

УДК 599:574.4

Т. А. Замссова

*НДІ біології Дніпропетровського національного університету
імені Олеся Гончара*

РОЛЬ ЕКСКРЕТОРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ССАВЦІВ У ВІДНОВЛЕННІ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ҐРУНТІВ ЗА УМОВ ЇХ ЗАБРУДНЕННЯ СВИНЦЕМ

Показано вплив екскреторної діяльності ссавців на протеолітичну активність ґрунтів штучних лісових насаджень за умов їх забруднення свинцем.

Ключові слова: протеолітична активність ґрунту, екскреторна діяльність тварин, важкі метали.

Показано влияние экскреторной деятельности млекопитающих на протеолитическую активность почвы искусственных лесных насаждений в условиях их загрязнения свинцом.

Ключевые слова: протеолитическая активность почвы, экскреторная деятельность животных, тяжелые металлы.

It was shown the influence of mammals excretory activity on the artificial forest soils proteolytic activity in the Pb pollution conditions.

Key words: soils proteolytic activity, animals excretory activity, heavy metals

Важкі метали потрапляють у ґрунт різними шляхами. Це може бути пряме використання, атмосферні опади, стічні води та промислове забруднення. Їх вплив може бути тимчасовим, мати слабку токсичність та незначну дію або, навпаки, бути довгостроковим із здатністю політантів концентруватися в організмах та ланцюжках живлення. Вони можуть впливати на екологічне функціонування ґрунтових систем фактично на всіх трофічних рівнях [9]. Коли політанти, в наслідок діяльності людини, потрапляють у довкілля, відбувається їх міграція по ланцюгу ґрунт – вода – рослини – тварини – людина з токсичною дією на останні три ланки, яка виражається у виникненні згубних мутацій і різного роду захворювань, що призводять до літальних випадків [3]. У високих концентраціях важкі метали коагулюють білки, що веде до негайної загибелі клітин [8; 11]. У сублітальних концентраціях їх дія може бути більш специфічною, тому що різні метали мають спорідненість до різних активних груп молекул клітин. При цьому, найчастіше пошкоджуються біохімічні блоки, що пов'язанні із диханням мікроорганізмів [12].

На інтенсивність біохімічних процесів, що відбуваються в ґрунті, суттєво впливає органічне добриво (гній). Воно створює сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів і рослин, які виводять ферменти в ґрунт, та є джерелом легко гідролізувальних форм органічної речовини [4; 5]. Частина фосфату і кальцію, а також майже весь калій в органічному добриві знаходяться у рухомому стані, швидко із нього вимиваються і стають доступними рослинам. Деяка частина азоту (іноді до 1/3) також може знаходитись у розчинному стані і доступна рослинам. Добрива, що потрапляють до ґрунту, можуть бути використані мікроорганізмами як ресурс вуглецю та енергії і це веде до підвищення ферментативної активності ґрунту [11]. За умов достатнього зволоження, зруйнована та подрібнена рослина маса екскрементів є придатним субстратом для подальшого мікробного розщеплення та розкладається значно швидше, ніж непорушений рослинний матеріал.

З іншого боку, екскременти тварин стимулюють і прискорюють розклад інших мертвих рослинних решток (опад, підстилка та ін.). Це пов'язане з тим, що екскременти завжди збагачені мікроорганізмами за рахунок бактеріальної флори їх травного тракту. Вони потрапляють у довкілля і розмножуються в сприятливих умовах та беруть участь у розкладанні самих екскрементів, а також інших органічних решток. Показано, що вміст мікроорганізмів у лісовій підстилці, змішаній з екскрементами дубової листовіртки, буває в 40 разів більший, ніж у підстилці без екскрементів, а додавання до степової підстилки екскрементів гризунів прискорює її розклад в 1,4 рази [1; 2]. За присутності органічної речовини кількість бактерій в 1г ґрунту збільшувалась в 17–52 рази. Протеолітичні мікроорганізми, які уподобають білкове середовище і потребують комплекс вітамінів, можуть успішно розвиватися на масі органічних решток. У гної тварин у середньому є біля 0,5 % азоту, до 0,25 % фосфорної кислоти та 0,5 % калію [7].

Матеріали та методи. З метою вивчення впливу екскреторної діяльності козулі (*Capreolus capreolus* L.) та лося (*Alces alces* L.) 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 бідистільованій воді. Враховувалось значення гранично допустимої концентрації для свинцю 32 мг/кг ґрунту. Було внесено такі концентрації: 1,6 г/м², що відповідає 1ГДК, 8 г/м², що відповідає 5ГДК, 16 г/м², що відповідає 10ГДК. Для запобігання забруднення навколишніх шарів ґрунту свинцем, було використано ізольовані ґрунтові блоки: по периметру ділянки в ґрунт вертикально поміщали пластини із інертного непроникного матеріалу. Для визначення впливу екскреторної діяльності тварин на протеолітичну активність ґрунту порівнювались її показники на забруднених ділянках без екскрементів (контрольні) та на аналогічних ділянках із внесеними екскрементами козулі і лося (експериментальні).

Проби відбирались через один, три та п'ятнадцять місяців після внесення в ґрунт політанта та екскрементів. Протеолітична активність ґрунту визначалась аплікаційним методом [6] в таких ґрунтових горизонтах: 0–10, 10–20, 20–30 см.

Отримані результати описуються розподілом Бернуллі, але при великих значеннях розподіл Бернуллі збігається із розподілом Гауса, що суттєво спрощує статистичну обробку [10].

Результати дослідження. Через місяць після забруднення ґрунту та внесення екскрементів тварин на ділянці з концентрацією свинцю 1ГДК показник протеолітичної активності ґрунту під екскрементами лося перевищував контрольний у 2,29 рази на горизонті 0–10 см, у 1,75 рази 10–20 см, у 1,84 рази 20–30 см. Під екскрементами козулі він перевищував контрольний показник на горизонті 0–10 см у 2,63 рази, 10–20 см у 1,97 рази, 20–30 см у 1,99 рази. При концентрації свинцю 5ГДК показник протеолітичної активності під екскрементами лося перевищував контрольний у 2,39 рази на горизонті 0–10 см, у 1,89 рази на горизонтах 10–20 та 20–30 см. Під екскрементами козулі на горизонті 0–10 см він перевищував контрольний показник у 2,69 рази, на горизонті 10–20 см у 2,11 рази, на горизонті 20–30 см у 2,0 рази. При 10ГДК показник протеолітичної активності ґрунту під екскрементами лося перевищував контрольний показник на горизонті 0–10 см у 2,44 рази, на горизонті 10–20 см у 1,91 рази, на горизонті 20–30 см у 1,82 рази. Під екскрементами козулі на горизонті 0–10 см він перевищував контрольний у 2,75 рази, 10–20 см у 2,16 рази, 20–30 см у 2,0 рази (табл. 1).

Таблиця 1

Рівень протеолітичної активності ґрунту ($\bar{x} \pm S_x$, %) в місцях екскреторної діяльності тварин через місяць після забруднення Рв

Концентрація	Ґрунтовий горизонт, см	Показники протеолітичної активності ґрунту, %		
		контроль	екскременти лося	екскременти козулі
1 ГДК	0–10	35,3±1,55	80,6±2,31	92,7±2,67
	10–20	47,7±1,83	83,5±2,70	93,8±3,01
	20–30	47,5±1,86	87,2±2,73	94,7±3,03
5 ГДК	0–10	33,2±1,60	79,2±2,65	89,2±2,51
	10–20	43,3±1,73	82,0±2,70	91,4±2,60
	20–30	45,4±1,91	85,7±2,79	90,6±2,87
10 ГДК	0–10	31,8±1,62	77,5±2,60	87,3±2,60
	10–20	41,4±1,68	79,2±2,63	89,4±2,58
	20–30	45,1±1,86	82,1±2,65	90,1±2,89

Примітка: \bar{x} – середнє значення, S_x – стандартне відхилення.

Через три місяці загальний рівень протеолітичної активності ґрунту був дуже низький, бо відбір проб припав на осінь, коли активність мікроорганізмів значно знижується (табл. 2).

На ділянці з концентрацією свинцю 1ГДК під екскрементами лося показник протеолітичної активності ґрунту перевищував контрольний у 1,17 раза на горизонті 0–10 см, у 1,15 раза 10–20 см, у 1,31 раза 20–30 см. Під екскрементами козулі він перевищував контрольний показник на горизонті 0–10 см у 1,20 раза, 10–20 см у 1,26 раза, 20–30 см у 1,47 раза. При концентрації 5ГДК показник протеолітичної активності під екскрементами лося перевищував контрольний у 1,58 раза на гори-

Таблиця 2

Рівень протеолітичної активності ґрунту ($\bar{x} \pm S_x$, %) в місцях екскреторної діяльності тварин через три місяці після забруднення Рв

Концентрація	Ґрунтовий горизонт, см	Показники протеолітичної активності ґрунту, %		
		контроль	екскременти лося	екскременти козулі
1 ГДК	0–10	3,5±0,26	4,1±0,41	4,2±0,40
	10–20	4,6±0,41	5,3±0,57	5,8±0,53
	20–30	3,2±0,24	4,2±0,34	4,7±0,43
5 ГДК	0–10	2,4±0,20	3,8±0,37	3,9±0,38
	10–20	3,1±0,23	4,6±0,46	4,6±0,46
	20–30	3,4±0,25	4,0±0,39	3,7±0,29
10 ГДК	0–10	1,5±0,19	3,2±0,28	3,3±0,28
	10–20	3,3±0,24	4,2±0,43	4,5±0,41
	20–30	2,7±0,21	3,8±0,39	4,1±0,37

Примітка: див. табл. 1.

зонти 0–10 см, у 1,48 раза 10–20 см, у 1,18 раза 20–30 см. Під екскрементами козулі він перевищував контрольний показник на горизонті 0–10 см у 1,63 раза, 10–20 см у 1,48 раза, 20–30 см у 1,09 раза. При концентрації 10ГДК під екскрементами лося показник протеолітичної активності ґрунту перевищував контрольний у 2,13 раза на горизонті 0–10 см, у 1,27 раза 10–20 см, у 1,41 раза 20–30 см. Під екскрементами козулі він перевищував контрольний показник на горизонті 0–10 см у 2,20 раза, 10–20 см у 1,36 раза, 20–30 см у 1,52 раза.

Через п'ятнадцять місяців загальний рівень протеолітичної активності був низький, бо це також припало на осінь (табл. 3)

На ділянках концентрації 1ГДК показник протеолітичної активності ґрунту під екскрементами лося перевищував контрольний у 1,11 раза на горизонті 0–10 см, у 1,38 раза 10–20 см, у 1,90 раза 20–30 см. Під екскрементами козулі він перевищував контрольний показник на горизонті 0–10 см у 1,20 раза, 10–20 см у 1,41 раза, 20–30 см у 1,93 раза. При концентрації 5ГДК під екскрементами лося показник протеолітичної активності перевищував контрольний у 1,12 раза на горизонті 0–10 см, у 1,31 раза 10–20 см, у 1,79 раза 20–30 см. Під екскрементами козулі він перевищував контрольний показник на горизонті 0–10 см у 1,14 раза, 10–20 см у 1,37 раза, 20–30 см у 1,81 раза. При концентрації 10ГДК показник протеолітичної активності ґрунту під екскрементами лося перевищував контрольний у 1,15 раза на горизонті 0–10 см, у 1,26 раза 10–20 см, у 1,77 раза 20–30 см. Під екскрементами козулі на горизонті 0–10 см він перевищував контрольний показник у 1,17 раза, 10–20 см у 1,28 раза, 20–30 см у 1,78 раза.

Через один місяць спостерігалось збільшення рівня протеолітичної активності по ґрунтовому профілю зверху вниз.

Через три місяці найбільше значення протеолітичної активності було на горизонті 10–20 см, найменше 0–10 см і середнє 20–30 см. Через п'ятнадцять місяців знову спостерігалось збільшення рівня протеолітичної активності по ґрунтовому профілю зверху вниз.

Таблиця 3

Рівень протеолітичної активності ґрунту ($\bar{x} \pm S_x$, %) в місцях екскреторної діяльності тварин через 15 місяців після забруднення Рв

Концентрація	Ґрунтовий горизонт, см	Показники протеолітичної активності ґрунту, %		
		контроль	екскремента лося	екскремента козулі
1 ГДК	0–10	5,72±0,63	6,36±0,69	6,85±0,69
	10–20	5,91±0,64	8,13±0,71	8,34±0,74
	20–30	4,80±0,44	9,12±0,87	9,28±0,89
5 ГДК	0–10	5,42±0,60	6,08±0,64	6,17±0,58
	10–20	5,71±0,63	7,49±0,71	7,80±0,73
	20–30	4,70±0,43	8,39±0,78	8,49±0,79
10 ГДК	0–10	4,98±0,45	5,72±0,61	5,81±0,62
	10–20	5,43±0,59	6,83±0,72	6,97±0,72
	20–30	4,60±0,42	8,13±0,74	8,21±0,75

Примітка: див. табл. 1.

Найменше значення протеолітичної активності на верхньому горизонті, при всіх періодах експозиції, обумовлено пригніченням життєдіяльності мікроорганізмів свинцем.

Висновки. Показано, що за умов забруднення ґрунту свинцем, екскреторна діяльність ссавців-фітофагів сприяє відновленню його протеолітичної активності. У середньому через один місяць рівень протеолітичної активності ґрунту під екскрементами лося перевищував контрольний у 2,02 рази, під екскрементами козулі у 2,23 рази; через три місяці у 1,41 та 1,46 рази; через п'ятнадцять місяців у 1,40 та 1,43 рази. Таким чином, екскреторна діяльність тварин послаблює інгібіторну дію важких металів, що досить актуально при підвищеному антропогенному пресингу та техногенному забрудненні довкілля.

Бібліографічні посилання

1. **Абатуров Б. Д.** Биопродукционный процесс в наземных экосистемах / Б. Д. Абатуров. – М. : Наука, 1979. – 127 с.
2. **Золотин Р. И.** Роль животных в биологическом круговороте лесостепных экосистем / Р. И. Золотин, К. С. Ходашова. – М. : Наука, 1974.
3. **Ильин В. Б.** Тяжелые металлы в системе почва-растение / В. Б. Ильин. – Новосибирск : Наука, Сиб. отд-е, 1991. – 278 с.
4. **Коваленко В. Е.** Биологическая активность почвы в посевах кукурузы в связи с применением органических и минеральных удобрений / В. Е. Коваленко, В. И. Чабан // Биология почв антропогенных ландшафтов : тез. докл. науч. конф. – Д. : ДДУ, 1995. – С. 97.
5. **Косолапова А. В.** Динамика ферментативной активности выщелоченного чернозема при внесении удобрений / А. В. Косолапова // Биология почв антропогенных ландшафтов : тез. докл. науч. конф. – Д. : ДДУ, 1995. – С. 65.
6. **Мишустин Е. Н.** Прямой метод определения суммарной протеазной активности почв / Е. Н. Мишустин, Д. И. Никитин, И. С. Востров // Сб. докладов симпозиума по ферментам почвы. – Минск : Наука и техника, 1968. – С. 144–150.
7. **Хабилов И. К.** Азоторганические соединения и их трансформация в почве / И. К. Хабилов // Биология почв антропогенных ландшафтов : тез. докл. науч. конф. – Д. : ДДУ, 1995. – С. 76.
8. **Azcon R.** Antioxidant activities and metal acquisition in mycorrhizal plants growing in a heavy-metal multicontaminated soil amended with treated lignocellulosic agrowaste / R. Azcón, M. C. Perálvarez, B. Biró, A. Roldan, J. M. Ruíz-Lozano // Appl. Soil Ecol., 41, 2009. – P. 168–177.
9. **Clive A. Edwards** Assessing the effects of environmental pollutants on soil organisms, communities, processes and ecosystems / Clive A. Edwards // Eur. J. Soil Biol., 38 (3-4), 2002. – P. 225–231.
10. **Das D.** Statistic in Biology and Psychology / D. Da, A. Das. – Academic Publishers, 2005. – 334 p.
11. **Medina A.**, 2010. Effectiveness of the application of arbuscular mycorrhiza fungi and organic amendments to improve soil quality and plant performance under stress conditions / A. Medina, R. J. Azcón // Soil Sci. Plant Nutr., 10 (3), 2010. – P. 354–372.
12. **Salminen I.** Responses of microbial activity and decomposer organisms to contamination in microcosms containing forest soil / I. Salminen, M. Liiri, J. Haimi // Ecotoxicology and Environmental Safety, 53(1), 2002. – P. 93–103.

Надійшла до редколегії 28.10.14