

УДК 574.4 (477.6)

С.М. КІРІЄНКО, канд. біол. наук, ДВНЗ «Криворізький національний університет»

**ВПЛИВ СЕРЕДОВИЩЕТВІРНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ССАВЦІВ НА АКТИВНІСТЬ ПРОТЕАЗИ В ҐРУНТАХ ВІДВАЛІВ ГІРНИЧОРУДНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ**

Проводилися дослідження впливу середовищевірної діяльності ссавців на біологічну активність ґрунтів природних лісових біогеоценозів балок та ділянок відвалів гірничорудної промисловості в умовах степової зони України. Вивчення цих аспектів сприятиме пізнанню ролі ссавців у біогеоценотичних процесах, яка наразі залишається недооціненою.

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Відомо, що деякі ссавці впливають на різні сторони процесу ґрунтоутворення, фізичні та хімічні особливості ґрунту як одного з найважливіших компонентів біогеоценозу. У регіонах з інтенсивним антропогенним впливом середовищевірну діяльність ссавців можна розглядати як екологічний чинник інтенсифікації ґрунтоутворення. Саме тому необхідно вивчати роль і оцінювати вплив ссавців у створенні екологічного буфера проти жорсткого пресу техногенних факторів при формуванні системи механізмів ґрунтового гомеостазу. Усе це обумовлює необхідність проведення досліджень, спрямованих на встановлення та з'ясування зв'язків між найважливішими біогеоценотичними процесами і участю в них таких гетеротрофів як ссавці [9,10].

Біологічна активність ґрунтів є дуже важливою характеристикою, яка відображає, фокусує майже всі процеси ґрунтоутворення. Тому її вивчення в умовах біогеоценозів, що утворилися на ґрунтах, порушених видобутком та переробкою залізної руди, має не абияке наукове та практичне значення.

Дослідження впливу середовищевірної діяльності ссавців на біологічну активність ґрунтів природних лісових біогеоценозів балок та ділянок відвалів гірничорудної промисловості в умовах степової зони України до цього часу не проводились. Отже вивчення цих аспектів сприятиме пізнанню ролі ссавців у біогеоценотичних процесах, яка наразі залишається недооціненою.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Наведено аналіз сучасної вітчизняної та зарубіжної наукової літератури з оцінки екологічного стану природних та техногенно змінених ґрунтів за показниками біологічної активності.

Висвітлено значення середовищевірної діяльності ссавців у процесах відновлення біологічної активності ґрунтів за низкою показників.

Екскреторна та риюча діяльності ссавців - це важлива ланка середовищевірної діяльності тварин, яка впливає на біогеоценотичні процеси, особливо на процеси ґрунтоутворення та біологічну активність ґрунтів [1,2,3,6,7,9]. Під впливом екскреторної та рийної діяльності різних груп ссавців у цілому проявляється односпрямована дія на комплекс ґрунтових процесів та на прискорення кругообігу речовин, що дозволяє біогеоценотичній системі більш інтенсивно використовувати органічний та мінеральний ресурси.

Показано, що при цьому відбувається прискорення використання органічних та мінеральних сполук у процесах створення продуктивності.

Ґрунт інтенсивно збагачується поживними елементами, прискорюються процеси деструкції органічної речовини, оптимізуються фізико-хімічні властивості ґрунтів, підвищується їх загальна біологічна активність [4,12,13,14,15,16].

Водночас констатовано, що середовищевірна функція ссавців і біологічна активність еталонних та техногенних ґрунтів Степового Придніпров'я залишаються практично не вивченими.

**Постановка завдання.** Виходячи з принципів учення про біогеоценоз [11] та використовуючи ідею про середовищевірну та функціональну роль біоти [2,4,10], поставлено за мету дослідження 0 встановити роль ссавців у формуванні процесів відновлення біологічної активності ґрунту, на землях порушених видобутком та переробкою залізної руди, в умовах Степового Придніпров'я.

Для реалізації поставленої мети вирішено такі завдання:

оцінити характер та величину впливу рийної та екскреторної діяльності ссавців на ферментативну активність ґрунту природних лісових біогеоценозів балок та ділянок відвалів гірничо-

рудної промисловості;

дослідити середовищевірний вплив рийної та екскреторної діяльності ссавців на динаміку процесів ґрунтового "дихання" при забрудненні ґрунту важкими металами;

*Об'єкт досліджень* - середовищевірна діяльність ссавців, а саме екскреторна діяльність ссавців (куниця лісова *Martes martes*, кабан звичайний *Sus scrofa*, лось *Alces alces*, козуля європейська *Capreolus capreolus*, заєць сірий *Lepus europaeus*, корова *Bos taurus taurus*) та рийна діяльність мікромамалій (сліпак звичайний *Spalax microphthalmus*) в умовах антропогенного навантаження.

*Предмет дослідження* - екологічні особливості едафотопів біогеоценозів відвалів, а саме ферментативна активність, "дихання", накопичення органічного вуглецю і гумусу в умовах техногенної трансформації.

*Методи досліджень*. Визначення ферментативної активності ґрунтів (уреази, інвертази, протеази) проводилося за А.Ш. Галстяном. Математична обробка отриманих даних проводилася за допомогою стандартного пакета прикладних програм Microsoft Excel.

**Викладення матеріалу та результати.** Експериментальні дослідження проводили на територіях гірничорудних відвалів з різним віком насаджень недалеко від м. Кривий Ріг (відвал Далекий - "АрселорМіттал Кривий Ріг" та відвал Фрунзе - ВАТ «ЦГЗК»).

Експозицію екскрементів витримували впродовж 1, 3 і 12 місяців, розмір дослідних ділянок становив 10×5 м. На кожній ділянці було проведено дослідження з внесенням на поверхню ґрунту екскреції (дослід) і без внесення (контроль).

Екскреції ссавців вносили з розрахунку 1 кг/м<sup>2</sup> ґрунту. Як контрольні використовувалися ділянки без впливу тварин, що досягалося шляхом механічної ізоляції.

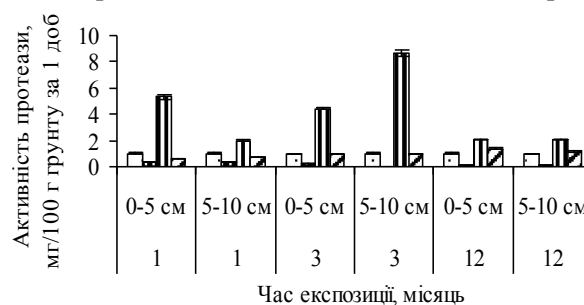
Лабораторні досліді проводили на базі Криворізького ботанічного саду НАН України в лабораторії фізіології рослин і біології ґрунтів.

Показником діагностичного складу ґрунту можливо вважати і вміст в ґрунті такого ферменту, як протеаза.

Протеолітичні ферменти каталізують гідролітичне розщеплення білкових сполук та пептидів і гідроліз цих продуктів до амінокислот.

Протеази поділяють на дві підгрупи: протеїнази і пептидази. Перші з них розщеплюють справжні білки, а другі каталізують розпад поліпептидів і дипептидів до амінокислот. Але такий поділ досить умовний [5].

Середовищевірна діяльність ссавців, а саме рийна активність сліпака підвищує величину активності ферменту протеази порівняно з ділянками відвалів без пориїв (рис. 1).



□ б. Латівка ■ відвал Далекий ▨ відвал Далекий+екскреції ▩

**Рис. 1.** Вплив середовищевірної діяльності ссавців на активність протеази ґрунту (відвал Далекий) "Арселор-Міттал Кривий Ріг" 0-5 і 5-10 – шари ґрунту; 1 - закладка екскреції у травні, виміри активності у червні; 3 - виміри активності у вересні; 12 - виміри активності у травні наступного року

Так, у період експозиції 1 місяць на ділянках відвалів активність протеази підвищується від 2 до 2,5 разу, незалежно від глибини взяття проб. У період експозиції 3 місяці риюча діяльність мікромамалій підвищує активність протеази на відвальних ділянках майже до рівня умовно чистих ділянок балок. 3 часом старіння пориїв їх позитивний вплив підвищується.

У період експозиції 12 місяців на ділянках відвалів з поріями активність протеази підвищується в середньому 8 разів, як на глибині 0-5 см, так і на глибині 5-10 см, порівняно з відвальними ділянками без впливу сліпака. Також активність протеази підвищується порівняно з умовно чистими ділян-

ками балок до 2,5 разу та майже досягає рівня умовно чистих ділянок балок з порями ссавців. Наявність поривів ссавців на відвальних ділянках лімітується головним чинником кам'янистістю ґрунту.

Екскреторна активність макроамалій має довготривалий позитивний вплив на величину активності ферменту протеази. На ділянці 2 позитивний вплив середовищевірної діяльності ссавців, а саме екскреторної діяльності ссавців-фітофагів. Є найбільш стабільним для всіх ділянок відвалів.

Підвищення активності протеази відбувається як на глибині шару ґрунту 0-5 см, так і на глибині 5-10 см у період експозиції 1 місяць на відвальних ділянках з порями від 4 до 13 разів (див. рис. 1).

Підвищення активності протеази в період експозиції 3 місяці було найбільшим протягом досліджу. На глибині шару ґрунту 0-5 см активність протеази під впливом середовищевірної діяльності ссавців становить 5,5 мг/100 г ґрунту за добу, що перевищує активність протеази на ділянках відвалу без впливу тварин від 21 до 32 разів. У період експозиції 12 місяців підвищення активності протеази на відвальних ділянках з екскреціями ссавців спостерігалось від 17 до 29 разів (для глибини шару ґрунту 0-5см) порівняно з ділянками відвалу без впливу ссавців, а порівняно з умовно чистими ділянками від двох до чотирьох разів.

Середовищевірною активністю ссавців має пролонгований позитивний вплив на такий показник біологічної активності ґрунту, як протеазна активність у відвальних ґрунтах гірничорудної промисловості Криворіжжя (відвал "АрселоМіттал Кривий Ріг").

Проведений дисперсійний аналіз встановив, що фактор належності до певної ділянки має найбільший вплив на активність протеази в ґрунті, що є статистично достовірно ( $p \leq 0,05$ ). Дія часу експозиції і глибини ґрунту не завжди мають статистично достовірні показники.

**Висновки та напрямок подальших досліджень.** В умовах південної підзони степу України визначено характер та величину впливу середовищевірної (рийної та екскреторної) діяльності ссавців на ґрунти природних лісових біогеоценозів балок, зон екотону та ділянок відвалів гірничорудної промисловості Криворіжжя.

Рийна активність сліпака підвищує ферментативну активність всіх ділянок ґрунту, що досліджувались. Активність ферментів уреазі та інвертази під впливом риючої діяльності ссавців-ґрунторивів підвищується в середньому вдвічі, а активність протеази - в середньому в 2,5 разу. Таким чином, риюча діяльність сприяє підняттю ензиматичної активності до рівня умовно чистих ділянок балок. На відвальних ділянках рийна активність лімітується таким головним чинником, як кам'янистість ґрунту.

Екскреторна активність макроамалій має позитивний довготривалий вплив на активність ферментів. У 2-4 рази підвищується активність ферменту уреазі, у 7 і більше разів - активність ферменту інвертази. Під впливом тварин активність протеази на ділянках відвалу зростає в 21-32 рази, а порівняно з умовно чистими ділянками балок у 7 разів.

#### Список літератури

1. Абатуров Б. Д. Деятельность животных-землероев в почвах, ее значение и основные пути изучения / Абатуров Б. Д. //Проблемы почвенной зоологии: Материалы 4-го Всесоюз. совещ. – М.: Наука, 1972. – 5 с.
2. Абатуров Б. Д. Воздействие малых сусликов на продуктивность растительности в полупустыне / Абатуров Б. Д., Ракова М. В., Середнева //Фитофаги в растительных сообществах. – М.: Наука, 1980. – С. 11-127.
3. Булахов В. Л. Млекопитающие степных лесов и их значение //Вопросы степного лесоведения и охраны природы. – Д.: ДГУ, 1977. – С. 138-143.
4. Булахов В. Л. О роли позвоночных животных в формировании биомассы и биологической продуктивности в лесных биогеоценозах степной зоны юго-востока УССР / Булахов В. Л. //Вопросы степного лесоведения. – Д.: ДГУ, 1972. – Вып. 3. – С. 132-141.
5. Долгова Л. Г. О биологической активности некоторых почв Присамарья / Долгова Л. Г., Скибицкая Г. А. //Труды комплексной экспедиции ДГУ. Днепропетровск. 1977 г., с. 83.
6. Злотин Р. И. Влияние экскрементов растительноядных животных на скорость разрушения опада в лесостепи / Злотин Р. И., Ходашова К. С. //Проблемы почвенной зоологии: Материалы 4 Всесоюзн. совещ. – Баку, 1972. – С. 59-60.
7. Злотин Р. И., Ходашова К. С. Роль животных в биологическом круговороте лесостепных экосистем. – М.: Наука, 1974. – 200 с.
8. Золотун В.П. Развитие почв юга Украины за последние 50-45 веков: Автореф. дисс...докт., с.-х.наук: 03.00.16 – УСХА, К., 1974. – 74 с.
9. Пахомов А. Е. Биогеоэценотическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины: – Кн. 1. – Д.: ДГУ, 1998. – 232 с.

10. Пахомов А. Е. Биогеоценологическая роль млекопитающих в почвообразовательных процессах степных лесов Украины: В 2 кн. – Кн. 2: Трофический тип воздействия. Биогеоценологический процесс становления биологической устойчивости эдафотопы. – Д.: ДГУ, 1998. – 216 с.
11. Сукачев В. Н. Основы лесной биогеоценологии. – М.: Наука, 1964. – 561 с.
12. Хабиров И. К. Физические свойства и ферментативная активность почв. Экологические условия и ферментативная активность почв. – УФА. Академия наук СССР. Башкирский филиал Института биологии. Уфа: 1979.
13. Цветкова Н. Н. Особенности миграции органо-минеральных веществ и микроэлементов в лесных биогеоценозах степной Украины. – Днепрпетр.: ДГУ, 1992. – 236 с.
14. Частухин В. Я., Николаевская М. А. Биологический распад и ресинтез органического вещества в природе. – Ленинград: Наука, 1969. – 326 с.
15. Margalef R. Information theory in ecology /Margalef R. //Gen. Syst. - 1958.- N3. - P. 210–223
16. Margalef R. Perspectives in ecological theory.- Chicago-London: Univ. Chicago press, 1969.-111 p.

Рукопис подано до редакції 02.04.13

УДК 669.162.14: 65.011.14

А.В. РЕВЕНКО, канд. техн. наук, доц., ГВУЗ «Криворожский национальный университет»,  
О.А. РЕВЕНКО, магистр, «ГИПОпром», Днепрпетровск

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НОРМИРОВАНИЯ ЗАТРАТ СЫРЬЯ ДОМЕННОЙ ПЛАВКИ**

Разработан и реализован в виде программного модуля в табличном процессоре Microsoft Excel алгоритм математического моделирования на основе адекватных стохастических математических моделей для удельного расхода кокса, удельной производительности и выхода годного, осуществляющий нормирование удельных расходных коэффициентов затрат шихтовых компонентов доменной плавки на производство передельного чугуна в доменной печи с обеспечением выполнения производственного плана и минимальной погрешностью нормирования

В практике металлургических предприятий традицией является ежедекадное проведение балансовых комиссий для оперативного анализа причин колебания расходных коэффициентов затрат каждого материального, энергетического и другого ресурсного компонента для производства единицы продукции и их отклонений от нормативных значений. При этом недопустимыми являются отклонения расходных коэффициентов, как в сторону перерасхода ресурсов, так и их экономии. Перерасход ресурсов вызывает их недостаток для выполнения производственного задания, а экономия ресурсов ведет к перерасходу и капитализации оборотных финансовых средств, которые получены, как правило, в кредит под проценты. Весьма удручающим фактом является отсутствие у технологов достаточного инструментария для осуществления оперативного анализа и выявления объективных факторов производственного процесса, вызывающих нарушение утвержденных технических норм.

Одним из ответственных элементов планирования производства в доменном переделе предприятия является разработка технических норм расхода сырья и топлива для выплавки чугуна. Традиционно при разработке технических норм технологи применяют утвержденные стандартные нормативные коэффициенты влияния технологических факторов на основные параметры доменной плавки. При этом точность технического нормирования зависит от наличия экспериментальных данных по определению расходных коэффициентов каждого компонента доменной шихты в отдельности, а также необходимого опыта и квалификации технологического персонала. Однако, при этом учесть совокупное влияния шихтовых компонентов на показатели плавки весьма затруднительно в связи с тем, что технологические факторы находятся в тесной взаимосвязи с промежуточными параметрами, характеризующими газодинамику, тепло-массообмен, шлаковый режим и тепловое состояние печи, а их совокупное действие может изменять силу и характер влияния на основные показатели доменной плавки [1, с.224].

Одним из средств учета совокупного влияния факторов являются стохастические математические модели. При этом в доменной печи физико-химические процессы шлакообразования и перехода сырьевых компонентов доменной шихты из твердого в вязкопластичное и жидкоподвижное состояние осуществляется одновременно на значительной высоте столба материалов, сосредоточенных в отдельных слоях. Под действием силы гравитации появляющиеся жидкие фазы устремляются вниз печи между кусками слоев твердых материалов, представленных в основном коксом, углем, известняком, осуществляя, таким образом, опережение ранее загру-