

Хіміко-біологічні аспекти впливу сміттєзвалищ на стан екосистем транскордонного регіону Берег

ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород
e-mail: jana_chonka@rambler.ru

Анотація. Вивчено окремі аспекти актуальної проблеми відновлення територій, забруднених внаслідок тривалого складування твердих побутових відходів (на прикладі екосистем сміттєзвалищ транскордонного регіону Берег).

Ключові слова: тверді побутові відходи, сміттєзвалища, полігони, важкі метали, ферментна активність ґрунтів, фіторе mediaція.

Вступ

На території України, Румунії, Словаччини та Угорщини знаходиться чимало природоохоронних об'єктів різного статусу, метою створення яких є збереження природних ценозів, які є рефугіумами так званих автохтонних екосистем. Зокрема, до них належать притисянські заплави і заболочені ліси, рівнинні діброви, торфові та заболочені луки, стариці, їх флора та фауна тощо. [1]. Сьогодні актуальним є об'єднання розділених кордонами територій для захисту неповторного довкілля регіону від негативної дії цілого ряду антропогенних чинників. Зокрема, необхідним є здійснення контролю за станом ділянок, які підлягають впливу твердих побутових відходів (ТПВ), оскільки трансформація таких забруднених територій є незворотною, спричиняє розвиток вторинних сукцесій, які є нехарактерними для аборигенних біоценозів і можуть швидко витіснити їх.

З метою вирішення цієї проблеми нашим завданням було оцінити вплив сміттєзвалищ, розміщених на території транскордонного регіону Берег, на стан оточуючих екосистем.

Матеріали і методи

Разом з угорськими колегами Вищої школи м. Ніредьгаза в рамках українсько-угорського співробітництва нами було реалізовано програму "Creation of environmental pollution monitoring system in the cross-border region of Bereg. Environmental pollution monitoring system", згідно якої протягом 2005-2006 років проведено комплексне дослідження екосистем сміттєзвалищ, розміщених на транскордонній території України та Угорщини – в регіоні Берег [2]. Територія даного регіону належить до Притисянської низовини Берегівського району Закарпатської області України (20 %) та адміністративної одиниці Саболч-Сатмар-Берег в Угорщині (80 %) (рис. 1). Для вивчення було обрано 4 сміттєзвалища, розміщених на територіях України та Угорщини в межах регіону Берег, та 2 контрольні ділянки, що знаходяться на околиці транскордонного дубового лісу (див. рис. 1).



Рис.1. Схематичне зображення регіону Саболч-Сатмар-Берег Угорщини та ділянок досліджуваних сміттєзвалищ (відзначені хрестиками)

Для зручності проведення аналізу результатів досліджень описаним вище сміттєзвалищам та відповідним зразкам ґрунту, води та рослин було присвоєно наступні умовні назви:

- Санкціонованому Берегівському сміттєзвалищу ВУЖКГ – Мужієвське сміттєзвалище;
- Санкціонованому сільському сміттєзвалищу с. Велика Бігань – сміттєзвалище В. Бігань;
- Санкціонованому сміттєзвалищу с. Геленеш – полігон ТПВ Геленеш;
- Несанкціонованому сміттєзвалищу поблизу с. Берегшурань – сміттєзвалище Берегшурань;
- Контрольній ділянці лісу поблизу с. Астей – ліс Астей;
- Контрольній ділянці лісу поблизу с. Берегдороц – ліс Берегдороц.

На всіх цих ділянках методом укусу [3, 4] визначали склад та будову фітоценозу для опису геоботанічної структури досліджуваних ділянок сміттєзвалищ; у зразках ґрунтів визначали валовий вміст важких металів (ВМ) (Cu, Zn, Pb, Cd) та Fe (II, III), вміст рухомих форм ВМ [5], сполук азоту та фосфору [6, 7]. Оцінювали біохімічну активність ґрунтів за дегідрогеназною (модифікований метод А. Ш. Галстяна (1974), інвертазною (метод Т. А. Щербакової (1966), фосфатазою (Ф. Х. Хазиев, 1982) та целюлазною активностями. З метою визначення актуальної кислотності ґрунту проводили заміри рН (ДСТУ 26423-85). Міграцію ВМ в рослинні об'єкти екосистем досліджували шляхом визначення їх вмісту в окремих зразках рослин [5] та обрахунку коефіцієнта біологічного поглинання (Кб) за Б. Б. Полиновим. У водах дериваційних каналів визначали вміст ВМ, сірководню та сульфідів [8], а також рівня хімічного споживання кисню (КНД 211.1.4.023-95).

З метою оцінки впливу токсикантів на живі біологічні системи проводили аналіз мікробних ценозів ґрунту, води, повітря та поверхні рослин сміттєзвалищ за стандартними методиками.

Статистичну та графічну обробку одержаних результатів здійснювали за допомогою засобів програмного забезпечення *Statistica*, *Microsoft Excel 97*, *Microcal Origin 6.0*, що базуються на функціях статистичного аналізу Фішера-Стьюдента [9].

Результати і обговорення

Аналіз весняно-літньої фракції флори судинних рослин дозволив скласти геоботанічну характеристику 9-ти досліджуваних локалітетів:

- 1) Меліоративний канал Мужієвського сміттєзвалища;
- 2) Ділянка, що з південного сходу межує з Мужієвським сміттєзвалищем і відокремлена від нього меліоративним каналом;
- 3) Ділянка, що межує із санкціонованим сміттєзвалищем с. Мужієво зі сходу (не відокремлена каналом);
- 4) Ділянка несанкціонованого сміттєзвалища В. Бігань, на якій розміщено давні силосні ями, що заповнені відходами;
- 5) Ліс поблизу селища Астей (контрольна ділянка);
- 6) Невпорядковане сміттєзвалище Берегшурань, розміщене в стариці ріки Тиса. Його особливість – наявність каналізаційних відходів;
- 7) Ліс с. Берегдороц (контрольна ділянка);
- 8) Ділянка, розміщена біля с. Берегдороц, представляє собою частину рекультивованого ґрунтового покриву сміттєзвалища;
- 9) Санкціонований полігон ТПВ, розміщений на рівнинній території околиці с. Геленеш.

Встановлено, що досліджувана нами територія значною мірою є трансформованою у порівнянні з еталонними (контрольними) екосистемами. Для визначення подібності фітоценотичної структури ділянок №№1-9 за допомогою методу кластерного аналізу було побудовано дендрограму ценотичної спорідненості досліджуваних угруповань (рис. 2), за якою виділено два кластери – лісовий та лучний. Таким чином, до лісових віднесені ділянки №№3, 5 і 7, які є лісонасадженнями дуба звичайного, до лучних – ділянки №№2, 4, 6, 8 і 9, які за походженням є вторинними луками на місці зведених дубових лісів.

Хімічна оцінка стану ґрунтів сміттєзвалищ, які віднесені до дерново-підзолистих важкосуглинистих ґрунтів з деякими вкрапленнями глинистих, дозволила визначити причини трансформованості цих екосистем. Згідно табл. 1, низький валовий вміст ВМ в ґрунтах сміттєзвалищ у порівнянні із контрольними ділянками свідчить про інтенсивну міграцію їх сполук у ґрунті та поверхневі води з наступною акумуляцією в тканинах рослин. Цей висновок підтверджують дані табл. 2, в якій наведено результатами визначення рухомих та потенційно рухомих форм ВМ у досліджуваних ґрунтах, а також результати хімічного аналізу вод дериваційних каналів на території сміттєзвалищ. Останні показали, що вміст сполук ВМ, зокрема Zn та Cu, у таких водоймах значно вищий у порівнянні з контролем. Причинами таких небезпечних процесів є закислення ґрунтів, а також зміна їх окисно-відновного потенціалу в бік посилення відновлюваних процесів, що підтверджено високим вмістом нітритів у ґрунтах сміттєзвалищ та даними про різні форми сполук Fe у кислотній витяжці ґрунтів.

Для того, щоб зробити висновки про комплексний вплив продуктів розпаду ТПВ на живі компоненти екосистем сміттєзвалищ, нами було проаналізовано вміст ВМ у тканинах рослин та обраховано відповідні показники Кб.

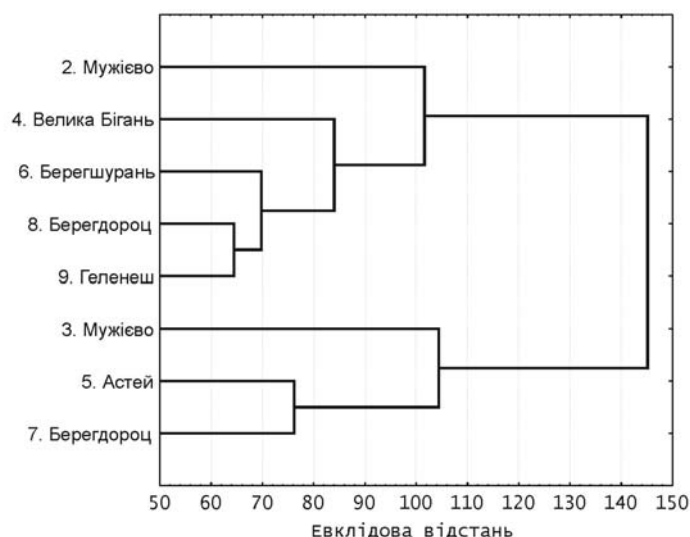


Рис. 2. Кластерний аналіз ценотичної спорідненості досліджуваних* угрупувань.

Примітка. * - локалітет №1 при побудові дендрограми до уваги не брався у зв'язку із недостатньою для цього методу кількістю даних

Таблиця 1.

Валовий вміст ВМ у досліджуваних ґрунтах (n=6; p<0,05)

Умовна назва проби ґрунту	Σ (Cu) мг/кг	Σ (Zn) мг/кг	Σ (Pb) мг/кг	Σ (Cd) мг/кг	Σ (Fe) мг/кг	pH
№ 1. Ліс Астей (контроль)	23,8±0,2	43,8±0,4	12,1±0,4	1,8±0,2	893,5±2,8	6,7
№ 2. Ліс біля сміттєзвалища В. Бігань	18,4±0,3	36,3±0,3	11,8±0,3	1,5±0,2	783,7±1,7	5,7
№ 3. Епіцентр сміттєзвалища В. Бігань	15,6±0,3	34,1±0,3	11,6±0,3	1,4±0,2	812,4±1,9	5,3
№ 4. Мужієвське сміттєзвалище	14,8±0,2	33,2±0,2	13,7±0,4	1,8±0,2	713,2±1,1	6,3
№ 5. Ліс Берегдороц (контроль)	19,5±0,3	39,3±0,4	15,6±0,5	2,6±0,3	916,8±3,5	7,1
№ 6. Полігон ТПВГеленеш	17,9±0,3	34,8±0,3	14,2±0,3	1,6±0,2	787,1±1,5	5,6
№ 7. Сміттєзвалище Берегшурань	17,2±0,3	37,5±0,4	11,1±0,2	2,2±0,3	890,5±2,6	5,1

Таблиця 2.

Результати хімічного аналізу водної витяжки ґрунтів (n=6; p=0,95)

Визначений показник	№ проби*						
	1	2	3	4	5	6	7
NO ₂ ⁻ , мг/кг	1,8±0,1	3,7±0,1	5,1±0,2	1,0±0,01	2,1±0,1	2,4±0,1	1,6±0,1
HPO ₄ ²⁻ , H ₂ PO ₄ ⁻ у перерахунку на P ₂ O ₅ , мг/кг	280,6±3,8	128,4±2,1	50,7±1,1	217,9±3,6	268,7±3,2	110,4±1,4	203,1±2,6
NH ₄ ⁺ , мг/кг	4,0±0,1	8,9±0,2	2,6±0,1	4,0±0,1	7,6±0,2	1,6±0,1	7,6±0,2
NO ₃ ⁻ , мг/кг	664,3±10,4	3985,7±15,7	3542,9±12,3	2037,1±9,6	7705,7±17,3	310,0±2,5	45776,8±56,9
Cu ²⁺ , мг/кг	0,12±0,0	0,03±0,00	0,02±0,0	0,09±0,00	0,06±0,00	0,02±0,00	0,06±0,00
Pb ²⁺ , мг/кг	0,01±0,00	нв	0,00±0,00	0,00±0,00	0,01±0,00	нв	нв
Cd ²⁺ , мг/кг	нв	нв	нв	нв	нв	нв	нв
Zn ²⁺ , мг/кг	0,04±0,00	0,05±0,00	0,02±0,00	0,07±0,00	0,10±0,01	0,82±0,01	1,50±0,01
Fe ²⁺ , мг/кг	нв	нв	нв	нв	нв	нв	нв
Fe ³⁺ , мг/кг	нв	нв	нв	нв	нв	нв	нв

Примітки: * - номери проб відповідають номерам в табл. 1; нв – сполуку не виявлено

Встановлено, що серед досліджених видів рослин не виявлено жодного гіперакумулятора ВМ. Значення КБ окремих видів досліджуваних рослин сміттєзвалищ розраховані для Cu, Pb та Zn знаходяться в межах середніх значень для рослинності. Однак для Zn та Cu вони перевищують середні показники, характерні для рослин контрольних ділянок, у середньому на 1 порядок. Особливо у цьому випадку виділяються представники трав'яних видів рослин родів *Urtica spp.*, *Carduus spp.*, *Rumex spp.*, *Trifolium spp.*, *Euphorbia spp.*, *Angelica*, *Galium*, *Arctium* та дерев роду *Populus*. Отже, у екосистемах сміттєзвалищ, особливо важлива роль в самоочищенні від цинку та міді належить

представникам вище перерахованих родів рослин (як через високу інтенсивність поглинання елемента, так і через високу біомасу цих видів в угрупованнях).

Поряд із визначенням фізико-хімічних характеристик основних компонентів біогеоценозу сміттєзвалищ, здійснювали санітарно-гігієнічну оцінку, яка включала мікробіологічний аналіз зразків ґрунту, повітря, проточних водойм та окремих представників філосфери рудеральних рослин: кропиви (*Urtica spp.*), лопуха (*Arctium lappa L.*), підмаренника (*Gallium spp.*), будяка (*Carduus spp.*). На основі проведеного мікробіологічного аналізу встановлено, що в екосистемі сміттєзвалища с. Берешурань наявні переважно сапрофітні (умовно-патогенні) мікроорганізми, лише з невеликою частотою виявляли представників опортуністичних груп бактерій. Отже, це сміттєзвалище трансформоване найбільшою мірою. Склад та чисельність мікрофлори ґрунтів інших досліджуваних сміттєзвалищ, відповідають фоновим показникам, або не значною мірою відрізняються від них.

Кластерний аналіз даних, одержаних внаслідок вивчення мікрофлори води дериваційних каналів сміттєзвалищ, дозволив встановити схожість якісного та кількісного складу мікрофлори водойм екосистем сміттєзвалищ с. В. Бігань та с. Геленеш, які на сьогодні не експлуатуються. Обидві зазначені екосистеми перебувають, на нашу думку, в стані відновлення гомеостазу при нових екологічних умовах. За структурою та складом мікробіоценозів ґрунту є схожими між собою екосистеми контрольних ділянок, сміттєзвалищ с. Мужієво, с. В. Бігань, с. Геленеш та рекультивованої ділянки смітника Берешдорц (рис. 3), тому їх стан оцінено нами як задовільний.

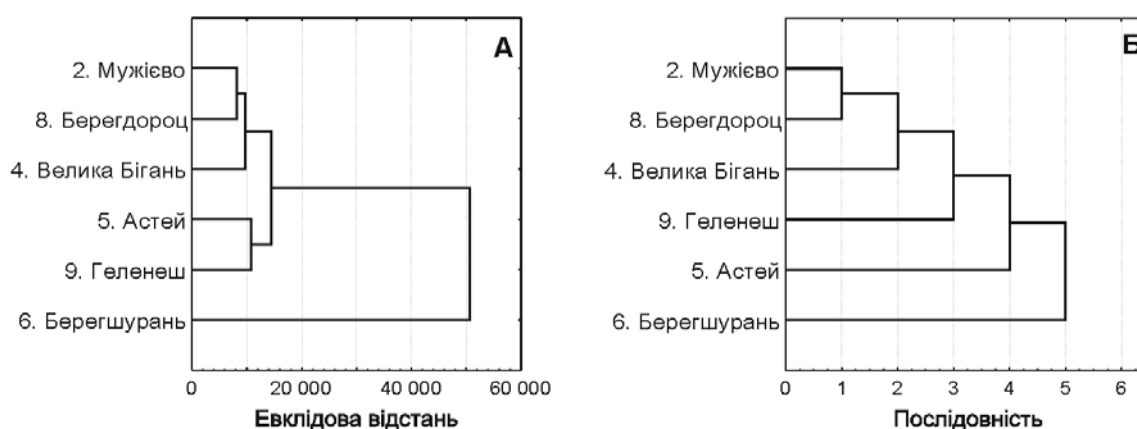


Рис. 3. Кластерний аналіз результатів дослідження мікрофлори ґрунту екосистем сміттєзвалищ: А) дистанційний зв'язок; Б) послідовність об'єднання даних

У складі епіфітної мікрофлори рудеральних рослин сміттєзвалищ встановлено домінування представників виду *Erwinia herbicola*. У найбільш засмічених побутовими відходами біотопах склад нормальної епіфітної мікрофлори рослин порушується за рахунок появи у значних кількостях представників мікроорганізмів видів *Escherichia coli* та *Pseudomonas aeruginosa*. Отже, рослини, що зростають на прилеглих до полігонів ТПВ ділянках, є джерелом небезпечних інфекційних хвороб.

Досліджено реакцію ґрунтових ферментів (целюлаз, фосфатаз, інвертаз та дегідрогеназ), як чутливих до змін у навколишньому середовищі сполук біогенного походження. Встановлено, що ТПВ спричиняють істотне зниження активності целюлаз, фосфатаз та інвертаз. Рівень цієї активності у ґрунтах сміттєзвалищ залежить від загального числа аеробних хемоорганотрофних бактерій ґрунту, структури фітоценозу, хімічного складу відходів, наявності у ґрунті азот- та фосфор-вмісних речовин, розчинних сполук ВМ.

З метою зменшення та нівелювання наслідків захоронення ТПВ на території сміттєзвалищ нами рекомендовано застосовувати фітомеліоративні заходи, які ґрунтуються на методах: 1) фітоекстракції з використанням рослин родів *Urtica*, *Angelica*, *Carduus*, *Cirsium*, дерев виду *Populus nigra*; 2) фітостабілізації із насадженням рослин родів *Crataegus*, *Malus*, *Quercus*, *Rosa canina L.*, *Populus tremula L.*, *Rhamnus frangula L.*, *Pyrus communis L.*

Висновки

За результатами вивчення структури рослинних угруповань ділянок, що відведені для сміттєзвалищ у регіоні Береш, встановлено, що причиною розвитку вторинної сукцесії є антропогенна діяльність. Трансформація екосистем сміттєзвалищ полягає у дисбалансі катіонно-аніонного обміну ґрунтів, їх закисленні, прискореному вимиванні із них у водойми сполук ВМ та фосфору, накопиченні нітритів, незворотних змінах у структурі рослинних угруповань, мікрофлори доквілля, зниженні активності ґрунтових ферментів. Все це є небезпечним для стану доквілля та для здоров'я людини.

Література

1. Вовк О. Б. Збереження ґрунтів заплавних комплексів Закарпаття, як передумова екологічної стабільності регіону / О. Б. Вовк, О. Л. Орлов // Наук. вісник Чернівець. ун-ту. Серія Біологія. – 2005. – Вип. 257. – С. 51-56.
2. Забруднювачі та їх впливи на екологічно вразливі екосистеми Верхнього Потисся / [Бойко Н., Балажі Ш., Голас Ю.-Л. та ін.]; під ред. Н. Бойко, Ш. Балажі. – Ужгород-Ніредьгаза, Bessenyei György, 2008. – 380 с.
3. Визначник рослин Українських Карпат / [під. ред. Чопик В. І.]. – К.: Наукова думка, 1977. – 434 с.
4. Миркин Б. М. Современная наука о растительности / Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, А. И. Соломец. – М.: Логос, 2000. – 264 с.
5. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продуктах растениеводства (издание 2-е, переработанное и дополненное). – М.: ЦИНАО, 1992. – 53 с.
6. Воробьева Л. А. Химический анализ почв / Воробьева Л. А. – М.: МГУ, 1998. – 272 с.
7. Практикум по агрохимии: учеб. пособие. – [2-е изд., перераб. и доп.] / Под ред. акад. РАСХН В. Г. Минеева. – М.: МГУ, 2001. – 689 с.
8. Руководство по методам исследования качества воды. – К.: Украинский научно-исследовательский институт водохозяйственно-экологических проблем, 1995. – 135 с.
9. Боровиков В. П. Популярное введение в программу "STATISTICA" / Боровиков В. П. – М.: Компьютер Пресс, 1998. – 312 с.

Аннотація. *И. И. Чонка Химико-биологические аспекты влияния мусоросвалок на состояние экосистем трансграничного региона Берег. Изучались отдельные аспекты актуальной проблемы возобновления территорий, загрязненных в результате длительного складирования твердых бытовых отходов (на примере экосистем мусоросвалок трансграничного региона Берег).*

Ключевые слова: *твердые бытовые отходы, мусоросвалки, полигоны, тяжелые металлы, ферментная активность, фиторемедиация.*

Abstract. *I. I. Chonka Chemical and biological aspects of influence of dumping sites on the condition of trans-border Bereg region ecosystems. Prospective ways for the solving of the aspects of current problem of treatment and recreation of the territories (on the example of trans-border Bereg region) polluted by systemic and long-term dumping of municipal solid wastes has been presented, proposed and discussed.*

Keywords: *solid municipal waste, dump sites, heavy metals, enzymatic activity of soil, phytoremediation.*

Поступила в редакцию 30.01.2014 г.