные бактерии. Бактерии овальной и палочковидной формы организованы в крупные микроколонии и скопления клеток. Эти образования отличаются значительными размерами. Некоторые микроколонии даже не помещались в поле зрения микроскопа. Бактериальные обростания на грибных гифах также состоят из большого количества клеток. В связи с этим часто можно было видеть явление лизиса грибных гиф бактериями. Часто встречаются бациллы, образующие длинные цепочки. Грибы встречаются редко и представлены тонкими гифами. Часто встречается плоский, лишенный тургора мицелий и обрывки гиф. Изредка встречаются спороснающие гифы.

Анализ микробных пейзажей почвы участков с пороями крота показал, что основное отличие их от микробных пейзажей участков, загрязненных кадмием, состоит в уве-

личении количества грибных гиф. Это происходит за счет появления молодых гиф. Также часто встречаются гифы с конидиями. Довольно многочисленны актиномицеты.

Бактериальная флора отличается появлением большого количества длинных цепочек спороспособных бактерий, микроколоний бактерий и скоплений клеток. Чаще встречаются единичные клетки и неспоровые палочки.

Выводы

В летний период в почве краткопоемной липо-ясеновой дубравы доминирует бактериальная микрофлора, представленная клетками различной формы: от единичных клеток до микроколоний и скоплений, состоящих из тысяч клеток. Поступление в почву кадмия вызывает изменения в количестве и распространении микроорганизмов. Микробные пейзажи экспериментального участка, загрязненного кадмием, характеризуются уменьшением плотности обрастаний на стеклах. Господствующее положение здесь занимают разнообразные формы споровых бактерий, которые организованы в крупные микроколонии и скопления клеток или образуют длинные цепочки. Грибы немногочисленны; по часто встречающемуся плоскому мицелию и обрывкам гиф можно судить об их угнетении.

Микробные пейзажи почвы участков с пороями крота отличаются повышением плотности обрастаний. Микрофлора здесь заметно богаче и разнообразнее и находится в активном физиологическом состоянии. Количество микроорганизмов увеличивается по сравнению с контролем на 2–17%. На участках с пороями крота, которые загрязнены кадмием, также наблюдается увеличение количества микроорганизмов, по сравнению с загрязненными кадмием участками без пороев, в среднем на 10–196%. В микробных пейзажах значительно увеличивается количество грибной микрофлоры, которая значительно богаче и разнообразнее. Чаще встречаются длинные цепочки споровых бактерий, извитые и неспоровые формы.

Актиномицеты являются постоянными представителями микрофлоры на всех исследуемых участках.

Таким образом, роющая деятельность млекопитающих является важным естественным экологическим фактором, способствующим восстановлению и развитию микрофлоры в условиях загрязнения почвы кадмием.

Библиографические ссылки

1. **Функціонування** мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / К. І. Андреюк, Г. О. Іутинська, А. Ф. Антипчук та ін. – К.: Обереги, 2001. – 240 с.
2. **Булахов В. Л.** Влияние фитофагов-млекопитающих на скорость минерализации подстилки в лесных биогеоценозах степной зоны Украины / В. Л. Булахов, А. Е. Пахомов // Роль подстилки в лесных биогеоценозах: Тез. докл. Всесоюз. совещ. – М.: Наука, 1983. – С. 31–32.
3. **Абатуров Б. Д.** Млекопитающие как компонент экосистемы. – М.: Наука, 1984. – 286 с.
4. **Булахов В. Л.** Влияние роющей деятельности крота на физико-химические свойства почв лесов степной зоны юго-востока Украины // Проблемы почвенной зоологии. – Вильнюс, 1975. – С. 85–87.
5. **Пахомов А. Е.** Биогеоценологическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины. – Т. 2. Трофический тип воздействия. Биотехнологический процесс становления экологической устойчивости эдафотопы. – Днепропетровск: ДГУ, 1998. – 216 с.
6. **Кирейчева Л. В.** Методы детоксикации почв, загрязненных тяжелыми металлами / Л. В. Кирейчева, И. В. Глазунова // Почвоведение. – 1995. – № 7. – С. 892–896.
7. **Костишин С. С.** Природний та антропогенно трансформований рівень рухомих форм важких металів та алюмінію в ґрунтах населених пунктів різних природних зон

- Чернівецької області України / С. С. Костишин, С. С. Руденко, Т. В. Морозова // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія. – 2001. – Вип. 126. – С. 70–83.
8. **Лихолат Ю. В.** Рівень акумуляції важких металів у рослинах *Poa angustifolia* L. у штучних біогеоценозах / Ю. В. Лихолат, Л. П. Мицик // Питання степового лісознавства та лісової рекультиваци земель. – Дніпропетровськ: ДНУ, 2000. – Вип. 4. – С. 25–28.
 9. **Новоградський Д. М.** Почвенная микробиология. – Алма-Ата: Изд. АН Казахской ССР, 1956. – 366 с.
 10. **Разумовская З. Г.** Лабораторные занятия по почвенной микробиологии / З. Г. Разумовская, Г. Я. Чижик, Б. В. Громов. – Л.: ЛГУ, 1960. – С. 138–142.
 11. **Стефурак В. П.** Зміна деяких показників біологічної активності ґрунту під впливом аеротехногенного забруднення // Науковий вісник Чернівецького університету. Біологія. – 2001. – Вип. 126. – С. 115–123.
 12. **Травлев А. П.** Вопросы генезиса и свойств почв лесных биогеноценозов Присамарья // Вопросы степного лесоведения. – Днепропетровск: ДГУ, 1972. – Вып. 2. – С. 8–12.
 13. **Рыбалкина А. В.** Активная микрофлора почв / А. В. Рыбалкина, Е. В. Кононенко // Микрофлора почв европейской части СССР. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – С. 174–247.
 14. **The use of adsorptive minerals** to reduce the uptake of arsenic and cadmium by food crops from contaminated soils / B. Alloway, G. Warren, N. Lepp at al. // Proceedings of the Seventh International FZK/TNO Conference on Contaminated Soil. – 2000. – Vol. 2. – P. 1061–1067.
 15. **Integrated approach** to quantify bioavailable concentration of heavy metals in polluted soils / P. Corbisier, D. van der Lelie, J. Bierkens at al. // Proceedings of the Seventh International FZK/TNO Conference on Contaminated Soil. – 2000. – Vol. 1. – P. 254–261.

Надійшла до редколегії 29.01.06.

УДК 581.1+577.152.1+633.15+632.954

Г. С. Россихіна

Дніпропетровський національний університет

СТАН АНТИОКСИДАНТНОЇ СИСТЕМИ *ZEА MAYS* ПІД ВПЛИВОМ ГЕРБИЦИДІВ

Досліджено зміну ферментативної активності супероксиддисмутази (СОД), каталази, пероксидази в листі кукурудзи за дії ґрунтових гербицидів (харнесу, фронт'єру, мерліну). Показано підвищення активності СОД і пероксидази та зниження активності каталази. Ці зміни спрямовані на зняття окисного стресу і, тим самим, гербицидного пошкодження.

The change of superoxide dismutase, catalase and peroxidase enzymatic activity in maize leaves under action of soil herbicides – Harness, Frontier, Merlin – has been studied. It is shown the increase of superoxide dismutase and peroxidase activity and the decrease of catalase activity. It is directed to reduce the oxidation stress and thereby the herbicidal damage.

Вступ

Значні збитки сільськогосподарському виробництву чинять рудеральні рослини. Вони позбавляють культурні рослини поживних речовин, вологи, світла, заглишають їх, знижують врожай та погіршують якість продукції. У боротьбі з рудеральною рослинністю вирішальну роль відіграють гербициди [5; 6], які представлені доволі складними органічними сполуками високої фізіологічної активності. Із літературних джерел відомо, що вплив гербицидів на рослини гальмує їх ріст і розвиток, порушує багато фізіологічних і біохімічних процесів у клітинах, інгібуючи фотосинтез, транспірацію, біосинтез білка, мінеральне живлення [2; 3; 6; 12; 13]. Під впливом не-

© Г. С. Россихіна, 2006

149