

ро-никелевого комбіната в северном напрямленні (к пос. Капитанский). Было пройдено 5 профилей, расстояние между которыми 10 м, расстояние между точками - 10 м. Определены подвижные формы металлов - Zn, Cu, Co, Pb, Ni, установлено что превышение фонового содержания металлов в 10 и более раз наблюдается на площади, граничащей с комбинатом, при удалении - содержание металлов уменьшается.

Максимальное содержание подвижных форм никеля в техногенном ореоле - 70 мг/кг фиксируется на глубине 0,1 м (рис. 3), на глубине 0,45 м уменьшается в два раза.

Вблизи комбината на почве виден налет красного цвета (в верхнем горизонте по всему профилю содержание никеля больше, чем в горизонте 0,40-0,45 м).

**Вертикальное опробование почв.** На участках исследованый - Восточно-Липовеньковском, Капитанском, Побужском (рис. 4, а - в соответственно), проведено геохимическое опробование поверхностных отложений до глубины 90 см. Сложность представлял тот факт, что выбросы ферроникелевого комбината идентичны составу природных аномалий.

Максимальное содержание элементов-индикаторов оруденения зафиксировано на глубине 0,45 м (рис. 4, а); при наличии синергетического эффекта (влияния Побужского комбината) - два пика на глубинах 0,1 и 0,45 м (рис. 4, б), что касается техногенных ореолов - максимум содержания установлено на глубине 0,1 м (рис. 4, в).

УДК 57.033

І.В. КУРАЄВА, В.Й. МАНЧЕВ, С.В. ОЛІШЕВСЬКА,  
О.О. ВИСОТЕНКО, О.П. ЛОКТИОНОВА, О.В. ЯКОВЕНКО

## БІОГЕОХІМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ТЕХНОГЕННО ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ

*Проведено біогеохімічний аналіз зразків забруднених ґрунтів на території Костянтинівського свинцево-цинкового комбінату. Виявлена пряма залежність між дозою забруднення і кількістю резистентних організмів. Класифіковано ґрунтову мікробіоту забрудненого чорнозему.*

### ВСТУП

На сьогодні одним із найважливіших напрямків еколого-геохімічних досліджень є вивчення впливу техногенних чинників на біогеоценози. Для оцінки загрози потенційно токсичних хімічних речовин на організм людини і навколишнє середовище використовують різноманітні види моніторингу, у тому числі й вивчення стану ґрунтової мікробіоти як індикатора забруднення. Мікроорганізми мають більшу здатність до накопичення важких металів (ВМ), ніж інші представники ґрунтової біоти. Також мікробні угруповання здатні пристосовуватися до підвищеного вмісту ВМ (резистентність) [1, 7, 9, 10]. Під поняттям резистентність розуміють здатність мікроорганізмів рости і розвиватися в умовах забруднення, а чутливістю називають пригнічення чи загибель мікроорганізмів під впливом ВМ.

Характер впливу ВМ на мікроорганізми визначається їх концентрацією у середовищі, ступенем ток-

### ВЫВОДЫ

Установлены особенности солевых ореолов природного и техногенного происхождения, которые определяются степенью техногенного загрязнения территории и характером природного фона.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Григорян С.В., Соловов А.П., Кузин М.Ф. Инструкция по геохимическим методам поисков рудных месторождений. - Л.: Недра, 1983. - 191 с.
2. Гурский Д.С., Еситчук К.Е., Калинин В.И. и др. Металлические полезные ископаемые. - Киев-Львов: Центр Европы, 2005. - 783 с.

### РЕЗЮМЕ

Розглянуто особливості сольових ореолів в умовах природно-аномального, техногенного і комплексного навантаження. Зроблено висновки про відмінність ореолів природного і техногенного походження.

### SUMMARY

The features of salt halos in the conditions of the natural-anomaly, tehnogenic and complex loading are considered. Conclusions about sorting of halos of natural and tehnogenic origin are done.

*Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновко НАН Украины, г. Киев  
e-mail: geochem@ln.ua*

сичності та біологічними властивостями клітин мікроорганізмів, у тому числі проникністю клітинної оболонки.

За високого вмісту ВМ у ґрунті, особливо їх мобільних форм, змінюються морфофункціональні показники ґрунтових мікоміцетів: затримується проростання спор, знижується швидкість росту міцелію, а також спостерігається потоншення останнього [11]. Дослідження мобільних форм ВМ дають змогу об'єктивно оцінити рівень екологічного забруднення, оскільки саме за рахунок мобільних форм відбувається надходження токсичних елементів у первинну ланку трофічних ланцюгів [2].

На даний час для оцінки ступеня забрудненості ґрунтів різноманітними полюгантами використовують, зокрема, рухливість останніх [6], але для комплексної оцінки еколого-геохімічного стану ґрунтів необхідним є врахування і біогеохімічних показників.

Для вивчення особливостей накопичення і розпо-

ділу ВМ у ґрунтах об'єктом дослідження було обра-но місцевість поблизу свинцево-цинкового комбіна-ту "Свинець" (м. Костянтинівка, Донецька обл.), який розташований в східній частині Степової біо-кліматичної провінції. Костянтинівський свинцево-цинковий комбінат побудований у 1930 р. для вилу-чення свинцю і цинку з поліметалічних руд. Функ-ціонування даного об'єкту протягом 78-ми років призвело до катастрофічного рівня забруднення навколишнього природного середовища регіону.

Мета дослідження. Дослідити закономірності роз-поділу ВМ в основних видах ґрунтів поблизу комбі-нату "Свинець", а також визначити ступінь впливу важких металів на ґрунтову мікробіоту.

Об'єкти і методи дослідження. Об'єктом досліджен-ня були основні види ґрунтів поблизу комбінату "Свинець" та їх мікрофлора. Для виділення мікроско-пічних грибів використовували метод ґрунтового роз-ведення [13]. Також для оцінки екологічного стану мікробіоти враховували частоту виявлення та індекс меланізації. Вміст важких металів у ґрунті досліджу-вали за допомогою атомно-адсорбційного методу [6].

### РЕЗУЛЬТАТИ І ОБГОВОРЕННЯ

Характер впливу ВМ на мікроорганізми визнача-ється їх концентрацією в середовищі, ступенем ток-сичності та біологічними властивостями мікробних клітин, у тому числі проникністю клітинної оболон-ки, а також фізико-хімічними показниками ґрунту (табл. 1).

Внаслідок забруднення чорноземів упродовж 78 років у ближній зоні впливу Костянтинівського ком-бінату відзначають підвищений вміст міді, свинцю і цинку, який перевищує гранично допустимі концен-трації (ГДК) [6] (табл. 2).

В результаті дослідження поширення ВМ за про-філем ґрунту встановлено, що ґрунти до глибини 20 см містять значну кількість Cu, Pb, Zn, але основна їх маса зосереджена у шарі ґрунту 0-5 см, а у шарі ґрунту 0-15 см зосереджена основна маса мобіль-них форм ВМ (рис. 1).

У зразках ґрунту, відібраних на території комбіна-

ту та прилеглих територіях на глибині 0-5 см, валовий вміст свинцю, цинку та міді перевищував ГДК у 678, 3120 та 306 разів відповідно (рис. 2).

Із досліджуваних ґрунтів було виділено та іденти-фіковано 53 штами 21 виду 16 родів мікроскопічних грибів. Серед вивчених мікоміцетів 2 види віднесе-ні до відділу Zygomycota (*Mucor laxorrhizus* var. *Laxorrhizus* Y.Ling і *Absidia cylindrospora* Hagem) і 2 види - до відділу Ascomycota (*Apiospora montagnei*

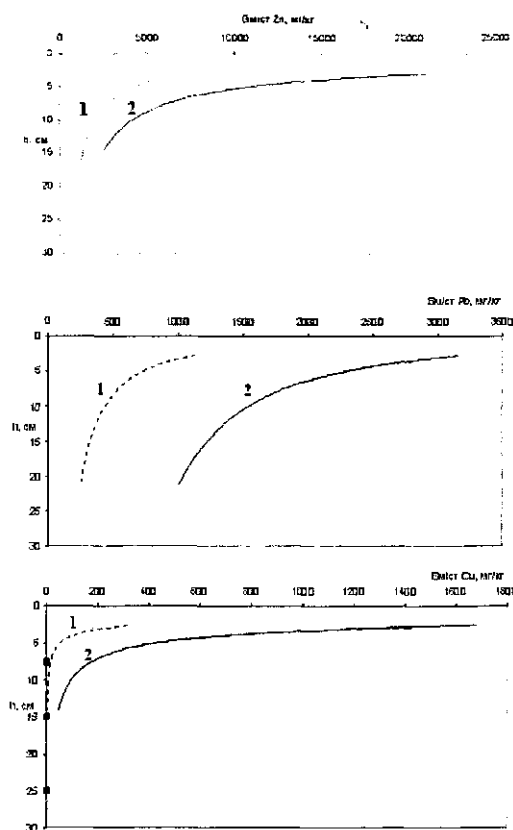


Рис. 1. Вертикальний розподіл Zn, Pb та Cu та їх мобільних форм у техногенно-забруднених ґрунтах, мг/кг: 1 - мобільні форми; 2 - валовий вміст

Таблиця 1. Валовий хімічний склад ґрунту, %

Горизонт	h, см	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	MnO	K <sub>2</sub> O
H	0-10	66,38	7,48	17,75	1,82	1,84	0,93	0,16	2,88
H	20-30	65,86	7,68	18,16	1,43	1,79	0,98	0,14	2,51
Hp	35-45	66,06	7,32	18,66	1,26	1,75	0,76	0,11	2,69
Ph	50-60	65,50	7,97	18,55	1,41	1,89	0,92	0,12	2,70

Таблиця 2. Вертикальний розподіл ВМ поблизу Костянтинівського комбінату, мг/кг

Північний напрямок	Глибина, см	Cu	Ni	Co	Pb	Zn	Cd
100 м від комбінату	0-5	920	38	11	7200	15600	100
	5-10	450	30	13	2600	7000	57
	10-15	160	30	13	290	3000	26
	15-20	60	32	11	100	1950	8
500 м від комбінату	0-5	1700	36	20	5000	21200	168
	5-10	46	20	7	100	2380	45
	10-15	42	25	9	110	2540	30
	15-20	60	35	8	250	3900	8



Рис. 2. Вертикальний розподіл Zn, Pb та Cu та їх мобільних форм у техногенно-забруднених ґрунтах, мг/кг: 1 - мобільні форми; 2 - валовий вміст

Sacc. і *Chaetomium succineum* L.M. Ames), частота виявлення яких склала 10 %.

Решта видів мікоцитетів належить до мітоспорових грибів. Серед них домінували: *Aspergillus niger* Van Tieghem, *Paecilomyces variotti* Chalabuda і *Hortomonis resinosa* f. *resinosa* (Lindau), частота виявлення яких складала 60-80 %. У досліджуваних ґрунтах часто (30-40 %) траплялися *Ascremonium persicinium* (Nicot) W.Gams, *Paecilomyces lilacinus* (Thom) Samson, *Penicillium thomii* Maire, *Mycelia sterilia* (white).

Решта видів мітоспорових (анаморфних) грибів зустрічалася з частотою 10-20 %: *Aspergillus carneus* Blochwitz, *A. ochraceus* Wilh., *A. ustus* (Bain.) Thom et Church, *Trichoderma harzianum* Rifai, *Rhinochloidiopsis vesiculosa* Kamyshko, *Alternaria alternate* (Fr.) Keissl., *Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vr., *Oidiodendron cerealis* (von Thumen) Barron, *Fusarium oxysporum* Nees: Fr. і *Mycelia sterilia* (dark).

Індекс меланізації мікобіоти (кількість грибів темного забарвлення) склав 42,85 %. Висока частота виявлення у ґрунтах поблизу комбінату *P. lilacinus* за наявності *Mycelia sterilia* (white), а також високий індекс меланізації мікобіоти є індикаторами забруднених ВМ і радіонуклідами ґрунтів [3, 4, 12].

Також важливим фактором є те, що домінування серед двох грибів видів є меланінвмісних: *A. niger* і *H. resinosa* f. *resinosa* [8].

## ВИСНОВКИ

Під впливом антропогенного забруднення у ґрунтах стійким є вміст грибів, резистентних до дії поллютантів.

Серед виділених 53 штамів 21 виду 16 родів мікроскопічних грибів домінували *Aspergillus niger* і *Paecilomyces variotti*.

Високий індекс меланізації мікобіоти (42,85 %), частота виявлення стерильного міцелію у ґрунті (до 40 %) вказують, що ВМ дійсно негативно впливають на ґрунтову біоту.

Отже, за вмістом ВМ і станом мікобіоти екологічну ситуацію поблизу свинцево-цинкового комбінату "Свинцев" оцінено як катастрофічну [1].

## ЛІТЕРАТУРА

1. Андреев К.І., Іушинська Г.О., Антитчук А.Ф. та ін. Функціонування мікробних ценозів ґрунту у умовах антропогенного навантаження. - К.: Обереги, 2001. - 240 с.

2. Висоценко О.О. Вертикальний розподіл важких металів техногенного походження та їх мобільних форм в зоні впливу Костянтинівського свинцево-

цинкового комбінату // Міжнар. наук.-практ. конф. "Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення" (11-15 вер. 2006 р., м. Алушта, АР Крим). - Зб. наук. статей, Т. II. - Харків, 2006. - С. 127-130.

3. Жданова Н.Н., Василевская А.И. Меланинсо-держачие грибы в экстремальных условиях. - К.: Наук. думка, 1988. - 196 с.

4. Жданова Н.Н., Захарченко В.А., Артышкова Л.В. и др. Состояние микобиоты загрязненных радионуклидами почв зоны отчуждения Чернобыльской атомной электростанции через 14 лет после аварии // Микол. и фитопатол. - 2001. - 35, № 6. - С. 1-827.

5. Жданова Н.М. Мониторинг микроміцетів при визначенні екологічного стану ґрунтів // Агроєкологічний моніторинг та паспортизація сільськогосподарських земель. - К.: Фітосоціоцентр, 2002. - С. 146-152.

6. Жовинский Э.Я., Кураева И.В. Геохимия тяжелых металлов в почвах Украины - К.: Наук. думка, 2002. - 214 с.

7. Кириленко Т.С. Определитель почвенных сумчатых грибов. - К.: Наук. думка, 1978. - 263 с.

8. Коваль Э.З., Сидоренко Л.П. Микодеструкторы промышленных материалов. - Л.: Наука, 1989. - 192 с.

9. Лебедев В.С., Кузовникова Г.А., Федоров Ю.И. Исследование закономерностей синергидного действия солей тяжелых металлов (Cu, Ag) и лекарственных препаратов // Докл. АН СССР. - 1984. - № 2. - С. 491-494.

10. Лебедева Л.А., Лебедев С.Н., Эдемская Н.Л. Влияние тяжелых металлов и извести на активность уреазы в дерново-подзолистой почве // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 17. - 1995. - № 2. - С. 68-71.

11. Марфенина О.Е. Микроскопические грибы как показатель техногенного загрязнения почв тяжелыми металлами // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. - М.: Наука, 1987. - С. 189-196.

12. Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. - М.: Медицина для всех, 2005. - 196 с.

13. Методы экспериментальной микологии // Под ред. В.И. Билай. - К.: Наук. думка, 1982. - 432 с.

## РЕЗЮМЕ

Проведен біогеохімічний аналіз образців забруднених почв території Константиновського свинцево-цинкового комбінату. Определена пряма залежність між дозою забруднення і кількістю резистентних мікроорганізмів. Класифіцирована почвенная мікробиота забрудненого чорнозема.

## SUMMARY

The aim of the work was to investigate the influence of heavy metals on diversity of soil microfungi, resistance and sorption abilities of micromycetes in relation to heavy metals.

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, м. Київ

Інститут геохімії навколинього середовища НАН та МНС України, м. Київ

Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, м. Київ