

Popovych V.V. Landfill in working quarries, ravines, ditches, and especially their phytoreclamation

The possibility of designing of solid waste produced in the quarries, ravines, trenches, and especially their phytoreclamation. In inadequate funding of the treatment of solid waste must use an approach that provides for the harmonization of landfills while returning disturbed areas to human needs. It is in this situation, placement of solid waste in waste pits, gullies, trenches will help "hide" collection and use exhaust area for social and cultural needs.

Keywords: solid waste, landfill, phytoreclamation.

УДК 631.145:147

*Зав. сектором О.А. Слободенюк, канд. с.-г. наук –
Інститут агроекології і природокористування НААН*

**УТИЛІЗАЦІЯ РОСЛИН, ЗАБРУДНЕНИХ
ДИХЛОРДИФЕНІЛТРИХЛОРЕТИЛМЕТАНОМ**

Досліджено вплив анаеробних умов на процес розкладання дихлордифенілтрихлору (ДДТ) у забрудненій рослинній масі. Встановлено, що період напіврозкладання цього ксенобіотика у компостній масі становитиме 3,4 доби, а внесення вапняку (CaCO₃) кількістю 2 % від маси забруднених рослин прискорює розкладання ДДТ у 1,2 раза.

Ключові слова: утилізація, дихлордифенілтрихлор (ДДТ), пестициди, меліорант, анаеробне розкладання, компостування, забруднена фітомаса.

Під час впровадження фітореMediaційних технологій постає серйозна проблема утилізації отриманої забрудненої рослинної продукції. Спосіб утилізації залежить від властивостей токсиканта, який адсорбувала рослина. У випадках коли здійснюють фітореMediaцію ґрунтів, забруднених важкими металами, із біомаси рослин-гіпернагромаджувачів отримують цінні кольорові метали або використовують їх як біопаливо [1, с. 79]. Утилізація ж рослин, що містять у своїх тканинах хлороорганічні сполуки – стійкі органічні забруднювачі, потребує надвисокого температурного режиму, досягти якого досить складно.

Міністерством охорони здоров'я України та головним санітарно-епідеміологічним управлінням розроблено "Методику вилучення, утилізації та знищення сільськогосподарської сировини і харчових продуктів, що зазнали впливу пестицидів та агрохімікатів і непридатні до використання". У цьому нормативному документі зазначено, що найдоцільнішим та найбезпечнішим методом знищення продукції, що зазнала пестицидного забруднення, є компостування [2, с. 44]. Компостування – це біохімічний процес, що протікає за контрольованих умов, та призначений для перетворення твердих органічних відходів у стабільний, гумусоподібний продукт, та може бути використаний для покращення складу ґрунту [3, с. 267]. За забезпеченістю процесу киснем розрізняють аеробне (окислювальний характер процесу) та анаеробне (відновлювальний характер процесу) компостування. При цьому важливу роль відіграють правильний підбір температурного режиму, вологості, кислотності середовища, складу поживних речовин та наявність підживлення у вигляді мінеральних добрив.

За результатами досліджень американського вченого В. Фріда період напіврозкладання ДДТ під час компостування забрудненого ґрунту за аероб-

них умов за температури 30 °C становить більше ніж 100 діб, а за анаеробних умов та додаткового підживлення за того ж температурного режиму ця величина зменшується до 8 діб [4, с. 602]. Отже, відсутність кисню каталізує процес розкладання цього ксенобіотика. У перебігу процесу метаболізму ДДТ без доступу кисню є ще одна істотна перевага – за цих умов основним продуктом метаболізму буде ДДД, який є менш стійким та безумовно менш токсичним, ніж ДДЕ.

Враховуючи згадані факти, ми вирішили дослідити, як відбувається метаболізм ДДТ у забруднених рослинних тканинах за анаеробних умов. З цією метою ми провели лабораторний дослід із рослинами гарбузів, що використовувались для фітоекстракції ДДТ та його метаболітів із забрудненого ґрунту. Для досягнення анаеробних умов компостні суміші повністю заливали дистильованою водою та герметично закривали. Дослідження проводили у триразовій повторності за температури повітря 24 ± 2 °C без доступу світла.

З огляду літератури відомо, що внесення карбонатних меліорантів таких як: негашене вапно (CaO), гашене вапно Ca(OH)₂, та вапняк CaCO₃ кількістю 1 та 2 % від маси сприяє розкладанню ДДТ у ґрунті [5]. Для дослідження здатності впливу лужних меліорантів на процес деградації хлороорганічного забруднювача у компостній фітомасі ми провели дослідження за схемою:

- 1) Забруднена ДДТ фітомаса гарбузів;
- 2) Забруднена ДДТ фітомаса гарбузів + 1 % CaCO₃;
- 3) Забруднена ДДТ фітомаса гарбузів + 2 % CaCO₃.

Зразки фітомаси для визначення вмісту ДДТ та його метаболітів відбирали у 3 прийоми – у день закладення дослідів, а також на 8 та 15 день після. Визначення концентрації ДДТ та його метаболітів (ДДД та ДДЕ) проводили методом газорідинної хроматографії (ГРХ) на хроматографі "Кристал-2000" з детектором із захоплення електронів згідно з затвердженою Міністерством охорони здоров'я методикою [6].

Динаміку розкладання ДДТ у забрудненій рослинній масі гарбузів досліджуваних варіантів представлено у табл. 1.

Табл. 1. Концентрація ДДТ у забрудненій рослинній масі гарбузів, мкг/кг

День відбору	4,4'-ДДТ	4,4'-ДДД	4,4'-ДДЕ	ΣДДТ
Забруднена ДДТ фітомаса гарбузів				
1	295,9 ^{±43,6}	94,6 ^{±14,3}	2,53 ^{±0,37}	393,03 ^{±43,6}
8	-	35,37 ^{±4,51}	1,87 ^{±0,24}	37,24 ^{±4,51}
15	-	25,19 ^{±3,47}	0,50 ^{±0,05}	25,69 ^{±3,47}
Забруднена ДДТ фітомаса гарбузів + 1 % CaCO ₃				
1	349,45 ^{±41,8}	111,15 ^{±13,5}	3,03 ^{±0,4}	461,33 ± 41,8
8	-	67,05 ^{±3,7}	5,63 ^{±0,8}	72,68 ^{±3,7}
15	-	13,87 ^{±0,64}	0,56 ^{±0,03}	14,43 ^{±0,64}
Забруднена ДДТ фітомаса гарбузів + 2 % CaCO ₃				
1	329,31 ^{±36,21}	104,88 ^{±11,9}	2,81 ^{±0,21}	435,07 ^{±36,21}
8	-	52,8 ^{±3,12}	7,28 ^{±0,72}	60,07 ^{±3,12}
15	-	10,05 ^{±0,5}	0,6 ^{±0,03}	10,65 ^{±0,5}

З таблиці видно, що початкові концентрації ДДТ у рослинній масі різняться. Складність досягнення однакових початкових умов пов'язана з використанням рослин, що нагромадили токсиканти у своїх тканинах у процесі онтогенезу за різних рівнів забруднення ґрунтового покриву.

Як видно з табл. 1. розкладання 4,4'-ДДТ відбувається досить швидко. Зокрема, уже на 8 день після закладення досліду у всіх зразках не виявлено власне самого інсектициду 4,4'-ДДТ, а є лише продукти його метаболізму – 4,4'-ДДД та 4,4'-ДДЕ.

Швидкість метаболізму пестицидів у об'єктах довкілля визначається законами хімічної кінетики [7]. Хімічна кінетика – це наука про швидкість та механізми перебігу хімічних реакцій, головним завданням якої є поряд з дослідженням швидкості хімічної реакції ще й встановлення факторів, що впливають на неї. Для характеристики кінетики розкладання пестицидів прийнято використовувати експоненційну модель [7; 8], що описується залежністю:

$$C_t = C_0 e^{-kt}, \quad (1)$$

де: C_t – вміст пестициду через певний проміжок часу, мг/кг; C_0 – вміст пестициду у початковий момент часу, мг/кг; k – константа швидкості розкладання пестициду, частин за добу; t – доба.

Константу швидкості розкладання пестицидів, яка є основним параметром хімічної кінетики, можна розрахувати за формулою:

$$k = \frac{2,303}{t} \lg \frac{C_0}{C_t} \quad (2)$$

Час деструкції пестицидів характеризує період напіврозкладання (T_{50}) – це термін, протягом якого вміст пестициду зменшиться на 50 %, його розраховують за формулою:

$$T_{50} = \frac{0,693}{k}. \quad (3)$$

Константа швидкості розкладання та період напіврозкладання є інтегральними показниками, що характеризують інтенсивність процесу розкладання пестицидів у ґрунті та рослинах. Відповідно до наведених формул (2, 3), ми зроблено розрахунки, що дадуть можливість охарактеризувати кінетику розкладання ДДТ у всіх досліджуваних варіантах (табл. 2).

Табл. 2. Кінетика розкладання ДДТ у забрудненій рослинній масі гарбузів

Показники деструкції	ДДТ	ДДТ+1 % CaCO ₃	ДДТ+2 % CaCO ₃
k, доба ⁻¹	0,2061	0,231	0,2474
T ₅₀ , діб	3,4	3,0	2,8

За експериментальними даними (табл. 2) встановлено, що значення константи швидкості розкладання ДДТ найбільше у варіанті із застосуванням 2 % CaCO₃ і становить 0,2474 частини за добу, а найменше у варіанті без внесення меліоранту (0,2061 частини за добу). Відповідно, найменший період напіврозкладання спостерігається у варіанті із застосуванням вапняку кількістю 2 % від ваги досліджуваних рослин (2,8 доби), а найменший у варіанті забрудненої ДДТ фітомаси гарбуз (3,4 доби). Криві розкладання ДДТ залежно від варіанта дослідження представлені на рис.

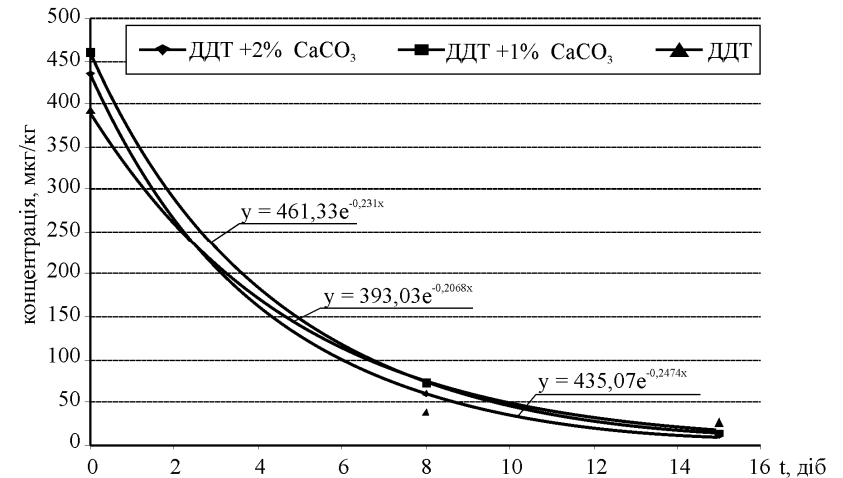


Рис. Динаміка розкладання ДДТ у фітомасі за анаеробних умов

Як видно з рисунку, розкладання ДДТ у фітомасі за анаеробних умов відбувається згідно з експоненційними рівняннями: $y = 393,03 e^{-0,2061x}$ (для варіанту без додаткового застосування меліоранту), $y = 461,33 e^{-0,231x}$ (у випадку внесення 1 % CaCO₃), та $y = 435,07 e^{-0,2474x}$ (у разі застосування 2 % CaCO₃).

Висновки. Компостування є ефективним способом утилізації рослин, що містять у своїх тканинах ДДТ. За температури 24^{±2} °С в анаеробних умовах період напіврозкладання ДДТ у компостній масі становитиме 3,4 доби. Проте внесення CaCO₃ кількістю 2 % від ваги фітомаси дасть змогу дещо прискорити даний процес. Надалі доцільно було б провести виробничий дослід для підтвердження результатів, отриманих у лабораторних умовах.

Література

1. Галиулин Р.В. Фитоекстракция тяжелых металлов из загрязненных почв / Р. Галиулин, Р. Галиулина // Агрехимия. – 2003. – № 34. – С. 77-85.
2. Збірник важливих офіційних матеріалів з санітарних і протиепідемічних питань. – К. – 1997. – Т. VI, ч. 1. – 245 с.
3. Голуэн К.Г. Компостирование отходов / К.Г. Голуэн // Утилизация твердых отходов. – М. : Стройиздат, 1985. – С. 260-291.
4. Freed V.H. Disposal and management of pesticide waste and containers / V.H. Freed // The Safe Disposal of hazardous waste: The special needs and problems of developing countries. – 1989. – № 93. – P. 589-605.
5. Городиська І.М. Ремедіація забрудненого хлорорганічними пестицидами ґрунту за допомогою лужних агентів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 03.00.16 – "Екологія" / І.М. Городиська. – К. : Вид-во "Лібра", 2006. – 22 с.
6. Клисенко М.А. Методы определения микроколичеств пестицидов в продуктах питания, кормах, и внешней бреде : справочник / М.А. Клисенко, А.А. Калинина, К.Ф. Новикова и др. – М. : Изд-во "Колос", 1992. – С. 5-11, 212-214, 349-352.
7. Спиноу Е.И. Математическое прогнозирование и профилактика загрязнения окружающей среды пестицидами / Е.И. Спиноу, Л.Н. Иванова. – М. : Изд-во "Прогресс", 1978. – С. 41-43.
8. Ладонин В.Ф. Остатки пестицидов в объектах агрофитоценозов и их влияние на культурные растения / В.Ф. Ладонин, М.И. Лунев. – М. : Изд-во ВНИИГЭИСХ, 1985. – С. 14.

Слободенюк Е.А. Утилизация растений, загрязненных дихлордифенилтрихлором

Исследовано влияние анаэробных условий на процесс разложения дихлордифенилтрихлора (ДДТ) в загрязненной растительной массе. Установлено, что период полуразложения данного ксенобиотика в компостной массе составит 3,4 дня, а внесение известняка (CaCO_3) в количестве 2 % от массы загрязненных растений ускоряет разложение ДДТ в 1,2 раза.

Ключевые слова: утилизация, ДДТ, пестициды, мелиорант, анаэробное разложение, компостирование, загрязненная фитомасса.

Slobodenyuk L.A. Utilization of plants contaminated with dichlorodiphenyltrichlore

The effect of anaerobic conditions influence on the process of dichlorodiphenyltrichlore (DDT) degradation in a contaminated biomass was studied. Found that the half-life of xenobiotic's degradation in the compost mass consists 3,4 days, and the introduction of lime (CaCO_3) in the amount of 2 % by weight of the contaminated plants accelerates the decomposition of DDT in 1.2 times.

Keywords: utilization, DDT, pesticides, ameliorator, anaerobic decomposition, composting, contaminated phytomass.

3. ТЕХНОЛОГІЯ ТА УСТАТКУВАННЯ ЛІСОВИРОБНИЧОГО КОМПЛЕКСУ

УДК 536.7

*Проф. П.В. Білей, д-р техн. наук;
аспір. Б.І. Приставський – НЛТУ України, м. Львів*

**ТЕПЛОТЕХНІЧНА МОДЕЛЬ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРА
ДЛЯ СПАЛЮВАННЯ ДЕРЕВИННОЇ СИРОВИНИ**

Деревна сировина є найбільш ефективним відновлювальним джерелом енергії, а запаси деревної сировини, як палива, формуються з лісосічних відходів, відходів лісопильних, меблевих та деревообробних виробництв, а також із вживаної деревини. Розглянуто процеси горіння, описано теплотехнічні характеристики деревного палива, продуктів згорання та методику складання теплового балансу.

Ключові слова: деревина, паливо, теплота згорання, теплоємність, теплопровідність, вологість, топкові гази, тепло генератор.

Вступ. Деревна сировина, як паливо, є найбільш гарантованим відновлювальним джерелом енергії, порівняно з енергією вітру, сонця, геотермальною енергією та гідроенергією. Запаси деревної сировини, як палива, складаються з: лісосічних відходів; деревини лісів, яка не придатна для господарських цілей; відходів лісопильних, плитних, меблевих та деревообробних виробництв; вживаної деревини, яка вичерпала свій термін експлуатації; швидкокорослої деревини. Всі ці види деревини можна безпосередньо використати як паливо або переробити в паливні брикети, пелети та синтез-газ. Основними теплотехнічними характеристиками палива з деревини є вміст горючих речовин (вуглець, водень), негорючих речовин (кисень, азот) та баласт (вологість, зола), питома теплоємність і теплопровідність деревини та відходів з неї, а димових (топкових) газів, що утворюються після спалювання деревної сировини, є вища і нижча теплоспроможність палива або теплотворна здатність, кількість димових газів, їх ентальпія та вологовміст.

Деревина в абсолютно сухому стані має такий хімічний склад: кисень – 44,2 %, вуглець – 49,5 %, водень – 6,5 %. З цих хімічних елементів формується відповідні хімічні речовини: целюлоза, геміцелюлоза, лігнін, що становить 90...96 % маси деревини в абсолютно сухому стані. Решта (4...10 %) є екстрактивні, дубильні речовини та смоли, а також неорганічні речовини, які після спалювання утворюють попіл – золу, що складається зі солей кальцію, калію, натрію, магнію тощо. Стовбурна деревина після спалювання дає менше золи, ніж кора і листя.

З одного кубометра деревини можна отримати близько 1500 кіловат-годин електроенергії або близько 0,8 Гкал теплової енергії. Ціна сировини становить приблизно 6 % від вартості виробленої енергії. Важливим є також екологічний аспект використання, як паливо, деревної сировини – кількість викинутого в атмосферу CO_2 прирівнюється до спожитого цього газу під час росту дерева.