

Н.А. Ямборко¹, Г.О. Іутинська¹, І.В. Левчук², А.А. Піндрус¹

¹Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України
вул. Академіка Заболотного, 154, Київ, ДСП, Д03680, Україна

²Укрметртестстандарт

КОМПОНЕНТНИЙ СКЛАД ЗАБРУДНЕНЬ І СТАН МІКРОБНОГО ЦЕНОЗУ ҐРУНТУ ПОЛІГОНУ ЗАХОРОНЕННЯ ХЛОРООРґАНІЧНИХ ВІДХОДІВ

Ідентифіковано 25 хімічних забрудників у ґрунті і 12 – у складі технічного відходу на полігоні захоронення (м. Калуш, Україна). Широкий спектр поліютантів і продуктів їх деградації (26 хімічних речовин), виявлений також у ґрунті за межами полігону (2 км.), свідчить про активну дисемінацію хлорорґанічних токсинів на прилеглий території.

Встановлено порушення структури і функцій мікробного ценозу ґрунту полігону: чисельність олігонітрофілів, амоніфікуючих, фосфатмобілізуючих, аміполітичних, педотрофних мікроорґанізмів знизилася у 15–1000 разів порівняно з ґрунтом за його межами. Про порушення функціональної активності свідчило підвищення базального дихання – в 1,6–1,9 рази і зниженні інтенсивності субстратіндукованого дихання порівняно з контрольним варіантом.

Ключові слова: компонентний склад хлорорґанічних забруднень, мікробний ценоз, базальне дихання, субстрат індуковане дихання.

Вступ. Промислове хімічне виробництво на основі тетрахлориду вуглецю, полівінілхлориду та перхлоретилену супроводжується утворенням токсичних хлорорґанічних відходів, 90 % яких складає гексахлорбензол (ГХБ) – стійкий органічний забрудник. ГХБ ще в 90-х роках ХХ століття використовувався як фунгіцид під злакові культури, а також в піротехніці. ГХБ міститься у викидах процесів виробництва хлорованих продуктів: розчинників (тетрахлоретилену, перхлоретилену, трихлоретилену, петахлорбензолу), вінілхлориду, пентахлорнітробензолу, пентахлорфенолу тощо, а також як побічний продукт при одержанні гербіцидів агразину, пропазину, симазину та хлорорґанічного токсину мірексу. ГХБ характеризується високим біоаккумуляційним потенціалом і тривалим періодом напіврозпаду в трофічних ланцюгах живлення. У ґрунті період його напіврозпаду складає 2,7–5,7 років, а в повітрі – 0,5–4,2 роки. ГХБ є високотоксичним для водних організмів, викликає захворювання печінки у людини і класифікується як канцероген. За нормальних умов ГХБ активно зв'язується часточками ґрунту розміром 0,32–1,35 мкм за рахунок великої площі поверхні відносно маси частинок [9].

В Україні гранично допустимі концентрації вмісту ГХБ у воді санітарно-побутового користування складають 0,001 мг/л, у повітрі робочої зони – 0,9 мг/м³, у ґрунті – 0,03 мг/кг, у зерні пшениці – 0,01 мг/кг. Дані показники значно перевищують гранично допустимі концентрації ГХБ, прийняті у країнах ЄС (табл. 1). Так, наприклад, у Європейському союзі ГДК для ГХБ в ґрунтах становить лише 0,0085 мг/кг, а в Україні – в 3,5 рази вище – 0,03 мг/кг [13].

Таблиця 1

Українські і міжнародні значення гранично допустимих концентрацій гексахлорбензолу

Полютант	Допустимий вміст (ГДК), мг/кг		
	ДСанПІН 8.8.1.2.3.4.000-2001	США (ЕРА) [сайт]	Директива ЄС 2008/17/ЕЕС
Гексахлорбензол (у зерні)	0,01	0,005	Не допускається
Гексахлорбензол (у ґрунті)	0,03	0,01	0,0085 мг/кг

В Україні на хімічному промисловому комплексі «Оріана-Галев» м. Калуша Івано-Франківської області кількість твердих відходів становила близько 540 тон ГХБ на рік. Зразки ґрунту з полігону захоронення токсичних відходів були проаналізовані на наявність ГХБ Інститутом Охорони Громадського Здоров'я та Оточуючого Середовища Голландії. Було встановлено, що концентрації ГХБ у ґрунті дорівнювали 0,1 мг/л і вище, поряд із цим в окремих місцях концентрація ГХБ сягала 3,5 мг/л, що у 100–3500 разів перевищує допустимі норми [12].

© Н.А. Ямборко, Г.О. Іутинська, І.В. Левчук, А.А. Піндрус, 2013

Згідно з оцінками Європейської Економічної Комісії ООН було визначено, що біля Калуша всього заховано 11087,6 т гексахлорбензолу (ГХБ) на території у 15 га і даний промисловий район оголошено «зоною надзвичайної екологічної ситуації» [12].

З огляду на викладене, нами були відібрані зразки технічного відходу, а також забрудненого ґрунту у зоні заховання і на прилеглих територіях в передмісті м. Калуша (Прикарпаття) з метою вивчення якісного складу і рівня забруднень, а також оцінки функціонального стану мікробного ценозу забрудненого ґрунту.

Матеріали і методи. Досліджували ґрунт із полігону заховання гексахлорбензолу (основного відходу хімічного підприємства «Оріана-Галев») в передмісті м. Калуша Івано-Франківської області. Тип ґрунту – легкосуглинковий, малогумусний. Було відібрано 5 зразків ґрунту методом рандомізованих повторень [4] на території полігону, а також контрольний зразок – із сільськогосподарських угідь на відстані 2 км від полігону. Поряд із цим досліджували захований на полігоні твердий побічний продукт виробництва (відход), який містить суміш складних хлороорганічних токсинів.

Для хімічного аналізу складу хлороорганічних забруднень використовували газовий хроматограф Agilent 6890 N у комплексі із програмним забезпеченням HP Chemstation, двома мікроелектронзахоплюючими детекторами, двома інжекторами з розподілом і без розподілу потоку (Split/Splitless) автосамплером на 100 зразків, із синхронним введенням проб, що дозволяє вводити зразки без розподілу потоку одночасно [3, 10]. Аналіз хлороорганічних пестицидів проводили з використанням колонки HP-5 (довжина 30 м, внутрішній діаметр 0,32 мм, товщина фази 0,25 мкм (HP кат. № 19091J-413).

Для аналізу компонентного складу забруднень використовували мас-селективний детектор газового хроматографа, який дає можливість визначати мас-спектри компонентів у сумішах полютантів. Для ідентифікації отримані спектри порівнювали із позиціями в бібліотеках даних NIST і AMDIS [11]. Використання мас-спектрометрії для підтвердження та ідентифікації речовин має високу результативність і приймається у сучасних аналітичних дослідженнях як основний метод [3].

Інтенсивність дихання мікроорганізмів у ґрунті, швидкість базального ($V_{\text{бд}}$) і субстрат індукованого дихання ($V_{\text{сид}}$) ґрунту, досліджували адсорбційним методом, описаним нами раніше [7].

Зразки ґрунту для мікробіологічних аналізів відбирали в зоні полігону (зразки №1-№5) і на відстані 2 км від полігону (контрольний зразок) на глибині орного горизонту 10–15 см. Чисельність мікроорганізмів основних еколого-трофічних груп визначали методами посіву ґрунтової суспензії на агаризовані поживні середовища і виражали кількістю колонійутворюючих одиниць (КУО) в 1 г сухого ґрунту. Для культивування амілолітичних мікроорганізмів використовували крохмально-амонійний агар (КАА); амоніфікуючих – м'ясо-пептонний агар (МПА); педотрофічних – ґрунтовий агар (містить ґрунтову витяжку); оліготрофічних бактерій – середовище Ешбі; фосфатмобілізуючих – мінеральне агаризоване середовище з фенолфталейнфосфатом натрію [6].

Результати досліджень та їх обговорення. Основним компонентом твердого відходу був ГХБ (рис. 1), його масова частка складала 50 %, решта маси припадала на механічні домішки вапняку і кремнію, супутні хлороорганічні токсини і продукти їх напіврозпаду.

З високою імовірністю за двома бібліотеками даних у складі відходу було ідентифіковано 12 хімічних сполук (табл. 2), з них речовини під №№ 2-4, 12 – похідні ГХБ – продукти його часткового окислення і деградації. Речовини №№ 5, 6, 7, 10 – фталати і їх похідні, які використовуються як пластифікатори-пом'якшувачі в процесі синтезу полівінілхлориду і інших пластмас. Молекули фталатів хімічно не зв'язані з полімерними ланцюгами полівінілхлориду і тому в процесі хімічного виробництва легко виділяються в оточуюче середовище [2]. Саме тому велика кількість фталатів була виявлена на полігоні заховання токсичних відходів підприємства «Оріана-Галев». Для них є характерною висока токсичність для репродуктивної системи людини. Решта ідентифікованих речовин – октахлорстирен, мірекс, цис-хлордан – канцерогенні і мутагенні хлороорганічні отрути з гепатотоксичною, нефротоксичною і нейротоксичною дією [5]. Цис-хлордан – інсектицид з високою стійкістю у ґрунті і періодом напіврозпаду близько 4 років, класифікується з медичної точки зору як ендокринний токсин

для теплокровних і людини, вказуються також його канцерогенні властивості. Мірекс – інсектицид, один із найстійкіших пестицидів, з періодом напіврозпаду у ґрунті 10 років, токсичний для ендокринної і сечостатевої систем людини, відносно леткий і може переноситися на великі відстані. Октахлорстирен і декахлорбіфеніл – належать до класу поліхлорованих біфенілів, проявляють токсичність у мікродозах і відрізняються високою хімічною і термостійкістю, раніше використовувалися як трансформаторні і конденсаторні масла, гідравлічні рідини, теплоносії, змащувачі і змащувально-охолоджувальні рідини при механічній обробці металів. Період напіврозпаду декахлорбіфенілу в аеробних умовах у ґрунті складає більше шести років [8].

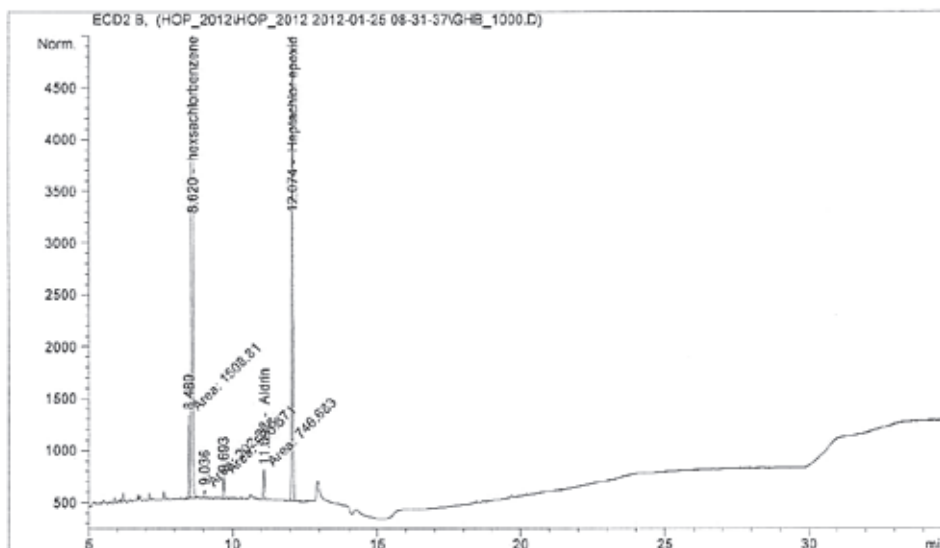


Рис. 1 Хроматограма суміші компонентів у твердому відході, одним із домінуючих серед яких є гексахлорбензол.

Таблиця 2
Компонентний склад твердого технічного відходу із полігону захоронення відходів хімічного виробництва (м Калуш).

№	Назва компоненту	Бібліотека MDIS	Бібліотека NIST	Коефіцієнт збігу даних бібліотек
		% ідентичності	% ідентичності	
1	Гексахлорбензол (ГХБ)	96	93	1
2	Пентахлорбензен	93	79	1-
3	2,3,4,5-Тетрахлорфенол	89	79	1
4	2,3,4,6-Тетрахлорфенол	93	82	1
5	Октахлорстирен	91	78	1
6	Цис-Хлордан	50	45	10
7	Декахлорбіфеніл	91	89	1-
8	Мірекс	96	93	1
9	Диізобутилфталат	60	85	10
10	Ди-п-бутилфталат	73	88	11
11	Фталід	75	68	1
12	Біс-2-етилгексилфталат	83	72	8

Поряд із компонентним складом забрудника було проаналізовано і забруднений ґрунт полігону (табл. 3). В зразках ґрунту було виявлено хлорпохідні продукти початкових етапів деградації ГХБ (компоненти №1-4 в табл. 3). У забрудненому ґрунті були виявлені сполуки, аналогічні сполукам у складі технічного забрудника – цілий ряд фталатів, мірекс тощо.

Так, був виявлений хлордиметиформ – акарицид широкого спектру дії, дозволений до використання, що швидко сорбується із шлунково-кишкового тракту і через шкіру, виводиться із організму на 80 % нирками, проте залишкові кількості хлордиметиформу виявляються у всіх

тканинах і органах через 10 днів після одноразового попадання в організм. При систематичному отруєнні у мікродозах викликає рак сечового міхура. Причиною смерті при гострих отруєннях є серцева недостатність і циркуляторні порушення кровотоку. Хрізен – вуглеводень, який складається із чотирьох бензольних кілець, утворюється при перегонці і спалюванні нафти, вугілля і рослинних матеріалів, канцероген. Хрізен використовується при виробництві барвників і входить до складу дубильних сумішей для обробки деревини [8].

Таблиця 3

Компонентний склад хлороганічних забруднень у ґрунті полігону токсичних відходів хімічного виробництва (г. Калущ).

№	Назва компоненту	Бібліотека AMDIS	Бібліотека NIST	Коефіцієнт збігу даних бібліотек
		% ідентичності	% ідентичності	
1	Гексахлорбензен	100	96	1
2	Пентахлорбензен	100	94	1
3	1,2,4-Трихлорбензен	67	92	4
4	Бензен, 1,1-метиленбіс-4-метил	96	92	1
5	Хлордиметиформ	56	68	12
6	Трифенілфосфат	70	69	2
7	Мірекс	92	88	1
8	Бутилгідроксианізол	63	89	2
9	Октахлорстирен	99	94	1
10	Диетилфталат	67	72	11
11	Диізобутил фталат	97	90	1
12	Ди-п-бутилфталат	95	91	1
13	Біс(2-етилгексил)фталат	96	90	3
14	4,6-Дигідрокси-2,3-диметилацетофенон	88	74	1
15	5-Гідрокси-, 2,4-бутилфеніловий ефір пентанової кислоти	93	82	1
16	Сульфур (S8)	62	82	1
17	Антрацен	57	88	3
18	Бензоантрацен	78	74	3
19	Хрізен	91	88	2
20	Флуорен	80	75	1
21	Бензофлуорен	69	93	5
22	Бензопірен	59	67	4
23	Нафтален	82	87	1
24	Біфеніл	79	84	1
25	Кашмеран	66	87	3

Крім того, були виявлені поліциклічні ароматичні вуглеводні – флуорен, антрацен, бензофлуорен, нафтален, бензопірен, а також продукти їх неповного окислення (табл. 3) – усі речовини є побічними продуктами хімічного виробництва і виявляють високу токсичність щодо біологічних об'єктів [1]. Серед неспецифічних речовин було виявлено елементну ромбічну сірку (S₈), яка є цінною промисловою сировиною, виявлено синтетичний ароматизатор циклічної природи кашмеран, а також бутилгідроксианізол (E320) – промисловий антиоксидант і консервант, його синтезують із 4-метоксифенолу та ізобутилену.

Більшість із виявлених речовин розповсюджуються повітрям і створюють величезну загрозу життю і здоров'ю мешканцям прилеглої міста Калуща.

Для встановлення розповсюдження забрудників із території полігону захоронення на прилеглий сільськогосподарські угіддя були проаналізовані зразки ґрунту, відібрані на відстані 2 км від полігону (табл. 4).

Із речовин, присутніх у ґрунті полігону, за його межами не зустрічався мірекс, кристалічна сірка, хлордиметиформ, деякі продукти окислення і ізомеризації бензену (трифенілфосфат тощо) Проте, у ґрунті за межами полігону були виявлені пірен (похідне поліциклічних ароматичних сполук) та заборонені інсектициди ДДЕ, ДДД (можливо внесені людиною). Але, компонентний склад хімічних речовин у ґрунті за межами полігону в більшості був аналогічний

до компонентного складу речовин у забрудненому ґрунті із полігону захоронення. Так 19 із 26 ідентифікованих речовин – хлорорганічні речовини (гексахлорбензол, пентахлорбензол), поліциклічні ароматичні токсини (фенатрен, антрацен, бензоантрацен, хрізен, бензопірен, нафтален, біфеніл, флуорантен, бензофлуорантен), а також фталати, ароматизатори та консерванти були виявлені у ґрунті за межами полігону. Це підтверджує легкість і масовість поширення особливо небезпечних токсинів, захоронених на полігоні хімічного підприємства.

Таблиця 4

Перелік виявлених хлорорганічних забруднень у ґрунті, відібраному за межами полігону токсичних відходів (на відстані 2 км).

№	Назва компоненту	Бібліотека AMDIS	Бібліотека NIST	Коефіцієнт збігу даних бібліотек
		% ідентичності	% ідентичності	
1	Гексахлорбензен	100	95	1
2	Пентахлорбензен	51	36	14
3	Фенатрен	90	88	6
4	Аценафтен	57	67	10
5	Аценафтилен	86	87	1
6	Пірен	95	91	1
7	п,п'-ДДЕ	72	61	2
8	п,п'-ДДД	50	38	19
9	Бутилгідроксианізол	72	66	4
10	Октахлорстирен	65	35	25
11	Диетилфталат	80	74	2
12	Діізобутил фталат	97	87	6
13	Диметилфталат	70	80	1
14	Ди-п-бутилфталат	98	95	1
15	Біс(2-етилгексил)фталат	94	86	3
16	3,5-Диметоксиацетофенон	90	89	1
17	3,4- диметилфеніловий ефір фталевої кислоти	80	82	1
18	Антрацен	95	89	2
19	Бензоантрацен	88	84	4
20	Хрізен	93	84	5
21	Флуорантен	97	91	2
22	Бензофлуорантен	78	94	1
23	Бензопірен	72	85	5
24	Нафтален	70	82	3
25	Біфеніл	54	68	4
26	Кашмеран	62	65	62

Для оцінки стану ґрунтових екосистем в умовах забруднення стійкими хлорорганічними забрудниками об'єктивними є показники базального і субстратіндукованого дихання ґрунту, а також чисельність мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп.

Продуктування CO₂ ґрунтом (базальне і субстратіндуковане дихання) характеризує функціональний стан і метаболічну активність мікроорганізмів ґрунтового ценозу. Так, базальне дихання (БД) у зразках забрудненого ґрунту в 1,6–1,9 рази перевищувало значення БД контрольного ґрунту відібраного за межами полігону (рис. 2). Це свідчить про те, що мікроорганізми у забрудненому ґрунті перебувають у стані стресу і тому інтенсивно дихають, активно поглинаючи доступні субстрати. В результаті такого процесу відбувається значне зниження родючості. Оцінити прихований у природних умовах (з обмеженими поживними субстратами) метаболічний потенціал ґрунтових мікроорганізмів можна при додаванні надлишку субстрату (глюкози) за показниками субстратіндукованого дихання (СІД). Так у ґрунті за межами полігону при додаванні субстрату СІД становило 1179,7 мг/кг і перевищувало значення БД у 4,7 рази. Це означає, що при оптимальних умовах культивування інтенсивність метаболічних процесів у мікробного ценозу ґрунту за межами полігону може підвищуватись у 4,7 рази.

В усіх зразках забрудненого ґрунту потенціальні можливості зростання метаболічної активності були нижчими ніж у контрольному ґрунті: значення СІД перевищували показники БД лише у 2,3–2,5 рази, а у контролі – у 4,7 рази.

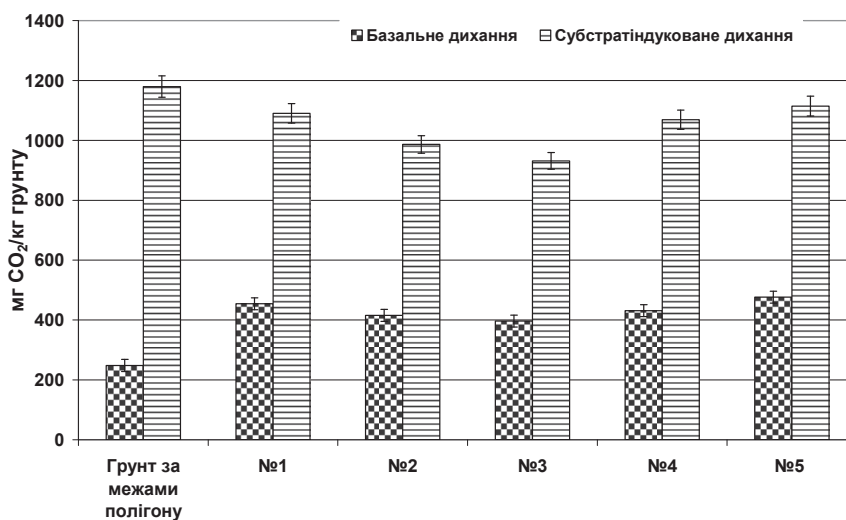


Рис. 2. Інтенсивність базального і субстратіндукованого дихання ґрунту полігону захоронення хлорорганічних відходів (м. Калуш).

Примітка: №1, 2, 3, 4, 5 – зразки ґрунту, відібрані в різних місцях полігону.

Значення СІД забрудненого ґрунту були нижчими за значення СІД контрольного ґрунту за межами полігону на 5,6–21,1%. Мінімальне значення СІД було у зразку №3 – 931,4 мг CO₂/кг ґрунту.

Таким чином, функціональна активність мікробного ценозу, забрудненого токсичними відходами ґрунту, спрямована на споживання органічної речовини ґрунту, що може знижувати родючість останнього.

Важливою характеристикою стану мікробного ценозу ґрунту є чисельність мікроорганізмів різних еколого-трофічних груп (рис. 3). Було встановлено, що у забрудненому ґрунті порівняно з контрольним чисельність амоніфікуючих мікроорганізмів була нижчою у 10,3-14,1 рази, педотрофних – у 3,6-12,1 рази, амілолітичних – у 7,4-17,0 разів, олігонітрофільних бактерій – у 1,7-14,5 рази. Найбільш чутливими до впливу хлорорганічних забруднень були фосфатмобілізуючі мікроорганізми, їх чисельність у забрудненому ґрунті була нижчою у 100-570 разів порівняно з кількістю у ґрунті за межами полігону. Таке різке зниження чисельності ґрунтових мікроорганізмів підтверджує високу токсичність забруднень на полігоні.

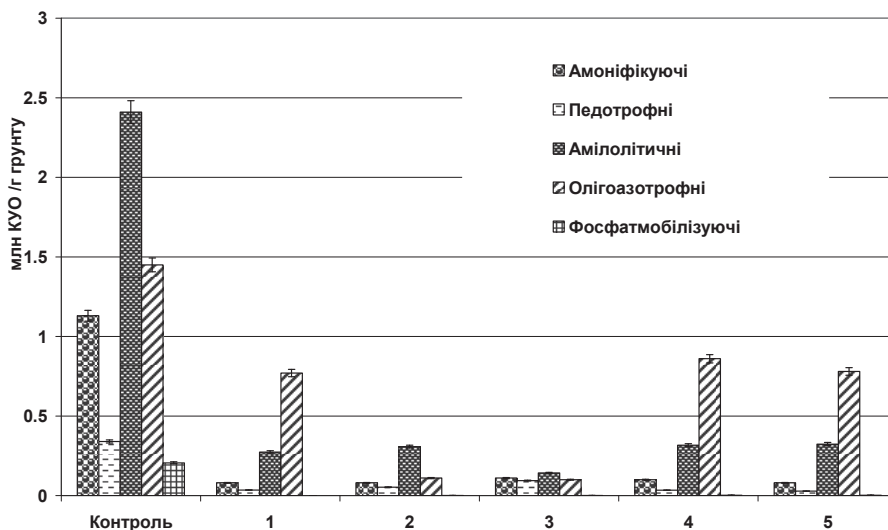


Рис. 3. Чисельність мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп у ґрунті полігону захоронення хлорорганічних відходів.

Примітка: №1, 2, 3, 4, 5 – зразки ґрунту, відібрані в різних місцях полігону.

Отже, значне і різне за інтенсивністю зниження чисельності ґрунтових мікроорганізмів у зразках ґрунту з різних місць полігону свідчить про неоднакову інтенсивність забруднення його території і вказує на відмінності у чутливості до хлорорганічних токсикантів мікроорганізмів окремих еколого-трофічних груп. Прямим наслідком цього є зниження функціональної активності мікробного ценозу забрудненого ґрунту полігону, як це і було підтверджено дослідженням БД і СІД.

В результаті компонентного аналізу твердого забрудника і забрудненого ґрунту (з полігону захоронення хлорорганічних відходів) були виявлені ГХБ і продукти його деградації, а також фталати, хлордиметиформ, хрizen, октахлорстирен, мірекс, цис-хлордан, а також поліциклічні ароматичні сполуки: флуорен, антрацен, пірен, бензофлуорен, кашмеран, нафтаден бензопірен та похідні фенолів.

Таким чином, ідентифіковано 25 хімічних забрудників у ґрунті і 12 – у складі технічного відходу на полігоні захоронення (м. Калуш). Широкий спектр забрудників і їх продуктів напіврозпаду (26 хімічних речовин), виявлений також у ґрунті за межами полігону (2 км), це свідчить про активну дисемінацію хлорорганічних токсинів на прилеглі території.

Встановлено порушення структури і функцій мікробного ценозу ґрунту полігону: чисельність олігонітрофілів, амоніфікуючих, фосфатмобілізуючих, амиліолітичних, педотрофних мікроорганізмів знизилася у 15–1000 разів порівняно з ґрунтом за його межами. Порушення у функціональній активності виявлялися у підвищенні базального дихання (БД) – в 1,6–1,9 рази, і зниженні інтенсивності субстрат індукованого дихання (СІД) порівняно з контрольним варіантом. Підвищення СІД у ґрунті полігону перевищувало БД лише у 2,3–2,5 рази, тоді як у ґрунті за межами полігону СІД зросло лише у 4,7 рази порівняно з БД.

Н.А. Ямборко¹, Г.А. Иутинская¹, И.В. Левчук², А.А. Пиндрус¹

¹Институт микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного НАН Украины, Киев

²Укрметрестандарт, Киев

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЗАГРЯЗНЕНИЙ И СОСТОЯНИЕ МИКРОБНОГО ЦЕНОЗА ПОЧВЫ ПОЛИГОНА ЗАХОРОНЕНИЯ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Резюме

Идентифицировано 25 химических загрязнителей в почве и 12 – в составе технического отхода на полигоне захоронения (г. Калуш, Украина). Широкий спектр поллютантов и продуктов их деградации (26 химических веществ), выявлено также в почве за пределами полигона (2 км). Это свидетельствует об активном распространении хлорорганических токсинов на прилегающие территории.

Установлено нарушение структуры и функций микробного ценоза почвы полигона: численность олигонитрофилов, аммонифицирующих, фосфатмобилизирующих, амиллолитических, педотрофных микроорганизмов снизилась в 15–1000 раз в сравнении с почвой за его пределами. Нарушения в функциональной активности проявлялись в повышении базального дыхания – в 1,6–1,9 раза, снижении интенсивности субстратиндуцированного дыхания в сравнении с контрольным вариантом.

К л ю ч е в ы е с л о в а : компонентный состав хлорорганических загрязнений, микробный ценоз, базальное дыхание, субстратиндуцированное дыхание.

N.A. Yamborko¹, G.A. Iutynska¹, I.V. Levchuk², A.A. Pindrus¹

¹Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv

²SE «Ukrmetrteststandard», Kyiv

COMPONENTIAL COMPOSITION OF CHLORORGANIC POLLUTANTS AND STATE OF SOIL MICROBIAL CENOSIS IN SOIL FROM BURIAL PLACE OF WASTE

S u m m a r y

The authors have identified 25 chemical pollutants in soil and 12 – in the chemical composition of technical waste from chemical production. Broad spectrum of pollutants and their degradation products (26 chemical

components) have been also detected outside the proving ground (2 km). This fact evidences for active spreading of chlororganic toxins into neighboring areas.

Abnormality in functional activity and functions of soil microbial cenosis of the proving ground has been established: the number of oligonitrophillus, ammoniating, phosphate-mobilizing, amylolytic and pedotrophic microorganisms. Abnormalities of functional activity were manifested in the 1.6-1.9-fold augmentation of basal respiration and deterioration of substrate-induced respiration in comparison with control variant.

The paper is presented in Ukrainian.

К е у w o r d s: componential composition of chlororganic pollutants, microbial cenosis, basal and substrate-induced respiration.

Т h e a u t h o r's a d d r e s s: *Yamborko N.A.*, Zabolotny Institute of Microbiology and Virology, National Academy of Sciences of Ukraine; 154, Acad. Zabolotny St., Kyiv, MSP, D03680, Ukraine.

1. *Дьяконова Г.А.* Методы анализа загрязнений воздуха. – М: Химия, 1984. – С. 344–346.
2. *Коренева Е.М., Карпенко Н.А., Казак В.А.* Экзогенные факторы гипoferтильности. Компоненты пластмасс – фталаты // Репродуктивная эндокринология. – 2011. – № 2. – С. 62–67.
3. *Левчук І.В., Кіщенко В.А., Петик П.Ф.* Технологія процесу швидкого аналізу при визначенні хлорорганічних пестицидів методом ГРХ-ЕЗДз використанням двох колонок // Вестник Национального технического университета «ХПИ». – №3. – 2008. – С.71–78.
4. *Омельченко А.В., Купко В.С., Ковшов С.Б. Лукин И.В.* Метод рандомизации при измерениях с применением цифровых устройств // Український метрологічний журнал. – 2008. – №4. – С. 49–53.
5. *Тарасов А.В., Абишев С.К., Велибеков Р.М., Тарасов В.А.* Увеличение эффективности QSAR – анализа при оценке канцерогенной активности галогенпроизводных углеводородов // Экологическая генетика. – 2005. – 3, №2. – С. 5–14.
6. *Теннер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И.* Практикум по микробиологии: Учебное пособие для вузов/ Под ред. В.К. Шильниковой. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
7. *Anderson J.P.E., Domsch K.H.* A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils // Soil. Biol. Biochem. – 1978. –10, N3. – P. 215–221.
8. *Barber J.L., Sweetman A.J., van Wijk D, Jones K.C.* Hexachlorobenzene in the global environment: emissions, levels, distribution, trends and processes / Sci. Total Environ. – 2005. – 349, N3. – P. 1–44.
9. *Kaupp H., McLachlan M.S.* Distribution of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans (PCDD/Fs) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) within the full size range of atmospheric particles // Atmospheric Environ. – 2000. – 34, N 1. – P. 73–83.
10. *Methods for Organic Chemical Analysis of Municipal Industrial Wastewater/ Method 608.2./ Test methods / Eds James E. Longbottom, James J. Lichtenberg. – USEPA, 1982. – 166 p.*
11. *The NIST 11 Mass Spectral Library (NIST11/2011/EPA/NIH) and NIST 08 (NIST08/2008)/ <http://www.sisweb.com/software/ms/nist.htm>*
12. *UN-EC Technical Scoping Mission Kalush / Report, 2010/ UNEP/OCHA // <http://ochaonline.un.org/ochaunep>*
13. *Wilson J., Kueberuwa S.S.* Toxicological Profile for Hexachlorobenzene: Draft. /Washington: US Department of Health and Human Services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2002 – 384 p.

Отримано 11.09.2012