

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ ДЕРЕВНОЇ РОСЛИННОСТІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ФІТОМЕЛІОРАТИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТЕРИКОНА ШАХТИ "МЕЖИРІЧАНСЬКА" ЛЬВІВСЬКО-ВОЛИНСЬКОГО ВУГІЛЬНОГО БАСЕЙНУ

К.І. Барабан
аспірантка

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
(м. Івано-Франківськ, Україна)

e-mail: beemveshka@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7429-4051>

Терикони шахти "Межирічанська" Львівсько-Волинського вугільного басейну стали об'єктом багатьох екологічних, геохімічних і ботанічних досліджень. Вивчення їхнього впливу дозволяє оцінити екологічні ризики та розробити заходи для мінімізації негативних наслідків. Важливе місце в дослідженні деревної та трав'янистої рослинності терикона посідало вивчення їхньої екологічної структури залежно від рівня багатства едафотопів, вологості та освітленості місцезростань. На териконі шахти "Межирічанська" під час проведення досліджень спостерігався природний фітомеліоративний процес. Процес природного заростання цієї території є неоднорідним: на окремих ділянках був значний і різноманітний деревний та трав'янистий покрив, тоді як на інших він практично відсутній. Значний вплив на інтенсивність цього процесу має підстилаюча поверхня, сформована з породи, яка на багатьох ділянках терикона сильно ущільнена. Внаслідок цього спостерігається знижена швидкість проникнення вологи та аераційних процесів. Крім того, ущільнення підвищує міцність ґрунту (тобто його здатність протистояти переміщенню під дією прикладеної сили), що змушує кореневі системи рослинного покриву докладати більше зусиль для проникнення в ущільнений шар. На багатьох дослідних ділянках зафіксовано IV (сильно ущільнений) та V категорії (надзвичайно ущільнений) ґрунт. Встановлено, що флора териконів представлена 28 видами вищих судинних рослин, які належать до 25 родів і 15 родин. Ці види здатні виживати в складних умовах, зокрема на сухих, кислих і малопоживних субстратах. Рослинність териконів характеризується наявністю видів-піонерів, які швидко колонізують деградовані території. Деякі рослини продемонстрували здатність до накопичення важких металів, що відкриває перспективи для фіторе mediaції — використання рослин для очищення забруднених земель. Отримані результати мають практичне значення для рекультивації техногенних ландшафтів.

Ключові слова: техногенні ландшафти, фітомеліорація, рекультивація, гірничопромислові підприємства, екологічна безпека, екологія, довкілля.

ВСТУП

Україна має значні запаси вугілля, а Львівсько-Волинський вугільний басейн є основним вуглевидобувним комплексом Західного регіону України. Висока концентрація техногенних вугільних об'єктів (відходів гірничодобувних підприємств, шахт, вуглевидобування та вуглезабагачення) на невеликих площах значно сприяє деградації компонентів техногенного середовища. Тому екологічні аспекти використання вуглевмісних штучних об'єктів Червоноградського гірничопромислового району набувають особливого значення та актуальності. Терикони шахти "Межирічанська" Львівсько-Волинського вугільного басейну стали об'єктом численних екологічних, геохімічних і ботанічних досліджень. Вивчення їхнього впливу дозволяє оціни-

ти екологічні ризики та розробити заходи для мінімізації негативних наслідків [2; 21; 25].

Екологічна небезпека породних відвалів залежить від низки чинників, серед яких хімічний та мінералогічний склад порід, особливості фізико-хімічних внутрішніх і зовнішніх перетворень у поєднанні з кліматичними та гідрогеологічними умовами, а також їхня чутливість до процесів деградації. Кожен породний відвал залежно від місцезнаходження має специфічні характеристики, що негативно впливають на довкілля. Характер та інтенсивність впливу цього джерела техногенної небезпеки безпосередньо залежать від місця розташування та умов функціонування об'єкта. Крім того, в процесі осадження хімічний склад залишкового ґрунту та відпрацьованих порід зазнає

значних змін і вже не відповідає початковому [20; 23; 26; 28].

Найбільшого негативного впливу породних відвалів, розташованих на територіях вугледобувних регіонів, зазнають атмосферне повітря та ґрунти, що своєю чергою призводить до зниження врожайності.

Породні відвали гірничодобувних підприємств є великомасштабними об'єктами забруднення довкілля у Львівсько-Волинському вугільному басейні. Займаючи значні площі, відвали є постійним джерелом надходження пилових фракцій в атмосферне повітря. До пиління призводять такі процеси, як видування вітром, розвантаження автосамоскидів, робота бульдозерів при формуванні відвалу та ін. [22]. Сприяють виділенню пилу в атмосферне повітря також метеорологічні умови, зокрема суха погода та сильний вітер.

На території Червоноградського вуглевидобувного регіону внаслідок багаторічного видобутку вугілля виникла низка проблем техногенно-екологічного характеру. Геологічне середовище на досліджуваній території є техногенно-природною системою з переважним впливом господарсько-промислової діяльності, насамперед вуглевидобувної. Поручено гідрогеологічний режим підземної гідросфери, триває нагромадження териконів, відбувається процес просідання земної поверхні, що призводить до підтоплення та утворення техногенного рельєфу [16; 24; 28].

Інтенсивний розвиток природно-антропогенних процесів у межах породних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району потребує здійснення рекультивації порушених земель. Метою рекультивації та фітомеліорації в контексті сталого розвитку є відновлення продуктивності порушених територій та оздоровлення довкілля.

Мета дослідження полягає в аналізі екологічної структури деревних і чагарникових видів, виявлених під час аналізу пробних площ, закладених на вибраних ділянках терикона шахти “Межирічанська” (ДП “Львіввугілля”). Зокрема, проаналізовано наявну рослинність за її відношенням до таких абіотичних чинників: рівня вмісту поживних речовин у ґрунті (трофоморфи), умов зволоження (гігроморфи) та адаптацій до світлового режиму (геліоморфи). Також встановлено коефіцієнт фітомеліоративної ефективності рослинного покриття, який характеризує перебіг фітомеліоративних процесів і частку кожного з наявних типів фітоценозів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

На території Львівсько-Волинського вугільного басейну спостерігається велика різно-

манітність і своєрідність флори, що спричинено екотонним положенням цієї території, оскільки поруч розташовані Західне Полісся та Подільський Лісостеп. Переважають лісова рослинність і значна частка центральноєвропейських видів та угруповань [19; 27; 29].

Виявлення повного флористичного складу цієї території потребує подальшого вивчення. За матеріалами польових досліджень, літературних і гербарних матеріалів можна стверджувати, що склад флори Малого Полісся може досягати 700 видів судинних рослин [1; 11; 14]. Вона є порівняно молододою та сформувалася в післяльодовиковий період із різних ботаніко-географічних центрів, основними з яких є гумідний, аридний та арктоальпійський. Гляціальні води утворили тут зандрову рівнину з досить бідними супіщаними відкладами, на яких переважає флора бореального характеру. Внаслідок історичної молодості вона відзначається незначною кількістю ендемічних видів і значною кількістю погранично-ареальних видів, насамперед тих, що перебувають на південній межі ареалу. Серед еколого-ценотичних груп регіону переважають бореальні види соснових лісів, зокрема *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, *Frangula alnus*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Pyrola rotundifolia*, а також деякі види папоротей. Характерною особливістю флори є наявність в її складі центральноєвропейських видів, які розташовуються на східній межі поширення. До них належать *Juncus bulbosus*, *Juncus squarrosus*, *Rubus hirtus*, *Lembotropis nigricans* та ін. Своєрідну групу становлять реліктові види — третинний релікт *Scheuchzeria palustris*, післяльодовикові релікти — *Salix myrtilloides*, *Galinago gallinago*, *Diphasiastrum complanatum*. Із нечисленних ендеміків виявлені популяції *Dianthus pseudosguarasus* Klok [13].

У регіоні є багато різноманітних за генезисом боліт. Усі вони вкриті гігрофільною рослинністю, зокрема й вільховими фітоценозами. Низові мінеральні та торф'яні болота мають високий рівень родючості, вони підлягають осушувальній меліорації та широко використовуються як сільськогосподарські угіддя. Болота є важливим компонентом географічних ландшафтів, мають значні запаси торфу та специфічну флору і фауну, що зникають при осушуванні [18].

Згідно з дослідженням [5], граб — це постійний представник другого та третього рівнів корінних типів лісу складних суборів. Характерними для них є наявність у підліску ліщини, а в трав'яному ярусі — оліго-, мезо- та евтрофних видів. Як показали дослідження, на території Малого Полісся граб і ліщина разом із дубом позитивно впливають на розкладання

соснової підстилки, що сприяє прискоренню біо-кругообігу речовин та мобілізації потенційних запасів елементів живлення для задоволення потреб деревних видів. Грабово-дубово-соснові деревостої сформувалися здебільшого у свіжих, вологих і сирих складних суборах. Корінні насадження складних суборів на території Малого Полісся внаслідок антропогенної дії збереглися лише в заповідниках і зелених зонах навколо населених пунктів [7].

Науковці [4] у разі лісової рекультивації таких складних об'єктів пропонують проводити її в три етапи: підготовчий, технічний і біологічний. Підготовчий етап включає обстеження порушеної території та розробку проекту рекультивації. Технічний етап передбачає підготовку території до створення рослинного покриву. Біологічний етап полягає в повному відновленні родючості ґрунту та створенні продуктивних фітоценозів.

Питання фітомеліорації породних відвалів шахт Львівсько-Волинського вугільного басейну детально досліджували У.Б. Башуцька [1], П.В. Босак [3], Я.В. Генік [5], Г.М. Мануїлова [12], В.В. Попович [15] та інші автори [9; 11; 13; 14]. Зокрема, В.В. Попович визначив та описав групу дерев, які найактивніше ростуть (самозаростають) на териконах шахти № 5 м. Нововолинська: *Quercus robur* L. (дуб звичайний), *Betula verrucosa* Ehrh. (береза повисла), *Salix caprea* L. (верба козяча), *Carpinus betulus* L. (граб звичайний), *Rubinia pseudoacacia* L. (робінія звичайна). На рекультивованих териконах Нововолинського гірничопромислового району створено насадження за участю *Sorbus aucuparia* L. (горобина звичайна), *Ligustrum vulgare* L. (бирючина звичайна), *Sambucus nigra* L. (бузина чорна). Такі насадження також створено на поверхні рекультивованих териконів інших досліджуваних шахт м. Нововолинська [15].

Сьогодні важливі питання формування фітоценозів у різних умовах залишаються недостатньо дослідженими. Не повністю оцінено значення порід, що їх складають, щодо підвищення біологічної продуктивності, життєздатності та динамічності лісових фітоценозів. Особливо це стосується формування рослинності в умовах дегазованих ландшафтів [17].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджуваний терикон ДП “Шахта “Межирічанська”” (до 2001 року — Шахта № 3 “Великомостівська”) належить до відокремленого підрозділу державного підприємства ВО ДКХ “Львіввугілля” Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Він займає центральну частину Межирічанського родовища. Шахта

введена в експлуатацію 17 вересня 1959 року з проектною виробничою потужністю 750 тис. т. Терикон розташований неподалік автодороги Р15 і м. Шептицький (до 2024 року — м. Червоноград) Львівської області.

Деревну та чагарникову рослинність вивчали зі східного, північного, південного, західного боків і вершини терикона шахти “Межирічанська”. Збір даних для дослідження видового складу насаджень здійснювався методом спостережень. Під час спостережень використовувалися загальнонаукові, флористичні, порівняльні, математично-статистичні методи та довідникові дані [6].

Для визначення коефіцієнта фітомеліоративної ефективності використано загальноприйнятну формулу за В.П. Кучерявим [10]:

$$K_{FM} = (S_p \cdot b + S_a \cdot b + S_{pm} \cdot b + S_f \cdot b + S_v \cdot b + S_{sv2} \cdot b + S_{sv1} \cdot b + S_{st} \cdot b + S_r \cdot b) / S, \quad (1)$$

де: S — загальна площа; S_p — площа, зайнята пратоценозом; S_a — агроценозом; S_{pm} — помологоценозом; S_f — фрутоценозом; S_v — вітоценозом; S_{sv1} — сільваценозом одноярусним; S_{sv2} — сільваценозом двоярусним; S_{st} — стріпоценозом; S_r — рудероценозом; b — кількість балів, яку отримав ценоз.

Для повноти оцінки на шістьох досліджуваних територіях було закладено пробні ділянки розміром 10×10 м, на яких проводили аналіз існуючих груп насаджень та облік зростаючої рослинності.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

За результатами досліджень у структурі рослинності терикона виділено такі класифікаційні групи за відношенням до наявності поживних речовин в едафотопі (трофністю): види, які віддають перевагу середнім за трофністю умовам місцезростання (*мезотрофи*) — 15 видів; види, які зростають переважно в бідних умовах місцезростання (*оліготрофи*) — 12 видів; види, що віддають перевагу багатим умовам місцезростання (*мегатрофи*, або *еутрофи*) — 5 видів (рис. 1).

Отже, частка *оліготрофів*, що зростають на бідних ґрунтах, становить 37,5%, *мезотрофів*, які віддають перевагу середнім умовам родючості ґрунтів, — 46,9%, а *еутрофів*, які люблять родючі умови місцезростання, — лише 15,6%.

За відношенням рослин до зволоження виділено такі групи (гігморифи): *ксеромезофіти* (рослини, які мають певні пристосування для перенесення нетривалої засухи); *мезоксерофіти* (посухостійкі рослини з високою кон-

курентоспроможністю за умов достатнього водопостачання, що характеризуються інтенсивною транспірацією та невисокою стійкістю до зневоднення тканин); *мезофіти* (рослини, пристосовані до життя в умовах середнього водозабезпечення (середня вологість ґрунту й повітря)); *мезогігрофіти* (займають проміжне положення між гігрофітами та мезофітами); *гігрофіти* (вологолюбні рослини, що ростуть на надмірно зволоженому ґрунті).

Встановлено наступне співвідношення вищезгаданих груп: *ксеромезофіти* — 6 видів; *мезоксерофіти* — 8 видів; *мезофіти* — 13 видів; *мезогігрофіти* — 3 види; *гігрофіти* — 2 види. Співвідношення їхніх часток показано на рис. 2.

Отже, найбільшим є представництво *мезофітів* — 40,6%, значно менше *мезоксерофітів* — 25%, та *ксеромезофітів* — 18,8%. Відповідно, через утруднені умови зростання, найнижчу частку в представництві займають *мезогігрофіти* — 9,4%, і *гігрофіти* — 6,2%.

За відношенням до освітлення території місцезростання та адаптації рослин до світлового режиму (геліоморфізм) зафіксовано такі групи рослинного покриву: *геліофіти* (рослини, які можуть розвиватися лише в умовах повного сонячного освітлення, сильне затінення пригнічує їхній ріст; належать рослини відкритих місцезростань); *сціофіти* (рослини, які розвиваються в умовах недостатнього освітлення — потребують 1/3 і менше від повного освітлення, не переносять яскравого світла); *сціогеліофіти* (світлолюбні рослини, але через широку екологічну амплітуду щодо світла можуть жити в умовах значного затінення); *геліосціофіти* (тіньолюбні рослини, здатні успішно рости навіть за умов повного сонячного освітлення).

Встановлено наступне співвідношення вищезазначених груп: *геліофіти* — 8 видів; *сціофіти* — 11 видів; *сціогеліофіти* — 10 видів; *геліосціофіти* — 3 види. Співвідношення їхніх часток показано на рис. 3.

Найбільше представлені *сціофіти* — 34,4%, *сціогеліофіти* — 31,2%, дещо менше *геліофітів* — 25%. Найменшу частку займають *геліосціофіти* — 9,4%.

Коефіцієнт фітомеліоративної ефективності. Для оцінки поточного фітомеліоративного процесу, що відбувається на досліджуваних ділянках терикона, було розраховано коефіцієнт фітомеліоративної ефективності рослинного покриву, який виражається в балах. Виділяють таку диференціацію за функціями та можливостями розвитку в конкретних умовах території (присутні або відсутні) кожної з перелічених груп насаджень: пратоценози — лучні

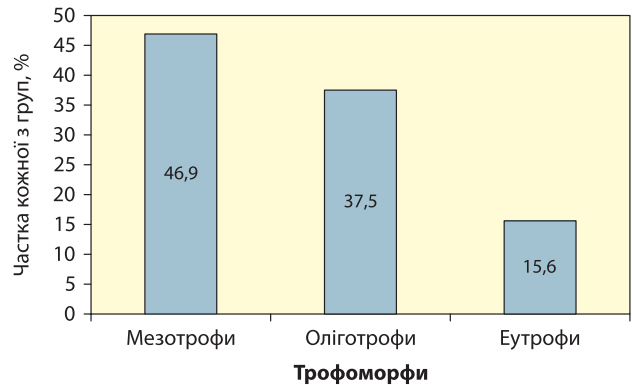


Рис. 1. Структура рослинного покриву за трофоморфами

Джерело: розроблено за результатами власних досліджень.

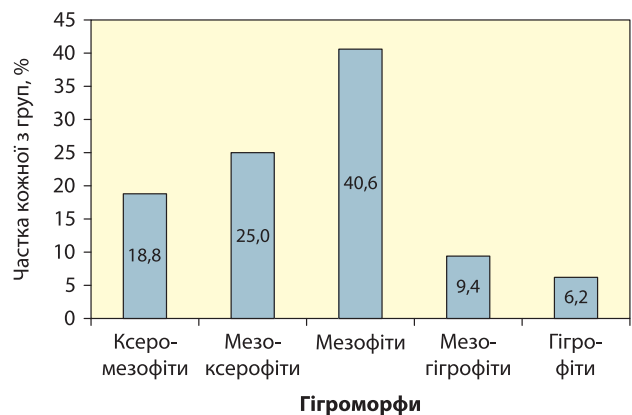


Рис. 2. Структура рослинного покриву за гіломорфами

Джерело: розроблено за результатами власних досліджень.

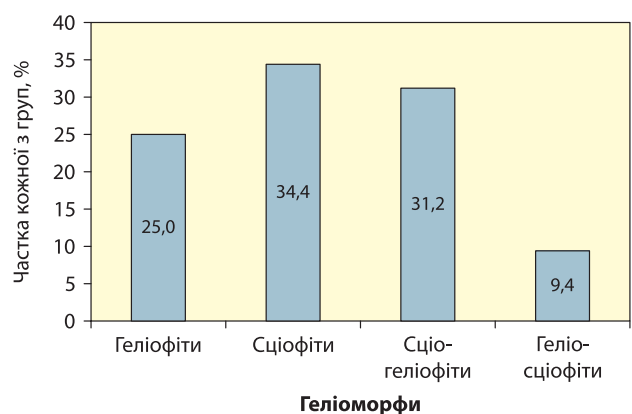


Рис. 3. Структура рослинного покриву за геліоморфами

Джерело: розроблено за результатами власних досліджень.

угруповування, агроценози — сільськогосподарські насадження, помологоценози — сади або їхні залишки, фрутоценози — чагарникові насадження, вітоценози — виноградники, сільваценози — лісові угруповування, стрипоценози — смуги різного функціонального пристосування, рудероценози — угруповування бур'янових рослин.

Ділянка № 1 (південний бік терикона). Ця дослідна ділянка розташована біля підніжжя терикона, на території, яка внаслідок видобувної діяльності зазнала трансформації первинних природних ландшафтів, значної деградації та перебуває під техногенним впливом. На цій ділянці зафіксовано високий рівень ущільнення поверхні. Розміщення деревного та трав'янистого покриву (піонерний тип рослинності) мозаїчне з ознаками групового. На цьому териконі відбувається природна фітомеліорація, яка поступово оптимізує первинні техноземи та сприяє підвищенню рівня родючості ґрунтів. Тут зафіксовано сільваценози одноярусні (S_{svl}) та рудероценози (S_r). Площа ділянки, зайнята сільваценозом одноярусним, становить 15%, рудероценозом — 25%.

Ділянка № 2 (східний бік терикона). Ділянка розташована в зниженні рельєфу, де зафіксовані схили крутизною 40–45°. Тут представлений різноманітний рослинний покрив, який суцільно вкриває поверхню. На цій території сформовані рослинні угруповання, що складаються з дерев, кущів, трав, мохового покриву. Також зафіксовано численні плодові тіла грибів і шар підстилки 5–10 см, що свідчить про сприятливі умови для локального формування природного середовища. Серед зафіксованих угруповань: сільваценоз одноярусний (S_{svl}) — 35%; рудероценоз (S_r) — 10%; фрутоценоз (S_f) — 15%.

Ділянка № 3 (північний бік терикона). Ділянка розташована в умовах рельєфу, де поверхня поступово під кутом піднімається вгору (10–30°), плавно переходячи у вершину терикона. Деяко нижче є також рівнинні ділянки, зайняті лучною та деревною рослинністю. Зафіксовано такі фітомеліоративні групи: сільваценоз одноярусний (S_{svl}) — 30%; рудероценоз (S_r) — 5%; фрутоценоз (S_f) — 10%; пратоценоз (S_p) — 25%.

Ділянка № 4 (західний бік терикона). Територія рівнинного типу, розташована поруч зі штучно сформованою дорогою, якою піднімається автомобільна техніка до верхньої тераси терикона. Ця ділянка має незначний ухил, у межах 10°. Тут сформовані природні рослинні угруповання, що існують протягом 10–15 років, зі значною кількістю деревно-чагарникових насаджень і трав'янистого надґрунтового по-

криття. Зафіксовано наступні фітомеліоративні групи: сільваценоз одноярусний (S_{svl}) — 30%; рудероценоз (S_r) — 5%; фрутоценоз (S_f) — 15%; пратоценоз (S_p) — 30%.

Ділянка № 5 (вершина терикона). У ландшафтному відношенні ця ділянка суттєво відрізняється від усіх попередніх і розташована на штучно сформованому насипі з відпрацьованих порід, який утворювався протягом багатьох десятиліть. Тут є значна крутизна схилів (50–60°), місця впливу водної та вітрової ерозій. Невелика поверхня рівнинного типу вкрита деревами, частково трав'яним покривом і бур'янами. Підраховане співвідношення є таким: сільваценоз одноярусний (S_{svl}) — 25%; рудероценоз (S_r) — 10%; пратоценоз (S_p) — 20%.

Для повноти підрахунку коефіцієнта фітомеліоративної ефективності важливу роль відіграє показник b , який враховує комплексність ефективного впливу конкретного рослинного ценозу в балах. При цьому беруться до уваги такі важливі показники, як: сезонна фітомаса, рівень киснепродукування, фільтрувальні властивості, що обумовлені габітусом і типом вегетуючого покриття, вплив на мікроклімат, шумопоглинання та оптичний вплив. Середні значення балів (b) зеленої маси подані у таблиці 1.

Таблиця 1

Середні значення балів (b) зеленої маси за В.П. Кучерявим

Тип фітоценозу	Зелена маса (b)
Пратоценоз	0,7
Агроценоз	1,0
Рудероценоз	0,8
Фрутоценоз	4,0
Помологоценоз	5,0
Стрипоценоз	8,5
Сільваценоз одноярусний	9,0

Джерело: [8].

Використовуючи показник балів, наявний в конкретних досліджуваних умовах, та методу, встановлено наступний розподіл коефіцієнтів фітомеліоративної ефективності (K_{FM}) досліджуваних ділянок:

- ділянка № 1 (південний бік терикона): $K_{FM} = 1,5$;
- ділянка № 2 (східний бік терикона): $K_{FM} = 4,0$;
- ділянка № 3 (північний бік терикона): $K_{FM} = 4,5$;
- ділянка № 4 (західний бік терикона): $K_{FM} = 5,0$;
- ділянка № 5 (вершина терикона): $K_{FM} = 3,0$.

Зважаючи на проведені підрахунки, можна констатувати диференціацію отриманих даних. Найвищі коефіцієнти фітомеліоративної ефективності зафіксовано на дослідних ділянках № 4 — 5,0, та № 3 — 4,5. Трохи нижчі показники були на ділянках № 2 — 4,0, та № 5 — 3,0. Суттєво нижчий показник встановлено в складних умовах зростання на південному боці терикона — ділянка № 1, де коефіцієнт фітомеліоративної ефективності становив 1,5, що свідчить про піонерний етап сукцесійного розвитку.

ВИСНОВКИ

Серед заходів, спрямованих на зменшення комплексу потенційних небезпек для довкілля та населення регіону, важливе місце посідає фітомеліоративний процес як біологічний етап рекультивації дегазованих територій. Традиційно він розподіляється на два напрями: плановий фітомеліоративний процес — оперативний на розрахунки в кошторисі потреб ґрунтосуміші, садивних місць, посадкового матеріалу та післяпосадкового догляду за насадженням; природний — передбачає викорис-

тання перетворюючої енергії росту та розвитку деревних і трав'янистих рослин, що, поступово адаптуючись до едафічних і кліматичних умов зростання, відповідно до своїх біолого-морфологічних особливостей, в процесі поступового “*стихийного*” росту та розвитку формують фітогенні поля, покращують механічну структуру ґрунту, підвищують його родючість через процеси сезонного опаду, збільшують рівень зволоження і сприяють розвитку сукцесійних процесів.

Розподіл коефіцієнта фітомеліоративної ефективності на досліджуваних площах різних зон показав, що його максимальне значення спостерігається із західного боку терикона (коефіцієнт фітомеліоративної ефективності — 5,0). Це зумовлено більшою інтенсивністю розширення площ лучної рослинності.

Для покращення санітарного стану насаджень рекомендуємо провести санітарні рубки, вибравши всі пошкоджені та аварійні дерева. Також доцільно створити куртини для урізноманітнення насаджень, забезпечення необхідного простору та сприяння швидшому росту і розвитку підросту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Башуцька У.Б. Антропогенно-природні сукцесії рослинності дегазованих ландшафтів Червоноградського гірничопромислового регіону: дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.01. Львів, 2004. 214 с.
2. Босак П.В. Фізико-хімічні властивості стічних вод з технологічних відвалів Нововолинського гірничопромислового району. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2018. № 18. С. 117–124. DOI: <https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.13>
3. Босак П.В., Попович В.В. Екологічна безпека підтериконових стічних вод Нововолинського гірничопромислового району EcoLab. Том 1: моногр. Львів: ЛДУБЖД, 2022. 231 с.
4. Генік Я.В., Дида А.П. Рекультивація. Львів: ННБК, АТБ, 2019. 288 с.
5. Генік Я.В., Дудин Р.Б., Дида А.П., Марутяк С.Б., Каспрук О.І. Трансформаційні процеси в лісопаркових і паркових насадженнях урбанізованих екосистем заходу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. Вип. 27 (10). С. 9–15. DOI: <https://doi.org/10.15421/40271001>
6. Дендрофлора України. Дикорослі та культивовані дерева та куші. Покритонасінні: довідник. Частина II / під ред. М.А. Кохно, Н.М. Трофименко та ін. Київ: Фітосоціоцентр, 2005. 716 с.
7. Дідух Я.П. Рослинний світ України в аспекті кліматичних змін: монографія. Київ: Наукова думка, 2023. 172 с.
8. Кучерявий В.П. Урбоекологія: Львів: “Новий світ-2000”, 2020. 460 с.
9. Кучерявий В.П. Фітогенне поле і фітомеліорація: питання теорії та практики. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2016. Вип. 26 (7). С. 15–24.
10. Кучерявий В.П. Фітомеліорація: Львів: Світ, 2003. 540 с.
11. Луньова О.В. Особливості формування техноекосистем вугільних родовищ та оцінка екологічних ризиків. *Геотехнічна механіка*. 2019. № 149. С. 58–67. DOI: <https://doi.org/10.15407/geotm2019.149.058>
12. Мануїлова Г.М. Фітомеліорація дегазованих ландшафтів в умовах Львівщини: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: 06.03.01. Львів, 2005. 18 с.
13. Музиченко О., Лішук С., Караїм О. Екологічна структура флори породних відвалів шахт Нововолинського гірничопромислового району. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Серія: Біологічні науки*. 2020. Вип. 2, № 390. С. 38–45. DOI: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2020-390-2-38-44>
14. Піндер В.Ф., Попович В.В., Босак П.В. Рекультиваційні заходи зниження техногенного впливу породних відвалів вугільних шахт на довкілля EcoLab. Том 2: моногр. Львів: ЛДУБЖД, 2023. 245 с.
15. Попович В.В. Фітомеліорація згасаючих териконів Львівсько-Волинського вугільного басейну: моногр. Львів: ВР та НВД ЛДУБЖД, 2014. 174 с.
16. Попович В.В., Волощишин А.І. Аеротехногенне забруднення довкілля в зоні вугледобування. *Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи*: матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. (Львів, 26 бер. 2021 р.). 2021. С. 131–132.
17. Попович В.В., Волощишин А.І. Екологічні особливості формування фітомеліоративного вкриття на

- териконах вугільних шахт. *Актуальні питання техногенної та цивільної безпеки України*: зб. матеріалів І Всеукр. наук. конф. Миколаїв: Видавець Торубара В.В., 2018. С. 86–87.
18. Попович В.В., Волошишин А.І. Фітомеліорація породних відвалів шахт у межах впливу Львівсько-Волинського вугільного басейну. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2018. № 54. С. 377–394.
 19. Попович В.В., Шуплат Т.І., Босак П.В. Природна фітомеліорація техногенних водойм у зоні впливу породних відвалів вугільних шахт. *Українська школа гірничої інженерії*: матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф. (Бердянськ, 06–10 вер. 2021 р.). 2021. С. 41–42. DOI: <https://doi.org/10.33271/usme15.041>
 20. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Dudyn R. Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn Coal basin. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*. 2020. Vol. 4, No. 440. P. 48–54. DOI: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>
 21. Bosak P., Popovych V., Stepova K., Marutyak S. Features of seasonal dynamics of hazardous constituents in wastewater from colliery spoil heaps of Novovolynsk mining area. *News of the National academy of sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*. 2020. Vol. 5, No. 443. P. 39–46. DOI: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.102>
 22. Karabyn V., Popovych V., Shainoha I., Lazaruk Y. Long-term monitoring of oil contamination of profile-differentiated soils on the site of influence of oil-and-gas wells in the central part of the Boryslav-Pokuttya oil-and-gas bearing area. *Petroleum and Coal*. 2019. Vol. 61, No. 1. P. 81–89.
 23. Kochmar I., Karabyn V., Stepova K., Stadnik V., Sozanskyi M. Thermal Impact on Heavy Metal Bioavailability in Burnt Rocks of Waste Heap of Chervonohradska Coal-preparation Plant (Lviv Region, Ukraine). *Geomatics and Environmental Engineering*. 2024. Vol. 18, No. 1. P. 117–133. DOI: <https://doi.org/10.7494/geom.2024.18.1.117>
 24. Petlovanyi M., Kuzmenko O., Lozynskyi V., Popovych V., Sai K., Saik P. Review of man-made mineral formations accumulation and prospects of their developing in mining industrial regions in Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*. 2019. Vol. 13, No. 1. P. 24–38. DOI: <https://doi.org/10.33271/mining13.01.024>
 25. Popovych V., Voloshchyshyn A., Bosak P., Popovych N. Waste heaps in the urban environment as negative factors of urbanization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 915, No. 1. P. 012001. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/915/1/012001>
 26. Popovych V., Voloshchyshyn A., Rudenko D., Popovych N. Geochemical properties of water under the waste heaps in Chervonohrad mining region. *E3S Web of Conf. Ukrainian School of Mining Engineering*. 2019. No.123 01035. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301035>
 27. Popovych V.V., Voloshchyshyn A.I., Tyndyk O.S., Menshykova O.V., Shuplat T.I., Bosak P.V. Monitoring of heavy metals migration into edaphic horizons of coal mine dumps. *Ecologia Balkanica*. 2022. Vol. 4, Issue 2. P. 63–74.
 28. Skrobala V., Popovych V., Pinder V. Ecological patterns for vegetation cover formation in the mining waste dumps of the Lviv-Volyn coal basin. *Mining of Mineral Deposits*. 2020. Vol. 14, No. 2. P. 119–127. DOI: <https://doi.org/10.33271/mining14.02.119>
 29. Skrobala V., Popovych V., Tyndyk O., Voloshchyshyn A. Chemical pollution peculiarities of the Nadiya mine rock dumps in the Chervonohrad Mining District, Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*. 2022. Vol. 16, No. 4. P. 71–79. DOI: <https://doi.org/10.33271/mining16.04.071>

RESEARCH OF THE ECOLOGICAL STRUCTURE OF WOODY VEGETATION AND DETERMINATION OF THE COEFFICIENT OF PHYTOMELIORATIVE EFFICIENCY OF THE MEZHRYCHANSKA MINE SPOIL HEAP IN THE LVIV-VOLYN COAL BASIN

Baraban K.

Postgraduate student

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas (Ivano-Frankivsk, Ukraine)

e-mail: beemveshka@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7429-4051>

The waste heaps of the Mezhyrichanska mine in the Lviv-Volyn coal basin have been the subject of numerous environmental, geochemical and botanical studies. Studying their impact allows us to assess environmental risks and develop measures to minimise negative consequences. An important part of the study of the spoil heap's woody and herbaceous vegetation was the study of their ecological structure in terms of the richness of habitats, their humidity and light conditions. At the time of the research, a natural phytomelioration process was observed on the spoil heap of the Mezhyrichanska mine. The process of natural revegetation of this territory is heterogeneous: in some areas, there is a significant and diverse tree and herbaceous cover, while in others it is practically absent. The intensity of this process is significantly influenced by the underlying surface formed of rock, which is heavily compacted in many areas of the spoil tip. This results in a reduced rate of moisture penetration and aeration processes. In addition, compaction increases the strength of the soil (i.e. its ability to resist movement under the action of applied force), which forces the root systems of the vegetation cover to exert more effort to penetrate the compacted layer. In many of the experimental plots, category IV (highly compacted soil) and category V (extremely compacted soil) were recorded. It was found that the flora of the spoil heaps is

represented by 28 species of higher vascular plants belonging to 25 genera and 15 families. These species are able to survive in difficult conditions, in particular on dry, acidic and low-nutrient substrates. The spoil heaps vegetation is characterised by the presence of pioneer species that quickly colonise degraded areas. Some plants have demonstrated the ability to accumulate heavy metals, which opens up prospects for phytoremediation — the use of plants to clean up contaminated land. The results obtained are of practical importance for the reclamation of man-made landscapes.

Keywords: anthropogenic landscapes, phytomelioration, reclamation, mining enterprises, environmental safety, ecology, environment.

REFERENCES

1. Bashutska, U.B. (2004). Anthropogenic-natural vegetation succession of devastated landscapes of Chervonohrad mining region. (*Candidate's dissertation*, Ukrainian State Forestry University, Lviv, Ukraine).
2. Bosak, P.V. (2018). Physico-chemical properties of wastewater from technological waste dumps of Novovolynsk mining district. *Bulletin of Lviv State University of Life Safety*, 18, 117–124. doi: <https://doi.org/10.32447/20784643.18.2018.13>
3. Bosak, P.V., & Popovych, V.V. (2022). Ecological hazard of subterranean wastewater of the Novovolynsk mining district EcoLab: a monograph (Vol 1). Lviv: Lviv State University of Life Safety.
4. Henyk, Ya.V., & Dyda, A.P. (2019). Reclamation. Lviv: NNVK, ATB.
5. Henyk, Ya.V., Dudyn, R.B., Dyda, A.P., Marutiak, S.B., & Kaspruk, O.I. (2017). Transformational processes in forest and park plantations of urbanised ecosystems in Western Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27 (10), 9–15. doi: <https://doi.org/10.15421/40271001>
6. Kokhno, M.A., Trofymenko, N.M., & Parkhomenko, L.I. (Eds.). (2005). Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and shrubs. Covered seeds: handbook (part 2). Kyiv: Phytosociological Centre.
7. Didukh, Ya.P. (2023). Flora of Ukraine in the context of climate change: a monograph. Kyiv: Scientific opinion.
8. Kucheriaviy, V.P. (2020). Urbanecology. Lviv: "Novyi svit-2000".
9. Kucheriaviy, V.P. (2016). Phytogenic field and phytomelioration: issues of theory and practice. *Scientific Bulletin of UNFU*, 26 (7), 15–24.
10. Kucheriaviy, V.P. (2003). Phytomelioration. Lviv: Svit.
11. Lunova, O.V. (2019). Specific features of coal deposit techno-ecosystems formation and environmental risk assessment. *Geotechnical mechanics*, 149, 58–67. doi: <https://doi.org/10.15407/geotm2019.149.058>
12. Manuilova, H.M. (2005). Phytomelioration of devastated landscapes in the Lviv region. (*Extended abstract of the candidate's dissertation*, Ukrainian State Forestry University, Lviv, Ukraine).
13. Muzychenko, O., Lishchuk, S., & Karaim, O. (2020). Ecological structure of the flora of mine waste heaps in the Novovolynsk mining district. *Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Series: Biological sciences*, 2 (390), 38–45. doi: <https://doi.org/10.29038/2617-4723-2020-390-2-38-44>
14. Pinder, V.F., Popovych, V.V., & Bosak, P.V. (2023). Reclamation measures to reduce the anthropogenic impact of coal mine waste heaps on the environment EcoLab: a monograph (Vol. 2). Lviv: Lviv State University of Life Safety.
15. Popovych, V.V. (2014). Phytomelioration of deteriorating waste heaps in the Lviv-Volyn coal basin: a monograph. Lviv: Lviv State University of Life Safety.
16. Popovych, V.V., & Voloshchyshyn, A.I. (2021). Aerotechnogenic environmental pollution in the coal mining zone. In *Environmental safety as a basis for sustainable development of society. European experience and perspectives: material. IV International Scientific and Practical Conference* (pp. 131–132). Lviv.
17. Popovych, V.V., & Voloshchyshyn, A.I. (2018). Ecological features of phytomeliorative cover formation on coal mine waste heaps. In *Current issues of technogenic and civilian security in Ukraine. I Ukrainian Scientific Conference* (pp. 86–87). Mykolaiv.
18. Popovych, V.V., & Voloshchyshyn, A.I. (2018). Phytomelioration of mine waste heaps within the Lviv-Volyn coal basin. *Collection of research papers of the National Mining University*, 54, 377–394.
19. Popovych, V.V., Shuplat, T.I., & Bosak, P.V. (2021). Natural phytomelioration of man-made reservoirs in the zone of influence of coal mine waste heaps. In *Ukrainian School of Mining Engineering. International Scientific and Practical Conference* (pp. 41–42). Berdiansk. doi: <https://doi.org/10.33271/usme15.041>
20. Bosak, P., Popovych, V., Stepova, K., & Dudyn, R. (2020). Environmental impact and toxicological properties of mine dumps of the Lviv-Volyn Coal basin. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences*, 4 (440), 48–54. doi: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.30>
21. Bosak, P., Popovych, V., Stepova, K., & Marutyak, S. (2020). Features of seasonal dynamics of hazardous constituents in wastewater from colliery spoil heaps of Novovolynsk mining area. *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*, 5 (443), 39–46. doi: <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170X.102>
22. Karabyn, V., Popovych, V., Shainoha, I., & Lazaruk, Y. (2019). Long-term monitoring of oil contamination of profile-differen-tiated soils on the site of influence of oil-and-gas wells in the central part of the Boryslav-Pokuttya oil-and-gas bearing area. *Petroleum and Coal*, 61 (1), 81–89.
23. Kochmar, I., Karabyn, V., Stepova, K., Stadnik, V., & Sozanskyi, M. (2024). Thermal impact on heavy metal bioavailability in burnt rocks of waste heap of Chervonohradska coal-preparation plant (Lviv Region, Ukraine). *Geomatics and Environmental Engineering*, 18 (1), 117–133. doi: <https://doi.org/10.7494/geom.2024.18.1.117>
24. Petlovanyi, M., Kuzmenko, O., Lozynskyi, V., Popovych, V., Sai, K., & Saik, P. (2019). Review of man-made mineral

- formations accumulation and prospects of heir developing in mining industrial regions in Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*, 13 (1), 24–38. doi: <https://doi.org/10.33271/mining13.01.024>
25. Popovych, V., Voloshchyshyn, A., Bosak, P., & Popovych, N. (2021). Waste heaps in the urban environment as negative factors of urbanization. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 915 (1), 012001. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/915/1/012001>
 26. Popovych, V., Voloshchyshyn, A., Rudenko, D., & Popovych, N. (2021). Geochemical properties of water under the waste heaps in Chervonohrad mining region. *E3S Web of Conf. Ukrainian School of Mining Engineering*, 123, 01035. doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201912301035>
 27. Popovych, V.V., Voloshchyshyn, A.I., Tyndyk, O.S., Menshykova, O.V., Shuplat, T.I., & Bosak, P.V. (2022). Monitoring of heavy metals migration into edaphic horizons of coal mine dumps. *Ecologia Balkanica*, 4 (2), 63–74.
 28. Skrobala, V., Popovych, V., & Pinder, V. (2020). Ecological patterns for vegetation cover formation in the mining waste dumps of the Lviv-Volyn coal basin. *Mining of Mineral Deposits*, 14 (2), 119–127. doi: <https://doi.org/10.33271/mining14.02.119>
 29. Skrobala, V., Popovych, V., Tyndyk, O., & Voloshchyshyn, A. (2022). Chemical pollution peculiarities of the Nadiya mine rock dumps in the Chervonohrad Mining District, Ukraine. *Mining of Mineral Deposits*, 16 (4), 71–79. doi: <https://doi.org/10.33271/mining16.04.071>

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРА

БАРАБАН Катерина Ігорівна, аспірантка, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу (вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, Україна, 76000; e-mail: beemveshka@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-7429-4051>).

Новини

Новини

Новини • Новини • Новини

Японія хоче досягнути нульових викидів CO₂ до 2050 року. За даними Європейської Комісії, зараз країна посідає 5 місце за обсягом викидів цього забруднювача до 2035 року Японія планує скоротити викиди вуглекислого газу CO₂ на 60% порівняно з рівнем 2013 року, а до 2050 року досягнути нульового рівня викидів. Про це повідомляє Bloomberg.

За оцінками аналітиків групи Climate Action Tracker, щоб обмежити зростання глобальної температури до 1,5°C вище за доіндустріальний рівень, країна має знизити викиди ще більше, ніж на 60% — орієнтовно на 80% до 2035 року. У 2023 році більш ніж 60% згенерованої електрики в країні припадало на вугілля та природний газ. Японія повільно переходить на відновлювані джерела енергії (ВДЕ), зокрема, через проблеми з регулюванням перезапуску атомних електростанцій, а також через брак доступних для будівництва сонячних електростанцій та наземних вітропарків територій.