

УДК 631.46

В.І. Левик

### РЕСПИРАЦІЙНА АКТИВНІСТЬ ЕМБРИОЗЕМІВ ТЕХНОГЕННИХ ТЕРИТОРІЙ СІРЧАНИХ РОДОВИЩ ЛЬВІВЩИНИ

*Левик В.І. Респираторная активность эмбриоземов техногенных территорий серных месторождений Львовской области // Науч. зап. Гос. природоведч. музея. – Львов, 2009. – Вып. 25. – С. 111-116.*

Исследована дихальна активність, біомаса мікроорганізмів і показатель метаболічного коефіцієнта ( $qCO_2$ ) техногенних ґрунтів на території Язовського і Немирівського родовищ сірки (Львівська обл., Україна). Установлено, що досліджувані параметри варіюють в залежності від способу видобування сірки, який впливає на актуальну кислотність ґрунтів.

*Levyk V.I. Soil respiration activity of technogenic territories of sulphur mines in Lviv region (Ukraine) // Proc. of the State Nat. Hist. Museum. – Lviv, 2009. – 25. – P. 111-116.*

Respiration activity, microbial biomass and metabolic quotient for  $CO_2$  ( $qCO_2$ ) of technogenic soils on the territory of Yaziv and Nemyriv sulphur mines in Lviv region (Ukraine) are determined. Soil respiration activity and microbial biomass depend on the methods of sulphur mining which influence on soil pH.

Діяльність гірничовидобувних підприємств є визначальним фактором техногенезу, який істотно ускладнює екологічну ситуацію на локальних територіях за рахунок зміни рельєфу, гідрологічного та біогеохімічного режимів територій, що спричинене нагромадженням на денній поверхні значної кількості відходів виробництва. Одним із промислових басейнів, що зазнали інтенсивної експлуатації, є Передкарпатський сірконосний басейн. Видобуток самородної сірки Яворівським державним гірничо-хімічним підприємством (ДГХП) „Сірка” на Львівщині, що проводився протягом 1969-2005 рр. шляхом кар’єрного відпрацювання покладів Язівського родовища та методом підземної виплавки сірки (ПВС) на Немирівському родовищі, призвів до забруднення ґрунтів, підземних і поверхневих вод сполуками сірки, знищення або порушення рослинного покриву, а також значних геомеханічних і гідрологічних змін, пов’язаних із осіданням ґрунтів внаслідок розвитку карстових процесів.

Загалом, відновлення ґрунтового покриву порушених техногенних територій в межах сірчаних родовищ може здійснюватися як природним шляхом в ході первинної сукцесії рослинного покриву [1, 2, 7], так і з використанням методів біологічної рекультивациі земель [4, 6]. У цих процесах важливу роль також відіграють мікробні угруповання, яким належить провідна роль у ґрунтоутворенні. Визначення біотичної активності мікроорганізмів є важливим діагностичним показником і мірилом оцінки стану ґрунтового покриву [5, 11].

Дихання ґрунтів – інтегруючий результат протікання низки ґрунтових процесів, де вирішальна роль належить біотичним чинникам. Величина ґрунтового дихання діагностує інтенсивність природної мінералізації органічного вуглецю, перебіг яких значною мірою забезпечується функціонуванням ґрунтового мікробоценозу. Одним із важливих показників функціонування є питома дихальна активність ґрунтової мікробіоти ( $qCO_2$ ), яка оцінюється через співвідношення дихання ґрунтів до біомаси

грунтових мікроорганізмів. Чим вужчим є це співвідношення, тим ефективніше функціонує ґрунтовий мікробіоценоз [11]. Техногенне забруднення безпосередньо пригнічує біотичну активність ґрунту, зменшуючи величину мікробної біомаси та респіраційної активності, що впливає на увесь комплекс біохімічних процесів, які беруть участь у ґрунтоутворенні.

Метою дослідження було визначення активності респірації, мікробної біомаси та метаболічного коефіцієнта в ґрунтах, які є найбільш поширеними в межах техногенного ландшафту Яворівського ДГХП „Сірка” – ембріоземах органоаккумулятивних та ініціальних [2, 7].

### **Матеріал і методика досліджень**

Об’єктом досліджень було обрано техногенні ґрунти Яворівського ДГХП „Сірка”. Ґрунтові зразки були відібрані з 8 розрізів, закладених в межах різних елементів техногенного ландшафту та на контрольних ділянках, які репрезентують умовно не порушені території, вкриті зональними дубово-сосновими лісами. На території відкритих гірничих робіт з видобутку сірки (Язівське родовище) було закладено 3 ґрунтові розрізи, локалізовані в межах трансаккумулятивної частини відвалу № 3 (розріз № 1), дамби гідровідвалу (№ 2), хвостосховища флотації (№ 3) та 1 – на контрольній ділянці (№ 4). В межах ПВС Немирівського родовища для оцінки латерального розподілу показників було закладено 3 ґрунтові розрізи методом „трикутника” (розрізи №№ 5-7) та 1 – на контрольній ділянці (№ 8). Типи ґрунтів у межах техногенного ландшафту Язівського родовища представлені ембріоземами органоаккумулятивними, Немирівського родовища – ембріоземами ініціальними, на обох контрольних ділянках (дубово-сосновий ліс) – дерново-слабопідзолистими супіщаними ґрунтами [3].

Лабораторні дослідження проводили в трьох повторностях у повітряно-сухих зразках ґрунтів, просіяних через сито діаметром чарунок 2 мм, вологість яких доводилася до 60% від повної польової вологоємності. Визначення показників проводили згідно методик:  $pH_{H_2O}$  – потенціометрично; респіраційна активність ґрунту (активність виділення  $CO_2$ ) – хроматографічно з використанням газового хроматографа GC-14 Shimadzu, біомаса мікроорганізмів – хроматографічно, згідно методики SIR (субстрат-індуковане дихання), метаболічний коефіцієнт ( $qCO_2$ ) – розрахунково, через співвідношення респіраційної активності до біомаси ґрунтових мікроорганізмів [11].

### **Результати досліджень та їх обговорення**

На підставі досліджень, проведених у межах Передкарпатського сірконосного басейну на територіях України та Польщі, встановлено, що біотична активність ґрунтів є значно нижчою не тільки від аналогічних показників у зональних ґрунтах, а й відмінною для різних елементів техногенного ландшафту, що пов’язано із методами видобутку сірки – відкритих гірничих робіт чи підземної виплавки сірки [3, 8, 10].

Ембріоземи органоаккумулятивні територій кар’єрного відпрацювання покладів сірки Язівського родовища є слабколужними ( $pH$  7,0-7,9), характеризуються високим вмістом загальної сірки (1,7-14,7 г·кг<sup>-1</sup>) і органічного вуглецю – до 1,29%. Ембріоземи ініціальні в межах площ ПВС Немирівського родовища вирізняються

сильно- та ультракислою реакцією (рН 1,5-3,6), високим вмістом рухомих сульфатів ( $191-328 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ) і низьким –  $C_{\text{орг}}$  (0,07-059%) [3].

Порівняно з дерново-слабопідзолистими ґрунтами під лісом, для верхнього шару ґрунтів досліджених елементів техногенного ландшафту в межах Язівського родовища характерне зниження мікробної біомаси в 1,9-2,3 рази. В той же час, активність дихання ґрунту відвалу № 3 рівнозначна цьому показнику в лісовому ґрунті, що є причиною двократного зростання величини метаболічного показника ґрунтових мікробних угруповань  $q\text{CO}_2$  на відвалі відносно цього ж показника в дерново-підзолистих ґрунтах. У ґрунтових профілях спостерігається зниження мікробної біомаси та показників респіраційної активності із глибиною (таблиця).

Таблиця

**Характеристика біотичних властивостей ґрунтів у межах техногенного ландшафту Яворівського ДГХП “Сірка”**

Номери та локалізація ґрунтових розрізів	Глибина відбору, см	pH <sub>H2O</sub>	Біомаса мікроорганізмів, мг $C_{\text{біом}} \cdot \text{год}^{-1}$	Респіраційна активність, мг $\text{CO}_2 \cdot \text{C} \cdot 100\text{г}^{-1} \cdot 24 \text{ год}^{-1}$	$q\text{CO}_2 \cdot 10^3$ , мг $\text{C} \cdot \text{CO}_2 \cdot \text{мг} C_{\text{біом}}^{-1} \cdot \text{год}^{-1}$
Язівське родовище, кар’єрний видобуток сірки					
№1, відвал №3	0-20	7,70	0,354	12,41	0,035
	20-40	7,80	0,252	4,91	0,019
№ 2, дамба гідровідвалу	0-10	7,90	0,336	10,55	0,031
	10-30	7,90	0,241	7,11	0,030
№ 3, хвостосховище флотації	2-10	7,50	0,289	6,12	0,021
	10-20	7,80	0,240	4,18	0,017
	25-40	7,60	0,199	6,13	0,031
№ 4, дубово-сосновий ліс	0-17	4,94	0,658	12,15	0,018
Немирівське родовище, підземна виплавка сірки					
№ 5, ПВС	0-10	3,13	0,053	1,91	0,036
	10-20	3,03	0,049	1,74	0,036
№ 6, ПВС	0-10	1,77	0,051	1,28	0,025
	10-20	1,48	0,049	1,42	0,028
№ 7, ПВС	0-10	3,23	0,039	1,64	0,042
	10-20	3,63	0,061	1,25	0,021
№ 8, дубово-сосновий ліс	0-10	4,26	0,284	4,73	0,017
	10-20	4,51	0,069	2,91	0,042

Забруднення сполуками сірки та накопичення хвостів спричинило до зниження біотичної активності техногенних ґрунтів, що формуються на хвостосховищі флотації. Ґрунтам хвостосховища характерне значне зменшення рівня мікробної біомаси в порівнянні із зональними дерново-підзолистими ґрунтами, для яких він у 2-3 рази є вищим. Така ж тенденція характерна й для величин респіраційної активності.

На території ПВС Немирівського родовища спостерігається різке зниження біотичної активності ґрунтів, зумовлене інгібуванням діяльності ґрунтової біоти сполуками сірки через значне підкислення ґрунту внаслідок порушення водовідливу із свердловин (ерупція), що призводить до потрапляння розплавленої сірчаної руди

на поверхню ґрунтового покриву (рис. 1). У трьох закладених ґрунтових розрізах мікробна біомаса коливалась в межах 0,039-0,061 мг  $C_{\text{біом}}$ ·год<sup>-1</sup>, що у 5-6 разів нижче за цей показник для зональних ґрунтів. Низька біомаса мікроорганізмів істотно впливає на проходження процесів дихання техногенних ґрунтів: показники респіраційної активності ембріоземів є нижчими в 2-4 рази відносно контролю. Значне пригнічення діяльності ґрунтової мікрофлори техногенними факторами також призводить до зниження рівня ферментативної активності у ґрунтах колишніх розробок сірчаних родовищ, що істотно знижує загальний індекс біотичної активності техногенних ґрунтів [3, 8].

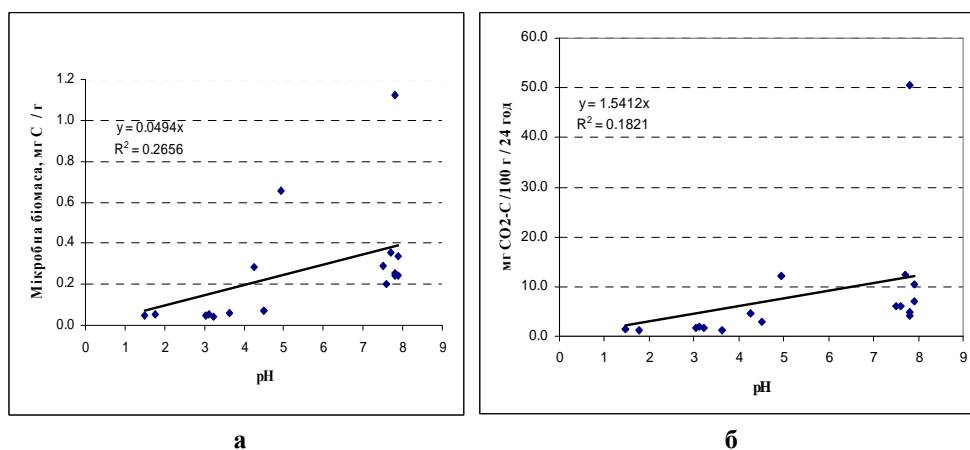


Рис. 1. Залежність величини мікробної біомаси (а) та респіраційної активності (б) від рН ґрунту в межах техногенного ландшафту Яворівського ДГХП „Сірка”.

Виявлені зміни на техногенних територіях колишніх сірчаних родовищ впливають на метаболічний коефіцієнт мікробних угруповань, який у верхніх шарах ґрунту коливається в межах 0,021-0,035 на територіях відкритих гірничих робіт та 0,025-0,042 на території ПВС, тоді як для дерново-слабопідзолистого ґрунту в дубово-сосновому лісі його величина становить 0,018. Такий показники метаболічного коефіцієнта свідчать про нижчу ефективність функціонування ґрунтового мікробіоценозу в техногенних ґрунтах.

Дослідження, проведені в межах техногенних територій з широким діапазоном актуальної кислотності, дали можливість встановити лінійну залежність зростання мікробної біомаси та активності процесів дихання від рН. Висока кислотність ґрунтів є сприятливою для розвитку ацидофільної мікрофлори, однак інгібує заселення ембріоземів іншими групами мікроорганізмів, для яких оптимальним є величина рН в межах 5-8 (рис. 1 а). Активність респіраційних процесів тісно корелює із показником біомаси мікроорганізмів (рис. 1 б). Тому в ґрунтах територій відкритого видобутку сірки, де актуальна кислотність є близькою до нейтральної, швидше формуються сприятливі умови для відновлення зональних угруповань ґрунтових мікроорганізмів, порівняно з площами, на яких видобуток сірки здійснюється методом підземної виплавки [9].

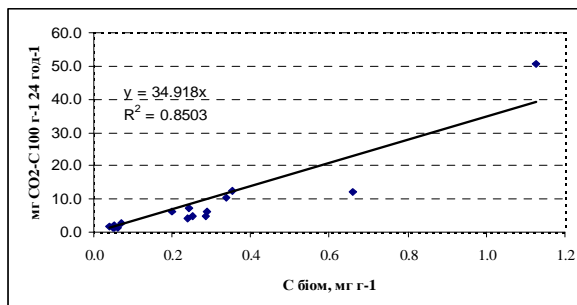


Рис. 2. Залежність респіраційної активності від біомаси ґрунтових мікроорганізмів в межах техногенного ландшафту Яворівського ДГХП „Сірка”.

На основі результатів досліджень виявлено лінійну залежність зростання активності респіраційних процесів від збільшення величини ґрунтової мікробіоти (рис. 2). Проте варто наголосити, що в природному середовищі на активність дихання ґрунтів, крім мікробних популяцій, значний вплив також мають кореневі системи рослин, мікро- та мезофауна ґрунту.

### Висновки

Мікробна біомаса та активність респіраційних процесів в ембріоземах техногенних територій сірководобувних підприємств Львівщини варіюють залежно від способу видобутку сірки, глибини відбору зразків та кислотності ґрунту. На території відкритих гірничих робіт (Язівський рудник) ґрунти відвалу № 3 та дамби гідровідвалу характеризуються вищим рівнем біотичної активності порівняно з ембріоземами хвостосховища флотації, де високий вміст сполук сірки інгібує розвиток мікробних популяцій та процеси дихання. Ґрунти на території ПВС Немирівського родовища є сильноокислими, що спричиняє зниження мікробної біомаси відносно контролю в 5-6 разів, а величини респіраторної активності – в 2-4 рази. Метаболічний коефіцієнт мікробних угруповань техногенних територій коливається в межах 0,021 – 0,042, що свідчить про нижчу ефективність функціонування ґрунтового мікробіоценозу в техногенних ґрунтах порівняно із зональними, яка пов’язана із перебігом початкових стадій ґрунтоутворення.

1. Билонога В.М. Сукцесии растительности на отвалах серных месторождений Прикарпатья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Днепропетровск, 1989. – 16 с.
2. Марискевич О., Шпаківська І., Дідух О. Формування ґрунтів у межах техногенного ландшафту Яворівського ДГХП „Сірка” // Наук. вісн. Чернів. ун-ту. Біологія. – 2005. – Вип. 251. – С. 175-185.
3. Марискевич О., Левик В., Шпаківська І., Бжежинська М. Оксидоредуктазна активність ґрунтів техногенних ландшафтів сірчанних родовищ Передкарпаття // Наук. вісн. Ужгор. ун-ту. Серія Біологія. – 2008. – Вип. 24. – С. 78-82.
4. Панас Р. Рекультивация земель. – Львів: Новий світ, 2005. – 224 с.
5. Gliński J., Stepiński W., Łabuda S. Pobieranie tlenu i wydzielanie dwutlenku węgla w środowisku glebowym // Problemy agrofizyki. – 1983. – № 39. – 74 s.

6. Kowalik S. Właściwości chemiczne gleb industrioziemnych użytkowanych rolniczo i leśnie na rekultywowanym zwałowisku kopalni siarki „Machów” // Roczn. Glebozn.-LV. – 2004. – № 2. – S. 239-249.
7. Levuk V., Brzezińska M. Stan środowiska glebowego na terenie byłej kopalni siarki „Jaworów” (Ukraina) i „Machów” (Polska) w świetle aktualnych badań // Acta Agrophysica. – 2007. – № 10 (1). – S. 149-157.
8. Levuk V., Maryshevych O., Brzezińska M. and Włodarczyk T. Dehydrogenase activity of technogenic soils of former sulphur mines (Yavoriv and Nemyriv, Ukraine) // International Agrophysics. – 2007. – № 3. – P. 219-224.
9. Levuk V., Brzezińska M. The effect of pH on the soil respiration processes of technogenic territories of former sulphur mines in Nemyriv (Ukraine) and Jeziórko (Poland) // BioPhys Spring – 2008 (7<sup>th</sup> International Workshop for Young Scientists). – Prague, 2008. – P. 40-41.
10. Martyn W., Sowińska J., Staszczuk S., Jońca M. Analiza wybranych właściwości chemicznych i biologicznych gleb na polu górniczym po zakończeniu wydobycia siarki w byłej kopalni „Jeziórko”. Acta Agrofizyki. – 2002. – № 73. – S. 251-262.
11. Sparling G., Feltham C., Reynolds J., West A., Singleton P. Estimation of soil microbial C by a fumigation-extraction methods: use on soils of high organic matter content, and a reassessment of the  $k_{EC}$ -factor // Soil Biol. Biochem. – 1990. – № 22. – P. 301-307.

Інститут екології Карпат НАН України, м. Львів  
e-mail: v-italy@ukr.net