

# ТЕРИТОРІАЛЬНА ДИФЕРЕНЦІАЦІЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ СТАРОВІКОВИХ ВІДВАЛІВ КРИВБАСУ

О. О. Красова\*, А. О. Павленко

*Криворізький ботанічний сад НАН України,  
м. Кривий Ріг, Україна*

**Анотація.** Старовікові відвали мають суттєву наукову цінність щодо збереження інформації про перебіг пізніх стадій сукцесійного розвитку рослинності та гірничопромислових ландшафтів загалом. Дослідження просторового розподілу рослинності на залізрудних відвалах Криворізького басейну наразі має фрагментарний характер, тому відомості про територіально-структурний аспект організації рослинного покриву таких об'єктів індустріальної спадщини є наступним кроком у пізнанні шляхів їх генезису. Метою роботи є виявлення закономірностей територіальної диференціації рослинності залізрудних відвалів Кривбасу на прикладі дрібних відвалів у балці Північній Червоній і старовинних рудників «Дубова балка» і «Рахманівський». В основу роботи покладені матеріали польових досліджень, проведених у 2016–2021 роках; використано 80 геоботанічних описів і створено 5 великомасштабних картосхем рослинного покриву. За результатами дослідження територіальної диференціації фітоструктур встановлено, що вона обумовлена неоднорідністю екотопів і характеризується дрібноконтурною мозаїчністю. За більш ніж сторічний період саморозвитку цих постмайнінгових ландшафтів із рослинного покриву повністю елімінувалися рудеральні ценоструктури, натомість сформувалися «квазістепові» та петрофітні угруповання, подібні до природних за флористичним складом. У територіальній структурі відвалів на півночі регіону частка лігнозної рослинності є вищою, порівняно з відвалами центральної частини; водночас у північній частині Криворіжжя спостерігається переважання в ценоструктурах представників аборигенної флори. У міру зміщення відвалів на широтному градієнті в південному напрямку у складі лігнозної рослинності зростає участь посухостійких адвентивних видів, а самі контури рослинності змінюються з плато на схили зі сприятливішими мікрокліматичними умовами. Закономірністю територіальної диференціації є наявність на крутих схилах усіх досліджених відвалах значних площ екотопів без рослинності. Подальший етап їх заростання ми пов'язуємо з розвитком деревно-чагарникових угруповань. Перспективи подальших досліджень полягають у використанні їх в організації системи екологічного моніторингу зон техногенезу Криворізького регіону.

**Ключові слова:** відвали, мозаїчність, ценоструктури, трав'яна та деревно-чагарникова рослинність.

**Вступ.** Розробка корисних копалин Криворізького залізрудного басейну здійснюється понад 130 років. Освоєння природних ресурсів

із залученням потужної техніки зумовлює виникнення техногенних новоутворень, у яких видозмінені, а то й повністю зруйновані природно обумовлені зв'язки, які властиві зональним біологічним системам. Водночас такі зміни довкілля настільки істотні, що доводиться говорити про виникнення не лише нових техногенних біогеоценозів, але й техногенних неоландшафтів [4]. Дестабілізація природних екосистем під дією антропогенних чинників здійснюється через порушення природних механізмів саморегуляції, які б забезпечували підтримку рівноваги та спроможність структурно-функціонального розвитку як на рівні окремих компонентів, так і системи загалом [23].

Однак, досвід природничих досліджень Кривбасу показав, що з часом, трансформовані гірничовидобувними роботами, землі стають ареною формування вторинних екосистем, розвиток яких підпорядковується загальним природним закономірностям [7]. Рослинний покрив у постмаїнінгових ландшафтах (таких, що виникли після завершення видобування та збагачення корисних копалин) стає потужним фітомеліоративним фактором. Дослідження процесів формування рослинності на постмаїнінгових територіях Кривбасу проводяться у двох основних напрямках: фіторекультивација та спонтанне заростання.

Ґрунтовний ретроспективний аналіз науково-практичних робіт із фіторекультивацијної проблематики співробітників кафедри ботаніки й екології Криворізького державного педагогічного університету здійснено Е. О. Євтушенком [30]. Підсумки лісової рекультивацијі відвальних ландшафтів Кривбасу підведені Ф. М. Бровком та О. Ф. Бровко [4]. Біотехнологія рекультивацијі залізородних відвалів за допомогою створення стійких трав'янистих рослинних угруповань розроблена колективом авторів Криворізького ботанічного саду НАН України [15].

Щодо розвитку спонтанної рослинності автори публікацій останніх років акцентують на екологічній зумовленості формування деревної та чагарникової рослинності природним шляхом [22], процесі колонізації поверхні відвалів *Betula pendula* Roth. [13], самопідтриманні популяцій трав'яних рослин (*Crambe pontica* Steven ex Rurp., *Hyssopus officinalis* L.), які впродовж трьох десятиліть після проведення рекультивацијних експериментів опинилися на шляху саморозвитку [1, 19].

Дослідження просторового розподілу рослинності на залізородних відвалах Криворізького басейну наразі має фрагментарний характер. Так, О. М. Сметаною зі співавторами доведено, що використання

тривимірною моделювання в дослідженні ґрунтового та рослинного покривів індустріальних об'єктів є більш ефективним, порівняно з планіметричними методами [24]. Доведено, що застосування таких об'ємних моделей необхідне для прогнозування динаміки та шляхів прискорення самозаростання техногенних об'єктів, а також для оцінки якості виконання нанесення родючих і потенційно родючих порід на поверхню техногенно порушених територій [22].

Т. С. Коптевою обґрунтовується наявність висотної диференціації рослинного покриву гірничопромислових ландшафтних комплексів, зокрема, відвалів Бурцицького, Шиманівського та Степового, яка має вираз у приуроченості певних фітоструктур до висотно-ландшафтних мікросмуг [12].

На території Кривбасу збереглися 64 відвали віком понад 100 років [17]. Якщо ці об'єкти індустріальної спадщини не використовують для вторинної переробки, перепрофілювання на смітники, дачні ділянки, сади, городи, вони стають цінними носіями інформації щодо суцесійного розвитку гірничопромислових ландшафтів [29]. З'ясування специфіки просторового розподілу елементів рослинної мозаїки на поверхні старих залізородних відвалів є наступним кроком у пізнанні шляхів їх генезису.

**Мета роботи** — виявлення закономірностей територіальної диференціації рослинності старовікових залізородних відвалів Кривбасу на прикладі кар'єрно-відвальних комплексів у балці Північній Червоній, «Дубова балка» та «Рахманівський».

**Матеріали та методи.** В основу роботи покладені матеріали польових досліджень, проведених у 2016–2021 роках на п'яти відвалах у північній, центральній і південній частинах Криворіжжя. Геоботанічні описи (всього 80) виконувались згідно із сучасними методичними рекомендаціями [27]. Картування рослинності відвалів здійснено з використанням ортофотокарт (Google Maps) [14]. Латинські назви рослин подано за номенклатурним зведенням С. Л. Мосякіна та М. М. Федорончука [16].

**Результати.** Усі старі гірничопромислові ландшафти, порівняно із сучасними, відрізняються незначними розмірами. Зокрема, висоти відвалів обмежуються 10–20 м за ширини й довжини в межах 15–100 м. Відвали мають витягнуту, або округлу подушкоподібну форму [10]. Саме такі параметри притаманні відвалам у балці Північній Червоній і залишкам одноярусного насипу дореволюційного рудника «Дубова балка» (рис. 1).

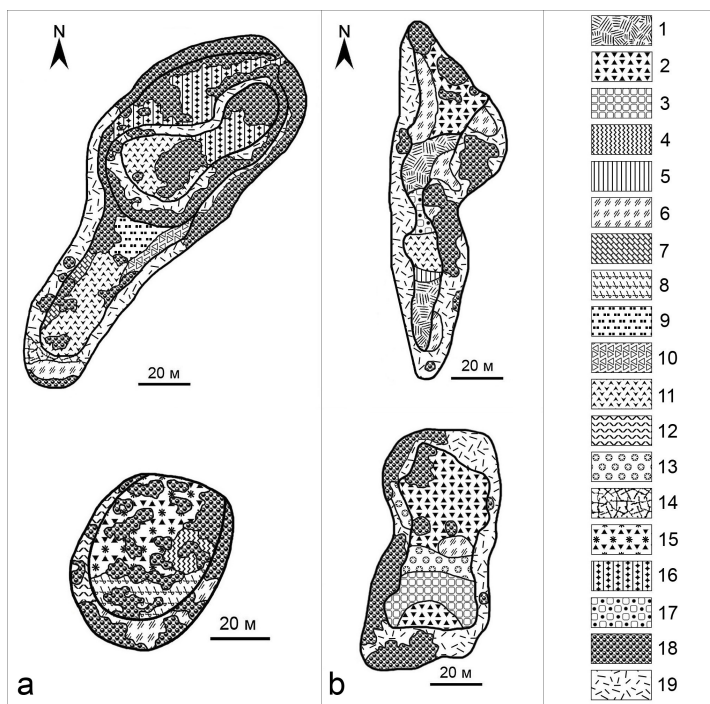


Рис. 1. Картохема рослинного покриття відвалів: а — у балці «Північна Червона»; б — рудника «Дубова балка»

Figure 1. Map scheme of vegetation cover of dumps: a — in the gully “Pivnichna Chervona”; b — in mine “Dubova Balka”

Умовні позначення (групування з домінуванням або переважанням): 1 — *Stipa capillata*; 2 — *Festuca valesiaca*; 3 — *Koeleria cristata*; 4 — *Bromopsis inermis*; 5 — *Poa compressa*; 6 — *Melica transsilvanica*; 7 — *Carex praecox*; 8 — *Teucrium chamaedrys*; 9 — *Medicago romanica*; 10 — *Galatella villosa*; 11 — *Galium ruthenicum*; 12 — *Cephalaria uralensis*; 13 — *Hieracium umbellatum*; 14 — *Euphorbia agraria*; угруповання зі співдомінуванням: 15 — *Festuca valesiaca* + *Pilosella echioides*, 16 — *Poa compressa* + *Poterium polygamum*, 17 — угруповання *Koeleria cristata* з лишайниковим наземним покритвом; 18 — деревно-чагарникові зарості; 19 — кварцитовий щербіль без рослинності

На відвалах балки Північної Червоної деревно-чагарникові зарості займають найбільшу частку загальної площі. На відміну від інших відвалів основу лігнозних угруповань тут складають аборигенні кущі — *Crataegus fallacina* Klokov, *Swida sanguinea* (L.) Oriz.; кількість

адвентивних видів — *Padellus mahaleb* (L.) Vassilcz, *Cotinus coggygria* Scop., *Elaeagnus angustifolia* L. значно менша. Поодинокі дерева представлені здебільшого *Armeniaca vulgaris* Lam. та *Ulmus minor* Mill.

Трав'яна рослинність на округлому відвалі, розташованому південніше (рис. 1а), репрезентована угрупованнями на відсищі кварцитового щебеню; такі ценоструктури подібні до поширених на природних оголеннях кристалічних гірських порід. У їх складі злаки відіграють другорядну роль; представниками цієї родини є *Poa bulbosa* L., *P. compressa* L., *Melica transsylvanica* Schur. Серед характерних петрофітів місцевої флори тут відмічені *Cephalaria uralensis* (Murr.) Roem. et Schult., *Poterium polygamum* Waldst. et Kit., *Chondrilla juncea* L., *Thymus* × *dimorphus* Klokov et Des.- Shost.

На північнішому відвалі, що має витягнуту форму, частина платоподібних поверхонь відсипана суглинками. Тому, окрім петрофітних, тут близько 20% площі займають угруповання, що за флористичним складом і видовим багатством подібні до степових. У природних межах таких фітоценозів налічується до 45 видів вищих судинних рослин; серед них понад 60% — степанти.

Обидва відвали є місцями зростання созологічно цінних видів — *Astragalus dasyanthus* Pall. (включений до Червоної книги України [6], та Світового червоного списку [9]); *A. pallescens* M. Bieb., *Goniolimon besserianum* (Schult.) Kusn., *Thymus* × *dimorphus* (включені до Червоної книги Дніпропетровської області (ЧКДО) [5].

Два одноярусних відвали дореволюційного рудника «Дубова балка» віком близько 130 років, очевидно, є залишками єдиного геоморфологічного утворення, відсипаного кварцитами з високим вмістом заліза. Схили характеризуються екстремальними умовами: великі площі їх не заростають протягом десятиліть; на їх поверхнях зустрічаються лише окремі особини вищих рослин (переважно *Oberna csersei* (Baumg.) Ikonn. За останні роки розширилася площа оголених схилів унаслідок розробки цих відвалів як вторинних техногенних родовищ. У верхній частині західного схилу зберігся локалітет із досить щільним травостоєм із *Hieracium umbellatum* L.

Деревно-чагарникові куртини з *Ulmus minor* Mill., *U. pumila* L., *Acer negundo* L., Scop., *Elaeagnus angustifolia* L., *Cotinus coggygria* Scop. здебільшого також зосереджені на схилах. Центральна частина північного відвалу являє собою нешироку перемичку. У субстраті цього екотопу запаси вологи інтенсивно витрачаються через бічний стік, тому проєктивне покриття (III) квіткових рослин становить лише 45%, решта поверхні вкрита кіркою лишайників *Cladonia* sp.

На пласких вершинах відвалів сформувалися примітивні кам'янисті ґрунти. Суттєву частку рослинного покриву тут утворюють злаковники з домінуванням *Stipa capillata* L., *Koeleria cristata* (L.) Pers., *Festuca valesiaca* Gaudin. Проективне покриття таких фітоценозів становить 50–85%. Різнотрав'я в їх складі представлене *Seseli campestre* Besser, *Medicago romanica* Prodan, *Galium ruthenicum* Willd., *Euphorbia seguieriana* Neck., *Pilosella echioides* (Lumn.) F. Schultz et Sch. Bip. Відмічені також цибулинні ефемероїди: *Gagea bulbifera* (Pall.) Sallisb. і *G. podolica* Schult. et Schult. f. Кількість видів у цих угрупованнях сягає 20–25.

Ділянки площин із нерозвиненими кам'янистими ґрунтами займають угруповання з переважанням *Melica transsilvanica* й участю *Asperula montana* Waldst. et Kit., *Leontodon biscutellifolius* DC., *Minuartia leiosperma* Klokov, *Thymus × dimorphus*, *Chondrilla juncea*, *Sedum acre* L. Своєрідності петрофітним угрупованням надає суттєва участь *Kohlruschia prolifera* (L.) Kunth (від 3–4 до 10% ПП). Цей стенотопний вид, що зрідка зустрічається на природних кристалічних відслоненнях, включено до офіційного переліку регіонально рідкісних рослин Дніпропетровської області [5].

Висока ценотична різноманітність рослинності одного з відвалів старовинного рудника «Рахманівський», очевидно, пояснюється його розташуванням в зоні ландшафтного екотону на межі Придніпровської височини та Причорноморської низовини й безпосередньому контакту із природною рослинністю балки Галаганової. Відвал однарусний, проте поверхня його вершинного плато має ускладнений мікрорельєф за рахунок пагорбів, здебільшого відсипаних вапняками (рис. 2).

Деревно-чагарникова рослинність, складена переважно *Padellus mahaleb*, *Ulmus minor*, *Armeniaca vulgaris*, зосереджена на крутому схилі західної експозиції, який переходить у борт затопленого кар'єру. Участь лігнозної рослинності на вершинному плато вкрай незначна: до невеликої западини в південній частині відвалу приурочена куртина *Prunus stepposa* Kotov, а у верхів'ї ерозійного рівчачка в північній частині зростає декілька старих кущів *Padellus mahaleb*.

На сформованих примітивних ґрунтах вершинного плато поширені «квазістенові» угруповання, подібні до формацій природної рослинності: *Agropyroneta pectinate*, *Festuceta valesiaca*, *Jurineeta brachycephalae*, *Stipeta capillatae*, *Stipeta lessingiana*, *Koelerieta cristatae*. Як видно з рис. 2, саме ценози з домінуванням *Koeleria cristata* займають найбільшу площу в територіальній структурі рослинного покриву.

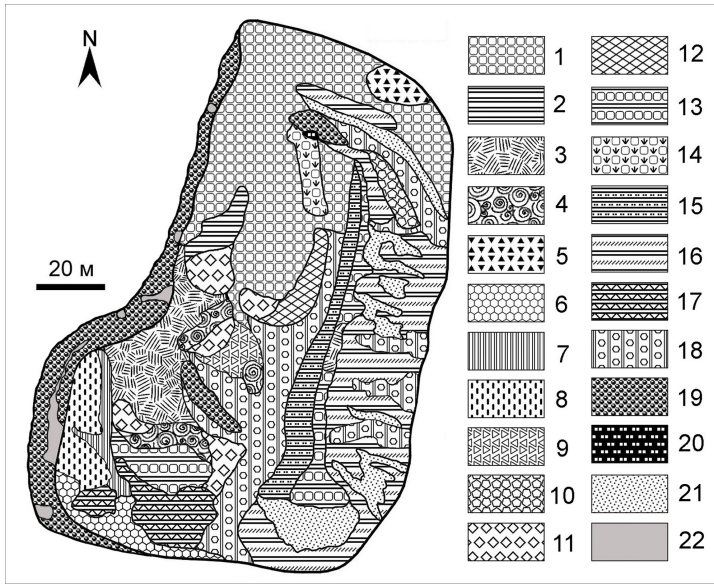


Рис. 2. Картосхема рослинного покриття відвалу кар'єрно-відвального комплексу «Рахманівський»

Figure 2. Map scheme of vegetation cover of a dump of quarry-dump complex "Rakhmanivskiy"

Умовні позначення (угруповання з домінуванням або переважанням): 1 — *Koeleria cristata*; 2 — *Agropyron pectinatum*; 3 — *Stipa capillata*; 4 — *Stipa lessingiana*; 5 — *Festuca valesiaca*; 6 — *Elytrigia intermedia*; 7 — *Poa angustifolia*; 8 — *Jurinea brachycephala*; 9 — *Galatella villosa*; 10 — *Tanacetum millefolium*; 11 — *Convolvulus lineatus*; 12 — *Ajuga chia*; угруповання зі співдомінуванням: 13 — *Agropyron pectinatum* + *Koeleria cristata*; 14 — *Koeleria cristata* + *Artemisia santonica*; 15 — *Agropyron pectinatum* + *Medicago romanica*, 16 — *Kochia prostrata* + *Agropyron pectinatum*, 17 — *Agropyron pectinatum* + *Cephalaria uralensis*; 18 — *Elytrigia repens* + *Poa angustifolia*; 19 — деревно-чагарникові зарості; 20 — мікроценоз *Sempervivum ruthenicum*; 21 — суглинистий субстрат без рослинності; 22 — вапняковий субстрат без рослинності

Суттєву частку площі вершинного плато займають ділянки карбонатопетрофільної рослинності на вапняковій відсищі. Характерними видами тут є *Jurinea brachycephala* Клокoв, *Haplophyllum suaveolens* (DC.) G. Don. f., *Convolvulus lineatus* L. Найбільші площі серед них займають розріджені угруповання *Cephalaria uralensis*.

Уламки кристалічних порід на цьому відвалі відсипались у невеликій кількості. Наразі відбувається їх гіпергенез із вивільненням фітотоксичних солей, що спричинює локальну появу галофільного виду *Artemisia santonica* L. Щодо силікопетрофітних ценоструктур на відсищі кварцитів, то вони представлені єдиним мікроценозом, сформованим *Sempervivum ruthenicum* Schnittsp. et C. V. Lehm.

Мезоксерофітні злаковники з домінуванням *Elytrigia intermedia* та *Poa angustifolia* зосереджені в південній частині відвалу, де штучно створений укіс переходить у схил південної експозиції балки. Сприятливіший для розвитку ксеромезофітних угруповань гідротермічний режим створюється на схилі північної експозиції та на днищі одного з ярів, де спостерігається початок задерніння субстрату *Elytrigia repens* і *Poa angustifolia*.

Схил східної експозиції відсипаний лесовидними суглинками, які досить легко розмиваються дощовими і талими сніговими водами, унаслідок чого вся його поверхня вкрита ерозійними рівчаками. Гребені між рівчаками частково закріплені від розмиву фрагментарними заростями *Kochia prostrata* (L.) Schrad. та *Agropyron pectinatum* (M. Bieb) P. Beauv.: така рослинність характерна для природних лесових оголень півдня степової зони України.

Созологічно цінні рослинні раритети на цьому відвалі представлені 8 видами, включеними до ЧКДО [20]. Окрім ценозоутворювачів *Stipa capillata*, *S. lessingiana* (на їх належність до «червоних списків» вищих рангів вказано вище) і *Jurinea brachycephala*, у трав'яних угрупованнях часто зустрічаються *Centaurea orientalis* L., *Convolvulus lineatus*, *Haplophyllum suaveolens* (DC.) G. Don. f., *Sempervivum ruthenicum*. Щодо останнього виду — це єдина відома нам знахідка його в постмайнінговому ландшафті. На обласному рівні охороняється також *Rosa bordzilowskii* Chrshan. — кущ, що розсіяно зростає на всій поверхні відвалу.

**Обговорення.** Провідним чинником диференціації рослинності в умовах степової зони, як відомо, є гідротермічний режим [3]. Однак на відвалах детермінуючий вплив на розподіл рослинних структур чинить екотопічна неоднорідність ландшафту, зокрема складний рельєф, різний рівень зволоження, літохімічна строкатість [25]. На старовікових відвалах відбувається формування специфічних структур ґрунтового покриву. Кінцевою стадією ґрунтоутворення є ґрунтові тіла, за будовою подібні до природних дерново-степових. У їх приповерхневому шарі спостерігається значний уміст гумусу, що зумовлено помітним надходженням на поверхню органічного



опаді від рослинності, активною деструкцією органіки, слабкою риючою діяльністю фауни тощо [8]. Оскільки територіальна структура рослинності є «відбитком» із матриці ландшафту, за таких екоотічних умов вона набуває дрібноконтурної мозаїчності.

Вважається, що швидкість формування рослинного покриву відвалів значною мірою обумовлюються наявністю або відсутністю безпосереднього контакту їх територій із природними ландшафтами [11, 18]. Однак, отримані нами дані свідчать, що це ствердження не завжди є справедливим. Якщо пояснення високого видового та ценотичного різноманіття рослинності постмаїнінгових ландшафтів, прилеглих до територій балок Північної Червоної та Галаганової, цілком зрозуміле, то подібне явище для відвалів рудника «Дубова балка» з цим положенням не узгоджується. Адже ці відвали «затиснуті» між двома залізничними коліями; на північ від них на кілька кілометрів простягається житлова забудова, а на південь — гірничі техногенні ландшафти. Відповідь на це питання, імовірно, знаходиться у площині виявлення механізмів міграції діаспор. Раніше нами було показано, що в постмаїнінгових ландшафтах за типами діаспорохорії домінують «облігатні» балісти (37,5% видів); «облігатні» анемохори посідають друге місце (25%), а частка зоохорів складається лише із 7,5% видового складу рослинності [20]. Перевагу у приживанні мають види, у яких поєднується кілька можливих способів поширення, тобто ті, яким притаманні змішані типи діаспорохорії.

Антропоїчним фактором впливу на територіальну структуру рослинності виступає рекультивация, зокрема лісова. Новим викликом для існування лісової рослинності у вододіфіцитних девастованих ландшафтах є сучасні зміни клімату [2]; згідно з цим поглядом, деревно-чагарникову рослинність старовікових відвалів доцільно розглядати як «адаптовані лісові структури». Слід зазначити, що деякі автори цілком слушно розглядають спонтанне деревне заростання відвалів як альтернативу штучному залісненню [26, 31]. Проведене нами детальне картування рослинного покриву старовікових відвалів дозволило виявити, що в територіальній структурі відвалів на півночі регіону (за сприятливого гідротермічного режиму) частка лігнозної рослинності є вищою, порівняно з відвалами центральної частини. Водночас тут спостерігається переважання в ценоструктурах представників аборигенної флори. У міру зміщення відвалів на широтному градієнті в південному напрямку у складі лігнозної рослинності зростає участь посухостійких адвентивних видів, а самі контури рослинності зміщуються з плато на схили зі сприятливішими мікрокліматичними умовами.

Сукцесійні процеси в межах екотопів зі специфічними ґрунтами, подібними до дерново-степових (переважно на горизонтальних площинах), призвели до формування трав'яних ценоструктур, що мають ознаки степової стадії розвитку. На субстратах, які не зазнали суттєвих ґрунтотвірних процесів, наявна петрофітна рослинність, що наближена до природних аналогів. Тому ми цілком погоджуємося із твердженням С. В. Яркова, що відвальні геосистеми Кривбасу вже є і в майбутньому можуть стати рефугіумами (сховищами) для зональної й азональної флори та рослинності Криворізького регіону [28].

**Висновки.** Отже, територіальний розподіл рослинних структур на відвалах старовинних рудників Криворіжжя, обумовлений неоднорідністю екотопів, характеризується дрібноконтурною мозаїчністю.

За більш ніж сторічний період саморозвитку цих постмайнінгових ландшафтів із рослинного покриву повністю елімінувалися рудеральні ценоструктури, натомість сформувалися «квазістепові» та петрофітні угруповання, подібні до природних за флористичним складом.

У територіальній структурі відвалів на півночі регіону частка лігнозної рослинності є вищою, порівняно з відвалами центральної частини; водночас у північній частині Криворіжжя спостерігається переважання в ценоструктурах представників аборигенної флори. У міру зміщення відвалів на широтному градієнті в південному напрямку у складі лігнозної рослинності зростає участь посухостійких адвентивних видів, а самі контури рослинності зміщуються з плато на схили зі сприятливішими мікрокліматичними умовами.

Закономірністю територіальної диференціації є наявність на крутих схилах усіх досліджених відвалах значних площ екотопів без рослинності. Подальший етап їх заростання ми пов'язуємо з розвитком деревно-чагарникових угруповань.

Перспективи подальших досліджень полягають у використанні їх в організації системи екологічного моніторингу зон техногенезу Криворізького регіону.

## References

1. Baranets, M. O., & Korshykov, I. I. (2020). Formuvannia y samopidtrymannia populiatsii *Hyssopus officinalis* L. v umovakh zalizadorudnogo vidvalu Kryvorizhzhia [Formation and self-maintenance of the population *Hyssopus officinalis* L. in conditions of the iron ore dump of Kryvyi Rih area]. *Visnyk Kharkivs'koho natsionalnogo*

- universytetu imeni V. N. Karazina. Seriya "Biolojiya" [The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University, Series "Biology"]*, 34, 43–51. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2020-34-5> (in Ukrainian).
2. Bashutska, U. B., & Schilling, A. (2022). Planuvannia ta zdiysnennia lisovoi rekul'tyvatsii porushenykh zemel' Luzhyts'koho burovuhil'noho baseynu (Skhidna Nimechyna) [Planning and implementation of forest reclamation of disturbed lands of the Lusatian lignite basin (East Germany)]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy [Scientific Bulletin of UNFU]*, 32, 3, 26–31. <https://doi.org/10.36930/40320304> (in Ukrainian).
  3. Biotopes of Steppe zone of Ukraine (2020). Ed. Ya. P. Didukh. Kyiv–Chernivtsi, DrukArt, 392.
  4. Brovko, F. M., & Brovko, O. F. (2019). Lisova rekul'tyvatsiya vidval'nykh landshaftiv Kryvbasy [Forest reclamation of wasteland landscapes of Kryvyi Rih Iron Ore Basin]. Publishing House "Kondor", 204. (in Ukrainian).
  5. Chervona knyha Dnipropetrovs'koi oblasti (roslynniy svit) [Red Book of Dnipropetrovsk region (vegetable kingdom)]. (2020). Ed. A. P. Travleev. Dnipropetrovs'k : Balans-Klub, 500. (in Ukrainian).
  6. Chervona knyha Ukrainy. Roslynniy svit [Red Data Book of Ukraine. Vegetable Kingdom]. (2009). Ed. Ya. P. Didukh. Kyiv, Hlobalkonsal'tynh, 912. (in Ukrainian).
  7. Denysyk, H. I., & Zadorozhnia, H. M. (2013). Pokhidni protsesy ta yavyscha u landshaftakh zon tekhnogenezu [Derived processes and phenomena in landscapes of technogenesis zones]. Vinnytsia : Edelveys i K, 220. (in Ukrainian).
  8. Dolina, O. O., & Smetana, O. M. (2014). Terytorial'na struktura ta klasyfikatsiya gruntiv Kryvoriz'koho zalizorudnoho baseynu [Territorial pattern and classification of soils of Kryvyi Rih Iron-Ore Basin]. *Visnyk Dnipropetrovs'koho universytetu. Seriya Biolojiya, ekolojiya [Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology]*, 22 (2), 161–168. <https://doi.org/10.15421/011423> (in Ukrainian).
  9. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2020-1 [Electronic resource]. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Mode of access: <http://www.iucnredlist.org/>. Accessed by 6 April 2020.

10. Kazakov, V.L. (2010). Kryterii chasovoi identyfikatsii obyektiv industrial'noi spadshchyny na prykladi Kryvbasu [Criteria for temporary identification of objects of industrial heritage (for example Krivbass)]. *Naukovi zapysky Vinnyts'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. Kotsiubyns'koho. Seriya Heohrafiya* [Scientific notes of Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University. Series Geography], 21, 98–105. (in Ukrainian).
11. Komissova, T. Ye., Gubskaya, O. P., & Kucher, O. O. (2015). Napriamok suktsesiynykh protsesiv na terytoriyakh vidvaliv vuhil'nykh shakht m. Krasnodona Luhans'koi oblasti [The direction of the successional processes on the territories of dumps of coal mines in Krasnodon, Luhansk region]. *Biolohiya ta valeolohiya. Zbirnyk naukovykh prats' Kharkivs'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu imeni H. S. Skovorody* [Biology and valeology. Collection of scientific works of Kharkiv Hryhoriy Skovoroda National Pedagogical University], 17, 62–68. (in Ukrainian).
12. Koptieva, T.S. (2022). Gruntovo-roslynnyi pokryv hirnychopromyslovykh landshaftiv Soil and vegetation cover of mining landscapes of Kryvyi Rih landscape technical system (on the example of Burshchytyskyi, Shymakivskyi and Stepovyi dumps). In: *The current state of fundamental and applied natural sciences research : Scientific monograph*. Riga : Baltija Publishing, 2022, 178–203. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-212-8-9> (in Ukrainian).
13. Korshykov, I.I., & Petrushkevych, Yu.M. (2020). Populiatsiyna struktura *Betula pendula* (*Betulaceae*) na zalizorudnykh vidvalakh Kryvorizhzhia [Population structure of *Betula pendula* (*Betulaceae*) on iron ore mine dumps (tailings) of the Kryvyi Rih area]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal* [Ukrainian botanical journal], 77 (2), 90–103. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj77.02.090> (in Ukrainian).
14. Kuzemko, A. A., Didukh, Ya. P., Onyshchenko, V. A., & Sheffer, Ya. (eds.). (2018). Natsional'nyi katalog biotopiv Ukrainy [National Habitat Catalogue of Ukraine]. Kyiv, FOP Klymenko Yu. Ya., 442. (in Ukrainian).
15. Mazur, A. Yu., Kucherevskyi, V. V., Shol', H. N., Baranets, M. O., Sirenko, T. V., & Krasnoshtan, O. V. (2015). Biotekholohiya rekul'tyvatsii zalizorudnykh vidvaliv shliakhom stvorennia stiykykh roslynnykh uhrupovan' [Biotechnology of the iron-ore dump recultivation by creation of steady plants communities].

- Nauka ta innovatsii [Science and innovations]*, 11 (4), 41–52. <http://dx.doi.org/10.15407/scin11.04.041> (in Ukrainian).
16. Mosyakin, S. L., & Fedoronchuk, M. M. (1999). Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kyiv, 345.
  17. Patsiuk V., & Kazakov V. (2017). Chy mozhe industrial'nyi turyzm zminyty oblychchia Kryvoho Rohu? [Whether can industrial tourism change the face of Kryvyi Rih?] In: *Urbanistychna Ukraina: v epitsentri prostorovykh zmin [Urbanistic Ukraine: at the epicenter of spatial changes : monograph]*. Eds. K. Mezentsev, Ya. Oliynyk, N. Mezentseva. Kyiv, “Fenix”, 378–393. (in Ukrainian).
  18. Pavlenko, A. O., Krasova, O. O., & Korshykov, I. I. (2017). Synhenetychni protsesy na zalizorudnykh vidvalakh pivnichnoi chastyny Kryvorizhzhia [Syngeneses processes on iron ore dumps in the northern part of Kryvyi Rih area]. *Ukrainskyi botanichnyi zhurnal [Ukrainian botanical journal]*, 74 (4), 360–372. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.04.360> (in Ukrainian).
  19. Pavlenko, A., & Krasova, O. (2021). Stan introduktsiynoi populatsii *Crambe pontica* Steven ex Rupr. na zalizorudnomu vidvali (Kryvyi Rih) [The state of introduced population of *Crambe pontica* Steven ex Rupr. on an iron ore waste dump (Kryvyi Rih)]. *Ekolohichni nauky [Ecological Sciences]*, 2 (35), 54–59. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.2-35.9> (in Ukrainian).
  20. Pavlenko, A. O., Krasova, O. O., Korshykov, I. I., & Baranets, M. O. (2020). Sozofity u postmayninhovykh landshaftakh Kryvbasu [Sozophytes in postmining landscapes of Kryvyi Rih basin]. *Visnyk Odes'koho natsional'noho universytetu. Biologiya [Odesa National University Herald. Biology]*, 25, 1 (46), 23–41. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1\(46\).205802](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2020.1(46).205802) (in Ukrainian).
  21. Prisyazhnyuk, T. M., Dolina, O. O., & Bondarenko, A. M. (2019). Otsinka stupeniu vidnovlennia industrial'nykh landshaftiv na osnovi biomasovykh kharakterystyk roslynnosti ta tryvymirnoho modeliuвання gruntovoho pokryvu [Estimation of the degree of industrial landscapes restoration based on biomass vegetation characteristics and three-dimensional soil cover modeling]. *Chornomorski Bot. J.*, 15 (4), 351–361. <https://doi.org/10.32999/ksu1990-553X/2019-15-4-4> (in Ukrainian).
  22. Savosko, V., Lykholat, Yu., Domshyna, K., & Lykholat, T. (2018). Ekolohichna ta heolohichna zumovlenist' poshyrennia derev i

- chaharnykyv na devastovanykh zemliakh Kryvorizhzhia [Ecological and geological determination of trees and shrubs dispersal on the devastated lands at Kryvorizhzhia]. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27 (1), 116–130. <https://doi.org/10.15421/111837> (in Ukrainian).
23. Shapar, A. G., & Mikheyev, A. V. (2018). Kontseptual'ni pidkhody do rozuminnia protsesiv antropohennoi destabilizatsii ekolohichnykh system [Conceptual approaches to understanding of processes of anthropogenic destabilization of ecological systems]. *Visnyk of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 3, 56–66. <https://doi.org/10.15407/visn2018.03.056> (in Ukrainian).
24. Smetana, A., Dolina, A., & Yaroschuk, Y. (2013). 3-D models using in the soil and plant covers topological organization analyse [Ispolzovanie 3-D modeley v analize topologicheskoy organizatsii pochvennogo i rastitelnogo pokrova]. *Bulletin of DSAEU [Visnyk DDAEU]*, 2 (32), 12–18. (in Russian).
25. Smetana, A. N., Dolina, A. A., & Yaroschuk, Y. V. (2013). Dyferentsiatsiya ekotopiv posttekhnohenykh landshaftiv (hthro- ta litokhimichniyi aspekt) [Differentiation of post-industrial landscape ecotopes (humidity and lithochemical aspect)]. *Pytannia bioindykatsii ta ekolohii [Problems of bioindications and ecology]*, 18 (1), 9–13. (in Ukrainian).
26. Woźniak, G., Chmura, D., Dyderski, M. K., Błońska, A., & Jagodziński, A. M. (2022). How different is the forest on post-coal mine heap regarded as novel ecosystem? *Forest Ecology and Management*, 515. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.118951>
27. Yakubenko, B. Ie., Popovych, S. Iu., Ustymenko, P. M., Dubyna, D. V., & Churilov, A. M. (2018) Geobotany: methodical aspects of researches. Text-book. Kyiv : Lira K, 316. (in Ukrainian).
28. Yarkov, S. V. (2007). Hirnychopromyslovi landshafty Kryvbasu yak refuhiumy zonal'noi roslynnosti [Mining landscapes of Kryvbas as refugia of zonal vegetation]. *Heohrafichni doslidzhennia Kryvbasu: materialy kafedral'nykh naukovo-doslidnyts'kykh tem [Geographical studies of Kryvyi Rih Iron Ore Basin: materials of cathedral scientific research topics]*, issue 2. Kryvyi Rih, Vydavnychiy dim, 27–35. (in Ukrainian).
29. Yarkov, S. V. (2013). Rozvytok mishanykh za substratom 20-40- richnykh vidal'nykh landshaftiv Kryvorizhzhia [Development of mixed-substratum 20-40-year-old dump landscapes of Kryvorizhzhia]. *Naukovi*

*zapysky Ternopi'skoho natsional'noho pedahohichnoho universytetu. Seriya Heohrafiya [Scientific notes of Ternopil' National Pedagogical University. Series Geography], 2 (35), 23-30. (in Ukrainian).*

30. Yevtushenko, E. O. (2020). History of phytoremediation research and project activity in department of botany and ecology at Kryvyi Rih state pedagogical university [Istoriya fitorekul'tyvatsiynykh doslidzhen' i proektnoi diyal'nosti kafedry botaniky ta ekolohii Kryvoriz'koho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu]. *Ekolohichniy visnyk Kryvorizhzhia [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District], 5, 13-30.* <https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v5i0.4351> (in Ukrainian).
31. Zapata-Carbonell, J., Bégeot, C., Carry, N., Choulet, F., Delhaultal, P., Gillet, F., Girardclos, O., Mouly, A., & Chalot, M. (2019). Spontaneous ecological recovery of vegetation in a red gypsum landfill: *Betula pendula* dominates after 10 years of inactivity. *Ecological Engineering, 132, 31-40.* <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2019.03.013>

#### TERRITORIAL DIFFERENTIATION OF KRYVBAS OLDEN DUMPS VEGETATION COVER

O. O. Krasova, A. O. Pavlenko

*Kryvyi Rih Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kryvyi Rih, Ukraine*

**Abstract.** Old age dumps have significant scientific value in terms of preserving information about the course of the late stages of successional development of vegetation and mining landscapes in general. The study of the spatial distribution of vegetation on the iron ore dumps of the Kryvyi Rih Iron Ore Basin is currently fragmentary, so information on the territorial and structural aspect of the vegetation cover organization such objects of industrial heritage is the next step in learning the ways of their genesis. The aim of the work is to identify the patterns of territorial differentiation of iron ore dumps vegetation in Kryvyi Rih Iron Ore Basin using the examples of small dumps in the gully Pivnichna Chervona and the olden mines “Dubova balka” and “Rakhmanivskiyi”. The work is based on the materials of field research conducted in 2016–2021; 80 geobotanical descriptions were used and 5 large-scale vegetation maps were created. The results of the territorial differentiation research of phytostructures, it was established that it is caused by the heterogeneity of ecotopes and is characterized by a fine-contour mosaic. Over a hundred-year period of self-development of these post-mining landscapes, ruderal cenostructures were completely eliminated from the vegetation, instead, “quasi-steppe” and petrophytic communities, similar to natural ones in terms of floral composition, were formed. The share of woody vegetation is higher in the territorial dumps structure in the north of the region, compared to the dumps in the central part; at the same time, in the northern part of Kryvyi Rih there is a predominance of representatives of the aboriginal flora in the cenostructures. The presence of drought-resistant adventitious species in the woody vegetation increases as the dumps move south along the

latitudinal gradient and the contours of the vegetation themselves shift from the plateau to the slopes with more favourable microclimatic conditions. The regularity of territorial differentiation is the presence of significant areas of ecotopes without vegetation on the steep slopes of all the investigated dumps. We associate the further stage of their overgrowth with the development of tree-shrub communities. Prospects for further research are to use them in the organization of the ecological monitoring system of technogenesis zones of the Kryvyi Rih region.

**Key words:** dumps, mosaic, coenostuctures, herbal and tree-shrub vegetation.

**Citation as:**

Krasova, O. O., & Pavlenko, A. O. (2022). Terytorialna dyferentsiatsiia roslynnoho pokryvu starovikovykh vidvaliv kryvbasu [Territorial differentiation of vegetation cover of ancient Kryvbas dumps]. *Ekolohichnyi visnyk Kryvorizhzhia [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District]*, 7, 44–59. <https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v7i0>.

**ДСТУ  
8302:2015**

Красова О.О., Павленко А.О. Територіальна диференціація рослинного покриття старовікових відвалів Кривбасу. *Екологічний Вісник Криворіжжя*. 2022. Вип. 7. С. 44–59.