



Пилипко Олена Миколаївна – здобувач кафедри зоології та екології Дніпропетровського національного університету.

ВПЛИВ ЕКСКРЕЦІЙ *ALCES ALCES* (*MAMMALIA*) НА ВМІСТ ЗАГАЛЬНОГО ВУГЛЕЦЮ В СУПІЩАНОМУ ЛІСОЛУЧНОМУ ГРУНТІ ПРИСАМАР'Я

*Розглянуто проблему трансформації органічної речовини (екскреції *Alces alces* (L.) під впливом екологічних факторів в експерименті. Ідентифіковані фактори, що істотно впливають на динаміку загального вуглецю ґрунту.*

*The problem of transformation of organic matter (*Alces alces* (L.) excrements) under influencing of apparent ecological factors in model conditions is under review. The factors, which most hardly influence of formation of total carbon in soil, were established.*

ВІДОМО, що тваринне населення є важливою ланкою у функціонуванні біологічного кругообігу речовин і потоку енергії в лісовому співтоваристві [3].

У науці накопичений значний матеріал по дослідженню впливу листового і екскреторного опаду на вміст, склад гумусу і загального вуглецю в ґрунті [1; 2; 4; 7; 8; 11; 12; 16; 17; 21; 22]. Органічна речовина ґрунту – складна багатокомпонентна система [11], що служить джерелом живлення для рослин і мікроорганізмів, є важливим складовим родючості ґрунтів. У гумусовій речовині законсервовані всі основні живильні елементи, необхідні рослинам і мікроорганізмам. Вуглець перешкоджає виносу поживних елементів у нижні горизонти ґрунту, є біологічним стимулятором росту і розвитку рослин [1; 2; 11]. В міру мінералізації органічної речовини організми одержують визначені порції

мінеральних речовин. Звільнені зольні елементи живлення в тому чи іншому ступені знову використовуються рослинами і мікроорганізмами. Так здійснюється біологічний кругообіг зольних елементів і азоту [1; 7; 11].

Лісові ґрунти, збагачені гумусом більш стійкі до дії хімічних забруднюючих речовин, зокрема металів-полютантів. Механізм впливу екскрецій ссавців-фітофагів, таких як *Alces alces* (L.) на вміст важких металів заснований на значному збільшенні органічної речовини, що приводить до накопичення загального вуглецю і органічних кислот у ґрунті, що, у свою чергу, утворюючи з металами органо-мінеральні комплекси (на рівні хелатів), здатні зв'язувати важкі метали в менш доступні форми хімічних сполук для рослин. Ця особливість була відзначена деякими дослідниками [1; 6; 10; 11]. Маються також матеріали про вплив екскрецій

лося на вміст гумусу в умовах забруднення ґрунту важкими металами, зокрема, кадмієм [5; 15].

З метою продовжити дослідження ролі тварин-фітофагів у накопиченні гумусу, нами були поставлені польові експерименти з розкладу екскрецій на ґрунтах супіщаного гранулометричного складу свіжої липово-ясенної діброви (Дас'), в умовах її забруднення важкими металами. Таксаційні дані липово-ясенної діброви досліджувалися на найбільш типовій пробній площі, розташованій в прирусловій частині заплави річки Самари. У геоморфологічному відношенні ця частина заплави представлена піщаними і супіщаними прирусловими валами. Ґрунт заплавно-лісовий, малогумусний, вилужений, супіщаний, шаруватий, слаброзвинений на алювіальних відкладеннях, скипання відсутнє [18]. Були задані три фактори, що варіювали, тобто мали мінімальне і максимальне значення – маса екскрецій (20 і 200 г); концентрація кадмію (0,025 – 0,25 г/м²) і концентрація нікелю (0,02 – 0,2 г/м²). Метали вносилися одночасно, тому що в природних ґрунтах (у природних умовах) важкі метали знаходяться в тісному зв'язку з іншими елементами. За ступенем токсичної дії на біоту кадмій відноситься до першої категорії токсичності, а нікель – до другої [20]. Експозиція експерименту 1 і 6 місяців. Кожен експеримент складався з 9-ти дослідів, усі фактори мали по 4 повторності одного значення.

Загальний вміст органічного вуглецю визначався за методикою І.В. Тюрини (1951) [19]. Дані оброблялися статистичними методами, а також методами планування експерименту [9; 13; 14] з використанням пакета прикладних програм Excel – 97, Statgraphics (версія 5.0).

За наведеними табличними даними (табл. 1; 2) можна судити про наявність впливу факторів, однак оцінити ефекти і їхню значимість можна тільки за допомогою математичної моделі.

Після реалізації експериментів різної тривалості (1 і 6 місяців) були отримані значення для загального вуглецю (С_{зар.}) на супіщаному ґрунті в горизонті 0-10 см. Аналіз ґрунтових субстратів показує, що при різному впливі факторів числові показники результатів не виглядають однорідними, а знаходяться в динаміці. Щоб простежити вплив факторів на динаміку вмісту загального вуглецю, необхідно розрахувати рівняння регресії (математичні моделі) і оцінити його коефіцієнти. Для цього наведемо матрицю експерименту (з табл. 1 виділені значення: експеримент через 1 місяць – Експеримент № 1; через 6 місяців – Експеримент № 2).

Результати вмісту загального вуглецю, отримані по протягом 1 місяця в експерименті № 1

У даному випадку (табл. 1) середнє значення експериментальних результатів вмісту С_{зар.} (1,70%) перевищують контрольні (1,23%). В результаті аналізу даних усіх дослідів

Таблиця 1.
Вплив екскрецій лося *Alces alces* (L.) на вміст загального вуглецю в супіщаному ґрунті в польових умовах в експерименті № 1

Ґрунтовий горизонт, см	№ п/п дослідів	Фактори			1 місяць експерименту			
		Маса екскрецій, г	Концентрація метала		С _{зар.} ґрунту, %		Ефективність	
			кадмій г/м ²	нікель г/м ²	Контроль	Експеримент № 1	В % до контролю	Фактична ефективність
0-10	1	20	0,025	0,02	1,23± 0,06	1,56± 0,09	126,8	0,33
	2	200	0,025	0,02	1,23± 0,06	1,80± 0,06	146,3	0,57
	3	20	0,25	0,02	1,23± 0,06	1,80± 0,08	146,3	0,57
	4	200	0,25	0,02	1,23± 0,06	1,56± 0,11	126,8	0,33
	5	20	0,025	0,2	1,23± 0,06	1,20± 0,16	97,6	-0,03
	6	200	0,025	0,2	1,23± 0,06	1,80± 0,08	146,3	0,57
	7	20	0,25	0,2	1,23± 0,06	1,80± 0,06	146,3	0,57
	8	200	0,25	0,2	1,23± 0,06	2,04± 0,12	165,9	0,81
	9	110	0,14	0,11	1,23± 0,06	1,80± 0,16	146,3	0,57
Середнє значення					1,23 ± 0,06	1,70 ± 0,08	138,2	0,47

експерименту виявлено, що мінімальне значення вмісту $C_{заг.}$ знаходиться в досліді № 5, де маса екскрецій і концентрація кадмію мінімальні (20 г і 0,025 г/м² відповідно), а концентрація нікелю максимальна (0,2 г/м²) і складає 1,20%. Максимальне значення вмісту $C_{заг.}$ (2,04%) знаходиться в досліді

$$y = 1,68 - 0,12 Ex Ni \quad \text{№ 8 (усі } (R^2 = 83 \%), \text{ фактори}$$

мають максимальні значення).

Прим.: контроль – супіщані ґрунти, не забруднені важкими металами та без

розкладання екскрецій лося.

Для динаміки вмісту $C_{заг.}$ на супіщаному ґрунті в експерименті через 1 місяць в горизонті 0-10 см рівняння регресії має вид:

де y – вміст $C_{заг.}$; $Ex Ni$ – взаємодія маси екскрецій і концентрації нікелю; R^2 – коефіцієнт детермінації; $b_0 = 1,68$.

З рівняння видно, що на динаміку загального вуглецю в умовах супіщаного

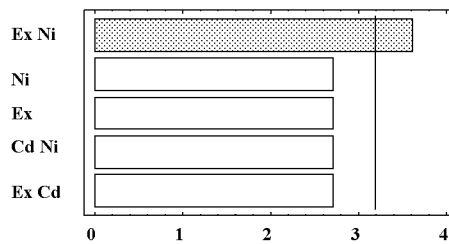


Рис. 1. Рівень значимості для вмісту $C_{заг.}$ в експерименті в горизонті 0-10 см на супіщаному ґрунті через 1 місяць

ґрунту впливає взаємодію кількості екскрецій і концентрації нікелю. При збільшенні маси екскрецій від 20 до 200 г спостерігається:

- збільшення вмісту $C_{заг.}$ на 14%, якщо концентрація нікелю мінімальна – 0,02 г/м²;
- зниження вмісту $C_{заг.}$ на те ж значення (14%) при максимальній концентрації нікелю, тобто 0,2 г/м². Для наочності впливу ефектів наведемо нижче діаграму, що представляє

рівень значимості факторів для динаміки вмісту $C_{заг.}$ (див. рис. 1).

Результати вмісту загального вуглецю, отримані протягом 6 місяців в експерименті № 2

Розглянемо експеримент, проведений в аналогічних умовах, але відмінний від першого за тривалістю.

В експерименті, експозиція якого складає 6 місяців (табл. 2), як і в експерименті № 1

Таблиця 2.
Вплив екскрецій лося *Alces alces (L.)* на вміст загального вуглецю в супіщаному ґрунті в польових умовах в експерименті № 2

Ґрунтовий горизонт, см	№ п/п досліду	Фактори			1 місяць експерименту			
		Маса екскрецій, г	Концентрація металу		$C_{заг.}$ ґрунту, %		Ефективність	
			кадмій г/м ²	нікель г/м ²	Контроль	Експеримент № 2	В % до контролю	Фактична ефективність
0-10	1	20	0,025	0,02	1,06± 0,07	1,44± 0,13	135,8	0,38
	2	200	0,025	0,02	1,06± 0,07	1,08± 0,07	101,9	0,02
	3	20	0,25	0,02	1,06± 0,07	0,72± 0,17	67,9	-0,34
	4	200	0,25	0,02	1,06± 0,07	1,80± 0,11	169,8	0,74
	5	20	0,025	0,2	1,06± 0,07	1,44± 0,18	135,8	0,38
	6	200	0,025	0,2	1,06± 0,07	1,20± 0,11	113,2	0,14
	7	20	0,25	0,2	1,06± 0,07	1,68± 0,09	158,5	0,62
	8	200	0,25	0,2	1,06± 0,07	1,92± 0,07	181,1	0,86
	9	110	0,14	0,11	1,06± 0,07	1,32± 0,10	124,5	0,26
Середнє значення					1,06 ± 0,07	1,41 ± 0,07	133,0	0,35

зафіксована перевага середніх результатів експериментальних даних вмісту (1,41%) над контрольними (1,06%), при цьому мінімальне

$$y = 0,9 - 0,13 ExNi \quad (R^2 = 68\%),$$

значення вмісту $C_{заг.}$ 0,72% зафіксоване в досліді № 3. Цей дослід поставлений при мінімальних значеннях кількості екскрецій (20 г) і концентрації нікелю (0,02 г/м²), концентрація кадмію – максимальна. Максимальне значення результатів по вмісту $C_{заг.}$ знаходиться в досліді № 8 і складає 1,92%. У досліді № 8 усі три фактори мають максимальні значення.

Для динаміки вмісту $C_{заг.}$ на супіщаному ґрунті в експерименті через 6 місяць в горизонті 0-10 см рівняння регресії має вид:

де y – вміст $C_{заг.}$; $Ex Cd$ – взаємодія маси екскрецій і концентрації кадмію; R^2 – коефіцієнт детермінації; $b_0 = 0,9$.

У даному експерименті також зафіксований вплив на динаміку вмісту загального вуглецю взаємодії двох факторів – кількості екскрецій і концентрації кадмію. При збільшенні кількості

екскрецій від 20 до 200 г зафіксовано:

- підвищення вмісту $C_{заг.}$ на 29%, якщо концентрація кадмію мінімальна (0,025 г/м²);
- зниження вмісту $C_{заг.}$ на ту ж величину – 29%, якщо концентрація кадмію максимальна і складає 0,25 г/м².

У наведених математичних моделях відбита взаємодія екскрецій і металу. Ймовірно, результатом зниження вмісту загального вуглецю через 6 місяців експерименту в умовах забруднення ґрунту максимальною концентрацією важких металів, є органо-мінеральні комплекси, що не суперечить літературним даним [1; 5; 6; 10; 11; 15]. Властивість органічної речовини зв'язувати метали виразно має екологічну цінність, тому що в результаті утворення органо-мінеральних комплексів скорочується доступ металів-полютантів у рослинні організми.

Висновки

1. Виявлено позитивний вплив на динаміку вмісту $C_{заг.}$ екскрецій лося. Спостерігається загальна тенденція зниження вмісту середніх результатів загального вуглецю в ґрунті через 6 місяців відносно 1-місячним результатам.

ЛІТЕРАТУРА

1. Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Ленинград: Наука, 1980. – 387 с.
2. Багаутдинов Ф.Я., Хазиев Ф.Х. Состав и трансформация органического вещества почв. – Уфа: Гилем, 2000. – 210 с.
3. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. – М.: Лесн. пром-сть, 1971. – 336 с.
4. Бирюкова О.Н., Орлов Д.С. Содержание и состав гумуса в основных типах почв России // Почвоведение. – 2004. – № 2. – С. 171-188.
5. Булахов В. Л., Пахомов А. Е. Влияние лося на биологическую активность и деструкционные процессы в степных лесах Украины / Тез. докл. III междунар. симпоз. по лося. – Сыктывкар, 1990, – С. 58.
6. Ванюшина А. Я., Травникова Л. С. Органо-минеральные взаимодействия в почвах (обзор литературы) // Почвоведение. – 2003. – № 4. – С. 418-428.
7. Вильямс В.Р. Общее земледелие с основами почвоведения. М.: “Новый агроном“, 1931. – С. 376.
8. Дубина А. А., Цветкова Н. Н. Роль беспозвоночных животных в процессе разложения подстилки в лесных биогеоценозах // Структура та функціональна роль тваринного населення в природних та трансформованих екосистемах: Тези 1 міжнар. конф. 17-20 вересня 2001. – Д.: ДНУ. – С. 66-67.
9. Дюк В.А. Обработка данных на ПК в примерах. – С. Пб.: Питер, 1997. – 240 с.
10. Евдокимова Т. А., Маркова Н. П. Влияние удобрений на содержание тяжелых металлов в почве // Миграция загрязненных веществ в почве: Тр. 4-го Всесоюз. совещ. – Ленинград, 1985. – С. 191-198.
11. Кононова М. М. Проблемы органического вещества почвы на современном этапе // Органическое вещество целинных и освоённых почв. – М.: Наука, 1972. – 350 с.
12. Кулик А. Ф. Накопление аллелопатически активных веществ в насаждениях акации белой // Мониторинговые исследования лесных экосистем счепной зоны, их охрана и рациональное использование. – Д.: ДГУ, – 1988. – С. 91-95.
13. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990, – 352 с.
14. Налимов В. В. Теория эксперимента. – М.: Наука, 1971. – С. 207.
15. Пахомов А. Е. Биогеоценологическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины: В 2 т. – Т. 1. – Д.: ДГУ, 1998. – С. 12.
16. Травлев А. П. Лісова підстилка як структурний елемент лісового біоценозу в степу // Ботан. журн. – 1961. – Вип. XVIII, № 2. – С. 40-66.
17. Травлев А. П. Некоторые черты разложения органического опада древесных пород и взаимодействие продуктов их разложения с почвой // Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1972. – С. 15-29.
18. Травлев Л. П. О локальном коэффициенте увлажнения эдафотопов в лесных биогеоценозах степной Украины // Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1976. – С. 27-35.

19. Тюрин И.В. К методике анализа для сравнительного изучения состава почвенного перегноя или гумуса // Работы по органическому веществу почвы. – М.: АН СССР, 1951. – Т. 38. – С. 5-21.
20. Цветкова Н. Н., Кулик А. Ф. Содержание и закономерности распределения марганца и железа в почвогрунтах естественных биогеоценозов среднего степного Приднепровья // Вопросы степного лесоведения и лесной рекультивации земель. – Д.: ДДУ, 1996. – С. 24–32.
21. Cauwenberg P., Maes A. Behaviour of zinc sulphidase in absence and presence of humic acid and/or cadmium // Sols Contamine iroisieme conference inter. Sur la biogeochimie des elements traces. Biogeochimie des elements traces. – Paris. – 1995. – P. 154-155.
22. Flaig W. Chemical composition and physical properties of humic substances // Studies about gumus. Transact. of the Intern. symp. "Humus et planta, IV". – Prague, 1967. – P. 81–112.