

## НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ В ТЕХНОЛОГІЯХ РЕКУЛЬТИВАЦІЇ СМІТТЄЗВАЛИЩ

<sup>1</sup>Департамент екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації

<sup>2</sup>Національний університет «Львівська політехніка»

### **Анотація**

*Нами запропонована комплекс біологічних методів для застосування у технологіях рекультивації сміттєзвалищ. Приведені дані щодо ефективності застосування біологічного аеробного очищення фільтратів в аерованих лагунах, перспективності застосування капсульованих мінеральних добрив та мікроклонального розмноження для окремих генотипів рослин у залісненні в технології біологічної рекультивації.*

**Ключові слова:** біологічні методи, рекультивація, аерована лагуна, капсульовані мінеральні добрива, мікроклональне розмноження.

### **Abstract**

*We have proposed a set of biological methods for use in landfill reclamation technologies. Data on the effectiveness of biological aerobic treatment of filtrates in aerated lagoons, the prospects for the use of encapsulated fertilizers and microclonal propagation for individual plant genotypes in afforestation in biological reclamation technology.*

**Keywords:** biological methods, reclamation, aerated lagoons, encapsulated fertilizers, microclonal propagation.

### **Вступ**

Згідно із ДБН В.2.4-2-2005 «Полігони твердих побутових відходів. Основні положення проектування», рекультивація земель після закриття полігона ТПВ провадиться в два етапи: технічний і біологічний. Для проведення технічної рекультивації необхідне створення укосу, нормативний кут укосу встановлюється залежно від цільового використання в границях 2° – 18°. А створення такого укосу в багатьох випадках унеможливується розміщенням у зоні впливу сміттєзвалищ ставків – накопичувачів фільтратів - ці фільтрати перед проведенням технічної рекультивації необхідно очистити і відвести із зони рекультивації, а ставки осушити. Тому очищення накопичених фільтратів на нашу думку є невід’ємною операцією в технології загальної рекультивації сміттєзвалища. І саме для очищення фільтратів раціональним є використання методу аеробного біологічного очищення в аерованих лагунах. Чисто технічна рекультивація проводиться технічними методами і засобами, застосування для неї біологічних методів уявити складно. Що ж до біологічної рекультивації, то для проведення її майже в цілому використовуються біологічні методи, ефективність застосування яких перевіряється головним чином методом біоіндикації. Це і створення родючого шару із використанням різного виду технологічних відходів (осади стічних вод, компости різного складу, порода териконів, органічні відходи різного генезису і т.п.), створення добрив пролонгованої дії, які б забезпечували родючість отриманих субстратів, створення технологій мікроклонального розмноження для окремих генотипів рослин, які можуть застосовуватись для заліснення рекультивованих територій, активація ростових процесів. Саме цим аспектам застосування біологічних методів у технології рекультивації і присвячені описані нижче дослідження.

### **Результати дослідження**

Одним з найнебезпечніших наслідків від ненормативного захоронення ТПВ для довкілля є забруднення ґрунтів, а також поверхневих і підземних вод фільтраційними стоками (або фільтратами). Виходячи з діапазону наведених вище площ складування і захоронення ТПВ, за середньої річної висоти шару опадів 500 мм/рік та значень коефіцієнта стоку 0,05–0,1, щороку на полігонах та звалищах ТПВ в Україні утворюється оціночно від 2,2 до 5,0 млн. м<sup>3</sup> фільтратів.

Залежно від ступеня розбавлення атмосферними водами, концентрація основних забруднювальних речовин у фільтратах у 5–50 разів перевищує граничні норми. Внаслідок відсутності на багатьох полігонах та на сміттєзвалищах гідроізоляційних шарів, систем дренажу, збору та очищення фільтратів на таких об'єктах високотоксичні фільтрати потрапляють напряму в ґрунти, поверхневі водойми та підземні води, завдаючи масштабних та часто непрогнозованих і складних для кількісної оцінки збитків для довкілля, у тому числі напряму впливаючи на стан здоров'я мешканців прилеглих територій.

Аеробні методи біологічного очищення фільтратів мають ряд незаперечних переваг над анаеробними: вони гнучкі у використанні, швидко входять у стаціонарний режим роботи, швидко прилаштовуються під змінний склад та витрату інфільтратів. Аеробні реактори набагато простіші конструктивно та значно дешевші за анаеробні, їх також набагато легше автоматизувати та простіше експлуатувати. Особливо перспективною для впровадження на полігонах та звалищах ТПВ України є технологія попереднього біохімічного очищення фільтратів в аерованих лагунах, успішно апробована у Великій Британії, Норвегії, Швеції та інших країнах [1-5]. Встановлено, що мікробні спільноти, які присутні в спорудах для біологічного очищення стічних вод, добре адаптуються до руйнування складних органічних сполук в потоках різноманітних рідких відходів, у тому числі і фільтратів полігонів і звалищ ТПВ. У системах очищення фільтратів полігонів ТПВ з часом розвивається відповідний аеробний біоценоз, який здатний ефективно окислювати складні органічні з'єднання висококонцентрованих фільтратів.

Нами проводились лабораторні дослідження з визначення оптимальних умов реалізації аеробного біологічного очищення а саме: інтенсивності та тривалості періодичної аерації, концентрації реагентів, їх об'ємної витрати, інтенсивності та часу перемішування. Як об'єкти дослідження використовувались встановлені фільтрати Львівського полігону ТПВ (які є типовим представником так званих "старих" фільтратів) і Червоноградського полігону ТПВ («молоді» фільтрати).

Нами проводились дослідження щодо створення добрив пролонгованої дії, які б забезпечували родючість отриманих субстратів, що використовуються в технології біологічної рекультивациі сміттєзвалищ та полігонів ТПВ. Запропоновано для створення капсули мінерального добрива пролонгованої дії використовувати модифікований поліетилентерефталатом (ПЕТ). Досліджені еколого-технологічні аспекти утилізації відходів ПЕТ у виробництві капсульованих мінеральних добрив. Встановлена залежність необхідної товщини оболонки від терміну дії капсульованого амонію нітрату за різних значень коефіцієнту дифузії у матеріалі оболонки. Експериментально досліджена дифузія розчину амонію нітрату через полімерну плівку різної товщини. Досліджені окремі стадії утилізації відходів ПЕТ у виробництві капсульованих мінеральних добрив: збір використаних виробів з ПЕТ; первинна переробка зібраних відходів; створення плівкоутворюючої композиції; капсулювання гранульованих мінеральних добрив. Проведений аналіз технологічних рішень в процесі капсулювання мінеральних добрив оболонкою на основі модифікованого ПЕТ. Досліджена гідродинаміка та тепломасообмін нанесення покриття на дисперсні матеріали. Дослідження теплообміну здійснювали за встановлених гідродинамічних умов процесу капсулювання. Проведені тестові дослідження капсульованих добрив згідно методики EN 13266:20. В лабораторних умовах досліджено вплив капсульованих ПЕТ мінеральних добрив на зміну рН ґрунту, мікробіоту ґрунту та кінетику росту тестових рослин. Проведені лабораторні та польові випробування ефективності використання добрив пролонгованої дії, капсульованих ПЕТ, на розвиток рослин, які можуть використовуватись в цілях рекультивациі сміттєзвалищ (пажитниця багаторічна).

Проводились дослідження технологій мікроклонального розмноження для окремих генотипів рослин, які можуть використовуватись у технологіях заліснення в процесах біологічної рекультивациі сміттєзвалищ. Модифіковано і запатентовано в Україні спосіб розмноження *in vitro* плюсових дерев бука лісового (*Fagus sylvatica* L.), спосіб розмноження *in vitro* липи серцелистої (*Tilia cordata* Mill.) [3], спосіб клонування багрянника японського (*Cercidiphyllum japonicum* Sieb.et Zucc.) *in vitro* [2]. Модифіковано способи розмноження *in vitro* дуба звичайного (*Quercus robur* L.), ясена звичайного (*Fraxinus excelsior* L.), клена гостролистого (*Acer platanoides* L.), гібриду осики (*Populus tremula* L. x *P. tremuloides* Michx.), шовковиці білої (*Morus alba* L.), ліріодендрона тюльпанового (*Liriodendron tulipifera* L.). Встановлені найбільш придатні середовища для намноження ініційованих експлантів. З'ясовані особливості укорінення отриманих регенерантів *in vitro* і адаптації їх *ex vitro*.

Встановлено роль мікродобрив (на прикладі мікродобрива «Аватар-1») на зростання енергії та швидкості проростання сосни звичайної. Встановлено, що використання мікродобрива «Аватар-1» зумовлює зростання на 35% накопичення біомаси проростків на ранніх фазах росу та стимулює ріст коренів шляхом збільшення на 28% активної поверхні системи рослин сосни звичайної.

### Висновки

Результати модельних лабораторних досліджень біологічного аеробного очищення фільтратів сміттєзвалищ та полігонів ТПВ в аерованих лагунах показали, що іонів амонію із "молодих" фільтратів проходить інтенсивніше, до того ж кількість окиснених іонів амонію у випадку очищення "молодих" фільтратів (1427 мг/л → 212 мг/л) набагато більша від цього ж співвідношення у процесі очищення "старих" фільтратів. встановлено оптимальні параметри реалізації біологічного очищення фільтратів типових українських полігонів та звалищ ТПВ.

Проведений теоретичний аналіз балансових співвідношень використання різних видів мінеральних добрив в цілях біологічної рекультивації та кількість втрат незасвоєних елементів живлення від цих видів мінеральних добрив у довкілля. Встановлено, що у випадку використання капсульованих добрив замість гранульованих, забруднення довкілля залишковими, незасвоєними рослинами добривами зменшується майже в 4 рази. Проведені дослідно-промислові випробування технології застосування та агрохімічні випробування отриманого капсульованого добрива, дані однорічних досліджень показали, що внесення капсульованого добрива на продуктивність пажитниці багатоукісної сорту Жайвір достовірно впливає на вихід насіння з одиниці площі – різниця до контролю без удобрення за варіантами становить від 0,09 т/га (15,0 %) до 0,22 т/га (36,7 %) при найменшій істотній різниці 0,022 т/га. Відмічено також тенденцію до зростання схожості одержаного насіння та маси 1000 насінин.

Практичні рекомендації щодо розмноження *in vitro* декоративних покритонасінних деревних видів рослин можуть бути використані для заліснення в процесі біологічної рекультивації. Встановлено, що мікродобриво «Аватар-1» є ефективним засобом для активації ростових процесів і вирощування високоякісного садивного матеріалу цінних таксонів сосни звичайної в цілях біологічної рекультивації сміттєзвалищ та полігонів ТПВ.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Calli B. Comparison of long-term performances and final microbial compositions of anaerobic reactors treating landfill leachate/B.Calli, N.Mertoglu, K.Roest, B.Inanc //Bioresource Technology, №97, 2006. – P.641-647.
2. Maehlum T. Treatment of landfill leachate in on-site lagoons and constructed wetlands/ T.Maehlum // Water Science Technology, Vol. 32, No. 3. – 1995. – p. 129–135.
3. Mehmood M.K., Adetutu E., Nedwell D.B., Ball A.S. In situ microbial treatment of landfill leachate using aerated lagoons. Bioresource Technology, 100. 2009. p.2741–2744.
4. Robinson H.D., Grantham G. The treatment of landfill leachates in on-site aerated lagoon plants: experience in Britain and Ireland. Water Resources, Vol. 22, No. 6. 1988. p. 733–747.
5. Sawaittayothin V., Polprasert C. Nitrogen mass balance and microbial analysis of constructed wetlands treating municipal landfill leachate. Bioresource Technology, №98, 2007. P.565–570.

**Гречаник Руслан** — канд. сільгосп. наук, директор Департаменту екології та природних ресурсів Львівської обласної державної адміністрації, Львів, e-mail : rugrech@gmail.com

**Мальований Мирослав** — докт. техн. наук, завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування, Національний університет «Львівська політехніка»

**Grechanik Ruslan** - Cand. Sc. (Eng), Head of Department of Ecology and Natural Resources of the Lviv Regional State Administration, Lviv, e-mail : rugrech@gmail.com

**Malovanyy Myroslav** — Dr. Sci., prof., Head of Ecology and Sustainable Environmental Management Department, Lviv Polytechnic National University