

УДК 631.4:634.9+631.4:574

АСПЕКТИ ГОМЕОСТАТИЧНОЇ РОЛІ СЕРЕДОВИЩЕПЕРЕТВОРЮЮЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТВАРИН В ЕКОСИСТЕМАХ

О. Є. Пахомов¹, О. В. Міхєєв²

Аспекти гомеостатичної ролі середовищеперетворюючої діяльності тварин в екосистемах. — О. Є. Пахомов¹, О. В. Міхєєв². — Представлено матеріали досліджень, що характеризують деякі аспекти гомеостатичної ролі середовищеперетворюючої (риючої) діяльності ссавців в природних і трансформованих екосистемах. Встановлено, що функціональної діяльності ссавців-грунторіїв у лісових біогеоценозах є важливим екологічним чинником, який забезпечує зоогенну динаміку рослинного покриву, спрямовану у бік збільшення біорізноманіття, кількісного складу і біомаси фітоценозу. Отримано якісні та кількісні показники, що свідчать про позитивний вплив зоогенного середовищеперетворення на процеси міграції та трансформації сполук важких металів в профілі едафотопу та в системі "грунт – рослина".

Ключові слова: дрібні ссавці, зоогенне середовищеперетворення, гомеостаз, біогеоценоз, екологія

Адреси: ¹ – Біолого-екологічний факультет Дніпропетровського національного університету, вул. Наукова, 13, м. Дніпропетровськ, Україна-49050, e-mail: zestforest@ua.fm; ² – НДІ біології Дніпропетровського національного університету, вул. Наукова, 13, м. Дніпропетровськ, Україна-49050, e-mail: zestforest@ua.fm

The aspects of homeostatic role of environment-transformation animals activity in ecosystems. — Alexander E. Pakhomov, Alexey V. Mikheyev. — Research data that characterize some aspects of homeostatic role of environment-transformation (burrowing) mammals activity in natural and disturbed ecosystems were presented. The important significance of fossorial mammals activity for the zoogenic dynamics of plant cover directed to the biodiversity augmentation, number composition and biomass of phytocenose were established. We obtain quality and quantity evidence for positive influence of zoogenic transformation of environment to the heavy metals migration and transformation in the soil and "soil – plant" system.

Key words: small mammals, zoogenic transformation of environment, homeostasis, biogeocenose, ecology

Address: ¹ – Faculty of Biology and Ecology of Dnepropetrovsk national university, Naukova str., 13, Dnepropetrovsk, Ukraine-49050, e-mail: zestforest@ua.fm; ² – Biology Institute of Dnepropetrovsk national university, Naukova str., 13, Dnepropetrovsk, Ukraine-49050, e-mail: zestforest@ua.fm

Вступ

У розгляданні аспектів проблеми збереження природних екосистем та підтримки їх гомеостазу в умовах постійного й потужного впливу комплексу техногенних чинників велике значення набуває вивчення всебічної діяльності тварин, особливо тих її видів, що спрямовані на формування найважливіших компонентів екосистем. Серед них на одне з перших за значенням місць виступає середовищеперетворююча діяльність тварин.

Існує значна кількість робіт, у яких показана риюча діяльність ссавців, як середовищеперетворюючий фактор у зміні рослинного покриву і формуванні структури фітоценозу [2; 3; 24; 1; 15; 13], у інтенсифікації процесів лісовідтворення [19; 8, 12], сприянні зміні екоморф і біоморф [14; 7; 6], впливу на живлення рослин [22; 23].

У даний час відбувається інтенсивна втрата біологічної і ландшафтної різноманітності, що викликано антропогенезом, освоєнням природних екосистем, меліоративними роботами, надмірною розораністю земель, знищенням рік, забрудненням навколишнього середовища. Біологічна

різноманітність забезпечує функціонування зворотних зв'язків, саморегуляцію екосистем. Катастрофічне зменшення природного різноманіття біоти ґрунтів, ландшафтів приводить до руйнування природи, її деградації, деструкції, опустелювання.

Роботи багатьох дослідників присвячені розробці методів по зменшенню негативного впливу забруднювачів і оздоровленню забруднених важкими металами ґрунтів [9; 4; 20]. У зв'язку зі зростаючим антропогенним навантаженням (в тому числі й у виді забруднення ґрунту важкими металами) актуальним стає питання про способи і шляхи відновлення екосистем під впливом природних факторів. Одним з таких факторів є зоогенний, зокрема – функціональна діяльність тварин, в тому числі й хребетних.

Таким чином, функціональна діяльність тварин, в першу чергу – ссавців виступає могутнім екологічним фактором у формуванні й перетворенні одного з компонентів БГЦ – едафотопу, що відіграє величезну роль у всіх процесах біологічного кругообігу. Риюча та екскреторна діяльність

ссадців є найбільш розповсюдженим та найбільш масштабним явищем у природних системах. Діяльність ссадців учиняє значний вплив на твердість ґрунтів, водопроникність, вологість, фізико-хімічні властивості, рослинність [10; 11].

Дослідження функціональної ролі тварин у утворенні системи гомеостазу важливі для розробки ефективних мір з охорони та відновлення природних компонентів і загальної оптимізації довкілля в регіонах із посиленою техногенною трансформацією екосистем. Але багато питань у даному напрямку екологічних досліджень ще не знайшли відповідей і на цей час лише в деякій мірі висвітлені в роботах як вітчизняних, так і закордонних науковців.

Враховуючи вищенаведене, метою дослідження було обрано вивчення аспектів гомеостатичної ролі ріючої діяльності ссадців в природних і трансформованих екосистемах, розглядаючи цей прояв життєдіяльності тварин як фактор зміни фіторізноманіття в степових лісах, а також існування едафотопу в умовах техногенного забруднення сполуками важких металів.

Матеріал та методика

В основу методологічного підходу досліджень функціональної діяльності тварин покладено учення В.М. Сукачова про БГЦ [16; 17]. Дослідження побудовані на типологічних принципах, розроблених О.Л. Бельгардом [5] для природних та штучних лісів степової зони. Важливим аспектом дослідження є дотримання принципу комплексного обліку усіх факторів, які впливають на систему, що вивчається.

Наші дослідження проводилися на Присамарському біосферному стаціонарі Комплексної експедиції Дніпропетровського університету та на окраїнах м. Дніпропетровська безпосередньо в зоні впливу промислових підприємств. У процесі екотоксикологічних досліджень визначали вміст валових і рухомих форм кадмію в ґрунті, порушеному поріями дрібних ссадців (до глибини 30 см), а також у підстилці. Крім того, оцінювався вміст елемента в надземній частині рослин (як модельний об'єкт був обраний тонконіг луговий *Poa pratensis* Linnaeus), що виростають в умовах поріїв і на непорушених ділянках, які розглядалися як контроль. Проби відбирали зі свіжих поріїв (два місяці існування), а також через шість і 12 місяців після їхнього утворення.

Визначення вмісту валових і рухомих (розчинних) форм важких металів у зразках різних біооб'єктах проводили, користуючись методом атомно-абсорбційної спектроскопометрії на спектрофотометрі ААС-30 згідно з стандартними методиками [18].

Статистичну обробку даних (базова статистика, кореляційний, регресійний та дисперсійний аналізи) проводили в сучасних пакетах програмного за-

безпечення на базі ПЕОМ. Подібність видового складу обраховано за допомогою індексу видової спільності Жаккара.

Результати та обговорення

У процесі проведених досліджень встановлено, що в степових заплавах лісах ґрунтова викидка крота в середньому покривають 2,2 % території і створюють своєрідний нанорельєф зі значною зміною в зв'язку з перемішуванням фізико-хімічних властивостей ґрунтів у самих викидках. У заплаві липо-ясеневій діброві через високу зімкнутість крон деревостою і сильного затінення розвиток травостою є ускладненим; при цьому чітко простежується зоогенний вплив на його розвиток і зміну якісного і кількісного складу.

Слід зазначити, що на ґрунтових викидках, різних за періодом існування, не спостерігається випадання жодного виду травостою, що виростає в контрольних ділянках. У свіжих поріях (термін існування – з моменту виникнення до півроку), кількість видів рослин залишається тієї ж самою, як і в контролі. У річних (від півроку до двох років) і в старих (від двох до шести років) кількість видів у порівнянні з контролем збільшується відповідно в 2,25 і 1,75 рази. У річних поріях, крім вже наявних у контролі, будри пліщевидної (*Glechoma hederacea* L.), фіалки запашної (*Viola odorata* L.), зірочки ланцетоподібної (*Stellaria holostea* L.), сходів деревостою ясеня високого (*Fraxinus excelsior* L.), з'являються нові види рослин: бутень оп'яняючий (*Chaerophyllum temulum* L.), ягиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.), гравілат міський (*Geum urbanum* L.), кущоніжка лісова (*Brachypodium sylvatica*), сходи клена татарського (*Acer tataricum* L.); в старих – ягиця звичайна (*Aegopodium podagraria* L.), суховершки звичайні (*Prunella vulgaris* L.), підмаренник чіпкий (*Galium aparine* L.).

У свіжих поріях кількісний склад і біомаса рослин у порівнянні з контролем зменшується відповідно в 1,9 і 3,5 рази, за збільшенням періоду існування порію зростає в річному порії – у 1,8 і 3,8 рази, а в старому – у 1,7 і 3,6 рази (таблиця 1).

У місцях механічного впливу крота на едафотоп загальна видова подібність (за Жаккардом) контролю з поріями складає: зі свіжими – 100 %, з річними – 44,4 %, зі старими – 57,1 %. Загальна видова подібність між свіжими і річними поріями складає 44,4 %, між свіжими і старими поріями – 57,1 %, річними і старими – 45,5 %.

Встановлено, що ріюча діяльність крота впливає також на формування екоморф і біоморф рослин. У контрольних ділянках, які не були піддані впливові крота, за нашими дослідженнями з екоморф цілком відсутні степові, лучні, степо-лучні і лісо-степові види. Переважають лісові види з сумарною чисельністю до 80 % від загальної чисельності травостою та з сумарною біомасою до 73,8 % від загальної фітомаси (таблиця 2).

Таблиця 1. Характер динаміки фітоценозу під впливом риучої діяльності крота у заплавної липо-ясеневій діброві.

Table 1. The phytocenose dynamics characteristics under mole burrowing influence in the flood-plain lime-ash oakery.

Кількісні показники фітоценозу	Контроль	Ґрунтові викиди крота		
		свіжі	річні	старі
Кількість видів:	4	4	9	7
– травостій	3	3	7	6
– сходи чагарників	0	0	1	0
– сходи дерев	1	1	1	1
Щільність, екз/м ² :	180,2	95,5	318,4	307,1
– травостій	176,4	79,8	294,8	288,8
– сходи чагарників	0	0	11,8	0
– сходи дерев	4,10	15,70	11,8	18,20
Біомаса, г/м ² :	47,2	13,6	86,4	171,5
– травостій	46,8	12,1	84,7	170,5
– сходи чагарників	0	0	0,6	0
– сходи дерев	0,4	1,6	1,1	1,0

Таблиця 2. Формування екологічних угруповань рослинного покриву на ґрунтових викидах крота в заплавної липо-ясеневій діброві.

Table 2. The plant ecological associations formation on the mole soil outbursts in the flood-plain lime-ash oakery.

Екоморфи	Контроль			Ґрунтові викиди крота								
				свіжі			річні			старі		
	Кількість видів	Щільність, %	Біомаса, %	Кількість видів	Щільність, %	Біомаса, %	Кількість видів	Щільність, %	Біомаса, %	Кількість видів	Щільність, %	Біомаса, %
Лісові	2	80,0	73,8	2	67,1	94,5	4	74,7	59,8	2	31,8	10,9
Степові	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Лучні	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Степо-лугові	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Лісо-лучні	1	15,6	18,6	1	16,9	1,2	1	6,2	0,6	1	12,3	11,7
Лісо-степові	0	0	0	0	0	0	1	3,7	0,7	0	0	0
Бур'янисті (рудеранти)	1	4,4	7,6	1	16	4,3	3	15,4	38,9	4	55,9	77,4
Разом	4	100	100	4	100	100	9	100	100	7	100	100

Таблиця 3. – Співвідношення біоморф рослинного покриву на ґрунтових викидах крота в заплавної липо-ясеневій діброві.

Table 3. – The plant biormorph ratio on the mole soil outbursts in the flood-plain lime-ash oakery.

Біоморфи	Контроль			Ґрунтові викиди крота								
				свіжі			річні			старі		
	Кількість видів	Щільність, %	Біомаса, %	Кількість видів	Щільність, %	Біомаса, %	Кількість видів	Щільність, %	Біомаса, %	Кількість видів	Щільність, %	Біомаса, %
Однолітні	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17,1	5,1
Дволітні	0	0	0	0	0	0	1	23,8	2,1	0	0	0
Багатолітні	4	100	100	4	100	100	8	76,2	97,9	6	82,9	94,9
Разом	4	100	100	4	100	100	9	100	100	7	100	100

Таблиця 4. – Характер впливу риучої діяльності дрібних ссавців на едафотоп в умовах забруднення середовища кадмієм.

Table 4. – The small mammals burrowing influence on the edaphotope under conditions of cadmium contamination of environment.

Період експозиції, місяців	Горизонт, см	Контроль, мг/кг M ± m		Дослід, мг/кг M ± m		Відношення X _{st} / X _ф	Рівень значущості
Валова форма							
2	детрит	24,02	3,16	24,18	3,64	3,39 / 1,16	> 0,05
	0 - 10	7,41	0,90	5,90	0,45	3,39 / 4,18	< 0,05
	10 - 20	2,34	0,31	2,17	0,35	3,11 / 0,80	> 0,05
	20 - 30	1,21	0,16	1,22	0,10	3,11 / 1,22	–
6	детрит	25,11	1,84	23,00	2,00	3,39 / 4,01	< 0,05
	0 - 10	7,12	0,86	6,20	0,54	3,11 / 3,16	–
	10 - 20	2,16	0,30	2,08	0,19	3,11 / 2,11	> 0,05
	20 - 30	1,30	0,16	1,18	0,12	3,11 / 1,56	–
12	детрит	21,89	2,01	21,06	2,37	3,39 / 2,80	> 0,05
	0 - 10	7,32	0,63	6,99	0,35	3,39 / 3,61	< 0,05
	10 - 20	2,56	0,33	2,11	0,18	3,11 / 1,11	> 0,05
	20 - 30	1,14	0,09	1,26	0,11	3,11 / 0,34	–
Рухома форма							
2	детрит	11,87	2,64	10,86	2,00	3,39 / 2,79	> 0,05
	0 - 10	2,99	0,11	2,13	0,20	3,39 / 3,84	< 0,05
	10 - 20	0,82	0,06	0,77	0,09	3,11 / 2,04	> 0,05
	20 - 30	0,40	0,06	0,41	0,05	3,11 / 0,33	–
6	детрит	12,09	1,66	10,35	1,20	3,11 / 3,29	< 0,05
	0 - 10	2,85	0,33	2,35	0,11	3,11 / 0,74	> 0,05
	10 - 20	0,76	0,09	0,73	0,07	3,11 / 1,12	–
	20 - 30	0,42	0,03	0,39	0,05	3,11 / 1,38	–
12	детрит	10,73	1,11	10,10	0,95	3,39 / 4,00	< 0,05
	0 - 10	2,86	0,45	2,80	0,24	3,11 / 1,18	> 0,05
	10 - 20	0,92	0,10	0,76	0,05	3,11 / 1,82	–
	20 - 30	0,37	0,04	0,40	0,03	3,11 / 0,66	–

Таблиця 5. – Характер впливу риучої діяльності дрібних ссавців на баланс кадмію в системі "грунт – рослина" в умовах техногенних ландшафтів.

Table 5. – The small mammals burrowing influence on the cadmium balance in the "soil – plant" system under conditions of technogenic landscapes.

Період експозиції, місяців	Контроль, мг/кг M ± m		Дослід, мг/кг M ± m		Відношення X _{st} / X _ф	Рівень значущості
6	10,09	2,15	9,16	1,08	3,11 / 4,12	< 0,05
12	9,15	2,49	9,01	1,68	3,24 / 3,08	> 0,05

Лісо-лучний комплекс представлено одним видом, відносна чисельність якого складає 15,6 %, а біомаса – 18,6 %. Незначною кількістю – одним видом – представлені також рудеранти (чисельність і біомаса відповідно 4,4 і 7,6 %). Біоморфи представлені тільки багатолітниками.

На свіжих ґрунтових викидах крота чисельність лісових видів знижується в 1,2 рази, а лісо-лучних і бур'янистих – збільшується відповідно в 1,1 і 3,6 разів. По біомасі перевага залишається за лісовими видами, яка збільшується в 1,3 рази до контролю і знижується у лісо-лучних у 15,5 разів, а в рудерантів – у 1,8 разів.

На річних порях з'являються лісо-степові види. Збільшується в 2,0 рази видове різноманіття лісових видів, а їх чисельність і біомаса знижуються. Зростає значення рудерантів, збільшується їх видова різноманітність (у 3,0 рази), а також чисельність (у 3,5 разів) і біомаса (у 5,1 рази). Чисель-

ність і біомаса лісо-лучних видів продовжує знижуватися. З'являються дволітники і збільшується кількість видів багатолітників.

На старих викидах крота знову випадають лісо-степові види. Домінують бур'янисті види, їх видова різноманітність зростає в 4,0 рази, чисельність – у 12,7 разів, а біомаса – у 10,2 рази. Різко знижуються показники лісових видів, чисельність яких знижується в 2,5 разів, а біомаса – в 6,8 разів. Спостерігається відновлення лісо-лучних видів. Дволітники знову випадають зі складу фітокомплексу, з'являються однолітники, показники багатолітників залишаються високими (таблиця 3).

Посилення впливу господарської діяльності людини на біосферу приводить до необхідності вивчення не тільки природних, але і трансформованих природних угруповань, становлення і розвитку яких у значній мірі визначається новим комплексом факторів абіогенного (зокрема – техно-

генного) походження. При цьому характер впливу ендегенних факторів середовища на функціонування окремих компонентів екосистеми найчастіше може здобувати нове якісне значення. У зв'язку з цим нами була почата спроба виявити специфіку впливу на едафотоп одного з факторів його існування – ріючої діяльності дрібних ссавців (мишо-подібних гризунів) в умовах техногенного впливу, зокрема, на процеси переносу і трансформації кадмію в едафотопі в умовах реального техногенного ландшафту.

Аналіз отриманих результатів дозволив установити наступне. Через два місяці після формування ґрунтового викиду достовірна різниця між дослідними і контрольними значеннями концентрації кадмію у підстилці і ґрунті відзначена у верхньому ґрунтовому горизонті 0-10 см (таблиця 4). Це є цілком закономірним, якщо врахувати, що при прокладанні підземних ходів тварини виносять на поверхню ґрунт із нижніх горизонтів профілю. При аналізі контрольної ділянки встановлено, що верхній 10-сантиметровий горизонт ґрунту в середньому містить 7,41 мг/кг кадмію (тут і далі – у перерахуванні на абсолютно суху вагу); у той же час для нижнього ґрунтового горизонту (10-20 см) характерна середня концентрація елементу 2,34 мг/кг. Валовий вміст кадмію в горизонті 20-30 см виявляється ще нижче і складає 1,21 мг/кг. Зазначений характер розподілу валової форми елементу в ґрунтовому профілю даного району є, таким чином, причиною того, що при викиданні на поверхню ґрунту з нижніх горизонтів в процесі ріючої діяльності тварин спостерігається формування свого роду ґрунтової насипки, у якій вміст кадмію в цілому виявляється меншим, ніж у непопущеному поверхневому горизонті (у даному випадку – у 1,26 разів).

В горизонті 10-20 см вміст елементу також виявляється зниженим (у 1,08 разів), але Х-критерій Ван-дер-Вардена не дозволяє вважати цей факт статистично значимим. Концентрація кадмію у підстилці і в горизонті ґрунту 20-30 см також не виявляє достовірних розходжень між досвідом і контролем, характеризуючись при цьому практично рівними значеннями.

У відношенні рухомих форм кадмію можна відзначити подібну тенденцію; їхній вміст в горизонті 0-10 см в умовах пориїв гризунів у порівнянні з контрольною ділянкою знижується в 1,40 рази. Цей факт підтверджується за допомогою Х-критерію і має достатній рівень значущості ($P < 0,05$). Концентрація рухомих форм елементу в підстилці і ґрунтових горизонтах 10-20 см і 20-30 см, незважаючи на середньовибіркові значення, також не виявляє достовірних розходжень між досвідом і контролем.

У зв'язку з тим, що за двомісячний період не було відзначено заселення ґрунтових викидів рослинністю, аналіз впливу ріючої діяльності дрібних

ссавців на баланс кадмію в системі "ґрунт - рослина" у даному випадку нами не проводився.

По мірі старіння пориїв гризунів деякою мірою відбувається зміна відзначених вище особливостей. Через шість місяців після утворення ґрунтового викиду вміст валової форми кадмію у підстилці зменшується в 1,05 разів, тоді як у контролі – трохи збільшується (також у 1,05 разів). Навпроти, у поверхневому горизонті ґрунту 0-10 см в умовах контролю цей показник знижується в 1,04 рази, а в умовах досліду – збільшується в 1,05 разів.

Застосування Х-критерію Ван-дер-Вардена дозволило виявити вірогідно більш низький рівень вмісту валової форми кадмію у підстилці, розпушеної і перемішаної з викинутим ґрунтом у результаті ріючої активності тварин і в горизонті ґрунту 0-10 см (у 1,09 і 1,15 разів відповідно). Концентрація елементу для горизонтів ґрунту 10-20 см і 20-30 см при порівнянні середньовибіркових величин також виявляє тенденцію до зниження дослідних значень у порівнянні з контролем, однак значення Х-критерію не дозволяє розглядати зазначені співвідношення як достовірні.

При порівнянні результатів аналізу вмісту в елементах едафотопу рухомих форм кадмію достовірною варто вважати різницю між дослідними і контрольними значеннями (убік зменшення величини досліду в 1,17 разів) для горизонту підстилки; вміст рухомих форм елементу в ґрунтовій товщі під поріями гризунів виявляється менше контрольних значень практично по всіх горизонтах, однак статистична значимість відзначених розходжень не досягає необхідного рівня, що не дозволяє вважати їх достовірними.

Процентна частка рухомих форм щодо валового вмісту в підстилці і ґрунтовому горизонті 0-10 см в умовах досліду виявляється менше такої у контролі в 1,07 і 1,06 разів відповідно. Для інших горизонтів ґрунтового профілю цей показник є практично рівним як для дослідних, так і для контрольних умов.

Вивчення накопичення кадмію рослинними організмами в даних умовах є надзвичайно важливим, тому що дозволяє проілюструвати вплив ріючої діяльності тварин на характер міграції елементу між окремими компонентами техноекосистеми і зробити загальний висновок щодо ролі цього зоогенного фактору не тільки в адаптації едафотопу до екстремальних зовнішніх умов, але й у підтримці процесу функціонування всієї екосистеми.

У рамках дослідження встановлено, що рослини, які виростають безпосередньо на ґрунтових викидах мишо-подібних гризунів у даному варіанті віку пориїв (шість місяців), накопичують у своїй надземній частині (доступній у якості трофічного об'єкта для хребетних тварин – консументів першого порядку, у тому числі й для мишо-подібних гризунів) меншу кількість елементу. Цей факт не тільки помітний при порівнянні середньовибіркових значень (таблиця 5), але також підтверджується

ся статистично і має достатній рівень значущості ($P < 0,05$). Вміст валової форми кадмію в наземній частині рослин на ділянках пориїв виявляється в 1,10 рази меншим, ніж для контролю.

До моменту, коли розходження між характеристиками ґрунту в поріях тварин і в умовах непорушеної ґрунтової товщі починають деякою мірою згладжуватися (у відношенні пориїв мишоподібних гризунів таким періодом існування орієнтовно варто вважати 12-14 місяців і більш), вплив фактора ріючої активності на перерозподіл кадмію в едафотопі при постійному впливі комплексу зовнішніх техногенних умов помітно слабшає. При статистичній обробці результатів аналізу вмісту валової форми кадмію в зразках підстилки і ґрунту достовірні за Х-критерієм розходження між значеннями досліду і контролю відзначаються лише для верхнього горизонту ґрунту 0-10 см (концентрація елементу в дослідних умовах у 1,05 рази менше такої в умовах контролю). Значення досліду виявляється менш, ніж контрольне (у 1,21 рази) також і на горизонті 10-20 см, однак зазначену різницю не можна вважати достовірною, тому що рівень значущості в даному випадку перевищує припустимий 5 % рівень.

Також необхідно відзначити, що в порівнянні з результатами шестимісячної експозиції вміст елементу в підстилці трохи зменшується (у 1,15 і 1,09 разів, контроль і дослід відповідно), а в горизонті від 0 до 10 см – збільшується для контрольних і дослідних умов (у 1,03 і 1,13 разів відповідно).

Вплив ріючої діяльності мишоподібних гризунів на розподіл рухомих форм кадмію виявляється в горизонті підстилки на дослідній ділянці, де концентрація рухомого елемента знижена у порівнянні з контрольними значеннями в 1,06 разів; вірогідність зазначеного явища підтверджується методами рангової кореляції. Стосовно загального валового вмісту частка рухомих форм кадмію у підстилці на дослідній ділянці знижена в порівнянні з контрольною в 1,02 рази.

З вищевикладеним цілком погодиться факт відсутності достовірних розходжень між величинами вмісту кадмію в наземній частині рослин, зібраних з контрольної і дослідної ділянок.

Таким чином, можна затверджувати, що в умовах постійного впливу техногенних факторів, що супроводжується надходженням у едафотоп значної кількості кадмію, активність тварин-ґрунторіїв, зокрема мишоподібних гризунів, носить позитивний характер і є важливим важелем у підтримці гомеостазу ґрунтового блоку. У першу чергу це виявляється у формуванні ґрунтової насипки за рахунок виносу на поверхню ґрунту з нижніх горизонтів; це приводить до того, що вміст як валової, так і рухомої форми кадмію у верхніх горизонтах ґрунту на ділянках пориїв помітно знижується (у порівнянні з непорушеною ділянкою в нашому експерименті – у 1,26 і 1,4 рази, валова і рухома форма відповідно). Крім того, зміна

фізико-хімічних властивостей едафотопу в результаті впливу ґрунторіїв приводить до поступового зниження рухливості елементу не тільки в ґрунті, але й у підстилці.

Наслідки локального впливу тварин-ґрунторіїв простежуються приблизно до 12 місяців після формування ґрунтового порію. Необхідно ще раз підкреслити, що виявлення закономірностей впливу ріючої активності тварин на вміст важких металів у ґрунті для реальної техноекосистеми в значній мірі ускладнено, у першу чергу – на нижніх горизонтах ґрунту (10, 20 см і більш під поріями тварин), а також в рослинності. Причиною тому служить високий рівень аеротехногенного надходження сполук кадмію в екосистемі даного регіону, що приводить до певного перекидання і нівелювання дії інших факторів. Це насамперед відноситься до накопичення кадмію рослинами, тому що відомо, що поглинання елементу рослинним організмом з навколишнього середовища на 40 % здійснюється за рахунок атмосферних опадів [21], а на 60 % – через кореневу систему. Це пояснює той факт, що позитивний вплив ріючої діяльності тварин на міграцію кадмію в системі "ґрунт - рослина" для даного регіону простежується не завжди чітко.

Висновки

Таким чином, ріюча діяльність ссавців є важливим екологічним фактором у степових лісах, який забезпечує зоогенну динаміку рослинного покриву, спрямовану у бік збільшення біорізноманіття, кількісного складу і біомаси фітоценозу, становлення екологічних комплексів і біоморф, стимулюванню лісовідтворення.

Різні аспекти діяльності ґрунторіїв значно впливають на едафотоп у цілому, викликаючи при цьому не тільки зміну багатьох важливих фізико-хімічних характеристик ґрунту, але і, як наслідок – у певній мірі формуючи новий комплекс умов для процесів міграції в профілі едафотопу різних хімічних елементів, у тому числі і таких небезпечних компонентів забруднення навколишнього середовища, як важкі метали. Таким чином, говорячи про ріючу діяльність наземних хребетних тварин, у тому числі ссавців, необхідно підкреслити, що такого роду середовищеперетворююча активність є важливим чинником у житті едафотопу природних і трансформованих БГЦ.

Базуючись на отриманих даних, ріючу діяльність тварин, зокрема ссавців, у цілому можна розглядати як один із проявів буферних властивостей системи, що знаходиться під впливом зовнішнього техногенного пресу. Таким чином, цей функціональний аспект життєдіяльності тварин є не тільки середовищеперетворюючим фактором, але і ланкою в підтримці гомеостазу едафотопу і всієї екосистеми в цілому.

1. Абатуров Б.Д. Влияние деятельности степной пеструшки на почвенный и растительный покров сухих степей Казахстана // Биол. МОИП. Отд. биол. – 1964. – Т. 69. – Вып. 6. – С. 24-35.
2. Абатуров Б.Д. Млекопитающие как компонент экосистемы. – М.: Наука, 1984. – 286 с.
3. Абатуров Б.Д. Роль млекопитающих в минерализации растительной органики // 2-й съезд Всесоюз. териол. о-ва. – М, 1979. – С. 3-13.
4. Андреюк Е.И. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / Е.И. Андреюк, Г.А. Иутинская, А.Ф. Антипчук та ін. – К.: Обереги, 2001. – 240 с.
5. Бельгард А.Л. Степное лесоведение. – М.: Лесная промышленность, 1971. – 336 с.
6. Булахов В.Л. Слесьш как зоогенный фактор формирования растительного покрова в плакорных искусственных лесных насаждениях степной зоны Украины / В.Л. Булахов, А.Е. Пахомов, Е.А. Лукацкая, Н.Е. Процко // Актуальні питання збереження та відновлення степових екосистем: Матеріали Міжнар. конф. – Асканія-Нова, 1998. – С. 240-243.
7. Динесман Л.Г. Изучение истории биогеоценозов по норам животных // М.: Наука, 1968. – 100 с.
8. Жиряков В.А. Влияние млекопитающих на возобновление ели Шренка // 7-я Всесоюз. зоогеограф. конф. – М.: Наука, 1979. – С. 240-242.
9. Кирейчева Л.В. Методи детоксикації ґрунту, забрудненого важкими металами / Л.В. Кирейчева, И.В. Глазунова // Почвоведение. – 1995. – № 7. – С. 892-896.
10. Пахомов А.Е. Биогеоценозическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины: Монография. – Д.: ДГУ, 1998. – Кн. 1. – Механический тип воздействия. – 232 с.
11. Пахомов А.Е. Биогеоценозическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины: Монография. – Д.: ДГУ, 1998. – Кн. 2. – Трофический тип воздействия. Биотехнологический процесс становления экологической устойчивости эдафотопы. – 216 с.
12. Пахомов А.Е. Значение заповедных и охранных территорий в изучении функциональной роли млекопитающих в почвообразовательном процессе // Беловежская пуца на рубеже третьего тысячелетия: Матер. научно-практ. конф. – Минск, 1999. – С. 264-265.
13. Пахомов А.Е. Роль средообразующей деятельности млекопитающих в сохранении и восстановлении структурно-функционального биоразнообразия в эдафотопе лесных экосистем в условиях техногенного загрязнения // Структурно-функциональное состояние биологического разнообразия животного мира Беларуси: Тез. докл. 8 зоол. научн. конф. – Минск, 1999. – С. 32-34.
14. Ротшильд Е.В. Влияние роющей деятельности слепушонки на развитие растительности такыров // Докл. АН СССР. – 1958. – Т. 120. – № 1. – С. 201-203.
15. Середнева Т.А. Воздействие степных сурков на продуктивность растительности в степях Украины / Т.А. Середнева, Б.Д. Абатуров // Фитофаги в растительных сообществах. – М.: Наука, 1980. – С. 128-141.
16. Сукачев В.Н. О некоторых современных проблемах изучения растительного покрова // Ботанический журнал. – 1956. – Т. 41. № 4. – С. 484-490.
17. Сукачев В.Н. Определение понятия "лесной биогеоценоз", его компоненты и основные свойства // Избранные труды. – Л.: Наука, 1972. – Т. 1. – С. 329-356.
18. Хавезов И. Атомно-адсорбционный анализ / И. Хавезов, Д. Цалев. – Л.: Химия, 1983. – 144 с.
19. Чичикин Ю.Н. Влияние мышевидных грызунов и других животных на естественное семенное возобновление грецкого ореха // Тр. Сары-Челекск. заповедника, 1995. – Вып. 1. – С. 43-48.
20. Alloway B. The use of adsorptive minerals to reduce the uptake of arsenic and cadmium by food crops from contaminated soil / B. Alloway, G. Warren, N. Lepp // Proceedings of the Seventh International FZK/TNO Conference on Contaminated Soil, 2000. – Vol. 2. – P. 1061-1067.
21. Page A.L. Cadmium residues in the environment / A.L. Page, F.T. Bingham // Residue Rev. – 1973. – Vol. 48. № 1. – P. 44-47.
22. Pakhomov A.E. Influence of animals mellowing activity on the microelements migration // Second international conference on the biogeochemistry of Trace Elements. – Taipei: Taipei International Convention Center, 1993. – P. 32-39.
23. Pakhomov A.E. Mammalia-soil burrowers influence on copper transformation in "soil-plant" system in the steppe forests // Effect of Mineral-Organic-Microorganism Intersections on Soil and Freshwater Environments: Second International symposium IS-MOM-96. – Nancy, 1996. – P. 101.
24. Tevis L. Pocket gophers and seeding of red fir // Ecology. – 1956. – Vol. 37. № 2. – P. 379-381.

Отримано: 12 січня 2007 р.

Прийнято до друку: 1 лютого 2007 р.