

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

УДК 631.46

ФЕРМЕНТАТИВНА АКТИВНІСТЬ ҐРУНТІВ ТЕХНОГЕННИХ ТЕРИТОРІЙ НЕМИРІВСЬКОГО РОДОВИЩА СІРКИ

Левик В.І.

Інститут екології Карпат Національної академії наук України

Досліджено фізико-хімічні властивості та особливості активності оксидоредуктаз (дегідрогенази та каталази) і гідролаз (інвертази та уреази) техногенних ґрунтів у межах Немирівського родовища сірки, де видобуток сірки проводиться методом підземного виплаву. Встановлено, що високий вміст сульфатної сірки та кислотність ґрунтів значно знижують активність оксидоредуктаз та уреази на фоні зростання активності інвертази.

Ключові слова: техногенні ґрунти, сірка, кислотність, ґрунтові ферменти

Soil enzymes activity in technogenic territories of Nemyriv sulphur deposit. Levuk V.I. – Physicochemical properties as well as oxidoreductase (dehydrogenase and catalase) and hydrolase (invertase and urease) activity of technogenic soils within Nemyriv sulphur deposit, where sulphur was mined by underground sulphur melting, are determined. High sulphur content and soil acidity decrease activity of oxidoreductases and urease, while invertase activity increases in those conditions.

Key words: technogenic soil, sulphur, acidity, soil enzymes.

ВСТУП

У результаті діяльності гірничодобувних підприємств значно погіршуються екологічні функції едафотопу та життєвого простору для живих організмів і людини загалом. Видобуток сірки кар'єрно-відвальним методом та методом підземної виплавки сірки (ПВС) в межах Передкарпатського сірконосного басейну призвів до вилучення значних територій із природного ландшафту. Більш економічно вигідним і одночасно більш екологічно небезпечним методом видобутку сірки був метод підземного виплаву, або метод Фраша, який на території України був вперше застосований у 1969 р. на Староязівському родовищі сірки [8].

Впродовж 1982-1996 рр. проводилась підземна виплавка сірки на Немирівському родовищі Передкарпатського сірконосного ба-

сейну. Наслідком видобутку сірки методом Фраша були численні ерупції сірчаної руди на поверхню ґрунту, що призвело до сильного закислення ґрунтів та цілковитого знищення рослинного покриву даних територій, а також утворення карстових підземних порожнин у місцях виплаву пластів сірчаних руд [7].

Після припинення видобутку сірки залишилося 672,5 га техногенних територій із зміненим природним ландшафтом, які потребують рекультивації [8]. Ґрунти даних територій характеризуються безструктурністю та монолітністю [11]. Відсутність відповідної структури та невисокий вміст гумусу обмежують динаміку процесів аерації у профілі та динаміку заселення ґрунтів мікроорганізмами і їх біологічну активність, а саме активність ґрунтових ферментів [4; 12].

Активність ґрунтових ферментів відображає проходження біохімічних процесів у едафотопі та є одним із інтегральних показників його біотичної активності. Оксидоредуктази (дегідрогеназа та каталаза) каталізують окисно-відновні реакції, що відіграють провідну роль у ґрунтових біохімічних процесах, зокрема, в процесах синтезу гумусових речовин. Гідролази (уреаза та інвертаза) беруть участь в реакціях гідролізу різноманітних складних органічних сполук [2]. Тому визначення ферментативної активності техногенних ґрунтів дає можливість встановити умови процесу перебігу самовідновлення ґрунтового й рослинного покривів техногенних ландшафтів.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом досліджень було обрано техногенні ґрунти Немирівського родовища сірки (Яворівське ДГХП "Сірка", Україна). В межах Немирівського родовища для оцінки латерального розподілу показників було закладено 11 ґрунтових розрізів методом трансекта у напрямку до зонального лісу (розрізи №№ 1-11) та один – на контрольній ділянці дубово-соснового лісу (№ 12). Типи ґрунтів у межах техногенного впливу [3] представлені ембріоземами ініціальними з цілковито або частково відсутнім рослинним покривом (розрізи № 1-9), ембріоземами гумусово-аккумулятивними (розрізи № 10-11) та на контрольній ділянці (дубово-сосновий ліс) – дерново-слабопідзолистими супіщаними ґрунтами (розріз № 12) [7]. Ґрунтові зразки були відібрані на глибині 0-10 см і 10-20 см.

Лабораторні дослідження проводили у свіжовідібраних ґрунтових зразках, просіяних через сито діаметром отворів 2 мм. Визначення фізико-хімічних показників проводили згідно із загальноприйнятими методиками. Біологічні показники визначали за такими

методиками: активність дегідрогенази, уреази, інвертази – колориметрично [1; 9]; активність каталази – газометрично [1].

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Надлишок сірки в ґрунтах на територіях колишніх розробок сірчаних родовищ сприяє розвитку процесів, які є небезпечними для мікроорганізмів і рослин та істотною мірою впливають на швидкість природної чи штучної ренатуралізації порушених ландшафтів. Техногенні ґрунти, які залишилися після видобутку сірки, характеризуються високою щільністю, зниженою вологістю та вмістом гумусу в поверхневому шарі порівняно із зональними дерново-підзолистими ґрунтами [6; 7; 13].

Для верхнього горизонту ґрунту (0–10 см) вміст сульфатної сірки в межах розрізів №1–5, закладених в зоні впливу свердловин Немирівського родовища, коливався від $591,8 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ до $1204,1 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$. Тобто, перевищення рівнів ГДК, яке становить $160 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1} \text{ S-SO}_4$, виявлено для п'ятиох ґрунтових розрізів на території Немирівського родовища, що є в 24–250 разів вищим за відповідний показник вмісту сульфатної сірки в зональних дерново-підзолистих ґрунтах дубово-соснового лісу, який становить $24,5 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$. Вміст сульфатної сірки у ембріоземах ініціальних розрізів №7–9, які розташовані на відстані 120–180 м від бурових установок для виплавки сірки, та в ембріоземах гумусовоаккумулятивних (розрізи №10–11) наближений до показника контролю – $13,3\text{--}24,1 \text{ мг}\cdot\text{кг}^{-1}$ [4].

Наслідком високого вмісту сульфатної сірки в ембріоземах ініціальних досліджуваних ділянок ПВС є сильнокисла реакція середовища: актуальна кислотність верхнього шару ґрунту коливається від 2,3 до 3,3 од. рН, тоді як ембріоземи гумусовоаккумулятивні та незабруднені дерново-підзолисті ґрунти, прилеглі до досліджуваних техногенних територій, характеризуються слабкокислою реакцією ґрунту – у верхньому горизонті лісових ґрунтів величина рН дорівнювала 4,2 – 4,8 відповідно.

Для техногенних ґрунтів Немирівського родовища сірки характерний низький вміст органічного вуглецю: у верхніх горизонтах ембріоземів ініціальних та гумусовоаккумулятивних коливається у межах від 0,15 до 0,98% за фонового рівня 1,11%.

Головним чинником зниження ферментативної активності досліджуваних територій є висока концентрація сірки в ґрунтах та, як наслідок, сильна закисленість територій. Також активність оксидоредуктаз та гідролаз тісно корелює із вмістом органічного вуглецю у ґрунтах [5].

У дерново-підзолистому ґрунті дубово-соснового лісу поблизу Немирівського родовища активність дегідрогенази була високою – 16,6 мг ТФФ·10 г⁻¹·24 год⁻¹. Порівняно із зональним контролем у поверхневих горизонтах ембріоземів ініціальних (розрізи № 1-9) виявлено зниження активності в 2-23 рази (табл. 1).

Таблиця 1

Ферментативна активність ґрунтів на територіях підземної виплавки сірки Немирівського родовища сірки

№ ґрун- тового розрізу	Глибина відбору, см	Активність ферментів			
		уреази, мг N-NH ₄ ·г ⁻¹ · 24 год. ⁻¹	інвертази, мг глюкози·г ⁻¹ · 24 год. ⁻¹	каталази, см ³ O ₂ ·г ⁻¹ · ·хв ⁻¹	дегідрогенази, мг ТФФ·10г ⁻¹ · 24 год. ⁻¹
		1	0-10	0,014	23,66
	10-20	0,004	22,06	3,48	0,58
2	0-10	0,074	18,09	2,03	2,58
	10-20	0,010	23,30	3,72	2,57
3	0-10	0,061	8,32	2,29	1,98
	10-20	0,010	5,49	3,62	1,67
4	0-10	0,050	24,05	3,45	7,95
	10-20	0,029	9,97	4,63	2,11
5	0-10	0,085	4,57	3,02	3,21
	10-20	0,039	1,67	4,02	1,90
6	0-10	0,021	5,57	3,14	0,75
	10-20	0,013	5,14	4,75	0,39
7	0-10	0,053	6,86	3,18	1,49
	10-20	0,037	1,59	2,30	0,36
8	0-10	0,115	1,26	2,91	4,67
	10-20	0,073	0,32	1,70	3,67
9	0-10	0,229	0,26	4,14	17,64
	10-20	0,052	0,95	1,63	3,85
10	0-10	0,120	0,65	3,10	11,11
	10-20	0,079	0,32	1,58	3,65
11	0-10	0,245	0,63	8,17	3,22
	10-20	0,031	0,32	1,99	1,09
12	0-10	0,462	1,32	20,24	16,56
	10-20	0,336	8,68	6,14	8,02
	20-40	0,107	12,80	3,98	6,26

Для всіх досліджених ґрунтових розрізів характерне зменшення показників дегідрогеназної активності з глибиною, що свідчить про зниження загальної біогенності ґрунтів.

Порівняно із зональним контролем прояв активності каталази у ембріоземах ініціальних Немирівського родовища сірки теж характеризується зниженням активності цього ферменту в 4-10 разів. Такі показники оксидоредуктазної активності техногенних ґрунтів зумовлені пригніченням функціонування комплексів ґрунтових мікробіоценозів високою кислотністю ґрунтів та значним вмістом рухомих сульфатів (табл. 1).

На територіїх ПВС спостерігається різке зниження активності уреазы, яка гідролізує карбамід до аміаку, який є джерелом азотного живлення рослин. Уреазна активність в ембріоземах ініціальних у 20-33 рази нижча у порівнянні з контролем, а в ембріоземах гумусовоаккумулятивних – 2-4 рази, що свідчить про значний вплив підвищеної кислотності та техногенних ґрунтів на активність даного ферменту.

На відміну від уреазы, активність іншого гідролітичного ферменту – інвертази, є вищою у ґрунтах з підвищеною кислотністю (розрізи №1-4) і в поверхневому горизонті ембріоземів становить 8,3 -24,1 мг глюкози·г⁻¹ · 24 год.⁻¹, що значно вище даного показника для контролю. Таке підвищення активності інвертази в ембріоземах може бути зумовлене тією обставиною, що за рН 2-4,5 спостерігається максимум адсорбції для цього ферменту [2]. Виявлено зниження активності інвертази із глибиною ґрунтового профілю, що не характерне для дерново-підзолистих ґрунтів, де активність інвертази, навпаки, збільшується із глибиною. Це можна пояснити несформованістю, безструктурністю та монолітністю ембріоземів, а також змінами ґрунтово-водного середовища техногенних територій [10; 11].

ВИСНОВКИ

Результати проведеного дослідження свідчать, що низька активність оксидоредуктаз та уреазы в ґрунтах колишніх розробок сірчанних родовищ є наслідком значного пригнічення діяльності ґрунтової мікрофлори, яка є основним продуцентом ферментів, техногенними факторами. Причинами значного підвищення активності інвертази ґрунтів на територіїх підземної виплавки сірки можуть бути не тільки оптимальні для адсорбції цього ферменту показники актуальної кислотності, але й вплив техногенного фактору, пов'язаного з особливостями процесу видобутку сірки, що потребує подальшого з'ясування.

Література

1. Галстян А. Ш. Определение активности ферментов почв. — Ереван, 1978. — 56 с.
2. Купревич В. Ф., Щербакова Т. А. Почвенная энзимология. — Минск: Наука и техника, 1966. — 276 с.
3. Курачев В., Андроханов В. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сибирский Экологический Журнал. — 2002. — № 3. — С. 255-261.
4. Левик В. І. Вплив забруднення ґрунтів сіркою на активність каталази // Мат. V Міжнар. конф. “Молодь і поступ біології”. — Львів. — 2009. — Том 1. — С. 77-78.
5. Левицька О. К., Шелест З. М. Зв’язок між біологічною активністю та вмістом окремих поживних елементів на рекультивованих ґрунтах Стрижівського буровугільного розрізу // Мат. І всеукр. з’їзду екологів. — Вінниця. — 2006. — С. 119.
6. Марискевич О. Г., Левик В. І., Шпаківська І. М., Бжежинська М. М. Оксидоредуктазна активність ґрунтів техногенних ландшафтів сірчаних родовищ Передкарпаття // Науковий вісник Ужгородського університету. Серія Біологія. — 2008. — Вип. 24. — С. 78-82.
7. Марискевич О. Г., Шпаківська І. М., Дідух О. І. Формування ґрунтів у межах техногенного ландшафту Яворівського ДГХП “Сірка” // Наук. вісник Чернівецького унів. Біологія. — 2005. — Вип. 251. — С. 175-185.
8. Панас Р. Н. Агроекологические основы рекультивации земель. — Л.: Изд. при Львов. гос. ун., 1989. — 160 с.
9. Практикум по агрохимии / под ред. В. Г. Минеева. — М.: Изд. МГУ, 1989. — 304 с.
10. Gołda T. Zmiany i rekultywacja środowiska glebowo-wodnego w górnictwie otworowym siarki // Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. — 1995. — Z. 418 (II). — P. 725-730.
11. Kołodziej B., Słowińska-Jurkiewicz A. Analiza morfologiczna struktury gleby antropogenicznej na terenie po otworowej kopalni siarki // Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych. — 2005. — Z.505. — P. 177-184.
12. Levyk V. I., Maryshevych O. G., Brzezińska M. M., Włodarczyk T. M. Dehydrogenase activity of technogenic soils of former sulphur mines (Yavoriv and Nemyriv, Ukraine) // International Biophysics. — 2007. — № 21 (3). — P. 219-224.
13. Martyn W., Sowińska J., Staszczuk S., Jońca M. Analiza wybranych właściwości chemicznych i biologicznych gleb na polu górniczym po zakończeniu wydobywania siarki w byłej kopalni „Jeziórko” // Acta Agrofizyki. — 2002. — № 73. — P. 251-262.

Ферментативная активность почв техногенных территорий Немировского месторождения серы. Левик В.И. — Исследовано фізико-хімічні показателі та особливості активності оксидоредуктаз (дегідрогенази та каталази) та гідролаз (інвертази та уреазы) техногенних почв Немировського месторождения серы, где добыча серы проводилась методом подземной выплавки. Определено, что высокое содержание сульфатной серы и кислотность почв снижают активность оксидоредуктаз и уреазы на фоне возрастания активности инвертазы.

Ключевые слова: техногенные почвы, сера, кислотность, почвенные ферменты.