

economy. A set of strategic measures is substantiated aimed at preserving soil resources, diversifying production, and enhancing the investment attractiveness of the sector.

Keywords: development strategy, agrarian sector, soil fertility, Mykolaiv region, recovery, food security.

УДК 631.45:631.6:631.95

DOI 10.31521/978-617-7149-94-0-72

ІНТЕГРОВАНІ ПІДХОДИ ДО ВІДНОВЛЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ТА РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ У БЕЛІГЕРАТИВНИХ АГРОЛАНДШАФТАХ

Чайка Т.О., канд. екон. наук

ВСП «Аграрно-економічний фаховий коледж ПДАУ»

<https://orcid.org/0000-0002-5980-7517>

Анотація: Розкрито сутність інтегрованого підходу до відновлення біологічної активності та родючості ґрунтів у белігеративних агроландшафтах у повоєнний період. Встановлено, що поєднання біологічних, органічних і фізико-хімічних меліоративних заходів забезпечує формування функціонально стійкої ґрунтової системи та відновлення її продуктивного потенціалу.

Ключові слова: біологічна активність ґрунту, родючість ґрунту, біологічна регенерація, белігеративні агроландшафти, меліорація.

Сучасні процеси повоєнного відновлення агроландшафтів України супроводжуються глибокими порушеннями ґрунтових систем, зокрема деградацією їх біологічної активності, зниженням вмісту органічної речовини та погіршенням агрофізичних властивостей [1]. У зонах військового впливу ці процеси набувають системного характеру, що обмежує здатність ґрунтів до самовідновлення та потребує цілеспрямованого втручання [2]. За таких умов особливої актуальності набуває впровадження інтегрованих підходів до біологічної регенерації ґрунтів, спрямованих на відновлення мікробіому, оптимізацію водного режиму та стабілізацію структури ґрунтового середовища.

У межах концепції відновлення деградованих ґрунтів ключову роль відіграє етап біологічної регенерації, який передбачає відновлення функціональної активності ґрунтового мікробіому та покращення агрофізичних властивостей ґрунту [3]. Саме на цьому етапі формується основа для подальшого відновлення продуктивності агроecosystem, що визначає ефективність довгострокових рекультиваційних стратегій [4]. У зв'язку з цим доцільним є застосування диференційованого підходу до підбору меліорантів і біологічних агентів залежно від ґрунтово-кліматичних умов та ступеня деградації території.

Для посушливих регіонів і легких ґрунтів пріоритетним є формування комплексу водоутримувальних матеріалів:

1. Калійні поліакрилати та поліакриламід, що застосовуються у дозах 20–

40 кг/га, характеризуються здатністю поглинати воду у сотні разів більше власної маси, утворюючи гідрогелеву структуру, яка поступово віддає вологу рослинам у періоди дефіциту зволоження [5]. Це сприяє стабілізації водного режиму в кореневмісному шарі.

2. Біочар, отриманий шляхом піролізу органічної сировини за температури 400–500 °С, вноситься у дозах 10–20 т/га та виконує комплексну функцію покращення структури ґрунту, підвищення його водоутримувальної здатності та створення стабільного субстрату для колонізації мікроорганізмами. Завдяки високій ароматичності вуглецевих структур біочар характеризується тривалим періодом стабільності в ґрунті, що може вимірюватися століттями. Підвищення вмісту стабільного органічного вуглецю позитивно впливає на водоутримувальні властивості ґрунту та його агрегатну структуру [6].

3. Використання природних пористих мінералів вулканічного походження, зокрема базальтового туфу, сприяє покращенню структурного стану ґрунту та створює додаткові мікропористі середовища для розвитку ґрунтової мікрофлори. Завдяки мінералогічному складу такі матеріали можуть виступати джерелом мікроелементів і підвищувати буферні властивості ґрунтової системи [7].

Для територій із достатнім природним зволоженням пріоритетом є відновлення мікробіологічної активності ґрунту після механічного порушення його структури:

1. Внесення біочару в дозах 15–25 т/га створює сприятливі умови для розвитку ґрунтової біоти завдяки розвиненій пористій структурі, яка забезпечує формування стабільних мікрооселищ для мікроорганізмів та покращує доступність поживних речовин. Підвищення вмісту стабільного органічного вуглецю сприяє активізації мікробної біомаси та ферментативної активності ґрунту [5].

2. Активна мікробіологічна інокуляція передбачає внесення консорціумів корисних мікроорганізмів, зокрема азотфіксувальних бактерій (*Azotobacter chroococcum*, *Rhizobium* spp.), фосфатмобілізувальних бактерій (*Bacillus megaterium*) та целюлозолітичних мікроорганізмів, що прискорюють мінералізацію органічних решток. Представники цих груп належать до plant growth promoting rhizobacteria (PGPR), здатних покращувати азотне та фосфорне живлення рослин і стимулювати їх ріст. Внесення мікробних препаратів у дозах 1–2 л/га з титром не менше 10^8 – 10^9 КУО/мл одночасно з органічними меліорантами забезпечує створення поживного субстрату для інтродукованих штамів і сприяє формуванню стабільного функціонального мікробіому ґрунту [8].

Універсальним елементом біологічної детоксикації є застосування металотолерантних штамів бактерій, здатних зберігати метаболічну активність в умовах підвищених концентрацій важких металів. Представники родів *Bacillus* і *Pseudomonas*, зокрема *Bacillus subtilis* та *Pseudomonas fluorescens*, характеризуються високою стійкістю до Pb, Cd та Zn і широко використовуються у фітореMediaційних технологіях. Механізми детоксикації включають біосорбцію металів на клітинній поверхні, синтез екзополісахаридів і сидерофорів, що сприяють їх зв'язуванню та зниженню рухливості в ґрунтовому розчині. Крім того, металотолерантні PGPR продукують фітогормони (ауксини, цитокініни), які стимулюють розвиток кореневої системи рослин-ремедіантів і підвищують їх

стресостійкість у токсичних умовах [9]. З огляду на пригнічення аборигенної мікрофлори навіть за помірних концентрацій важких металів, інокуляція адаптованими штамми є доцільним компонентом відновлювальних заходів.

Поєднання інокуляції з внесенням гуматів (5–10 кг/га) або біогумусу (5–10 т/га) підсилює ефект біологічної меліорації. Гумінові кислоти здатні утворювати стійкі комплексні сполуки з катіонами важких металів, знижуючи їх біодоступність. Вермикомпост містить активну мікробіоту, ферменти та біологічно активні речовини, що сприяють швидкому відновленню ґрунтового мікробіому та підвищенню біологічної активності після механічної рекультивації [10].

Отже, відновлення біологічної активності ґрунту в бelligеративних агроландшафтах потребує комплексного поєднання фізико-хімічних і біологічних методів, спрямованих на регенерацію мікробіому, покращення структури ґрунту та зниження біодоступності токсикантів. Застосування інтегрованих меліоративних підходів забезпечує формування функціонально стійкої ґрунтової системи, здатної до самопідтримуваного відновлення та відтворення родючості в умовах повоєнного періоду.

Список використаних джерел

1. Solokha, M., Demyanyuk, O., Symochko, L., Mazur, S., Vynokurova, N., Sementsova, K., & Mariychuk, R. (2024). Soil degradation and contamination due to armed conflict in Ukraine. *Land*, 13(10), 1614. doi: 10.3390/land13101614.
2. Чайка, Т.О., Короткова, І.В. (2024). Вплив технології вирощування на продуктивність і врожайність льону олійного в умовах нестійкого зволоження регіону вирощування. *Агробіологія*, 1, 25–36. doi: 10.33245/2310-9270-2024-187-1-25-36
3. Чайка, Т. О. (2025). Екологічно безпечні агротехнології: перспективи для відновлення родючості ґрунтів після воєнних дій. *Природокористування в умовах сучасних екологічних викликів* : Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф. (с. 83–87). Кам'янецьк-Подільський : Подільський ДУ.
5. Abedi-Koupai, J., & Asadkazemi, J. (2006). Effects of a hydrophilic polymer on the field performance of an ornamental plant under reduced irrigation regimes. *Iranian Polymer Journal*, 15(9), 715-725.
6. Lehmann, J., & Joseph, S. (2015). *Biochar for Environmental Management* (2nd ed.). Routledge.
7. Young, S.D. (2013). Chemistry of heavy metals and metalloids in soils. In B.J. Alloway (Ed.), *Heavy metals in soils* (3rd ed., pp. 51–96). Springer. doi: 10.1007/978-94-007-4470-7
8. Bhattacharyya, P.N., & Jha, D.K. (2012). Plant growth-promoting rhizobacteria (PGPR): emergence in agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 28, 1327–1350. doi: 10.1007/s11274-011-0979-9
9. Wang, Q., Ma, L., Zhou, Q., Chen, B., Zhang, X., Wu, Y., Pan, F., Huang, L., Yang, X., & Feng, Y. (2019). Inoculation of plant growth promoting bacteria from hyperaccumulator facilitated non-host root development and provided promising agents for elevated phytoremediation efficiency. *Chemosphere*, 234, 769–776. doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.06.132
10. Arancon, N.Q., & Edwards, C.A. (2005). Effects of vermicomposts on plant growth. In *International Symposium Workshop on Vermi Technologies for Developing Countries (ISWVT 2005)*. Los Baños, Philippines.

Abstract: The essence of an integrated approach to restoring soil biological activity and fertility in belligerative agricultural landscapes during the post-war period is elucidated. It is established that the combination of biological, organic, and physico-chemical reclamation measures

ensures the formation of a functionally stable soil system and the restoration of its productive potential.

Keywords: soil biological activity, soil fertility, biological regeneration, belligerative agricultural landscapes, soil reclamation.