



УДК 581.5+631.516:662.271.4:665.7

ТЕХНОГЕННО ДЕВАСТОВАНІ ТЕРИТОРІЇ ВУГЛЕ- І НАФТОВИДОБУВНОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ТА ЗАХОДИ ЩОДО ЇХ ФІТОМЕЛІОРАЦІЇ

З. М. Фецько¹, О. І. Терек¹, В. І. Баранов¹, С. В. Бешлей², С. П. Ващук¹, О. С. Філяк³

¹Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна

²Інститут екології Карпат НАН України, вул. Козельницька, 4, Львів 79026, Україна

³Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
вул. Клепарівська, 35, Львів 79000, Україна
e-mail: zirka_blb2@ukr.net

Розглянуто проблеми забруднення навколишнього середовища Сокальського і Дрогобицького районів Львівщини та Долинського району Івано-Франківської області, які зазнають впливу різних типів техногенного забруднення. Проаналізовано вплив відходів вугільної та нафтовидобувної промисловостей на стан довкілля цих регіонів.

Наведені основні види рослин для фітомеліорації техногенно порушених територій. Показано, що перспективними фітомеліорантами на відвалах вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району (ЧГПР) є *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Brassica napus* var. *olei-fera*, *Salix caprea* L., *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* L., *Polygonum cuspidatum* і *Petasites hybridus*, для нафтозабруднених територій – *Carex hirta* L., *Vicia faba* var. *minor*, *Soja japonica* Savi. Проаналізовано біохімічні аспекти адаптації цих фітомеліорантів до токсичних факторів техногенних територій, їхні середовищевірна і захисна функції.

Ключові слова: породні відвали вугільних шахт, важкі метали, нафтове забруднення, ґрунти.

ВСТУП

На західній Україні, як і в цілому в країні, проблема забруднення верхнього родючого шару ґрунту чітко проявилась у районах добування нафти і гірничовидобувних підприємств, де нагромаджуються відходи промисловості у вигляді пустої породи, нафти й нафтопродуктів на поверхні ґрунту. Осередками забруднень середовища такого типу є Сокальський район Львівської області, де сконцентрована вугільна промисловість, околиці міста Борислава Дрогобицького району на Львівщині та міста Долина Долинського району Івано-Франківської області, де видобувають нафту (рис.1).

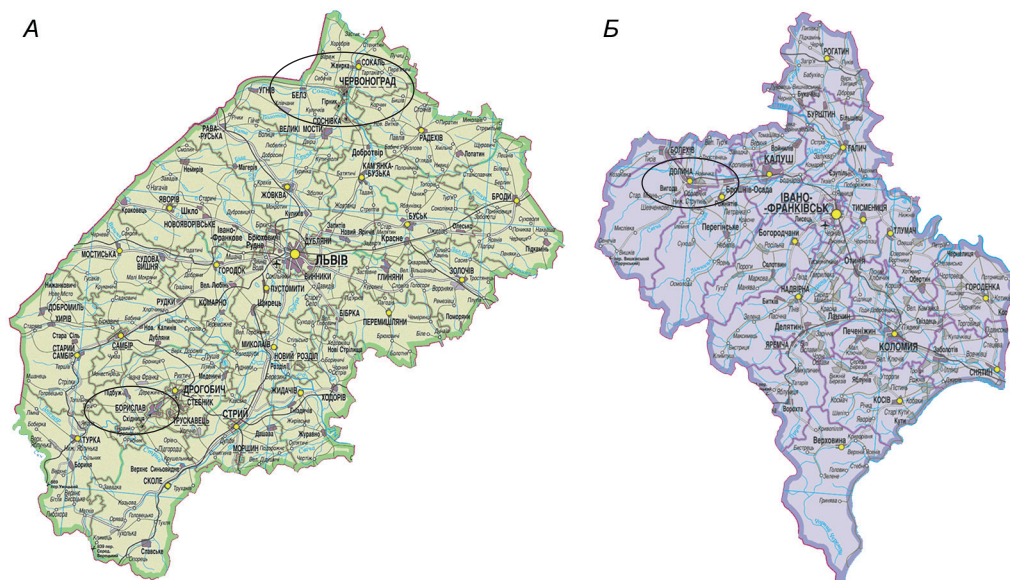


Рис. 1. Карта Львівської (А) та Івано-Франківської (Б) областей із позначеними районами різного техногенного забруднення [47, 48]

Fig. 1. Map of Lviv (A) and Ivano-Frankivsk (B) regions with noted area of heterogeneous anthropogenic pollution [47, 48]

Породний відвал Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) (рис. 2) займає площу близько 75 га, його висота 68 м, терасований, рослинність практично відсутня [5].

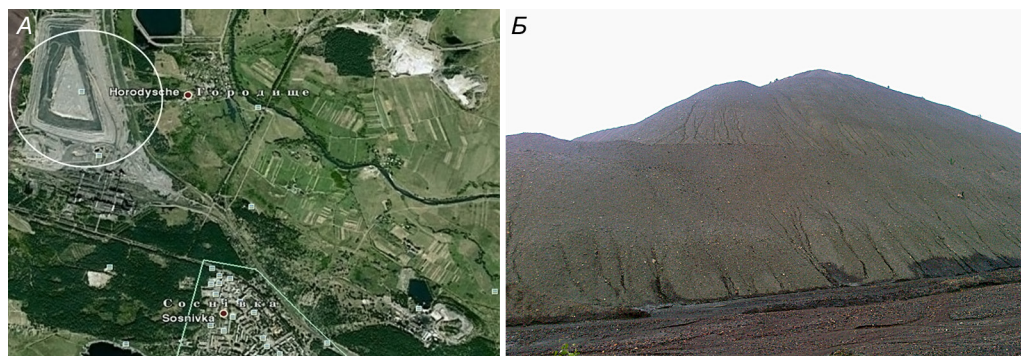


Рис. 2. Зображення породного відвалу Центральної збагачувальної фабрики:

А – загальний вигляд відвалу (www.earth.google.com); Б – зовнішній вигляд терикону

Fig. 2. Image of rock dump of the Central concentrating mill:

А – general view of rock dump. Source: www.earth.google.com; Б – appearance of rock dump

Відходи вугледобутку, з яких формуються терикони та відвали, проходять стадії фізичного і хімічного перетворення, після чого стають придатними для поселення живих організмів. Частина твердих відходів розсіюється вітром і опадами

разом із токсичними елементами, у тому числі важкими металами й іншими складовими [32]. До основних негативних чинників відвалу ЦЗФ належать висока кислотність, перевищення ГДК за вмістом важких металів, низький вміст органічної речовини, низька вологість, висока температура субстратів, вітрова та водяна ерозії, крутизна та велика площа схилів. У геохімічній системі ґрунту цієї промислової зони відбуваються одночасно процеси нагромадження важких металів і вимивання їх у ґрунтові води. Ґрунти району достатньо забруднені важкими металами (ВМ), а безпосередньо біля підніжжя відвалів спостерігають максимальні їхні кількості, що значно перевищують ГДК, причому окремі ВМ мають максимальний вміст навіть на відстані до 1–5 км від відвалів і шахт [3].

Мінеральний склад субстратів відвалу представлений аргілітами, алевролітами та пісковиками, в яких у зв'язаному вигляді містяться важкі метали: Li, V, B, P, Zn, Pb, Bi, Co. З'ясовано, що підвищені концентрації майже всіх мікроелементів, окрім Mo і Sc, пов'язані із зольністю порід. Виявлено, що на концентрування та взаємозв'язки мікроелементів впливає одразу кілька чинників, а саме – показник перегорілості породи і літологічний склад. Установлено, що у відвалі характерними є два основних види порід – неперегорілі, для яких характерний природний чорно-сірий колір (близько 70%) і перегорілі породи зі зміненими структурно-текстурними особливостями, вони мають бурувато-червоний колір різноманітних відтінків, що свідчить про складні літологічні й петрографічні перетворення, які відбувалися у процесі термального „метаморфізму”. Саме перегорілі породи концентрують більший вміст мікроелементів. Наприклад, із 166 виявлених перевищень рівня кларків для усіх мікроелементів 99 властиві перегорілим породам (60% від загалу) і 67 – неперегорілим. Зрозуміло, що основною причиною концентрування металів у перегорілих породах є підвищення їхньої зольності внаслідок вигорання органіки [3, 4, 31].

У породі багато сульфурвмісного мінералу піриту (до 1–4%) з домішками арсену і ртуті. У таких піритовмісних осадових породах за наявності на їхній поверхні вологи із розчиненим у ній киснем атмосферного повітря відбувається досить повільна реакція: $2\text{FeS}_2 + 7\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{FeSO}_4 + 2\text{H}_2\text{SO}_4$. У присутності тіонових бактерій *Thiobacillus ferrooxidans* окислення піриту інтенсифікується і відбувається за реакцією $2\text{FeS}_2 + 7,5\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$. Підкислення породи внаслідок цих процесів до межі рН 2–3 негативно впливає на поселення, ріст і розвиток рослин, сприяючи переходу важких металів у легкорозчинну форму, яка токсичніша для живих організмів [22, 23]. При відборі проб води із калюж і дренажних канав на відвалі ЦЗФ було встановлено, що вміст SO_4^{2-} становив понад 5000 мг/дм³ із рН 2,8–2,9. Під час окиснення породи у повітря здійснюються також шкідливі гази: сірчаний ангідрид, окиси карбону й нітрогену, порошок і сажа. У Червоноградському ГПР з 1 м³ терикону, що горить, протягом доби виділяється: 10 кг оксиду карбону, 6,3 кг сірчаного газу, 0,6 кг сірководню й оксидів нітрогену. Під час горіння териконів збільшується і випаровування летких форм ртуті. Встановлено, що на відстані 150 м від породного відвалу кількість пилу досягає 10–15 мг/м³. Під час дослідження повітря на території санітарно-захисної зони ЦЗФ виявлено перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин: пилу в 5,2–7,3, сажі – у 1,5–2,1, діоксиду нітрогену – в 1,5–1,8 рази [27]. Із застосуванням спеціально обладнаних термопар показано, що температура на глибині 1,5–3 м у воронці горіння на відвалі сягає 1000–1100°C [15]. Після припинення експлуатації відвалів поверхневі

осередки горіння досить швидко зникають, однак усередині відвалів горіння триває протягом 7–12 років.

Отже, підприємства вугільної промисловості забруднюють атмосферу твердими й газоподібними речовинами.

Радіоактивне забруднення техносистем є незначним і залежить від умов міграції радіонуклідів (4,5–21,4 мКі/км²), однак воно перевищує рівень геохімічного фону у 3–10 разів. На Львівщині найвищі показники щільності радіонуклідів відзначаються на териконах і хвостосховищах ЧГПР Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну. Відчутна мінливість рівнів радіоактивного забруднення спостерігається і у межах відвалів. Результати радіоекологічних досліджень показали, що рівень експозиційної дози гірничопромислових об'єктів регіону перевищує фоновий в 1,2–1,6 разу. При цьому середній показник радіоактивного забруднення Cs¹³⁷ вищий від фонового в 1,3–1,7 разу, а Sr⁹⁰ – у 2,0–5,0 [35].

На території Сокальського р-ну Львівської обл. було проведено дослідження впливу підвищеного вмісту хімічних речовин у природному середовищі на стан здоров'я дітей [36]. Виявлено, що у дітей м. Соснівка, яке розташоване на відстані 5 км від відвалу ЦЗФ і 1 км від відвалу шахти „Надія”, однакову динаміку зміни мікро- й макроелементного складу крові та волосся. За результатами аналізів, порівняно з регіональними нормами, виявлено підвищення вмісту важких металів Cr, Cd, Pb у крові та волоссі, а також зменшення у крові хімічних елементів Fe, Cu і Zn до 1,5 разу, Mn – до 2 разів, а у волоссі дітей – різке зменшення вмісту Fe, Mn та Zn. Ці зміни негативно позначились на здоров'ї дітей [36].

Результати вивчення розподілу важких металів у ґрунтах населених пунктів області, де була підвищена захворюваність дітей на гіпоплазію, й аналізу характеру нагромадження цих металів у продуктах харчування, волоссі, зубах, крові, м'язах, кістках дітей показують, що до 70% важких металів надходить в організм людей із водою і продуктами харчування, з урахуванням чого і встановлені гігієнічні нормативи для 25 ксенобіотиків, зокрема іонів: ртуті, кадмію, свинцю, миш'яку, міді, цинку, заліза, стронцію, олова, сурми, нікелю, хрому, фтору, алюмінію, йоду [36].

Крім того, при видобутку 1 т вугілля у поверхневій водоймі надходить до 3 м³ стічних вод, із яких повному очищенню піддається не більше 20%. У результаті проведених досліджень із вивчення токсичності вод зі ставків накопичувачів шахтних вод і ставка-шламовідстійника ЦЗФ та поверхневих вод ЧГПР [16–18] встановлено, що токсичність води зі ставків-накопичувачів шахтних вод і ставка-шламовідстійника ЦЗФ характеризується „вищим за середній” рівнем токсичності (за середніми значеннями) і є одним із джерел забруднення не лише природних водойм, а й ґрунтів і підземних вод, оскільки роботи з їхньої ізоляції проведені не у повному обсязі.

Постійне відкачування тисяч кубометрів підземних вод призводить до висихання боліт. Але найбільшу загрозу спричиняє закриття шахт, через яке підземні води піднімаються на поверхню і призводять до затоплення, заболочення і засолення значних територій. Відповідно, землі, під якими проводять видобуток вугілля, втрачають свою цінність, а їхнє цільове застосування стає неможливим [39].

Таким чином, наявність гірничодобувної промисловості формує на території ЧГПР складну геохімічну систему, внаслідок чого відбувається забруднення токсичними речовинами ґрунтів, води та повітря, що негативно відображається на здоров'ї жителів цієї території.

Нафта і нафтопродукти поряд із пестицидами визнані у світі пріоритетними забруднюючими речовинами. Нафта складається зі значної кількості вуглеводнів різноманітної будови та високомолекулярних смолисто-асфальтенових речовин. У ній розчинена певна кількість води, солей, а також органо- та макроелементів, основними з яких є (%): С – 83–87, Н – 12–14, N, S, O – 1–2, рідше – 3–6 (за рахунок переважання S). Окрім того, десяти й соті частки відсотка нафти становлять численні мікроелементи. До основного складу нафти належать: легкі фракції, метанові вуглеводні (в тому числі тверді парафіни), циклічні вуглеводні, смоли, асфальтени і з'єднання сульфуру. Твердий парафін досить важко руйнується й окислюється на повітрі. Він надовго може закрити всі пори ґрунтового покриву, позбавивши ґрунт можливості вільного водо- та газообміну. Це призводить до часткової або повної деградації біоценозу. Ароматичні вуглеводні – найтоксичніші компоненти нафти. Шкідливий екологічний вплив смолисто-асфальтенових компонентів на ґрунтові екосистеми полягає не в хімічній токсичності, а у значній зміні водно-фізичних властивостей ґрунтів. Якщо нафта просочується згори, її смолисто-асфальтенові компоненти сорбуються, в основному, у верхньому, гумусовому горизонті, іноді міцно цементуючи його. При цьому зменшується поровий простір ґрунтів. Смолисто-асфальтенові компоненти – гідрофобні: обволікаючи коріння рослин, вони різко погіршують доступ до них вологи, що спричиняє загибель рослин [19, 20, 34].

Негативна дія нафти на ґрунтово-рослинний покрив, атмосферне повітря, поверхневі та підземні води, екологічні системи і здоров'я людей відзначається на всіх стадіях промислового освоєння території: від буріння, переробки, зберігання, транспортування аж до ліквідації обладнання [2]. Осередками такого типу забруднення у Львівській області є місто Борислав Дрогобицького району та його околиці, а у Івано-Франківській – місто Долина Долинського району (рис. 3).



Рис. 3. Нафтозабруднені ґрунти:

А – нафтовидобувна „качалка” у м. Бориславі; Б – нафтове озеро (амбар) у м. Долина

Fig. 3. Oil-contaminated soil:

А – oil rocking in Borislav; Б – oil lake (barn) in Dolyna

Забруднений ґрунт може стати джерелом потрапляння токсикантів до організму людини різними шляхами: ґрунт – рослина – продукти харчування, ґрунт – ґрунтові води – людина, ґрунт – атмосферне повітря – людина, що збільшує ризик захворювань [2]. Нафтопродукти, завдяки високій адсорбційній здатності ґрунту, довгий час зберігаються в ньому, змінюючи його фізико-хімічні та біологічні властивості. Склеювання структурних частин ґрунту нафтою призводить до зростання в'язкості і щільності ґрунтової маси, що погіршує його повітряно-водний режим. Ґрунти, просочені нафтопродуктами, втрачають здатність вбирати й утримувати вологу. Через забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами створюються анаеробні умови, змінюється окисно-відновний потенціал, порушується баланс карбон-нітроген, змінюється вміст поглинутих основ Ca^{2+} і Mg^{2+} , унаслідок цього ґрунт втрачає свою родючість, стає гідрофобним, підвищується ерозія, вивітрювання тощо [19, 20, 34, 45]. Окрім органічних компонентів, нафта також містить важкі метали, котрі можуть бути додатковим чинником негативного впливу на рослини. Відомо, що ВМ швидко нагромаджуються у ґрунті й надзвичайно повільно з нього виводяться. Ще однією їхньою особливістю є те, що накопичуються вони здебільшого у верхньому родючому шарі ґрунту, де становлять пряму небезпеку для рослин і мікроорганізмів. Токсичний вплив ВМ спрямований у першу чергу на ферментативні процеси, які здійснюються ґрунтовими мікроорганізмами. Тривала присутність важких металів у ґрунті сприяє зниженню мікробної біомаси, зменшенню кількості мікроорганізмів у популяції, пригнічує процеси мінералізації органічних речовин і, як наслідок, створює умови, несприятливі для росту рослин. Тому під час оцінки токсичності нафтозабрудненого ґрунту важливо враховувати не лише загальний вміст вуглеводнів, а й концентрацію важких металів [25, 28, 40].

Бориславсько-Покутський нафтогазоносний район належить до Передкарпатської нафтогазоносної області Західного нафтогазоносного регіону України, до якого належать як Бориславське нафтогазоконденсатне родовище, так і Долинське нафтове родовище [46]. Водночас зі створенням нафтового родовища у Бориславі на його території протягом останніх 150 років відбувалася забудова житловими будинками, інфраструктурами міста, що є унікальним явищем, аналогів якому немає у світі. На сьогодні вся територія нафтового родовища зайнята житловими кварталами, а їх мешканці перебувають під постійним негативним впливом нафтового забруднення та підвищеної концентрації вуглеводневих газів, які також можуть утворювати вибухонебезпечну суміш [28].

Долинський нафтоносний район – це один із найбагатших за запасами „чорного золота” районів на Прикарпатті. Виходи нафти тут були відомі ще у XIX ст. Розпочата в 1948 р. експлуатація нафтогазових родовищ триває донині, а об'єм видобутих нафти і газу становить близько 55% від загального обсягу товарної продукції, що виробляється промисловим комплексом району. Долинське нафтове родовище розташоване у Долинському районі на відстані 5 км від м. Долина. У тектонічному розрізі воно лежить у першому ярусі складок центральної частини Бориславсько-Покутської зони. Площа понад 30 км². Глибина залягання нафтоносних верств – 1600–3000 м, потужність – до 100–120 м [1].

Отже, основними причинами негативного впливу на довкілля м. Борислава і м. Долини та їхніх околиць унаслідок довготривалого нафтовидобутку є забруднення

нафтою і супутніми вуглеводневими газами, земляні роботи, урбанізація, пожежі нафтових свердловин, які забруднюють ґрунтовий покрив, водойми, інгібують діяльність екосистем [38].

У світовій практиці для зменшення негативного впливу токсичних факторів техногенно девастрованих територій прийнято здійснювати заходи із їх рекультивациі [41–44]. Заключною стадією рекультивациі є **фітомеліорація** – один із напрямів прикладної екології, який полягає у дослідженні, прогнозуванні та використанні фітоценозів (природних і створених людиною рослинних систем) для поліпшення геофізичних, геохімічних, біотичних, просторових і естетичних характеристик середовища, яке оточує людину, проектуванні та створенні штучних рослинних угруповань із використанням трав'яної, чагарникової та деревної рослинності, яка покращує кліматичні, ґрунтові й гідрологічні умови середовища [29, 30].

Велику увагу в цьому аспекті приділяють підбору стійких рослин (за їхніми фізіологічними та популяційними параметрами, фіторемердіаційними властивостями і механізмами стійкості), які можна використовувати при фітомеліорації техногенно порушених територій. Над цим питанням працюють не лише окремі дослідники, а й цілі наукові установи (Інститут екології Карпат НАН України, Львівський національний університет імені Івана Франка, Львівський національний лісотехнічний університет та ін).

Лабораторними дослідженнями показано, що толерантність до нафтозабруднених ґрунтів проявляє осока шорстковолосиста (*Carex hirta* L.), біб кормовий (*Vicia faba* var. *minor*), соя культурна (*Soja japonica* Savi.) [6–8, 11, 14, 20, 21]. Ростучи в умовах нафтового забруднення, рослини *Carex hirta* L. нагромаджують у надземній частині важкі метали, в органах рослин зростає загальна антиоксидантна активність, збільшується вміст поліфенолів, що відображає видоспецифічність адаптивних реакцій виду за дії нафтового стресу [26]. Середовищетвірна роль виду пов'язана із покращенням фізико-хімічної та мікробіологічної властивості едафотопу, його повітряно-водного режиму, що забезпечує біодеградацію нафти у ґрунті [20]. У рослинах бобу кінського збільшувалася активність пероксидази, каталази, співвідношення вмісту відновленого й окисненого глутатіону, що свідчить про реакцію рослин, спрямовану на захист від окиснення компонентів рослинної клітини [24]. Показано позитивний вплив бобу кінського на функціонування мікробних асоціацій метаболізму нітрогену в нафтозабрудненому ґрунті та встановлено його роль у зменшенні фітотоксичності нафтопродуктів у забруднених ґрунтах [21]. За умов росту в нафтозабрудненому ґрунті у *Soja japonica* відбувається формування симбіотичних взаємодій із ризобіями, що покращує азотфіксацію [13].

На основі проведених досліджень виявлено, що перспективними фітомеліорантами відвалів вугільних шахт Червоноградського гірничо-промислового району є як трав'яні види – кунічник наземний (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), ріпак озимий (*Brassica napus* var. *olei-fera*), так і чагарникові та деревні види – верба козяча (*Salix caprea* L.), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), береза повисла (*Betula pendula* L.).

Захисними реакціями *Brassica napus* до несприятливих умов породних відвалів вугільних шахт є нагромадження у рослинах основних амінокислот – найбільшою мірою аргініну, а також гістидину й лізину, та амідів (глутатіону й аспарагіну), яке, найімовірніше, відбувається за рахунок аміаку сечовини [6]. Збільшення вмісту вуглеводів забезпечує підвищення осмотичного тиску і всисної сили клітин,

створюючи у них гіпертонічну концентрацію та поліпшуючи тим самим поглинання води із субстрату відвалу [8]. Вивчено розподіл важких металів у органах *Polygonum cuspidatum* Sieb. Et Zucc. і *Petasites hybridus* L. за умов росту на витяжках зі субстратів відвалу та встановлено, що ці види є акумуляторами важких металів, а за деякими елементами, зокрема Cd, навіть гіперакумуляторами, що свідчить про можливість використання цих рослин для фітореMediaції субстратів відвалів вугільних шахт від важких металів [12].

Польові дослідження, які проводилися протягом 2009–2012 років, показали доцільність використання *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth для фітомеліорації усіх елементів рельєфу (підніжжя, терас, схилів і вершини) відвалів вугільних шахт [9–11]. Встановлено його позитивний вплив на едафічні характеристики субстратів відвалів (гранулометричний склад, реакцію середовища рН(H₂O), органічного карбону, температури та вологості). Унаслідок покращення фізичних і фізико-хімічних показників середовища під заростями кунічника наземного швидко відбувається деструкція клітковини, що сприяє формуванню перегнійно-акумулятивного шару на техногенному субстраті [9–11].

Встановлено, що вербу козячу, сосну звичайну та березу повислу на відвалах вугільних шахт можна використовувати не тільки як ґрунтоутримувальні (протиерозійні) рослини, а й як рослини – фітореMediaтори важких металів, що зменшить вимивання останніх зі субстрату відвалу і надходження у ґрунті та стічні води [7].

Оскільки ґрунті умови техногенно забруднених ґрунтів є прикладом дії багатofакторного стресу на рослини, то покращення умов їхнього росту і розвитку потребує низки заходів, серед яких – використання засобів стимуляції їх росту [5, 37].

Із результатів проведених досліджень [4, 10, 14, 20, 21] випливає, що використання вищеперелічених рослин для фітомеліорації цих антропогенно забруднених ґрунтів є доцільним, але потребує вивчення щодо внесення певних поживних речовин для покращання їхнього росту і розвитку. Такими речовинами можуть слугувати як звичайні добрива (нітроамофоска), так і нетрадиційні – глауконіт, мул ставів, відходи золи Добротвірської ТЕС, Львівського дріжджового заводу тощо [5, 37].

Висадження рослин, підживлення та стимулювання їх росту добривами сприятиме швидкому озелененню відвалів і нафтозабруднених ґрунтів, що зменшить кількість шкідливих стоків із поверхні й тим самим покращить екологічний стан довкілля та зменшить негативний вплив на рослинність і здоров'я жителів цих регіонів.

1. **Атлас родовищ нафти і газу.** УНГА. Львів, 1999; 5. 384 с.
2. **Бабаджанова О.Ф., Гринчишин Н.М.** Роль сорбентів у ліквідації аварійних розливів нафтопродуктів із поверхні ґрунту. **Вісник Львів. держ. ун-ту безпеки життєдіяльності**, 2010; 4: 75–81.
3. **Баранов В.І.** Екологічний опис породного відвалу вугільних шахт ЦЗФ ЗАТ „Львівсистем-енерго” як об'єкта для озеленення. **Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол.**, 2008; 46: 172–178.
4. **Баранов В., Бешлей С., Ващук С.** та ін. Визначення токсичності дії важких металів і кислотності на рослини ріпаку як факторів впливу субстратів ґрунту породних відвалів. **Біологічні Студії / Studia Biologica**, 2011; 5(1): 17–24.
5. **Баранов В., Войціховська А., Думич О.** та ін. Дослідження придатності мулу рибицьких ставів як органічного субстрату для рекультивациі ґрунту породних відвалів вугільних шахт. **Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол.**, 2009; 49: 195–202.

6. Баранов В.І., Гавриляк М.Я., Телегус Я.В. Зміни вмісту сірки, вільних амінокислот і білка в рослинах ріпаку, підживлених капсульованими добривами на субстратах породного відвалу вугільних шахт. **Біологічні студії / Studia Biologica**, 2010; 4 (1): 53–62.
7. Баранов В.І., Гузь М.М., Гавриляк М.С. та ін. Вивчення вмісту важких металів у деревних рослин на девастованих ґрунтах породного відвалу вугільних шахт. **Наук. вісник Нац. лісотехн. ун-ту України**, 2010; 20.1: 68–72.
8. Баранов В., Козловський М., Гавриляк М., Бешлей С. Вплив капсульованих добрив на ростові показники, вміст пігментів фотосинтезу та вуглеводів у проростків ріпаку за росту на ґрунтах породного відвалу вугільних шахт. **Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол.**, 2010; 52: 167–171.
9. Бешлей С.В., Баранов В.І., Козловський В.І. та ін. Уміст важких металів у куничнику наземному (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth) за умов росту на субстратах породних відвалів вугільних шахт. **Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол.**, 2011; 57: 145–150.
10. Бешлей С.В., Баранов В.І., Микієвич І.М. Зміна субстратів відвалів породи Червоноградського гірничопромислового району при заростанні куничником наземним (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth). **Біологічні студії / Studia Biologica**, 2010; 4(2): 75–82.
- Бешлей С.В., Фецько З.М., Баранов В.І. Польова вологість і температура субстрату породних відвалів під заростями куничника наземного. **Захист навколишнього середовища. Збалансування природокористування. Мат-ли IV студ. наук.-практ. конф.** (27–28 жовтня 2011 р.), Львів. 36–38.
11. Ващук С.П., Баранов В.І., Бешлей С.В. та ін. Кремена біла та гірчак сахалінський як можливі рослини фіторемедіатори відвалів вугільних шахт. **Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку**. Мат-ли наук. конф., Шацьк, 2012: С. 6–7.
12. Величко О. Ефективність функціонування симбіотичної системи *Bradyrhizobium japonicum* – рослини сої у нафтозабрудненому ґрунті. **Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол.**, 2012; 58: 150–157.
13. Величко О., Сокол О., Терек О. Всисна сила клітин коренів рослин сої за екстремальних водних умов нафтозабрудненого ґрунту. **Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол.**, 2009; 49: 203–207.
14. Воробійов Є.О., Ніколенко М.О., Сокирка С.О. та ін. Методи вимірювання температури і газів породних відвалів, що горять. „Донбас – 2020”: **V Наук. практ. конф.** Донецьк, 2010: С. 638–643.
15. Горова А.І., Кулина С.Л. Оцінка токсичності ґрунтів Червоноградського гірничопромислового району за допомогою ростового тесту. **Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол.**, 2008; 48: 189–194.
16. Горова А.І., Кулина С.Л. Біоіндикаційна оцінка токсичності поверхневих водойм в зоні впливу Червоноградської групи шахт. **Мат-ли II Всеукр. з'їзду екологів з міжнар. участю**, Вінниця: ФОП Данилюк, 2009: С. 527–530.
17. Горова А., Кулина С., Шкредметко О. Про біоіндикаційну оцінку впливу на довкілля ставків-накопичувачів шахтних вод (на прикладі Червоноградського гірничопромислового регіону). **Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол.**, 2011; 56: 221–226.
18. Джура Н.М. Можливості використання рослинних тест-систем для біомоніторингу нафтозабруднених ґрунтів. **Біологічні Студії / Studia Biologica**, 2011; 5(3): 183–196.
19. Джура Н.М., Романюк О.І., Гонсьор Ян та ін. Використання рослин для рекультивації ґрунтів, забруднених нафтою і нафтопродуктами. **Екологія та ноосферологія**. 2006. 17(1–2): 55–60.
20. Джура Н.М., Мороз О.М., Русин І.Б. та ін. Вплив рослин бобу кормового (*Vicia faba* var. *tipog*) на функціонування мікробних асоціацій метаболізму азоту в забрудненому нафтою ґрунті. **Ґрунтознавство**, 2010; 11(3–4): 105–112.

21. *Зборщик М.П., Осокин В.В. Предотвращение самонагревания горных пород.* Киев: Техніка, 1990. 176 с.
22. *Зборщик М.П., Осокин В.В. Предотвращение экологически вредных проявлений в породах угольных месторождений.* Донецк: ДонГТУ, 1996. 178 с.
23. *Карпин О., Джура Н., Цвілинюк О., Терек О.* Вплив нафтового забруднення ґрунту на ростові показники, вміст пероксиду водню і активність пероксидази рослин бобу (*Vicia Faba L.*). **Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол.**, 2008; 47: 160–165.
24. *Карпин О., Джура Н., Цвілинюк О.* та ін. Важкі метали як компонент нафтового забруднення ґрунту. **Вісник Львів. ун-ту. Сер. біол.**, 2009; 50: 177–181.
25. *Карпин О., Цвілинюк О., Терек О.* та ін. Антиоксидантна активність і вміст поліфенолів у рослинах *Carex hirta L.* та *Faba bona medic.* (*Vicia Faba L.*) за дії нафтового забруднення. **Біологічні Студії / Studia Biologica**, 2009; 3(2): 109–114.
26. *Книш І.Б., Харкевич В.В.* Розподіл вмісту хімічних елементів у породах териконів Червоноградського гірничо-промислового району. **Вісник Львів. ун-ту. Сер. геол.**, 2003; 17: 148–158.
27. *Копач І.В.* Екологічні проблеми на Бориславському нафтовому родовищі. **Мат-ли міжнар. наук.-техн. наради** (Київ, 14–17 грудня 1998 р.). К., 1998: С. 9.
28. *Кучерявий В.П.* **Фітомеліорація:** навч. посіб. Львів: Світ, 2003. 540 с.
29. *Кучерявий В.П., Генік Я.В., Дида А.П.* та ін. **Рекультивация та фітомеліорація:** навч.-метод. посіб. Львів: Вид-во НЛТУ України, 2006. 116 с.
30. *Марко О.І., Ніколенко П.М.* Еколого-геохімічна характеристика порід відвалу ЦЗФ „Червоноградська”. **Захист навколишнього середовища. Збалансоване природокористування:** Мат-ли II Міжнар. студ. наук.-практ. конф. Львів, 2009: 112–115.
31. *Метлова Л.П.* Экологические аспекты развития угледобывающих регионов. **Уголь Украины**, 2003; 5: 13–17.
32. **Правила проведення біологічної рекультивации породних відвалів вугільних шахт України:** видання офіційне. К.: Вид-во Мінвуглепром України, 2007. 30 с.
33. *Процько Я.І.* Вплив нафти та нафтопродуктів на ґрунтовий покрив. **Вісник Полтав. держ. аграрн. академії**, 2010; 2: 189–191.
34. **Токсико-гигиеническая характеристика породы террикона шахты № 8 „Великомостовская”**, ЛодНГМИ, Укрзападуголь. 1992. 8 с.
35. *Трахтенберг И.* **Книга о ядах и отравлениях.** К.: Наук. думка, 2000. 558 с.
36. *Фецько З.М., Бешлей С.В., Терек О.І., Баранов В.І.* Вплив глауконіту на ріст ріпаку озимого за дії техногенно забруднених субстратів. **Стан і біорізноманіття екосистем Шацького національного природного парку:** мат-ли наук. конф., Шацьк, 2012: С. 6–7.
37. *Цайтлер М.Й.* Заростання ділянок забруднених нафтопродуктами (на прикладі Бориславського нафтового родовища). **Дослідження, охорона та збагачення біорозмаїття.** Львів: УкрДЛТУ, 1999: С. 151–154.
38. *Шаров О.І., Шаповал В.М.* Негативні наслідки діяльності підприємств вугільної промисловості України. **Держава та регіони. Сер. Економіка та підприємництво**, 2010; 1: 210–218.
39. *Amadi A., Abbey S., Nma A.* Chronic effects of oil spill on soil properties and microflora of a rainforest ecosystem in Nigeria. **Water, Air Soil Pollut**, 1996; 86: 1–11.
40. *Atmore M.G.* Mining and the Environment. **Optima**, 1972. 22(3): 140–147.
41. *Biesterfeldt R.C., Mann W.F.* New hope for stripmine reclamation. **Forest. Farmer**, 1969; 28(12): 6–8.
42. *Brent-Jones E.* Land reclamation in the 80's – national coal boards techniques. **Proc. Symp. Reclam. Coal Mining Castes.** London, 1984: P. 17–21.
43. *Curtis W.R.* Terraces reduce runoff and erosion on surface – mine banches. **J. Soil. and Water Conserv**, 1971; 26(5): 198–199.

44. Tissot B., Welte. D. **Petroleum formation and occurrence: a new approach to oil and gas exploration**. New York: Springer-Verlag, 1978. 554 p.
45. http://uk.wikipedia.org/wiki/Бориславсько-Покутський_нафтогазоносний_район.
46. <http://www.thisisukraine.org/uk/karti/178-karty-lvivskoi-oblasti.html>
47. <http://www.thisisukraine.org/ru/karti/1992-karti-ivanofrankivskoi-oblasti.html>

MAN-DISTURBED AREAS OF THE COAL- AND OIL INDUSTRY AND MEASURES TO PHYTOMELIORATION

**Z. M. Fetsko¹, O. I. Terek¹, V. I. Baranov¹,
S. V. Beshley², S. P. Vaschuk¹, O. S. Filyak³**

¹Ivan Franko National University of Lviv, 4, Hrushevskiy St., Lviv 79005, Ukraine

²Institute of Ecology of the Carpathians of NAS, Ukraine, 4, Kozelnytska St., Lviv 79026, Ukraine

³Lviv State University of Vital Activity Safety, 35, Kleparivska St., Lviv 79000, Ukraine
e-mail: zirka_blb2@ukr.net

The problem of the environment pollution in Sokal and Drohobych districts of Lviv region and Dolyna districts of Ivano-Frankivsk region due to different types of man-made pollution is considered. The influence of coal and oil industry wastes on the ecological status of these territories has been analyzed.

Basic species of plants for phytomelioration of man-disturbed areas are listed. It is shown that by phytomelioration of man-disturbed areas of the Chervonograd industrial coal-mining region can be performed by *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Brassica napus* var. *olei-fera*, *Salix caprea* L., *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* L., *Polygonum cuspidatum* Sieb. Et Zucc. і *Petasites hybridus* L., and for oil-contaminated areas – by *Carex hirta* L., *Vicia faba* var. *minor*, *Soja japonica* Savi.. The biochemical aspects of species adaptation to toxic factors of anthropogenic areas, their role in the environment formation and protective functions have been analyzed.

Keywords: dumps of coal mines, heavy metals, oil pollution, soils.

ТЕХНОГЕННО ДЕВАСТИРОВАННЫЕ ТЕРРИТОРИИ УГЛЕ- И НЕФТЕДОБЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И МЕРЫ ПО ИХ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ

**З. М. Фецько¹, О. І. Терек¹, В. І. Баранов¹,
С. В. Бешлей², С. П. Ващук¹, О. С. Філяк³**

¹Львівський національний університет імені Івана Франка
ул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна

²Інститут екології Карпат НАН України, ул. Козельницька, 4, Львів 79026, Україна

³Львівський державний університет безпеки життєдіяльності
ул. Клепаровська, 35, Львів 79000, Україна
e-mail: zirka_blb2@ukr.net

Рассмотрена проблема экологического состояния окружающей среды в Сокальском и Дрогобычском районах Львовщины и Долинском районе Ивано-Фран-

ковской области, которые подвержены воздействию техногенного загрязнения разных типов. Проанализировано влияние отходов угольной и нефтедобывающей промышленности на состояние компонентов среды данных территорий.

Приведены основные виды растений для фитомелиорации техногенно нарушенных территорий. Показано, что перспективными фитомелиорантами на отвалах угольных шахт Червоноградского горно-промышленного района (ЧГПР) являются *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Brassica napus* var. *olei-fera*, *Salix caprea* L., *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* L., *Polygonum cuspidatum* Sieb. Et Zucc. і *Petasites hybridus* L., для нефтезагрязненных территорий – *Carex hirta* L., *Vicia faba* var. *minor*, *Soja japonica* Savi. Проанализированы биохимические аспекты адаптации видов фитомелиорантов к токсическим факторам техногенных территорий, их средообразующая и защитная функции.

Ключевые слова: породные отвалы угольных шахт, тяжелые металлы, нефтяное загрязнение, почва.

Одержано: 17.10.2012