

**KAPITEL 13 / CHAPTER 13¹³****PROSPECTS OF IMPLEMENTING VERMICOMPOSING PRODUCTS IN UKRAINE FOR THEIR USE AS FERTILIZERS, PLANT PROTECTION MEANS AND RENOVATION OF CONTAMINATED SOILS****DOI: 10.30890/2709-2313.2025-42-03-049****Вступ**

В наш час у зв'язку зі зростанням антропогенного навантаження на довкілля велика увага приділяється вирішенню таких агроекологічних проблем, як підвищення родючості ґрунту, використанню природних засобів захисту рослин, отриманню рослинницької продукції з високими якісними показниками за умови зниження забруднення ґрунтів.

Одним з шляхів вирішення цих проблем є впровадження в аграрне виробництво продукту біоконверсії органічних відходів вермікомпосту (біогумусу) і його екстрактів (біогумату). Впровадження екологічно безпечної технології його отримання є найбільш перспективним в тому плані, що до процесу переробки залучаються рослинні та тваринні відходи.

Технологія вермікультивування дозволяє утилізувати відходи рослинного походження (соняшникове, гречане, рисове лушпиння, овочеві, фруктові та ін. відходи) та тваринного походження (гній тварин, пташиний послід та ін.) та отримати екологічно безпечну сільськогосподарську продукцію.

Внесення до ґрунту вермікомпосту сприяє процесу відновлення і підтримання рівня його родючості.

Застосування біогумусу в якості сорбенту-деструктору нафтозабруднень допоможе покращити стан навколишнього середовища і відновити забруднені ґрунти.

¹³ *Authors: Garmash Svitlana Myckolaevna*

Number of characters: 18514

Author's sheets: 0,46



13.1 Біоконверсія рослинних відходів

До актуальних задач екології відноситься розробка біологічних способів переробки (біоконверсія) целюлозовмістких матеріалів. Біоконверсія чи біотрансформація – це перетворення біополімерів целюлозовмісткої сировини під дією ферментних систем мікроорганізмів чи екзоферментів як у вільному (розчиненому) стані, так і в іммобілізованому.

Безвідходна технологія переробки лушпиння соняшнику вермікультурою *Eisenia fetida* розроблена в Українському державному хіміко-технологічному університеті з метою отримання органічного добрива (біогумусу). Вона включає подрібнення соняшникового лушпиння до частинок 1 мм, його зволоження при перемішуванні з водою в співвідношенні 1:1,5. Ретельне перемішування цього субстрату дозволяє забезпечити вирівнювання суміші за вологістю (70-80%) і створити умови для життєдіяльності вермікультури.

Субстрат закладають на ферментацію в бурти висотою 50-60 см для ферментації на 7-10 днів. На початку ферментації при окислюванні мікроорганізмами легкодоступного вуглецю всередині бурту температура зростає до 50° С. Після зниження температури в субстраті до температури навколишнього середовища проводять контроль якості ферментованого субстрату методом індикаторної культури. Якщо вермікультура швидко заглиблюється в нього, субстрат не вимагає подальшої доробки.

Ферментований субстрат закладають у ящики чи стелажі шаром 15-30 см, вермікультуру рівномірно розподіляють по поверхні. У період біоконверсії (протягом 1,5-3 місяців) контролюють вологість субстрату (70-80 %).

По закінченні біоконверсійного процесу проводять виділення черв'яків за розробленою нами технологією (патент України № 56619). Результати промислової апробації підтвердили принципову можливість і економічну доцільність вермікультивування соняшникового лушпиння для одержання біогумусу.

Результати проведених нами досліджень показали, що вермікомпост,



виготовлений з використанням розробленої нами біотехнології, характеризується високими агрохімічними показниками: вміст гумусу до 12 %, органічна речовина 48-56 %, ступінь гуміфікації органічної речовини (Сгк/ Сзаг. 100%) - до 60 %, вологість - 45-55,2%; азот загальний 1,5-2,7; фосфор (P_2O_5) - 1,25-1,71%; калій (K_2O) - 2,18-4,1%, також присутні натрій, магній, цинк, марганець.

Аналіз чисельності мікроорганізмів в біогумусі проведено за бактеріоскопічним методом С.М. Виноградського. Встановлена кількість мікроорганізмів (у тис. шт. на 1 г біогумусу): загальна кількість - 191450, вміст бацилярних форм - 7520, актиноміцетів - 165380, грибів - 390. Таким чином, в утворенні біогуматів приймає участь цілий комплекс мікроорганізмів різних морфологічних груп.

Отже, проведені дослідження дозволили встановити високу цінність біогумусу, отриманого шляхом біоконверсії соняшникового лущиння, про це свідчать дані агрохімічного, фізико-хімічного та мікробіологічного аналізу, що підтвердили можливість використання біогумусу в якості добрива.

При внесенні біогумусу в ґрунт дозою 6 т/га врожайність томатів збільшилася на 77,2 ц/га з одночасним зниженням вмісту нітратів на 34,0-37,2 %. При замочуванні насіння овочевих культур в 0,005 % розчині біогумату підвищили польову схожість томатів на 9,4 %, капусти – на 16,8 %.

При дворазовій обробці рослин капусти біогуматом протягом вегетації одержана прибавка урожаю капусти (132 ц/га) підвищеної якості.

Проведені дослідження показали, що біогумус характеризується високими агрохімічними показниками і його внесення вірогідно підвищує вміст живильних елементів (N, P, K) в чорноземних ґрунтах. При цьому збільшується кількість мікроорганізмів в ґрунті і його ферментативна активність.

Застосування біогумусу та біогумату також економічно вигідно, що обумовлює доцільність широкого їх впровадження в практику сільськогосподарських виробництв.



13.2 Застосування біогумусу для біологічного захисту рослин

Встановлено, внаслідок впливу небезпечних шкідливих організмів рослин щорічно втрачається до 40% урожаю сільськогосподарських культур. Використання хімічних методів захисту рослин призвело до забруднення довкілля і продуктів харчування пестицидами та зниження резистентності шкідників до засобів захисту, що негативно впливає на здоров'я людини. Застосування хімічних засобів неефективно при деяких захворюваннях рослин. Біологічний метод може бути як альтернативою хімічним пестицидам, так і методом зниження використання хімікатів у сільському господарстві.

Обсяг світового ринку сільськогосподарських біопрепаратів складає 19 мільярдів доларів США у країнах Європи, в Австралії та ін. В наступний час біопестициди виробляються з використанням бактерій *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas*, стрептоміцетів, грибів, бакуловірусів та вірусів гранульозу, а також комплексні препарати захисту рослин, які поєднують захист і стимулювання розвитку рослин.

Встановлено, що біогумус можна використовувати для боротьби з комахами, оскільки в ньому концентрація мікроорганізмів-продуцентів хітинази, що розщеплює хітин (речовина, з якої складається зовнішній скелет комах) дуже висока.

Для захисту рослин від комах запропоновано внесення біогумусу у ґрунт навколо рослин або водного екстракту для обробки листової поверхні рослин обприскуванням в період вегетації. Біогумус ефективний проти комах протягом 6 місяців.

Завдяки присутності *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas*, стрептоміцетів, грибів, вермікомпост є потенційною сировиною для отримання біологічних засобів захисту рослин.

Мікробіологічний та фізико-хімічний склад вермікомпосту свідчать про потенційні можливості його застосування в якості природного засобу захисту рослин, що дає можливість замінити екологічно небезпечні пестициди



перспективними біопрепаратами.

13.3 Використання біогумусу для очищення забруднених нафтопродуктами ґрунтів

В Україні споживання нафти в останні роки становило 25 – 30 млн. тон. Практично вся територія України знаходиться під загрозою нафтохімічного забруднення. Площа забрудненої нафтопродуктами території перевищує 30 тис. га. Вуглеводні утворюють токсичні сполуки у ґрунтах, поверхневих та підземних водах.

Забруднення ґрунтів нафтопродуктами в результаті діяльності автотранспорту суттєво відрізняється від аварійних розливів нафти при добутку та транспортуванні, нафтопродукти проникають у нижні горизонти поступово, по мірі зростання концентрації речовин на поверхні.

До сучасних технологій очищення ґрунтів від нафтопродуктів відносяться механічні та хімічні. Механічне видалення забруднених ґрунтів проводиться за допомогою різних машин і вивезення їх для знешкодження. Хімічні технології засновані на хімічних методах знешкодження забруднених нафтопродуктами ґрунтів при їх обробленні реагентами (вапно, сульфат натрію, оксиди заліза, органічний вуглець).

Перспективно використання біологічних методів очищення нафтових забруднень при застосуванні мікроорганізмів-деструкторів нафти і нафтопродуктів. Метод пріоритетний при будь-яких кількостях і масштабах забруднення, не вимагає значних капітальних і експлуатаційних витрат, реагентів, утилізації сорбентів або фільтруючого матеріалу. Він дозволяє досягати високу ступінь очищення і не призводить до утворення вторинних відходів, як при сорбційному методі. Необхідною умовою біодеградації нафтових забруднень є внесення мінеральних добрив.

Біодеструкція – досить повільний процес, крім того, внаслідок гниття біомаси виникає вторинне забруднення навколишнього середовища через



виділення аміаку, сірководню.

Процес природної деградації нафти, поліпшення ґрунту триває приблизно до 50 років і більше.

Повне розкладання всіх компонентів нафти потребує впливу численних бактерій різноманітних видів. Швидкість розкладання нафти залежить від температури. Знімання забрудненого ґрунту призводить передусім до утворення нових ділянок забруднення.

Про „здоров’я” ґрунту свідчить активність його мікрофлори. Ґрунтові мікроорганізми здатні чутливо реагувати на зміну умов середовища, екологічного стану ґрунту в умовах антропогенного навантаження, що супроводжується перебудовою в мікробному ценозі та його функціональній діяльності.

Запропоновано багато різноманітних комерційних мікробіологічних препаратів як вітчизняного, і імпортного виробництва (Деворойл, Дестройл, Путидойл тощо.)

Торф зараз привертає увагу для очищення нафтових розливів через його економічну ефективність, здатність до біологічного розкладання та відносно високу здатність поглинати нафту. Він має високу пористість і велику площу поверхні, які роблять його ефективним природним сорбуючим матеріалом для очищення нафтових розливів.

З погляду дешевизни сировини та екологічної чистоти найпривабливішими є сорбенти на базі органічних природних речовин – торфу, тирси, сільськогосподарських відходів (висівок, соломи, рисового лушпиння тощо).

В Україні найбільш відомими є препарати: “Десна” – консорціум мікроорганізмів; “Деворойл”, рекомендований Мінекологією.

До таких препаратів належить перший вітчизняний біопрепарат нового покоління “Еконадін”, який є бактеріальним препаратом з високою сорбційною і деструктивною активністю щодо широкого спектра вуглеводнів нафти. Це порошок коричневого кольору, дисперсний, або з волокнистими включеннями, плавучий, гідрофобний. В основі препарату – бактерії супер-деструктори



вуглеводнів нафти, іммобілізовані за спеціальною технологією.

Останнім часом широкого застосування набули біологічні методи, які полягають у збільшенні мікробної активності в зоні забруднення, що забезпечує повну біодеградацію вуглеводнів до діоксиду вуглецю і води.

Більшого значення набуває новий спосіб природного пришвидшення розкладання нафтопродуктів у ґрунті – інтродукція (внесення спеціальних біодеструкторів). На основі цього розвинулась галузь екологічної біотехнології, яка ґрунтується на виділенні і селекції активних штамів нафтоокислюючих мікроорганізмів, вивченні їх фізико-біохімічних властивостей.

Більшість відомих на цей час біопрепаратів мають в своїй основі нафтоокислюючі бактерії певних штамів. Внесення чужорідних бактерій пригнічує місцевий біоценоз, що змінює середовище, хоча і сприяє нейтралізації токсичних з'єднань. Тому сучасні біопрепарати пропонується виробляти на основі виділених із забрудненого нафтопродуктами ґрунту мікроорганізмів і культивувати їх для подальшого застосування під час очищення цього типу ґрунту.

Для проведення дослідження впливу біогумусу на швидкість біодеструкції нафтозабруднень в ємності поміщали ґрунт масою 500 г, забруднювали його нафтою при концентрації 50 мл/кг і протягом 4 тижнів вносили природне середовище різною дозою (варіанти доз в таблиці).

Таблиця 1 – Ступень очищення зразків ґрунту від нафти

Доза внесення біогумусу	Вміст нафтопродуктів в пробах, г/кг				Ступінь очищення, %
	через 1 тиждень	через 2 тижня	через 3 тижня	через 4 тижня	
по 25 г щотижня	42,1	-	24,8	17,1	67,3
по 50 г щотижня	36,2	29,2	-	12,3	75,8
100 г одноразово	30,5	-	20,7	14,1	72,5
200 г одноразово	25,9	19,3	-	10,3	82,7

Методика визначення нафти проводилася відповідно ПНД Ф 16.1.41-04



Вимірювання масової концентрації нафтопродуктів у пробах ґрунтів проводилось гравіметричним методом.

Вивчення впливу нафтового забруднення на ґрунт показало, що нафта погіршує агрофізичні властивості ґрунту: спостерігається агрегування ґрунту в великі структурні агрегати. При цьому відбувається ущільнення ґрунту. Внаслідок руйнування ґрунтових структур і ґрунтових частинок знижується водопроникність ґрунту. Внесення в ґрунт додаткової кількості доступної мікробам органічної речовини (природного середовища) сприяє підвищенню швидкості біодеградації нафти, що можна пояснити зростанням числа мікроорганізмів.

При внесенні біогумусу (вермікомпосту) ступінь очищення складала від 67,3 % до 82,7 %. Відомо, що біогумус містить до 7% гумінових кислот та до 10^{12} мікроорганізмів. Крім того, неперероблені черв'яками частинки соняшникового лушпиння мають високі сорбційні властивості і спорідненість до нафти (містять до 5% жирів). Він поєднує в собі властивості деструктора і сорбенту.

Таким чином, рекомендуємо використати біогумус для очищення ґрунтів від нафти, що важливо для вирішення глобальних екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням довкілля нафтопродуктами та покращення стану природного середовища.

Висновки

1. В умовах антропогенного навантаження перспективно впровадження біоконверсії органічних відходів вермікультурою *Eisenia fetida* з метою утилізації багатотонажних рослинних відходів агропромислового комплексу та отримання екологічно безпечних органічних добрив (біогумусу і біогумату).

2. Мікробіологічний та фізико-хімічний склад біогумусу свідчать про потенційні можливості його застосування в якості природного засобу захисту рослин, що дає можливість замінити екологічно небезпечні пестициди перспективними біопрепаратами.



3. Встановлена здатність біогумусу до біодеградації нафтозабруднень у ґрунтах, що важливо для вирішення глобальних екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням довкілля нафтопродуктами та покращення стану природного середовища.