

УДК 631.43:634.9+557(577).391

В. Л. Жук

Днепропетровский национальный университет

ЗНАЧЕНИЕ ТРОФОМЕТАБОЛИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ СЕМООЧИСТКИ ПОЧВ ПРИ АНТРОПОГЕННОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

Досліджено вплив екскрецій лося и козулі на міграцію радіонуклідів по ґрунтових горизонтах за умов їх забруднення важкими металами. Підтверджено, що екскреторна діяльність ссавців є важливим природним екологічним фактором, що сприяє більш активному перерозподілу радіонуклідів у ґрунті, зменшуючи рівень радіоактивності та вплив важких металів.

The influencing of elk and roe deer excrements on radionucleids migration in the soil horizon under zinc pollution circumstances has been investigated. It is confirmed that mammals excretory activity is an important acting natural ecological factor further radionucleids quickly redistribution in the soil thus reducing the level of radioactivity and heavy metals.

Введение

Трофические связи, обеспечивающие жизнедеятельность, рост и развитие организмов в процессе пищеварения и метаболизма, способствуют возвращению в систему в виде метаболического опада переработанных органических веществ, которые обуславливают многие почвенные процессы. Потребляемая млекопитающими пища в процессе пищеварения переваривается и выделяется наружу. Эта выделяемая часть весьма существенна и составляет 97–99% потребляемого корма. Уже в пищеварительном тракте органическая масса подвергается химической и микробиологической деструкции [2], поэтому трофику млекопитающих необходимо рассматривать как первичный деструкционный процесс органического вещества. Метаболический опад млекопитающих в пойменных дубравах составляет 112,1 кг/га, в том числе экскреторный – 93,1 кг/га.

Попавшие в почву и частично перемешанные с ней экскреции увеличивают порозность, водоудержание и уменьшают твердость почвы [2]. Экскреции, адсорбируя на себя почвенные частицы мельчайших структур, увеличивают объем почвенного субстрата. Экскреции способны в большей степени впитывать влагу и удерживать ее, тем самым способствуя увеличению влагоемкости почвы. Окислительно-восстановительные реакции в процессе деструкции выделяют определенное количество энергии и увеличивают положительный баланс в температурном режиме почв [3].

Существенное влияние экскреторная деятельность оказывает и на химические свойства почвы. Это дополнительное поступление органических и минеральных веществ в почву в результате деструкции экскреторного опада. Экскреции являются химическим катализатором, ускоряющим деструкционный процесс накопившегося запаса органического вещества. Оба эти проявления повышают почвенное плодородие. Экскреторная деятельность млекопитающих выступает важным естественным экологическим фактором в дополнительном вовлечении важнейших питательных веществ в систему. В почвы пойменных дубрав с метаболическим опадом поступает 10,6 кг/га органических веществ, 14,1 кг/га

зольных элементов и 1 кг/га азота. Экскреторный опад играет существенную роль как ускоритель деструкционного процесса при разложении подстилки в лесных экосистемах: в пойменных дубравах на 18,1–22,6%.

Млекопитающие, благодаря экскреторной деятельности, выступают экологическими катализаторами развития микрофлоры почв. Микробиологическая активность почв обуславливает ускорение круговорота веществ и устойчивость эдафотопы. Экскреции животных, в частности млекопитающих, воздействуя на физические, химические, биологические параметры почвы, участвуют в образовании экологической устойчивости эдафотопы, что особенно важно в условиях загрязнения окружающей среды [4].

За последние годы увеличился объем поступления ингредиентов загрязнения во внешнюю среду и, в частности, в почву. Влияние техногенных поступлений уже не ограничивается промышленными регионами, а распространяется также на заповедные территории и лесные биогеоценозы. В результате воздействия комплекса антропогенных факторов к настоящему времени сохранилось всего 0,3% естественных, нетрансформированных экосистем. Все формы антропогенного воздействия в конечном итоге фокусируются в эдафотопе, который является фундаментальной основой в образовании структурно-функциональных особенностей экосистем.

Целью данной работы было изучение влияния трофометаболической, в частности экскреторной, деятельности млекопитающих на миграционную способность радионуклидов в почвенном покрове пойменной дубравы в условиях экспериментального загрязнения тяжелыми металлами (Zn) во времени.

Материалы и методы исследований

Основой для написания данной работы послужили исследования, проводимые на Присамарском биосферном международном стационаре в составе Комплексной экспедиции ДГУ. Район исследования располагается на левом берегу среднего течения р. Самара в центральной части поймы в свежей краткопоемной липо-ясеновой дубраве. Тип лесорастительных условий – суглинок свежий, ЛКУ 1,0–1,2. Тип световой структуры – полутеневой, III возрастной ступени. Подстилка преимущественно из полуразложившихся листьев дуба и ясеня, двухслойная, прерывистая, рыхлая, мощностью 3 см. Почвы пойменно-лугово-лесные, средне-гумусные, средневыхлещенные, суглинистые на аллювиальных отложениях. Увлажнение атмосферно-грунтовое. В гранулометрическом составе преобладают две фракции: мелкий песок и ил. Лесо-луговая почва богата гумусом (4,9%). Реакция почвенного раствора лесо-луговой почвы варьирует в пределах 6,4–7,5, гидролитическая кислотность 1,0–1,7%. Емкость поглощения достигает 41,7 мг-экв./100 г.

Для экспериментального изучения влияния экскреторной деятельности на изменение β -радиоактивности почвенного горизонта в условиях загрязнения почвы Zn были заложены экспериментальные участки в естественной пойменной липо-ясеновой дубраве. На пробные участки были внесены свежие экскреции лося и косули из расчета 90 г/м². Аналогичные участки были заражены цинком. Элемент вносили в виде раствора ZnSO₄ в бидистиллированной воде. Внесение производилось из расчета на единицу площади. В эксперименте использовалась концентрация 115 мг/кг. Во избежание загрязнения окружающих слоев почвы соединениями цинка были использованы изолированные почвенные блоки: по периметру площадки в почву вертикально помещали пластины из инертного

непроницаемого материала. Пробы отбирались на почвенных горизонтах: 0–10 см, 10–20 см, 20–30 см, 30–40 см и 40–50 см через 1 месяц и через 3 месяца после воздействия цинка на эдафотоп. Пробы отбирались в шестикратной повторности. Всего было отобрано 216 проб. Для сравнения отбирались пробы почвы, не подверженной ни экскреторной деятельности млекопитающих, ни загрязнению соединениями цинка. Удельная активность β -излучающих нуклидов почвы определялась по методу Толстых [5] на радиометре «Бета».

Результаты и их обсуждение

Анализ проведенных исследований показал следующие результаты. Через месяц после внесения в почву Zn экскреции млекопитающих увеличивают β -радиоактивность почвы в пойменной липо-ясеновой дубраве по всему профилю (табл. 1). Так, под экскрециями лося она возросла на $2,2 \times 10^3$ Бк/кг, т. е. на 10,6%. Под экскрециями косули подобное увеличение наблюдается, но оно незначительно и составляет 3,1%.

По сравнению с почвой без экскреций и загрязнения Zn отмечается увеличение уровня β -активности, но оно менее значительно и в целом для экскреций лося составляет более 5%. Под экскрециями косули отмечено уменьшение уровня β -радиоактивности на 2,1%. Это означает, что покрываемая площадь и время воздействия этих экскреций значительно меньше, а значит и вклад в перераспределение радионуклидов невелик, по сравнению с экскреторным опадом лося.

Наибольшее накопление радионуклидов отмечается в верхнем почвенном горизонте и в самих экскрециях. Так, в горизонте 0–10 см β -активность почвы под экскрециями лося выше подобных значений почвы без экскреций на 20,1%. По сравнению с контрольным участком увеличение составляет 10,2%. На том же почвенном горизонте в местах расположения экскреций косули по отношению к незатронутым экскреторной деятельностью и Zn участкам наблюдается снижение β -радиоактивности на 7,9%.

На лежащих ниже горизонтах накопление не так значительно: на горизонтах 10–20 см, 20–30 см, 30–40 см радиоактивность под экскрециями лося увеличивается на 4,5%, 0,5% и 2,2% соответственно по сравнению с почвой, не подвергшейся влиянию экскреторной деятельности. Относительно контроля она все еще остается ниже на горизонтах 10–20 см, 30–40 см и 40–50 см соответственно на 2%, 2,2% и 1,8%. На горизонте 20–30 см β -радиоактивность незначительно увеличена на $0,4 \times 10^3$ Бк/кг.

Воздействие экскреций косули менее значительно, что, по-видимому, связано с особенностями кормов животных и самих экскреций косули. На горизонте 20–30 см отмечено повышение β -активности по сравнению с вышележащими горизонтами на $1,4 \times 10^3$ Бк/кг, что свидетельствует о миграции радионуклидов вглубь почвы.

Через 3 месяца после заражения Zn увеличивается общий фон эдафотопы на $0,8 \times 10^3$ Бк/кг. Воздействие цинка способствует некоторому снижению β -активности в верхних почвенных горизонтах и увеличению ее на горизонтах 30–40 см и 40–50 см по отношению к контролю на $0,2 \times 10^3$ Бк/кг и $1,6 \times 10^3$ Бк/кг соответственно. На этом фоне отчетливо прослеживается тенденция к снижению уровня β -активности под влиянием экскреторной деятельности млекопитающих (табл. 2).

Таблица 1
Влияние экскреторного опада и тяжелых металлов (Zn) на перераспределение β-радиоактивности почвы
в пойменной липо-ясеневой дубраве через 1 месяц после загрязнения

Поч- венный гори- зонт, см	Контроль, Ам, Бк/кг ($\times 10^3$)	Почва с Zn, Ам, Бк/кг ($\times 10^3$)	Почва с Zn и экскретирами лося, Ам, Бк/кг ($\times 10^3$)	Влияние		Влияние	
				экскрементов лося на Ам почвы, Δ%	экскрементов лося и Zn на Ам почвы, Δ%	экскрементов косули на Ам почвы, Δ%	экскрементов косули и Zn на Ам почвы, Δ%
0-10	21,9 ± 0,4	19,5 ± 1,2	24,4 ± 0,6	20,1	10,2	20,3 ± 1,1	3,9
10-20	20,5 ± 0,8	19,2 ± 0,4	20,1 ± 1,5	4,5	2	18,4 ± 0,5	4,3
20-30	19,3 ± 0,6	19,6 ± 0,7	19,7 ± 0,6	0,5	2	19,8 ± 0,4	1
30-40	18,2 ± 0,9	17,4 ± 1,1	17,8 ± 0,7	2,2	2,2	18,2 ± 0,8	4,4
40-50	17,2 ± 0,3	18,1 ± 0,5	16,9 ± 0,4	7,1	1,8	17,5 ± 1,1	3,4
0-50	19,5 ± 0,6	18,5 ± 0,78	20,7 ± 0,76	10,6	5,7	19,1 ± 0,78	3,1

Таблица 2
Влияние экскреторного опада и тяжелых металлов (Zn) на перераспределение β-радиоактивности почвы
в пойменной липо-ясеневой дубраве через 3 месяца после загрязнения

Поч- венный гори- зонт, см	Контроль, Ам, Бк/кг ($\times 10^3$)	Почва с Zn, Ам, Бк/кг ($\times 10^3$)	Почва с Zn и экскретирами лося, Ам, Бк/кг ($\times 10^3$)	Влияние		Влияние	
				экскрементов лося на Ам почвы, Δ%	экскрементов лося и Zn на Ам почвы, Δ%	экскрементов косули на Ам почвы, Δ%	экскрементов косули и Zn на Ам почвы, Δ%
0-10	23,8 ± 0,9	20,6 ± 0,5	21,5 ± 0,6	4,2	10,7	22,0 ± 0,5	6,4
10-20	21,9 ± 1,1	19,9 ± 0,6	20,3 ± 1,3	2	7,9	20,1 ± 0,9	1,0
20-30	20,4 ± 0,7	19,3 ± 0,9	19,4 ± 1,1	0,5	5	19,2 ± 0,4	0,5
30-40	18,3 ± 0,5	18,5 ± 1,5	19,7 ± 0,2	6,1	7,1	19,4 ± 0,2	4,6
40-50	17,6 ± 0,8	19,2 ± 1,3	20,1 ± 0,7	4,5	12,4	20,0 ± 1,1	4,0
0-50	20,3 ± 0,8	19,5 ± 0,96	20,2 ± 0,78	3,5	0,5	20,1 ± 0,62	3,0

Для экскреций обоих видов животных, взятых для исследований, характерно накопление ними радионуклидов. Поэтому и суммарная β -радиоактивность загрязненной цинком почвы под экскрементами больше, чем в такой же почве, но без экскреций. Так, для горизонта 0–50 см в месте воздействия экскреторного опада лоса уровень радиоактивности повысился на 3,6%, косули – на 3,1%. Таким образом, после 3 месяцев экспозиции наблюдалось влияние экскреций потребителей веточного корма (лоса, косули) на накопление радионуклидов в 3,2 раза для лоса. Для косули подобного изменения отмечено не было.

Относительно контроля β -радиоактивность почвы с экскрециями ниже под экскреторным опадом лоса на 0,5% и косули на 1%. Происходит снижение уровня β -радиоактивности на горизонтах 0–10 см, 10–20 см и 20–30 см под всеми видами экскреций и накопление радионуклидов в нижних горизонтах: 30–40 см и 40–50 см.

Выводы

Под влиянием экскреторной деятельности животных с увеличением периода ее воздействия прослеживается тенденция снижения уровня β -радиоактивности почвы в верхних ее горизонтах, так называемом корнеобитаемом слое, и накопление в нижних почвенных горизонтах.

Таким образом, трофометаболическая (экскреторная) роль млекопитающих имеет большое значение в процессе самоочищения почвы от радиоактивного загрязнения за счет перераспределения радионуклидов в почве с верхних горизонтов в более глубокие и, вероятно, перевода их в нерастворимые формы, что, следовательно, повышает экологическую устойчивость эдафотопы и всей экосистемы в целом. Данные исследования могут быть использованы при зоомелиорации трансформированных экосистем.

Библиографические ссылки

1. Авсиенко В. С. Дозиметрические и радиометрические приборы и измерения. – К., 1990.
2. Громов Б. В. Экология бактерий / Б. В. Громов, Г. В. Павленко. – Л.: ЛГУ, 1989.
3. Злотин Р. И. Роль животных в биологическом круговороте лесостепных экосистем / Р. И. Злотин, К. С. Ходашова. – М.: Наука, 1974.
4. Пахомов А. Е. Роющая и экскреторная деятельность млекопитающих как мелиоративный и антипрессинговый фактор в условиях техногенного загрязнения почв / А. Е. Пахомов, Л. А. Леонова // Вестник Днепропетр. ун-та. Биология и экология. – Днепропетровск: ДГУ, 1993. Вып. 1. – С. 154.
5. Dechnik Ignacy. Wplyw nawozenia na wlasciwosci gleby // Zesz probl. Nast. Naek. Rob. – 1987. – № 324. – Р. 81–106.

Надійшла до редколегії 21.02.05