
REMEDICATION OF CONTAMINATED SOILS



T. A. Zamesova ✉

UDK 599: 574.4+577.15

*O. Honchar Dnipropetrovsk National University,
Gagarin ave., 72, Dnipro, Ukraine, 49010*

INFLUENS OF MOLE RATS BURROW ACTIVITY TO RESTORE THE SOILS PROTEOLYTIC ACTIVITY IN TERMS OF THEIR MAN-MADE POLLUTION

Abstract. Heavy metals, especially their large concentration, is toxic for all living creatures because they are accumulating in the living things tissues. Theirs excessive levels evoke coagulation of proteins that cause immediate death of cells. Heavy metals get into the ground by different ways: directly because of using, precipitation, industrial pollution. Their impacts may be either time limited and have low toxicity or, alternatively, it may be long-termed and expressing the pollutants' ability to accumulate them in the body and supply chains. In the edaphotop block of land biogeocenosis most of the transformation processes begin with soil degradation ones. This leads to disruption of soil-forming process cycle of matter and biological productivity of systems. Optimization of a particular system or a block is possible only by acting on their biological relations, which is responsible for managing the system. Distortion or optimization of relations occurs with the animals environmental-forming, the component of which is animals burrow activity. As a result of it, water and chemicals are being reallocated in soil depths, thermal and aeration modes are changed, formed typical zoogenous micro relief with specific physical and chemical properties of the soil. This improves the living conditions of soil micro-organisms. Last ones are involved in soil enzyme activity forming. Enzymes involved in important biochemical processes: synthesis and humus decomposition, hydrolysis of organic compounds, the schedule remains of plants and microorganisms and converted them available to fixation, fix loose items, are actively involved in the cycling of essential elements for plants, in oxidation renewable reactions, etc. It is possible to determine the extent of microorganism's activity by means of indexes of soil proteolytic activity

Conducted studies of the impact for animals burrow activity on the soils proteolytic activity for artificial forest under conditions of heavy metal pollution. Control plots were contaminated by lead with concentrations of 32; 160; 320 mg/kg of soil, which correspond to the maximum permissible concentration of 1; 5; 10 MAC. Samples were taken at 1st, 3rd and 15th months after contamination; proteolytic activity was determined by the Mishustin application method.

Current proteolytic activity of soil is determined in vivo. It is the result of microorganism's vital functions. And in turn can be an indicator of microbial activity. Contamination of lead depressing vital functions for soil microorganisms. This effect is more noticeable in the first month after contamination. The characteristic dependence of the soil proteolytic activity on metal concentration was observed also, the higher the MPC, the lower proteolytic activity level. The

✉ Tel.: +38050-992-68-79, e-mail: tzamesova@gmail.com

DOI: 10.15421/041618

ISSN 1684-9094. Gruntoznavstvo. 2016. Vol. 17, no. 3-4

107

characteristics' dependence of soil proteolytic activity on metal concentration were also observed: the higher MPC, the lower the activity level. It was shown that on the mole rats burrows-dug with lead contaminated the medium proteolytic activity level exceeded control 1.9; 1.76 and 1.53 times respectively, at 1st; 3rd and 15th months after contamination. Based on this we can say that burrowing activity of animals inhibits inhibitory effect of heavy metals and plays an important role in the self-cleaning environment.

Keywords: mole rat, digging activity, heavy metals, soil, proteolytic activity.

УДК 599: 574.4+577.15 **Т. А. Замесова**

*Днепропетровский национальный университет им. О. Гончара,
просп. Гагарина, 72, г. Днепр, Украина, 49010,
тел.: +38050-992-68-79, e-mail: t.zamesova@gmail.com*

ВЛИЯНИЕ РОЮЩЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЛЕПЫША НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРОТЕОЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЕЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Аннотация. В условиях антропогенной деятельности наблюдается интенсивная техногенная нагрузка на окружающую среду, что приводит к обеднению и загрязнению почв. Возникает проблема поиска естественных путей для восстановления гомеостаза экосистем и биоразнообразия. В лесных биогеоценозах таким фактором может выступать роющая деятельность животных. Было показано, что в условиях загрязнения Pb и Zn на порых слепыша протеолитическая активность почвы была выше, чем на контрольных участках.

Ключевые слова: слепыш, роющая деятельность, тяжелые металлы, протеолитическая активность почвы.

УДК 599: 574.4+577.15 **Т. А. Замесова**

*Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара,
просп. Гагаріна, 72, м. Дніпро, Україна, 49010,
тел.: +38050-992-68-79, e-mail: t.zamesova@gmail.com*

ВПЛИВ РИЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ СЛІПАКА НА ВІДНОВЛЕННЯ ПРОТЕОЛІТИЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТІВ ЗА УМОВ ЇХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ

Анотація. При антропогенній діяльності спостерігається інтенсивне техногенне навантаження на довкілля, що призводить до збіднення та забруднення ґрунтів. Постає проблема пошуку природних шляхів для відновлення гомеостазу екосистем та біорізноманіття. У лісових біогеоценозах таким чинником може виступати рийна діяльність тварин. Було показано, що при забрудненні Pb та Zn на порях сліпака протеолітична активність ґрунту була вищою, ніж на контрольних ділянках.

Ключові слова: сліпак, рийна діяльність, важкі метали, протеолітична активність ґрунту.

ВСТУП

Важкі метали в значній кількості токсичні для всього живого, оскільки накопичуються в тканинах живих організмів. Вони потрапляють до ґрунту різними шляхами: пряме використання, атмосферні опади, промислове забруднення, а вплив їх може бути тимчасовим і мати слабку токсичність або, навпаки, бути довгостроковим і виражатися здатністю забруднювачів концентруватися в організмах та ланцюгах живлення (Clive, 2002). В едафотопному блоці наземних біогеоценозів більшість трансформаційних процесів починається з деградації ґрунтових процесів, які ведуть до порушення ґрунтоутворення, кругообігу речовин і біопродуктивності систем. Оптимізувати ту чи іншу систему або блок можна тільки шляхом впливу на

їх біологічні зв'язки, які відповідають за управління цією системою. Порушення або оптимізація зв'язків відбувається і при середовищеутворюючій діяльності тварин, компонентом якої є рийна діяльність (Pakhomov, 1998). Внаслідок цієї діяльності відбувається перерозподіл води та хімічних речовин у товщі ґрунту, змінюється термічний режим, формується характерний зоогенний мікрорельєф зі специфічними фізико-хімічними властивостями ґрунту. Ґрунторії поліпшують умови існування ґрунтової мезофауни та мікроорганізмів, які досить вимогливі до вологості та субстрату (Zamesova, 2014; Kulbachko et al., 2011; Pakhomov, 2003; Pakhomov, Zamesova, 2000).

Мікроорганізми відіграють значну роль в утворенні ферментів та інтенсифікації ферментативної активності ґрунтів. Ферменти беруть участь у важливих біохімічних процесах: синтезі та розкладанні гумусу, гідролізі органічних сполук, розкладанні решток рослин і мікроорганізмів, та перетворенні їх у доступні для засвоєння форми, фіксують вільні елементи, беруть активну участь у кругообігах життєво необхідних для рослин елементів, в окислювально-відновних реакціях і т.п. (Kong et al., 2009; Liu et al., 2008; Melero et al., 2008). Забруднення ґрунтів важкими металами негативно відображається на її ферментативній активності.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

З метою вивчення впливу рийної діяльності сліпака (*Spalax microphtalmus* Guldenstaent) на протеолітичну активність ґрунту за умов його забруднення свинцем було закладено експериментальні ділянки в штучних насадженнях дуба на території Присамарського біосферного стаціонару. Елемент вносили у вигляді розчину $PbNO_3$ в бідистильованій воді. Було внесено такі концентрації свинцю: 32 мг/кг, що відповідає 1 ГДК; 160 мг/кг, що відповідає 5 ГДК; 320 мг/кг, що відповідає 10 ГДК. Для запобігання забруднення навколишніх шарів ґрунту металом було використано ізольовані ґрунтові блоки – по периметру ділянки в ґрунт вертикально поміщали пластини з інертного непроникного матеріалу. Для визначення впливу рийної діяльності сліпака на протеолітичну активність ґрунту порівнювались її показники на забруднених ділянках без пориїв (контрольні) та на аналогічних ділянках із поріями (експериментальні).

Проби відбирали через один, три та п'ятнадцять місяців після внесення в ґрунт полутанту. Протеолітичну активність ґрунту визначали аплікаційним методом (Mishustin et al., 1968) у ґрунтових викидах і ґрунтових шарах 0–10, 10–20, 20–30 см.

Отримані результати описуються розподілом Бернуллі, але при великих значеннях розподіл Бернуллі збігається із розподілом Гаусса, що суттєво спрощує статистичну обробку (Das D., Das A., 2005).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Актуальна протеолітична активність ґрунту визначається в природних умовах, є показником життєдіяльності мікроорганізмів та може виступати індикатором їх активності. Через місяць після внесення в ґрунт свинцю концентрації 1 ГДК показник протеолітичної активності ґрунту мав найменше значення в ґрунтовому шарі 0–10 см, у шарах 10–20 та 20–30 см значення були практично однакові (табл. 1). У місці порию сліпака максимальне значення протеолітичної активності було в нижньому ґрунтовому шарі, друге за значенням – у ґрунтовому викиді, третє за значенням – у шарі 10–20 см і найменше – у шарі 0–10 см. Так, у порії показник протеолітичної активності перевищував контрольний в 1,95, 1,50, 1,84 рази відповідно до шарів 0–10, 10–20, 20–30 см. При підвищенні концентрації свинцю до 5 ГДК спостерігалось збільшення показника протеолітичної активності по ґрунтовому профілю зверху донизу на контрольній та експериментальній ділянках, за винятком ґрунтового викиду. У поріях показник протеолітичної активності перевищував контрольний у 2,29, 1,80, 1,84 рази відповідно по шарах 0–10, 10–20, 20–30 см. При концентрації свинцю 10 ГДК на експериментальній ділянці він перевищував контрольний в 2,39, 1,84, 1,65 рази по шарах 0–10, 10–20, 20–30 см відповідно.

Таблиця 1

Рівень протеолітичної активності ґрунту ($x \pm S_x$, %) через місяць після забруднення Pb					
Концентрація	Протеолітична активність, %	Ґрунтовий шар, см			
		викид	0–10	10–20	20–30
1 ГДК	Контроль	–	35,3±1,55	47,7±1,83	47,5±1,88
	Порий	77,02±2,59	68,8±2,42	71,7±2,51	87,3±2,73
5 ГДК	Контроль	–	33,2±1,60	43,3±1,73	45,4±1,91
	Порий	76,6±2,58	75,9±2,57	78,1±2,62	83,4±2,66
10 ГДК	Контроль	–	31,81,62	41,41,68	45,11,86
	Порий	75,7±2,56	75,8±2,57	76,3±2,58	74,3±2,55

Примітка. x – середнє значення; S_x – стандартне відхилення; $P < 0,05$; для кожного варіанта досліду $n = 3$.

Через три місяці впливу металу загальний рівень протеолітичної активності ґрунту не був високим, оскільки проби відбирались в осінній період, коли життєдіяльність мікроорганізмів низька (табл. 2). На контрольній ділянці з концентрацією свинцю 1 ГДК найменший показник протеолітичної активності був у нижньому ґрунтовому шарі, а на контрольній ділянці – у ґрунтовому викиді. У місці порію він перевищував контрольний показник в 1,51, 1,07, 1,63 рази відповідно по шарах 0–10, 10–20, 20–30 см. При збільшенні концентрації до 5 ГДК показник протеолітичної активності порію перевищував контрольний в 2,13, 1,52, 1,50 рази по шарах 0–10, 10–20, 20–30 см відповідно. При 10 ГДК це співвідношення становило 3,27, 1,36, 1,85 рази відповідно по шарах 0–10, 10–20, 20–30 см.

Таблиця 2

Рівень протеолітичної активності ґрунту ($x \pm S_x$, %) через 3 місяці після забруднення Pb					
Концентрація	Протеолітична активність, %	Ґрунтовий шар, см			
		викид	0–10	10–20	20–30
1 ГДК	Контроль	–	3,5±0,26	4,6±0,41	3,2±0,24
	Порий	4,7±0,43	5,3±0,59	4,9±0,45	5,2±0,48
5 ГДК	Контроль	–	2,4±0,20	3,1±0,22	3,4±0,25
	Порий	4,5±0,42	5,1±0,47	4,7±0,43	5,1±0,47
10 ГДК	Контроль	–	1,5±0,12	3,3±0,24	2,7±0,21
	Порий	4,3±0,40	4,9±0,45	4,5±0,42	5,0±0,46

Примітка. Див. табл. 1.

Наступний відбір проб відбувався через 15 місяців після внесення металу. Це також був осінній період із загальним низьким рівнем протеолітичної активності ґрунту, хоча трохи вищим, ніж при попередньому відборі (табл. 3).

Таблиця 3

Рівень протеолітичної активності ґрунту ($x \pm S_x$, %) через 15 місяців після забруднення Pb					
Концентрація	Протеолітична активність, %	Ґрунтовий шар, см			
		викид	0–10	10–20	20–30
1 ГДК	Контроль	–	5,72±0,63	5,91±0,64	4,80±0,44
	Порий	7,07±0,74	9,03±0,99	9,92±1,06	9,87±1,05
5 ГДК	Контроль	–	5,42±0,60	5,71±0,63	4,70±0,43
	Порий	5,94±0,65	6,28±0,68	8,04±0,83	8,62±0,94
10 ГДК	Контроль	–	4,90±0,51	5,43±0,59	4,60±0,42
	Порий	5,12±0,56	6,31±0,69	6,69±0,71	7,12±0,76

Примітка. Див. табл. 1.

При концентрації свинцю 1 ГДК показник протеолітичної активності порію перевищував контрольний в 1,58, 1,68, 2,06 рази відповідно по ґрунтових шарах 0–10, 10–20, 20–30 см. При 5 ГДК це співвідношення становило 1,16, 1,41, 1,83 рази по

шарах 0–10, 10–20, 20–30 см відповідно. При 10 ГДК показник протеолітичної активності перевищував контрольний в 1,27, 1,23, 1,55 разу відповідно по шарах 0–10, 10–20, 20–30 см. Для контрольних ділянок характерне те, що найменші значення протеолітичної активності були в нижньому та верхньому ґрунтовому шарі.

ВИСНОВКИ

Спостерігалась характерна залежність протеолітичної активності ґрунту від концентрації металу: чим вища ГДК, тим нижчий рівень протеолітичної активності. У середньому через місяць після забруднення ґрунту свинцем у порях сліпака рівень протеолітичної активності перевищував контрольний в 1,9 разу; через три місяці – у 1,76 разу; через п'ятнадцять місяців – у 1,53 разу. Виходячи із цього можна сказати, що рийна діяльність тварин гальмує інгібіторну дію важких металів та відіграє важливу роль у процесах самоочищення довкілля.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Zamesova, T. A., 2014. Proteolitychna aktyvnist gruntiv za umov diyalnosti tvaryn-gruntoryiv [The soils proteolytic activity under conditions of soil animals]. *Agricultural Chemistry and Soil Science* 3, 280–281 (in Ukrainian).
- Kulbachko, Y. L., Pakhomov, A. Ye., Didur, O. A., 2011. Izmenchivost biomassyi dozhdevyih chervev (Lumbricidae) kak otklik bioty na razlichnyie ekologicheskie usloviya v modelnyih eksperimentah [The variability of earthworms (Lumbricidae) biomass as the biota response to different environmental conditions in model experiments]. *Dopovidi NAN Ukraine* 6, 197–202 (in Russian).
- Mishustin, Y. N., Nikitin, D. I., Vostrov, I. S., 1968. Pryamoy metod opredeleniya summarnoy proteaznoy aktivnosti pochv [The direct method for determination of summary protease activity in soils]. *Sborn. dokladov simpoziuma po fermentam pochvy. Nauka i tekhnika. Minsk*, 144–150 (in Russian).
- Pakhomov, A. Ye., 1998. Biogeotsenoticheskaya rol mlekopitayuschih v pochvoobrazovatelnyih protsesah stepnyih lesov Ukrainyi [Biogeocenotic role of mammals in soil-forming processes of forest steppe in Ukraine]. *Dnepropetrovsk* (in Russian).
- Pakhomov, A. Ye., 2003. Formirovanie pochvennoy mezofauny pod vozdeystviem royuschih mlekopitayuschih v bayrachnyih dubravah Prisamaryas [Formation of soil mezofauna under the influence of burrowing mammals in Prisamaryas oak forest]. *Zoology Visnyk* 37(1), 41–48 (in Russian).
- Pakhomov, A. Ye., Zamesova, T. A., 2000. Proteoliticheskaya aktivnost pochv kak pokazatel gomeostaza edafotopa pri royushey deyatelnosti mlekopitayuschih v stepnyih lesah v usloviyah antropogennogo zagryazneniya [The soils proteolytic activity as an indicator of homeostasis edaphotop under burrowing mammal activity in the forest steppe in the anthropogenic pollution conditions]. *Visnyk of Dnipropetrovsk university. Biology. Ecology* 7, 55–57 (in Russian).
- Clive, A., 2002. Edwards Assessing the effects of environmental pollutants on soil organisms, communities, processes and ecosystems. *Eur. J. Soil Biol.*, 38(3-4), 225–231.
- Das, D., Das, A., 2005. *Statistic in Biology and Psychology*. Academic Publishers. 334 p.
- Kong, L., Wang, Y.-B., Zhao, L.-N., Chen, Z.-H., 2009. Enzyme and root activities in surface-flow constructed wetland. *Chemospher* 76, 601–608.
- Liu, X.-M., Li, Q., Liang, W.-J., Jiang, Y., 2008. Distribution of soil enzyme activities and microbial biomass along a latitudinal gradient in farmland of Songliao Plain, Northeast China. *Pedosphere* 18, 431–440.
- Melero, S., Vanderlinden, K., Ruiz, J. C., Madejon, E., 2008. Long-term effect on soil biochemical status of a Vertisol under conservation tillage system in semi-arid Mediterranean conditions. *Eur. J. Soil Biol.* 44, 437–442.

Стаття надійшла в редакцію: 09.12.2016