

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ВІДНОВЛЕННЯ ГУМУСНОГО СТАНУ ТА ЕКОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ АГРОЛАНДШАФТІВ ТЕРИТОРІЙ, ПОРУШЕНИХ ГІРНИЧОЮ ДІЯЛЬНІСТЮ

*А.І. Горова, С.М. Лисицька, Т.В. Скворцова, Національний гірничий університет, Україна*

Проаналізовано існуючі заходи з відновлення ґрунтів, порушених гірничодобувною промисловістю. Обґрунтовано заходи з поліпшення гумусного та екологічного стану ґрунтів з використанням продуктів вермикомпостування та гумінових препаратів для прискорення проведення сільськогосподарської рекультивациі.

Для районів добування корисних копалин внаслідок антропогенного впливу цілого ряду чинників (порушення земельних ресурсів та гідрологічного режиму прилеглих територій, забруднення води, ґрунту й повітря, утворення відвалів виробничих відходів тощо) характерним є зменшення площі сільськогосподарських угідь, врожайності сільськогосподарських культур, зниження приросту й загибель деревинних й чагарникових насаджень, погіршення санітарно-гігієнічних умов життєдіяльності живих істот, зокрема людей [1]. До основних причин втрати природних властивостей родючості ґрунтів в результаті гірничотехнічної діяльності, особливо сільськогосподарських угідь, відносять: механічне руйнування, фізико-хімічні й біологічні зміни [2].

Повернення у господарське використання техногенно-порушених земель передбачено екологічним законодавством України та є важливою складовою вирішення комплексної проблеми відтворення родючості земель. Ця проблема включає, насамперед, відновлення природної структури ґрунтів, потужності орного шару, здатності поглинати й утримувати вологу і утворювати міцну капілярну систему, забезпечуючи теплообмін, повітряну проникність та інші екологічні функції [2, 3].

Загальновідомо, що рекультивациа шахтних відвалів проходить 2 етапи: технічний (забезпечує створення штучних ґрунтів – техноземів) та біологічний (створення лісових біогеоценозів або агроландшафтів). Для відновлення порушених земель на відвали гірничих порід традиційно наносять штучно змінені ґрунти різної стратиграфії, які частково гальмують процеси вивітрювання та горіння шахтних порід, що сприяє практично повній нейтралізації їх негативного впливу на довкілля [3, 4].

Багаторічними дослідженнями з рекультивациі земель доведено, що початковим етапом відновлення порушених біогеоценозів є створення едафотопу, який повинен мати оптимальний гранулометричний склад, відповідні фізичні, водно-повітряні та агрохімічні властивості. Потенційна родючість техноземів визначається сукупністю усіх особливостей насипних шарів та їх взаємодією. Співвідношення суглинків, супесей та пісків характеризує потенційну родючість штучних едафотопів. Шар піску в структурі гірської породи виконує роль екрану, який попереджає капілярний підйом води та адсорбцію токсичних сполук верхніми більш родючими шарами. Насипка верхнього шару чорнозему навіть незначною товщиною сприяє прискоренню ґрунтоутвірною процесу [4].

При цьому шари різних субстратів можна розглядати як ембріональні генетичні горизонти штучно створених ґрунтоподібних тіл. В процесі біологічної рекультивациі взаємодія біотичних та абіотичних компонентів ґрунту призводить до формування ґрунтового профілю, визначає його родючість, прояв різних властивостей, в тому числі й екологічних функцій. Особливості процесу ґрунтоутворення в техногенних ландшафтах пов'язані із водно-фізичною і хімічною характеристикою різних субстратів, а також залежить від технологічних операцій як на технічному, так і на біологічному етапах рекультивациі.

Механічний вплив при знятті, транспортуванні, складуванні чорнозему призводить до погіршення фізико-хімічних властивостей ґрунтової структури, її ущільнення, зниження мікробіологічної активності і подальшого формування негативних змін, які виступають

причиною зниження родючості чорнозему та, як наслідок, зниженню врожайності агрокультур на рекультивованих територіях.

Відомо, що найбільший ефект біологічної рекультивації можна отримати завдяки використанню асортименту трав'яних культур широкої екологічної амплітуди, що здатні за короткий термін сформувати високопродуктивні рослинні угруповання з дотриманням агротехнічних стандартів [4].

Слід зазначити, що особливо важливим фактором впливу на родючість ґрунтів, які знімаються є їх біологічні структурні порушення, обумовлені руйнуванням цементуючого агента ґрунтів – гумусу (вodomіцних агрегованих гумінових нанокомплексів), відновлення якого можливе тільки шляхом введення в ґрунтову поверхню, що відновлюється у сільськогосподарському напрямку, штучних структуроутворювачів [3, 5].

З огляду на це, метою даного дослідження є обґрунтування засобів прискорення етапу сільськогосподарської рекультивації на основі поліпшення гумусного та екологічного стану штучних ґрунтів з використанням продуктів вермикомпостування курячого посліду і гумінових препаратів.

В результаті лабораторних досліджень різних видів органічних відходів, як основи для виготовлення біогумусу, було встановлено основні агрохімічні показники (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз цільових агрохімічних компонентів органічних відходів

Компоненти	Вміст, %			
	N <sub>заг.</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Вологість
Курячий послід	1,6	1,5	0,8	55,0
Качачий послід	0,8	1,0	0,3	70,0
Гусячий послід	0,5	0,5	1,0	75,0
Гній	0,2–0,3	0,01	0,4–0,5	72,0

За даними табл. 1, найбільш збагаченим і збалансованим за комплексом NPK є відходи птахівництва, а саме курячий послід. Тому біотехнологія отримання на базі курячого посліду та інших природних органічних матеріалів біогумусу (вермикомпосту) [7–9] дає можливість для проведення прискореної біологічної рекультивації пропонувати його як гумусо- й структуротвірний компонент у завдяки тому, що ця препаративна форма містить необхідні для живлення рослин елементи у збалансованій і легкозасвоюваній формі (табл. 2).

Таблиця 2 – Агрохімічна характеристика основних компонентів біогумусу на основі курячого посліду

Назва препарату	Вологість, %	C <sub>заг.</sub> , %	рН водн. витяг у	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , г/100 г		K <sub>2</sub> O, г/100 г		Ca <sup>2+</sup> , г/100 г		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/100 г
				заг.	рух.	заг.	обм.	заг.	обм.	рух.
Біогумус товарний-1	30,59	7,88	7,48	1,87	1,85	1,01	0,9	2,95	2,41	22,95
Біогумус товарний-2	36,49	6,03	7,12	2,99	2,73	0,82	0,65	3,41	3,24	42,75

За даними табл. 2, поживні для рослин елементи в складі товарного біогумусу (без черв'яків) перебувають у рухомій органічній формі, добре захищені від вимивання, у зв'язку з чим слугують надійним джерелом пролонгованого засвоєння. Такий ефект забезпечується завдяки вдалому поєднанню мінеральних поживних речовин, гумінових кислот і гуміну.

Технологічним режимом в структурний розтин закладаються такі параметри: потужність верхнього шару повинна бути на рівні мінімального забезпечення розвитку кореневої

системи рослинних культур і після усадки складати не менш: для ріллі – 1,0 м; сінокошних угідь – 0,7 м; шар водонепроникних порід – 0,5 м). Така потужність достатня в умовах водного режиму промивного типу, а при випотному – доцільним є її підвищення до 2 м. Фітоценози пропонується формувати відповідним асортиментом рослинних культур, які дають міцну дернину та придатні для сінокошіння (посів суміші багаторічних трав: кострецю безостого, буркуну білого й жовтого). Вибір вищеназваних рослин обумовлено тим, що кострець характеризується високою біоекологічною стійкістю до шкідливих речовин та морозостійкістю, має міцну розвинену кореневу систему, яка добре утримує вологу; а буркуні сприяють акумуляції азоту в ґрунті.

Перевагами товарного біогумусу будь-якої природи є практично весь необхідний для рослин набір макро- й мікроелементів, а також фізіологічно активних речовин – гуматів натрію та калію. Згадані речовини повільно розчиняються у ґрунті й протягом тривалого часу забезпечують кореневу систему рослин збалансованим і повноцінним живленням. Отже, внесення до відвальних ґрунтів легкодоступних для рослин форм азоту, фосфору і калію у вигляді біогумусу сприятиме розвитку збалансованого фітоценозу.

З огляду на те, що одним із параметрів, які характеризують родючість штучних ґрунтів, в тому числі їх екологічні функції, є гумусовий стан верхнього шару техноземів. Гумінові кислоти здатні виконувати наступні екологічно значущі функції [7, 8].

*Акумулятивна функція* полягає в накопиченні елементів живлення й енергетичного матеріалу для подальшого споживання рослинами, тваринами й мікроорганізмами. Це пояснюється тим, що гумінові кислоти у водних розчинах утворюють цілий ряд нерозчинних органо-мінеральних сполук, які мають високу поглинальну здатність і можливість закріплюватись у ґрунті про запас як джерело поживних речовин для майбутніх поколінь рослин. Описану функцію не можна ототожнювати з процесом пасивної сумації елементів живлення, оскільки акумулятивний процес може відбуватися і в ґрунтових розчинах.

*Регуляторна функція* передбачає реалізацію таких позитивних змін:

- формування структури й водно-фізичних властивостей ґрунту;
- встановлення рівноваги в реакціях іонного обміну, окисно-відновних процесах;
- оптимізації умов мінерального живлення рослин за рахунок впливу гумусових речовин на розчинність мінеральних компонентів та їх доступність для споживання живими організмами;
- підтримання теплового режиму ґрунтів шляхом впливу на їх спектральну й відбивну здатність, забезпечення теплоємності й теплопровідності ґрунтової маси;
- регулювання внутрішньої диференціації хімічного складу ґрунтів.

*Протекторна функція* реалізується завдяки здатності гумінових речовин зв'язувати токсичні елементи в малорухливі або важкодисоційовані сполуки. Гумінові кислоти спроможні нейтралізувати несприятливий вплив пестицидів, надмірних доз мінеральних добрив, важких металів і деяких радіоактивних ізотопів на культурні рослини. Дана функція охоплює не тільки системи "ґрунт – рослина", але й інші компоненти ландшафту. Так, ученими було доведено, що добре гумусовані ґрунти відіграють роль своєрідного геохімічного бар'єру й запобігають надходженню в ґрунтові води шкідливих речовин.

*Фізіологічна роль* гумінових речовин як біологічно активних сполук визначається їх здатністю регулювати ріст і розвиток рослин. Використання гумінових речовин може сприяти підвищенню врожайності різних сільськогосподарських культур при замочуванні насіння їх розчином, шляхом позакореневого підживлення та внесення в ґрунт препаратів гумату натрію торф'яного і буровугільного походження.

Стійкість запасів гумусу в ґрунтах зумовлюється, перш за все, вмістом гумінових кислот, що виступають як консерванти, і гуміну, котрий забезпечує достатню інтенсивність катіонного обміну, буферність, оптимальний водно-повітряний режим.

Гумусовий стан верхнього шару штучних ґрунтів, а саме груповий та фракційний склад, тип гумусу за співвідношенням вуглецю гумінових кислот і вуглецю фульвокислот ( $C_{ГК} : C_{ФК}$ ), збагаченість гумусу азотом (%), визначатимуть також динаміку формування екологічних функцій техноземів у процесі сільськогосподарської рекультивації земель.

Слід зазначити, що висновки та рекомендації з поліпшення гумусного стану ґрунтів, які напрацьовані ґрунтознавцями для чорноземів, не можуть бути механічно перенесені на техноземи, де відбувається малодосліджений ґрунтоутвірний процес. Тому нами були проведені експериментальні дослідження гумусових властивостей зразків вермикомпосту з курячого посліду, що пропонується як засіб поліпшення екологічного стану техноземів (табл. 3).

Таблиця 3 – Основні показники гумусного стану вермикомпосту (у повітряно-сухому зразку)

Назва зразку	C <sub>заг</sub> , %	C <sub>водн</sub> , %	C <sub>ліп</sub> , %	Гумінові кислоти				Фульвокислоти				
				ГК-1	ГК-2	ГК-3	ГК	ФК-1a	ФК-1	ФК-2	ФК-3	ФК
Біогумус на стадії дозрівання	5,87	<u>0,032</u> 0,5	<u>0,34</u> 5,8	<u>0,35</u> 6,0	<u>0,77</u> 13,1	<u>1,10</u> 18,7	<u>2,22</u> 37,8	<u>0,20</u> 3,4	<u>0,29</u> 4,9	<u>0,01</u> 6,0	<u>0,68</u> 11,6	<u>1,18</u> 20,1
Біогумус товарний	6,13	<u>0,043</u> 0,7	<u>0,29</u> 4,7	<u>0,31</u> 5,1	<u>0,42</u> 6,9	<u>1,28</u> 20,9	<u>2,01</u> 32,9	<u>0,22</u> 3,6	<u>0,31</u> 5,1	<u>0,39</u> 6,4	<u>0,57</u> 9,3	<u>1,49</u> 24,4

Примітка: дробі представлені величинами: в чисельнику – вміст вуглецю С, (%) до маси ґрунту, в знаменнику – вміст вуглецю С, % до C<sub>заг</sub>.

Проведені за класичною схемою І.В. Тюріна і В.В. Пономарьової [8] експериментальні дослідження гумусного стану вермикомпосту свідчать про те, що процеси гуміфікації в результаті вермикомпостування протікають достатньо інтенсивно. В результаті вермикомпостування утворюється молодий гумус з перевагою фракцій ГК-2 і ГК-3, що свідчить про переважання процесів гуміфікації над мінералізацією. Основною характеристикою гумусу являється гуматно-фульватний тип. У фракційному складі фульвокислот переважають фракції ФК-1a, ФК-1 і ФК-3. Розподіл за фракціями фульвокислот у досліджених зразках аналогічно розподілу цих фракцій в природних ґрунтах. Вміст негідролізованого залишку (гуміну) в усіх пробах також був досить високий: 35,8–52,5 %, але ці дані не виходять за межі, відомі для природних ґрунтів. Вміст ліпідів коливався від 4,7 до 7,3%. Такі показники характерні для більшості природних автоморфних ґрунтів.

Враховуючи той факт, що деградація ґрунтів внаслідок проведення гірничотехнічних робіт пов'язана насамперед зі зменшенням запасів природного гумусу та зниженням його якості, а вирощування сільськогосподарських культур на рекультивованих ділянках проходить в екстремальних умовах, дуже актуальним буде також додавання до верхнього шару сучасних фізіологічно активних гумінових препаратів (екстрактів на базі торфу, сапропелю, бурого вугілля), які вміщують певну кількість розчинених гумінових речовин і зможуть позитивно впливати на проходження етапу біологічної рекультивації.

З метою прискорення біологічної рекультивації та поліпшення гумусного та екологічного стану насипних ґрунтів рекомендується внесення біогумусу в кількості 6 т/га в комбінації з обробкою насіння та обприскуванням рослин 0,01 % розчином гумінового препарату Христекол. Це дозволить забезпечити підвищення врожайності сіна (зернобобова суміш) на рекультивованих ділянках на 15–20 %.

Таким чином, отримані експериментальні дані свідчать про те, що внесення біогумусу як органічного добрива на землях, що рекультивуються, безпосередньо впливатиме на родючість верхнього шару техноземів через максимальне закріплення гумусових речовин та переважання процесів гуміфікації над процесами мінералізації органічних залишків, а також поліпшення водно-повітряного режиму техноземів. Крім того, гумінові сполуки здатні підвищувати неспецифічну стійкість культурних рослин до несприятливих умов довкілля (посушливі умови, засоленість ґрунту, забруднення важкими металами та радіонуклідами тощо), підвищують біопродуктивність і врожайність рослин [7, 8].

На наш погляд, використання заходів внесення в оптимальних пропорціях сучасних органічних добрив у вигляді біогумусу, отриманого шляхом біотехнології

вермикомпостування курячого посліду та інших гумінових комплексів може значно прискорити біологічну рекультивацію та забезпечити створення бездефіцитного й позитивного балансу гумусу в техноземах на рекультивованих територіях.

### Список літературних посилань

1. Апарин Б.Ф. Почвоведение [Текст] / Б.Ф. Апарин. – М.: Издательский центр «Академия», 2012. -256 с.
2. Дриженко А.Ю. Восстановление земель при горных разработках [Текст] / А.Ю. Дриженко. – М. : Недра, 1985. – 240 с.
3. Сметанин В.И. Рекультивация и обустройство нарушенных земель.: учеб. пособие. - Москва: «КолосС», 2003. - 94с.
4. Чибрик Т.С. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель [Текст] / Т.С. Чибрик, М.А. Глазырина. – Екатеринбург : Изд-во Уральского государственного университета, 2008. – 198 с.
5. Почвоведение [Текст] : учебник / И.С. Кауричев, Л.Н. Александрова, Н.П. Панов [и др.] – М. : Колос, 1982. – 496 с.
6. Сушкова В.И. Безотходная конверсия растительного сырья в биологически активные вещества [Текст] / В.И. Сушкова, Г.И. Воробьева. – М. : Дели принт, 2008. – 216 с.
7. Біотехнології в екології [Текст] : навч. посібник / А.І. Горова, С.М. Лисицька, А.В. Павличенко, Т.В. Скворцова. – Д. : Національний гірничий університет, 2012. – 184 с.
8. Горová А.И. Гуминовые вещества. Строение, функции, механизм действия, протекторные свойства, экологическая роль : монография [Текст] / А.И. Горová, Д.С. Орлов, О.В. Щербенко – К. : Наукова думка, 1995. – 302 с.
9. Пат. 79802 Україна, МПК В 09 С1/00. Спосіб зниження токсичності ґрунтів / Горова А.І., Колесник В.Є., Лапицький В.М., Павличенко А.В., Борисовська О.О.; Національний гірничий університет. – № а 200500899; заявл. 01.02.05; опубл. 25.07.07; Бюл. № 11 – 4 с.

## ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ РОЗРОБЦІ РОДОВИЩ НЕРУДНИХ КОРИСНИХ КОПАЛИН В УМОВАХ ЗМЕНШЕНОЇ САНІТАРНО-ЗАХИСНОЇ ЗОНИ

*В.І. Симоненко, А.В. Павличенко, О.В. Черняєв, Л.С. Гриценко,  
Національний гірничий університет, Україна*

Проаналізовані екологічні наслідки розробки родовищ нерудних корисних копалин в умовах зменшеної санітарно-захисної зони. Запропоновано комплекс заходів спрямованих на зниження негативного впливу гірничодобувних підприємств на екологічний стан прилеглих територій та здоров'я населення.

Родовища нерудних корисних копалин розташовані на всій території України. Практично в кожній області на обліку є поклади таких корисних копалин [1]. З них тверді нерудні корисні копалини, які розробляються з вибуховим подрібненням гірничої маси, розповсюджені на території 23 областей. До таких копалин відносяться вапняки, доломіти, графітові руди, граніти, мігматити, сієніти, гранодіоріти, піщаники, діорити, гнейси, базальти, кварцити динасові, андезити, пігматити, талько-магнезити, мергелясті опоковидні відкладення, амфіболіти, мармуризовані гіпси, порфірити, габро- та лабродарити, діабазы, туфи та ін. В основному їх застосовують для виробництва різноманітної продукції для будівельної галузі: в першу чергу щебеню, буту, піщаної фракції.

На території України виявлено понад 1300 родовищ вищеперерахованих твердих нерудних корисних копалин. З урахуванням того фактору, що розробка родовищ виконується з вибуховим подрібненням масивів та наступного виймання, перевезення і переробки сипучої