

СУЧАСНИЙ СТАН ДЕНДРОФІТОЦЕНОЗІВ, ПРИРОДНО ПОШИРЕНИХ НА ДЕВАСТОВАНИХ ЗЕМЛЯХ ЗАЛІЗОРУДНОГО ВІДВАЛУ (КРИВИЙ РІГ)

Ю. В. Бєлик^{1*}, В. М. Савосько², Ю. В. Лихолат¹

¹ — *Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
м. Дніпро, Україна*

² — *Криворізький державний педагогічний університет,
м. Кривий Ріг, Україна*

Анотація. У статті представлено результати дослідження сучасного стану флори дендроценозів, природно поширених на девастрованих землях Петровського залізрудного відвалу. На прикладі деревних рослинних угруповань порушених земель було досліджено: таксономічний склад, життєвий стан дерев, дендрометричні параметри видів. Дослідження проводили на порушених територіях, які не були рекультивовані. У межах тимчасових дослідних ділянок Петровського відвалу природно зростають 22 види деревних рослин (14 родів і 12 родин). Серед них за кількісними показниками значну перевагу мають адвентивні види (63,6%), порівняно з аборигенними (36,4%). Встановлено життєвість дендрофитоценозів, природно поширених на девастрованих землях Петровського залізрудного відвалу за трьома критеріями: за показниками кількості стовбурів ($70,51 \pm 1,28$ умовних балів) і запасів стовбурної деревини ($68,62 \pm 3,43$ умовних балів) і суми площ поперечних перерізів ($67,39 \pm 2,98$ умовних балів). Сучасний життєвий стан деревних видів рослин відвалу, за шкалою В.А.Алексєєва (1989), оцінений як «Ослаблений»: 65–71 умовних балів. Такі чисельні значення життєвості деревостану на 21–28% нижчі за контрольні показники (природні угруповання Гурівського лісу). Установлено дендрометричні параметри деревостану порушених земель (густота насаджень, середня висота і діаметр, сума площ поперечних перерізів, запас стовбурної деревини). Виявлено, що на всіх дослідних ділянках, які характеризуються високим рівнем забруднення, біометричні параметри дерев є достовірно нижчими порівняно з рослинами, що зростають в умовно чистій зоні. Отримані нами результати свідчать, що екологічні умови девастрованих земель Петровського залізрудного відвалу відносно сприятливі для росту та розвитку деревних видів рослин.

Ключові слова: деревні види рослин, життєвий стан, таксономічний склад, дендрометричні показники, девастровані землі, залізрудний відвал, Петровський відвал, Криворізький район.

Вступ. Стан довкілля Кривого Рогу як одного з найбільш техногенно навантажених регіонів України викликає серйозне занепокоєння. Промислове освоєння Криворізького регіону розпочалося ще в XIX столітті з інтенсивним розвитком металургії, машинобудування й інших небезпечних для навколишнього середовища галузей. Із кожним роком техногенний тиск на природу зростає. У результаті з'являються ділянки порушених земель, які тільки на Криворіжжі займають площу понад 30 тис. га та виступають потужними джерелами пилоутворення, викликають дефіцит поживних речовин для рослин, змінюють їх гідрологічний режим (Boyce, 1975; Denysuk *et al.*, 2012; Kvitko & Savosko, 2018; Bielyk *et al.*, 2019).

Критичною на сьогодні залишається проблема озеленення девастрованих земель за допомогою створення на їх території штучних деревних насаджень, що мають позитивні багатофункціональні властивості й оздоровлюють навколишнє середовище (Savosko, 2011; Korshikov & Krasnoshtan, 2012; Jennifer *et al.*, 2014; Mazur *et al.*, 2015; Hancock *et al.*, 2019; Dement *et al.*, 2020). Саме дерева та чагарники найбільш повно відображають весь комплекс стресових впливів: недостатня кількість поживних речовин, зсуви ґрунту, контрастність температури поверхні, комплекс сполук важких металів, зміни гідрологічного режиму (Savosko *et al.*, 2018; Danilchuk, 2020; Bielyk *et al.*, 2020). Однак деревно-чагарникові рослинні угруповання у промислових регіонах відчують подвійний негативний вплив (посушливі умови й антропогенне забруднення), що проявляється в погіршенні їх загального життєвого стану, прискореним старінням і зниженням процесів фотосинтезу (Shupranova *et al.*, 2017; Bhatla *et al.*, 2019; Bessonova *et al.*, 2020). У попередніх дослідженнях було визначено вміст поживних речовин і важких металів у листі провідних деревних порід відвалу та життєвий стан дендрофитоценозу (Savosko *et al.*, 2021; Bielyk *et al.*, 2022). Водночас сьогодні ще залишаються нерозкритими деякі особливості росту та розвитку дендрофитоценозів, природно поширених на девастрованих землях залізорудного відвалу.

Актуальність дослідження сучасного стану природних деревно-чагарникових угруповань на порушених землях зумовлена також необхідністю визначення та добору стійких видів із метою оптимізації навколишнього середовища. Одержані результати можуть бути використані для моніторингу під час проведення екологічних досліджень у майбутньому.

Мета роботи — дослідження сучасного стану дендрофитоценозів (життєвість, густина насаджень, висота і діаметр стовбура дерев, сума

площ поперечних перерізів, запас стовбурної деревини), природно поширених на девастованих землях залізорудного відвалу (Кривий Пір).

Матеріали та методи. Матеріалами роботи слугували результати власних досліджень, які виконували впродовж 2020–2021 років на території девастованих земель Петровського залізорудного відвалу, що розташований у Центральній частині Криворізького регіону (Дніпропетровська обл.) і належить до відвалів ПрАТ «Центральний гірничо-збагачувальний комбінат».

Маршрутно-рекогносцирувальним методом обстежено всю територію Петровського відвалу та закладено п'ять моніторингових ділянок (мінімальний розмір 150 м на 150 м), які мали чітку впорядкованість за тривалістю сукцесії деревної рослинності (рис. 1). Надалі в їх межах на площинах із максимальною контрастністю екологічних умов і густотою природних деревостанів додатково закладено п'ять дослідних ділянок (розміром 40 м на 50 м). Дослідженнями охоплено 10 000 м². У межах цих ділянок маршрутним методом визначали таксономічний склад деревних і чагарникових видів рослин, проводили вимірювання дендрометричних параметрів. За для контролю були використані дані наукової літератури (Kvitko & Savosko, 2017), де наведені показники життєвого стану та біометричні параметри дерев природних насаджень Гурівського лісу (Кіровоградська обл.).

Об'єктом дослідження була обрана деревна рослинність, що спонтанно сформувалася на Петровському залізорудному відвалі Криворізького гірничо-металургійного регіону (Дніпропетровська обл., Україна).

На дослідних ділянках для кожного екземпляра деревної рослини з діаметром стовбуру понад 5 см встановлювали попередньо видову приналежність, вимірювали висоту і діаметр стовбура (Hrom, 2007; West, 2009), визначали життєвість (Alekseev, 1989). Номенклатуру таксонів наведено за С. Л. Мосякіним і М. М. Федорчуком (Mosyakin & Fedoronchuk, 1999) з урахуванням IPNI. Аналіз розподілу видів за апофітними й антропофітними фракціями здійснено за рекомендаціями В. В. Протопопової (Protopopova *et al.*, 2014; Protopopova & Shevera, 2019).

Результати та обговорення. Таксономічна структура віддзеркалює умови формування дендрофлори Петровського відвалу (табл. 1). У складі рослинних угруповань тимчасових дослідних ділянок виявлено 22 види деревних рослин (14 родів і 12 родин). Загальний флористичний склад дерев і чагарників девастованих

земель Петровського відвалу налічує 33 види, які належать до 26 родів і 14 родин.

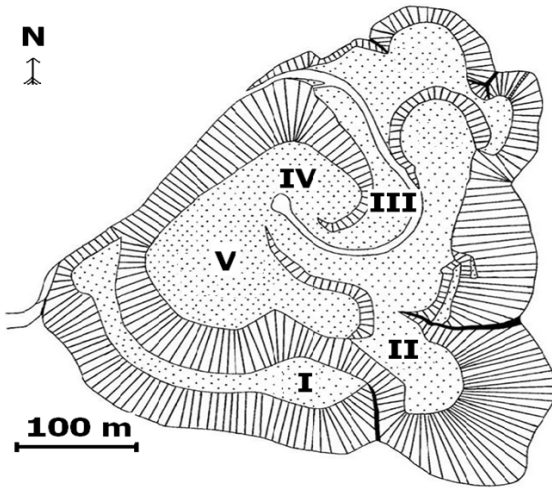


Рис. 1. План-схема Петровського відвалу та розташування пробних площ: I, II, III, IV, V — ділянки дослідження

Figure 1. Plan-scheme of Petrivskiy iron ore dump and the location of the test plots: I, II, III, IV, V — research sites

У таксономічних спектрах рослинних угруповань усіх дослідних ділянок Петровського відвалу панівне положення в ієрархії родин за кількістю видів займає родина *Salicaceae* — 5 видів (22,73% від загальної кількості видів), друге місце займають родини *Rosaceae*, *Ulmaceae* і *Aceraceae* — по 3 види кожна (13,64%). У спектрах рослинних угруповань п'яти дослідних ділянок родини *Betulaceae*, *Anacardiaceae*, *Elaeagnaceae*, *Juglandaceae*, *Moraceae*, *Cornaceae*, *Fagaceae* і *Fabaceae* є моновидовими та складають по 4,55% кожна.

Встановлено, що деревні види характеризуються різною поширеністю на дегастрованих землях (табл. 1). Найбільш чисельною за видовим складом є III дослідна ділянка, де представлено 15 видів, що складають 68,18% від їхньої загальної кількості і належать до 7 родів (50%) і 6 родин (50%). У межах I дослідної ділянки нами зафіксовано 10 видів (45,45%), які належать до 7 родів (50%) і 6 родин (50%). Виявлено відмінність показників таксонів на території V дослідної

Таблиця 1. Таксономічний склад рослинних угруповань дослідних ділянок
 Table 1. Taxonomic composition of plant communities of experimental sites

Родина	Рід	Види рослин	Дослідні ділянки					Кількість ділянок, де зафіксовано вид	Рівень трапляння
			I	II	III	IV	V		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aceraceae	Acer	Acer negundo	+	+			+	3	60
Aceraceae	Acer	Acer pseudoplatanus					+	1	40
Aceraceae	Acer	Acer tataricum		+				1	40
Rosaceae	Armeniaca	Armeniaca vulgaris	+				+	2	80
Betulaceae	Betula	Betula pendula	+	+	+	+		4	80
Anacardiaceae	Cotinus	Cotinus coggygia				+		1	20
Elaeagnaceae	Elaeagnus	Elaeagnus angustifolia	+	+	+		+	4	80
Juglandaceae	Juglans	Juglans regia		+	+			2	40
Moraceae	Morus	Morus nigra			+	+		2	40
Salicaceae	Populus	Populus alba	+	+	+			3	60
Salicaceae	Populus	Populus canescens	+		+			2	40
Salicaceae	Populus	Populus italica					+	1	20
Salicaceae	Populus	Populus nigra	+	+	+		+	4	80
Salicaceae	Populus	Populus deltoidea			+			1	20

Продовження табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Rosaceae	Pyrus	Pyrus communis	+		+	+		3	60
Fagaceae	Quercus	Quercus robur			+			1	20
Fabaceae	Robinia	Robinia pseudoacacia			+			1	20
Rosaceae	Sorbus	Sorbus aucuparia			+		+	2	40
Cornaceae	Swida	Swida sanguinea			+	+		2	40
Ulmaceae	Ulmus	Ulmus glabra	+		+	+	+	4	80
Ulmaceae	Ulmus	Ulmus laevis	+		+	+	+	5	100
Ulmaceae	Ulmus	Ulmus minor					+	1	20

ділянки, де представлено 10 видів (45,45%), які належать до 6 родів (42,86%) і 5 родин (41,67%). Найменш чисельними за кількістю таксонів виявилися II і IV ділянки, відповідно — 8 видів (36,37%) і 7 видів (31,82%), що належать до 6 родів (42,86%). Різниця полягає в кількості родин, яких на одну більше на II ділянці — 6 родин (50%).

За результатами наших досліджень, високий рівень трапляння (80–100%) має один вид (4,5%) — *Ulmus laevis* Pall. На 60–80% дослідних ділянок зустрічаються 5 видів (22,7%): *Armeniaca vulgaris* Lam., *Betula pendula* Roth., *Elaeagnus angustifolia* L., *Populus nigra* L. та *Ulmus glabra* Huds. На нашу думку, ці види утворюють флористичне ядро дендрофітоценозів, природно поширених на девастрованих землях залізорудного відвалу.

На 40–60% дослідних ділянок зустрічаються 3 види (13,6%), а саме: *Acer negundo* L., *Populus alba* L. та *Pyrus communis* L.

На 20–40% дослідних ділянок зафіксована найбільша кількість видів — 7 (31,8%): *Acer platanoides* L., *Acer tataricum* L., *Juglans regia* L., *Morus nigra* L., *Populus canescens* Sm., *Sorbus aucuparia* L. та *Swida sanguinea* (L.) Opiz.

Дещо менша кількість видів — 6 (27,3%) — поширена на 20–40% дослідних ділянок. До переліку таких видів належать: *Cotinus coggygia* Scop., *Populus italica* (Du Roi) Moench., *Populus deltoidea* Marshall., *Quercus robur* L., *Robinia pseudoacacia* L. та *Ulmus minor* Mill.

Дослідження систематичної структури рослинних угруповань девастрованих земель Петровського відвалу є важливим кількісним показником флори (табл. 2).

Таблиця 2. Кількісний розподіл таксономічних одиниць та основні пропорції флори девастрованих земель Петровського відвалу

Table 2. Quantitative distribution of taxonomic units and main proportions of the flora of the area of devastated lands of Petrivskiy iron ore dump

Дослідні ділянки	Родини		Роди		Види		Пропорції флори (родини: роди: види)	Родовий коеф.
	К-ть	%	К-ть	%	К-ть	%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	6	18,75	7	19,44	10	20	1:1,2:1,7	1,4
II	6	18,75	6	16,67	8	16	1:1:1,3	1,3
III	10	31,25	11	30,56	15	30	1:1,1:1,5	1,4

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
IV	5	15,63	6	16,67	7	14	1:1,2:1,4	1,2
V	5	15,63	6	16,67	10	20	1:1,2:2	1,2
Разом	32	100	36	100	50	100	1:1,1:1,7	1,4

Отже, про ступінь видового та родового різноманіття на різних дослідних ділянках Петровського відвалу свідчать флористичні пропорції, тобто співвідношення середньої кількості родів у родині та видів у родині, роді. Для флори дендрофітоценозів, природно поширених на девастрованих землях залізорудного відвалу, основна пропорція становить 1:1,1:1,7, тобто середня кількість родів у родині становить 1,1, видів у родині — 1,7, а в роді (родовий коефіцієнт) — 1,4 (табл. 2). Невисоке значення цього показника свідчить про значну кількість одновидових родів, що вказує на розрізнений видовий склад деревної рослинності дослідних ділянок.

Синантропна характеристика флори дендрофітоценозів, природно поширених на девастрованих землях Петровського відвалу. Аналіз видового складу адвентивної фракції рослинних угруповань є важливим елементом для оцінки ступеня її трансформації. Результати наших досліджень свідчать, що серед дерев Петровського відвалу за кількісними показниками перевагу мають адвентивні види (63,6%), порівняно з аборигенними (36,4%). Різні ділянки в межах відвалу мають неоднорідну структуру: I, II, III і V ділянки — переважають адвентивні види, а IV — аборигенні. Біогеографічна характеристика рослинних угруповань свідчить про збільшення участі чужорідних видів, що неминуче призводить до зростання адвентивізації та синантропізації флори девастрованих земель Криворіжжя (рис. 2).

Частиною адвентивної фракції флори є інвазійний субелемент, який характеризується здатністю до швидкого розселення й освоєння широкого спектру екоотів. Окремої уваги дослідників потребують види, що належать до стабільного компоненту флори девастрованих земель, а також ті, що подолали ценотичний бар'єр і є агресивними інвазійними, наприклад: *Acer negundo* L., *Robinia pseudacacia* L. та інші.

Стан деревних рослин, природно поширених на девастрованих землях залізорудного відвалу. Перш ніж визначати життєвий стан флори дендрофітоценозів, природно поширених на девастрованих землях, було проведено аналіз багаточисельних наукових публікацій за темою досліджень. Відомо, що, за шкалою В. А. Алексеева, сучасний

життєвий стан лісових культурфітоценозів (Savosko & Kvitko, 2017) оцінюється виключно як «Здоровий» — 82–90 умовних балів (далі — у. б.). Показники життєвого стану деревостанів садово-паркових (Savosko & Tovstolyak, 2017) культурфітоценозів у зоні сприятливих екологічних умов визначено як «здоровий» — 83–89 у. б.

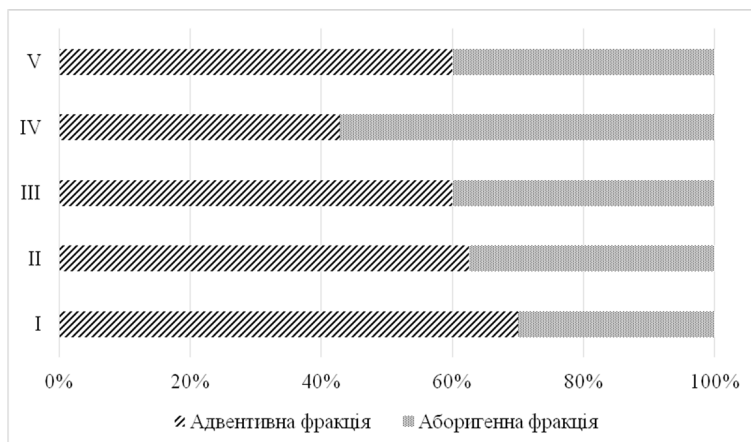


Рис. 2. Співвідношення аборигенної та адвентивної фракцій флори дендрофітоценозів, природно поширених на девастрованих землях: I, II, III, IV, V — ділянки дослідження

Figure 2. The ratio of the aboriginal and adventitious fraction of the flora of dendrofitocenoses naturally distributed on devastated lands: I, II, III, IV, V — research sites

Дослідження життєвого стану деревних рослин на всій території Петровського відвалу вказують на той факт, що переважна кількість дерев належить до категорій «ослаблені» та «сильно ослаблені» (51,8% від загальної кількості рослин). І лише 35,5% дерев оцінюються як «здорові». Кількість дерев із життєвим станом «відмирає» та «сухе» є мінімальною: 7,1 і 5,6% відповідно. Однак, для розширення уявлень про особливості природного розвитку флори дендрофітоценозів, природно поширених на девастрованих землях, нами було поглиблено аналіз життєвого стану деревних видів рослин на Петровському відвалі.

За показниками кількості стовбурів, у флорі дендрофітоценозів, природно поширених на різних ділянках Петровського відвалу, життєвий стан деревостану, за шкалою В. А. Алексеєва (Alekseev, 1989),

Таблиця 3. Життєвий стан дендрофітоценозів, природно поширених на різних ділянках Петровського відвалу

Table 3. Vital status of dendrophytocoenoses naturally distributed in different areas of Petrivskiy iron ore dump

Параметри рослин	Дослідні ділянки															
	I			II			III			IV			V			
	М	м	V, %	М	м	V, %	М	м	V, %	М	м	V, %	М	м	V, %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
За чисельністю дерев																
Крона	71,25	1,44	12,22	70,00	1,54	13,08	72,31	1,71	14,90	66,83	1,18	16,09	72,89	1,53	13,01	
Листя	69,22	1,11	11,90	75,75	1,92	15,00	74,42	1,55	12,02	63,41	1,07	15,77	69,78	1,01	12,90	
Гілки	67,34	1,31	14,07	75,00	1,89	15,06	74,42	1,23	11,01	69,39	1,79	18,52	71,78	1,48	12,88	
Разом	71,09	1,54	18,01	72,00	1,99	14,09	73,27	1,73	14,06	65,73	1,55	16,90	70,44	1,09	11,99	
Стан деревостану	Ослаблений															
За об'ємом стовбурової деревини																
Крона	76,05	2,90	23,01	69,61	3,22	28,75	59,37	3,07	29,90	55,13	4,51	32,07	74,07	2,88	25,99	
Листя	72,60	2,22	21,90	77,14	3,95	29,00	61,81	3,38	30,05	53,96	4,31	31,90	72,57	2,73	26,03	
Гілки	65,89	1,83	22,10	77,78	3,28	28,77	65,35	4,50	31,80	66,67	4,99	33,05	76,00	2,59	26,70	
Разом	73,62	2,22	24,01	75,15	3,11	27,79	65,27	3,90	28,90	56,69	4,38	32,06	72,37	2,66	24,79	
Стан деревостану	Ослаблений															

Продовження табл. 1

1	За сумою площ поперечних перерізів															
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Крона	73,19	4,41	31,02	67,37	2,22	28,01	59,43	2,11	30,39	55,49	1,99	28,03	73,84	4,55	31,00	
Листя	69,74	3,88	30,29	74,78	2,99	27,07	62,26	2,92	31,01	54,42	1,82	27,85	72,14	4,11	30,99	
Гілки	64,94	3,11	29,90	75,40	3,1	28,05	64,40	2,99	31,50	65,90	2,01	29,07	75,80	4,33	31,04	
Разом	71,00	3,9	30,79	72,61	2,81	29,90	64,29	3,01	32,00	57,07	1,55	27,90	71,97	2,98	30,01	
Стан деревостану	Ослаблений															

Примітки: М — середня арифметична; m — абсолютна похибка середньої; V, % — коефіцієнт варіації

визначено як «ослаблений» — 70,44–73,27 у.б. (табл. 3). Найменші показники життєвості за станом крони, листя та гілок демонструють деревні рослини IV дослідної ділянки, що можна пояснити особливостями її розташування (берма відвалу, неподалік від дороги, якою відбувався рух автотранспорту задля відсишки відвалу). Найкращий життєвий стан мають деревні угруповання V дослідної ділянки, що характеризується густим трав'янистим покривом, у якому зустрічаються значні за площею асоціації гідрофітів (очерет звичайний — *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud).

За показниками запасів стовбурної деревини, життєвий стан різних компонентів деревостану має деякі особливості. Показники життєвості крони мають найменші значення в межах III і IV дослідних ділянок — 55–59 у.б. (табл. 3). Найбільші числові значення життєвого стану листя, розраховані за показниками запасів стовбурної деревини, зафіксовані на I, II і V дослідних ділянках. Показники життєвості гілок варіюють від 66 у.б. на I ділянці до 77 у.б. на II і V ділянках.

За показниками суми площ поперечних перерізів, життєвість крони має схожі закономірності з попередніми розрахунками та складає 55 у.б. на IV ділянці та 67–74 у.б. на інших дослідних ділянках (табл. 3). Найменші числові значення життєвого стану листя, розраховані за показниками суми площ поперечних перерізів, зафіксовані на III і IV дослідних ділянках, а найбільші — на II і V дослідних ділянках. Параметри життєвості гілок були найменші в межах IV дослідної ділянки — 57 у.б.

На основі всебічного аналізу та синтезу наявних даних констатуємо «ослаблений» життєвий стан дендрофітоценозів девастрованих земель Петровського відвалу за показниками кількості стовбурів ($70,51 \pm 1,28$ у.б.) і запасів стовбурної деревини ($68,62 \pm 3,43$ у.б.) та суми площ поперечних перерізів ($67,39 \pm 2,98$ у.б.). Середні значення достовірні за $\rho < 0,05$.

За шкалою В. А. Алексеєва, відносний життєвий стан деревних видів рослин, природно поширених на девастрованих землях Петровського відвалу, оцінений як «ослаблений»: 65–71 у.б. Такі чисельні значення життєвості деревних рослин на 21–28% нижчі за контрольні показники (природні угруповання Гурівського лісу). Стан деревних рослин свідчить про відносну сприятливість екологічних умов відвалу для їх росту та розвитку.

Дендрометричні показники деревних рослин, природно поширених на девастрованих землях залізрудного відвалу. Для оцінки інтенсивності росту деревних рослин необхідно провести комплексний

аналіз біометричних показників: щільність деревостану, середня висота, діаметр, запас стовбурної деревини та сума площ поперечних перерізів. Середня висота дерева та діаметр на рівні 1,3 м є важливими незалежними змінними під час прогнозування обсягу стовбурної деревини, біомаси й інших характеристик лісонасадження. Біометричні параметри виражають вегетативний стан рослини, взаємозв'язок рослини з живильним середовищем, стадії розвитку рослини (Benomar *et al.*, 2012; Korshikov & Petrushkevich, 2017).

Досліджені нами дендрофітоценози, природно поширені на різних ділянках девастрованих земель Петровського відвалу, мають типові для умов зростання абсолютні дендрометричні показники (табл. 4). Так, найменша густина деревостану зафіксована на I ділянці, яка знаходиться на першій бермі відвалу, де ще 60 років тому проводилися роботи з відсіпки гірських порід.

Таблиця 4. Дендрометричні показники флори дендрофітоценозів, природно поширених на різних ділянках девастрованих земель Петровського відвалу

Table 4. Dendrometric indicators of the flora of dendrophytocenoses naturally distributed in different areas of the devastated lands of Petrivskiy iron ore dump

Дослідні ділянки	Біометричні параметри дерев				
	Густина насаджень, шт./га	Середня висота, м	Середній діаметр стовбура на рівні 1,3 м, см	Запас стовбурної деревини, м ³ /га	Сума площ поперечних перерізів, м ² /га
I	$\frac{172 \pm 31}{28}$	$\frac{6,28 \pm 0,5}{17,36}$	$\frac{12,46 \pm 1,8}{22}$	$\frac{14,88 \pm 2,70}{35,01}$	$\frac{2,80 \pm 0,45}{23,90}$
II	$\frac{213 \pm 35}{26}$	$\frac{5,42 \pm 0,43}{16,04}$	$\frac{11,80 \pm 1,44}{19,67}$	$\frac{15,76 \pm 2,2}{33}$	$\frac{3,36 \pm 0,79}{30,01}$
III	$\frac{267 \pm 33}{21}$	$\frac{3,97 \pm 0,22}{15,12}$	$\frac{6,92 \pm 0,87}{21,50}$	$\frac{9,46 \pm 1,88}{35,02}$	$\frac{1,97 \pm 0,33}{26,05}$
IV	$\frac{256 \pm 28}{18}$	$\frac{3,46 \pm 0,4}{19,00}$	$\frac{6,54 \pm 0,70}{19,73}$	$\frac{4,74 \pm 0,9}{34}$	$\frac{1,22 \pm 0,5}{39,00}$
V	$\frac{250 \pm 30}{22}$	$\frac{3,93 \pm 0,39}{18,55}$	$\frac{10,02 \pm 1,1}{21,03}$	$\frac{11,03 \pm 2,0}{34,9}$	$\frac{2,85 \pm 0,5}{25,95}$

Примітки: чисельник — середня величина дендрометричних показників; знаменник — коефіцієнт варіації, %

Отримані середні значення у 2,3 рази нижчі, ніж показники густини насаджень, що характерні для лісових фітоценозів Криворіжжя (Savosko & Kvitko, 2017). Найбільша густина стояння стовбурів була зафіксована на III дослідній ділянці, для якої характерна велика кількість молодих дерев. Зважаючи на вік, найбільш високими виявилися дерева I і II дослідних ділянок (табл. 4), відсіпка яких була завершена 50–60 років тому. Натомість найменша висота деревостану була досліджена нами в межах IV дослідної ділянки ($3,46 \pm 0,4$ м), період самозаростання якої не перевищує 45 років.

Встановлено, що деревна рослинність I, II і V ділянок має найбільш солідні числові значення діаметру стовбура — від 10,02 до 12,46 см. На території III і IV дослідних ділянок показники середнього діаметру, як і значення середньої висоти, стабільно залишаються найнижчими, що пояснюється великою кількістю порослі та молодих дерев.

Сума площ поперечних перерізів на 1 га зі збільшенням густоти стояння стовбурів на деяких ділянках збільшується за рахунок наявності зрілих дерев (ділянки II і I). Водночас на інших ділянках фіксуємо велику кількість молодих дерев і зменшення цього показника.

Отже, досліджені нами деревні рослини Петровського залізорудного відвалу мають наступні дендрометричні показники: густина насаджень становить 215–249 шт/га, висота — 4,08–5,14 м, діаметр — 8,33–10,77 см, запас стовбурної деревини складає 9,18–13,16 м³/га та сума площ поперечних перерізів знаходиться в діапазоні 2,05–2,80 м²/га. Отримані розрахунки вказують на суттєвий негативний вплив складних екологічних умов девастрованих земель Петровського відвалу на біометричні параметри дерев, що супроводжується їхнім стрімким зменшенням і нестабільною динамікою, порівняно з дендрометричними показниками природних деревостанів (Гурівський ліс).

Висновки. Узагальнено всі доступні джерела інформації та результати власних досліджень. Експлуатація природно-ресурсного потенціалу зумовила формування техногенно девастрованих земель, які є джерелом постійного забруднення та призводять до елімінації рослинного покриву. У межах тимчасових дослідних ділянок Петровського відвалу природно зростають 22 види деревних рослин (14 родів і 12 родин). Серед них за кількісними показниками значну перевагу мають адвентивні види (63,6%), порівняно з аборигенними (36,4%). Встановлено наявність інвазійних видів серед адвентивної флори відвалу: клен ясенелистий (*Acer negundo* L.), маслинка вузьколиста (*Elaeagnus angustifolia* L.).

Проаналізовано життєвий стан деревних рослин, що зростають на техногенно порушених землях Петровського відвалу. За шкалою В. А. Алексєєва (1989), відносний життєвий стан флори дендрофітоценозів оцінено як «ослаблений»: 65–71 у. б. Такі чисельні значення життєвості деревних рослин на 21–28% нижчі за контрольні показники (природні угруповання Гурівського лісу). На основі всебічного аналізу та синтезу наявних даних констатуємо «ослаблений» життєвий стан дендрофітоценозів девастрованих земель Петровського відвалу за показниками кількості стовбурів ($70,51 \pm 1,28$ у. б.) і запасів стовбурної деревини ($68,62 \pm 3,43$ у. б.) та суми площ поперечних перерізів ($67,39 \pm 2,98$ у. б.).

З'ясовано, що з погіршенням умов навколишнього середовища суттєво зменшуються біометричні показники дерев: середня густина стояння стовбурів (215–249 шт/га), висота (4,08–5,14 м), діаметр (8,33–10,77 см), запас стовбурної деревини (9,18–13,16 м³/га) і сума площ поперечних перерізів (2,05–2,80 м²/га), порівняно з даними літературних джерел.

Нами проаналізовано 22 види деревних рослин, для яких встановлено показники життєвості та біометричні параметри. Виконані дослідження загалом свідчать про доцільність подальших спостережень за формуванням спонтанних деревно-чагарникових угруповань у межах Петровського відвалу.

References

1. Alekseev, V. A. (1989). Diagnostics of trees and stands vitality state. *Forestry*, 4, 51–57. (in Ukrainian).
2. Benomar, L., DesRochers, A. & Larocque, G. R. (2012). The effects of spacing on growth, morphology and biomass production and allocation in two hybrid poplar clones growing in the boreal region of Canada. *Trees*, 26, 939–949. <https://doi.org/10.1007/s00468-011-0671-6>
3. Bessonova, V. P., Chongova, A. S., & Sklyarenko, A. V. (2020). Influence of multicomponent contamination on the content of photosynthetic pigments in the leaves of woody plants commonly planted for greening of cities. *Biosystems Diversity*, 28 (2), 203–208. <https://doi.org/10.15421/012026>
4. Bhatla, S. C., & Lal, M. A. (2018). Plant physiology, development and metabolism. Singapore, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-2023-1>

5. Bielyk, Y., Savosko, V., & Lykholat, Y. (2022). The ecological conditionality of tree vitality indicators and dendrometric parameters of the woody plants community growing naturally on the devastated lands in iron waste rock dump. *Bulletin of Odessa National University. Biology*, 27 (1), 7–23. [https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1\(50\).259959](https://doi.org/10.18524/2077-1746.2022.1(50).259959)
6. Bielyk, Y., Savosko, V., Lykholat, Y., Heilmeier, H., & Grygoryuk, I. (2020). Macronutrients and heavy metals contents in the leaves of trees from the devastated lands at Kryvyi Rih District (Central Ukraine). *E3S Web of Conferences*, 166, 01011. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202016601011>
7. Bielyk, Yu. V., Savosko, V. M., & Lykholat, Y. V. (2019). Taxonomic composition and synanthropic characteristic of woody plant community on Petrovsky waste rock dumps (Kryvorizhzhya). *Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District*, 4, 104–113. <https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2565> (in Ukrainian).
8. Boyce, S. G. (1975). Ecology and Reclamation of Devastated Land. *Forest Science*, 21, 1, 44–45. <https://doi.org/10.1093/forestscience/21.1.44>
9. Danilchuk, N. M. (2020). Species of the genus *Populus* L. in landscaping of city parks and technogenic disturbed lands of Kryvyi Rih (Ukraine), *Danish Scientific Journal*, 42 (1), 8–14.
10. Dement, W. T., Hackworth, Z. J., & Lhotka, J. M. (2020). Plantation development and colonization of woody species in response to post-mining spoil preparation methods. *New Forests*, 51, 965–984. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09769-y>
11. Denysyk, H. I., Yarkov, S. V., & Kazakov, V. L. (2012). *Synthesis of vegetable cover in the landscapes of technogenesis areas*. Edeiveis K, Vinnitsa. (in Ukrainian).
12. Dobrochaeva, D. N., Kotov, M. Y., Prokudyn, Yu. N., & Barbarych, A. Y. (1999). *Opredelytel vysshnykh rastenyi Ukrainy [A Guide to the Identification of higher plants from Ukraine]*. Fitosotsiotsentr, Kyiv. (in Russian).
13. Hancock, G. R., Duque, J. F., & Willgoose, G. R. (2019). Geomorphic design and modelling at catchment scale for best mine rehabilitation — The Drayton mine example (New South Wales, Australia). *Environmental Modelling & Software*, 114 (77), 140–151. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2018.12.003>

14. Hrom, M. M. (2007). *Forest Taxation*. RVV NLTU Ukrainy. (in Ukrainian).
15. Jennifer, R. W., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities “just green enough”. *Landscape and Urban Planning*, 125, 234–244. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.017>
16. Korshikov, I. I., & Krasnoshtan, O. V. (2012). *Viability of arboreal plants on the iron-ore dumps of Krivoy Rog*. Doneck Botanical Garden, Doneck. (in Russian).
17. Korshikov, I. I., & Petrushkevich Yu. M. (2017). Viability of *Betula pendula* Roth. in the urban system of Kryvyi Rih. *Introduction of plants*, 1, 28–35.
18. Kvitko, M. O., & Savosko, V. M. (2018). Ecological features of the relative life state of the forest plantations at Kryvorizhzhya. *Problems of Bioindication and Ecology*, 23 (2), 34–57. <https://doi.org/10.26661/2312-2056/2018-23/2-03> (in Ukrainian).
19. Mazur, A. Ye., Kucherevsky, V. V., Shol', H. N., Baranets, M. O., Sirenko, T. V., & Krasnoshtan, O. V. (2015). Biotechnology of the iron-ore dump recultivation by creation of steady plants communities. *Science and innovations*, 11 (4), 41–52. <https://doi.org/10.15407/scin11.04.041> (in Ukrainian).
20. Mosyakin, S. L., & Fedoronchuk, M. M. (1999). *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. M. G. Kholodny Institute of Botany, Kiev.
21. Protopopova, V. V., Shevera, M. V., Fedoronchuk, M. M., & Shevchyk, V. L. (2014). Transformer species in the flora of the Middle Dnipro Region. *Ukrainian Botanical Journal*, 71 (5), 563–572. <https://doi.org/10.15407/ukrbotj71.05.563> (in Ukrainian).
22. Protopopova, V. V., & Shevera, M. V. (2019). Invasive species in the flora of Ukraine. I. The group of highly active species. *Geo&Bio*, 17, 116–135. (in Ukrainian).
23. Savosko, V. M. (2011). *Land melioration and phytorecultivation*. Dionis, Kryvyi Rih. (in Ukrainian).
24. Savosko, V. M., & Tovstolyak, N. V. (2017). Ecological conditions of garden and park territories of former iron mines (Kryvyi Rih Basin, Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*, 7 (4), 12–17. (in Ukrainian).

25. Savosko, V. M., & Kvitko, M. O. (2017). The current state of life of the forest cultural phytocenoses of Kryvorizhzhia. *Bulletin of Lviv University. Biological series*, 75, 75–82. (in Ukrainian).
26. Savosko, V., Lykholat, Y., Domshyna, K., & Lykholat, T. (2018). Ecological and geological determination of trees and shrubs' dispersal on the devastated lands at Kryvorizhyya. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27 (1), 116–130. <https://doi.org/10.15421/111837> (in Ukrainian).
27. Savosko, V. M., Lykholat, Y. V., & Bielyk, Y. V. (2021). *Forestry of technogenic devastated lands as an effective factor for environmental safety at he mining & metallurgical district. In Effects of pollution and climate change on the ecosystem componenets* (Ed. Y. V. Lykholat, pp. 6–39). Praha, Oktan Print. <https://doi.org/10.46489/EOPACC-1204211>
28. Shupranova, L. V., Lykholat, Y. V., Khromikh, N. O., Grytzaj, Z. V., Alexeyeva, A. A., & Bilchuk, V. S. (2017). Reaction of photosynthetic apparatus of a representative of extrazonal steppe plants *Quercus robur* to air pollution by motor vehicle emissions. *Biosystems Diversity*, 25 (4), 268–273. <https://doi.org/10.15421/011741>
29. The International Plant Names Index (IPNI) — <http://www.ipni.org>.
30. West, P. W. (2009). *Tree and forest measurement*. Berlin Heidelberg Springer-Verlag.

**THE CURRENT STATE OF WOODY PLANT COMMUNITY
GROWING NATURALLY ON THE DEVASTATED LANDS
OF THE IRON DUMP (KRYVYI RIH)**

Yu. V. Bielyk¹, V. M. Savosko², Yu. V. Lykholat¹

¹ — Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

² — Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine

Abstract. The article presents the study results of the current condition of the dendrocenoses flora naturally distributed on the devastated lands of Petrivskiy iron ore dump. Taxonomic composition, life status of trees, dendrometric parameters of the studied species were investigated on the example of tree-shrub plant communities of disturbed lands. The research was conducted on devastated areas that were not rehabilitated. 22 species of woody plants (14 genera and 12 families) naturally grow within the temporary experimental plots of the Petrivskiy iron ore dump. Among them adventive species (63.6%) have a significant advantage compared to aboriginal species (36.4%) by quantitative indicators. The vitality of dendrophytocenoses naturally distributed on the devastated lands of Petrivskiy iron ore dump was established according to three criteria: according to the indicators

of the number of trunks (70.51 ± 1.28 conditional points), trunk wood stocks (68.62 ± 3.43 conditional points) and the sum of cross-sectional areas (67.39 ± 2.98 conditional points). The current life status of woody plant species in the iron ore dump according to V. A. Alekseyev's scale (1989) is estimated as "Weakened": 65–71 conditional points. Such numerical values of the vitality of the trees are 21–28% lower than the control indicators (natural community of Gurivka forest). The trees dendrometric parameters on disturbed lands were established (planting density, average height and diameter, sum of cross-sectional areas, stock of trunk wood). In all researched areas, which are characterized by a high level of pollution, the biometric parameters of trees are significantly lower compared to plants growing in a conditionally clean zone. Our results indicate that the ecological conditions of the devastated lands of Petrovsky dump are relatively favourable for the growth and development of woody and shrub plant species.

Key words: tree species, vital condition, taxonomic composition, dendrometric indicators, devastated lands, Petrovsky iron ore dumps, Kryvyi Rih District.

Citation as:

APA Bielyk, Yu. V., Savosko, V. M., & Lykholat, Yu. V. (2022). Suchasnyi stan dendrofitotsenoziv pryrodno poshyrenykh na devastovanykh zemliakh zalizorudnoho vidvalu (Kryvyi Rih) [The current state of woody plant community growing naturally on the devastated lands in iron waste rock dump (Kryvyi Rih)]. *Ekolohichnyi visnyk Kryvorizhzhia [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District]*, 7, 25–43. <https://doi.org/10.31812/eco-bulletin-krd.v7i0>.

ДСТУ 8302:2015 Белик Ю.В., Савосько В.М., Лихолат Ю.В. Сучасний стан дендрофітоценозів, природно поширених на девастрованих землях залізорудного відвалу (Кривий Ріг). *Екологічний Вісник Криворіжжя*. 2022. Вип. 7. С. 25–43.