

**ВПЛИВ БРІОФІТНОГО ПОКРИВУ НА УМОВИ ЕДАФОТОПУ
ПОРОДНИХ ВІДВАЛІВ ЧЕРВОНОГРАДСЬКОГО
ГІРНИЧОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ**

Л. Карпінець¹, О. Лобачевська¹, В. Баранов²

*¹Інститут екології Карпат НАН України
вул. Стефаника, 11, Львів 79000, Україна
e-mail: morphogenesis@mail.lviv.ua*

*²Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна*

Досліджено домінантні бріофітні угруповання на породних відвалах Червоноградського гірничопромислового комплексу. Визначено видовий склад мохоподібних, їхні життєві стратегії, способи розмноження. Проаналізовано біоморфну та екологічну структури бріофітних угруповань залежно від експозицій на териконах. Встановлено участь мохового покриву в регенераційних процесах на шахтних відвалах унаслідок покращення мікрокліматичних та едафічних умов техногенних субстратів.

Ключові слова: породні відвали, мохоподібні, проективне покриття, вологість, кислотність.

У численних наукових публікаціях екологічного спрямування останніми роками переважають глобальні та національні прогнози, спрямовані на оцінку майбутнього стану біосфери, і є значно менше програм досліджень територій регіонального і, особливо, локального значення, приурочених до конкретних антропогенно змінених ландшафтів, до яких належать і породні відвали Червоноградського гірничопромислового комплексу (ЧГПК). У дослідженнях, присвячених рекультивациі відвалів, а саме біологічній рекультивациі, основна увага спрямована на судинні рослини як домінанту фітомеліорації. Дослідженню бріофітів як піонерній компоненті ренатуралізації, наявній майже в усіх едафотобах, приділено значно менше уваги. Участь мохоподібних у формуванні рослинного покриву шахтних відвалів і їх ренатуралізаційна роль досі залишається невивченою.

У зв'язку з цим метою досліджень було визначити видовий склад домінантних бріофітних угруповань, проаналізувати їхню біоморфну й екологічну структури та встановити участь мохового покриву у відновних процесах техноземів на породних відвалах ЧГПК.

Матеріали та методи

Об'єктом досліджень були найтипівіші бріофітні угруповання, які одними з перших заселяють відвали: рекультивованій (унаслідок нанесення шару ґрунтосуміші) діючої шахти «Надія», незарослий і частково рекультивованій Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) «Червоноградська» та природно зарослий недіючої шахти «Візейська» ЧГПК.

Залежно від експозиції на відвалах було закладено 14 дослідних трансект, площею 0,3–16,0 м², координати місцезнаходження яких встановлювали за допомогою GPS-навігатора. На визначених ділянках відбирали зразки мохоподібних для встановлення видового складу й еколого-біоморфологічних особливостей бріоугруповань. Систематичне

опрацювання матеріалів здійснювали за загальноприйнятим порівняльно-морфологічним методом із використанням визначників мохоподібних [3, 4, 8]. Життєві форми бріофітів встановлювали за класифікацією К. Гімінгайма і Е. Робертсона [28], модифікованою К. Магдєфрау [30]. Екологічні групи визначали за М.Ф. Бойком [6], О.В. Лобачевською [14], Г.Ф. Риковським, О.М. Масловським [21, 22]. Аналіз типів життєвих стратегій мохів здійснювали за системою Г. Дюрінга [27]. Частоту трапляння встановлювали за методом К. Раункієра [26], показники проективного покриття і постійність домінантних видів мохоподібних – за модифікованим методом Н. Корневої [26] та модифікованою шкалою Браун-Бланке [10]. Для визначення вмісту вологи за С.М. Польчиною [18], актуальної кислотності за В.І. Ніколайчуком [17] та засоленості за В.Г. Мінеєвим [19] відбирали зразки рослин і субстратів під мохом: у межах дослідних ділянок у трьох місцях відбирали проби, змішували їх і формували середню пробу. Аналіз проводили у весняний і осінній періоди за найвищою вегетаційної та метаболічної активності мохового покриву. Контролем слугував оголений субстрат на вершинах, терасах і основах відвалів. Результати досліджень опрацьовували статистично [12].

Результати і їхнє обговорення

На дослідних ділянках визначено 14 бріофітних угруповань, представлених 20 видами мохоподібних, залежно від експозиції, мікрорельєфу і типу місцевиростань на відвалі. Угруповання відрізняються між собою за чисельністю бріофітів. Різноманіття мохового покриву в них формується під впливом неоднорідності мікрокліматичних і едафічних умов порушених територій, а також залежить від віку терикону та стадії сукцесії. Угруповання відвалу шахти «Візейська» сформовані трьома, чотирма та вісьмома видами мохів, на териконі шахти «Надія» – одним–п'ятьма видами мохоподібних. На проаналізованих трансектах відвалу ЦЗФ угруповання були переважно одно- або двовидовими, що, очевидно, пов'язано із відносно молодим віком терикону (табл. 1, 2).

В основі відвалу шахти «Візейська» найтипівішим виявилось угруповання з 8 видів бріофітів, серед яких переважали бокоплідні види мохоподібних, зокрема *Cirriphyllum crassinervium* (Taylor) Loeske & M.Fleisch.¹, *Cephalozia bicuspidata* (L.) Dumorf., *Brachythecium salebrosum* (Hoffm. ex F.Weber & D.Mohr) Schimp. На териконі відзначено кількісне зростання видового складу мохів в угрупованнях від вершини до основи (табл. 2). Деяко меншу видову різноманітність бріофітного угруповання встановлено на вершині відвалу шахти «Надія», яке сформоване з п'ятьох видів мохоподібних. Здебільшого це верхоплідні види – *Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G.L.Sm., *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid., *Sphagnum girgensohnii* Russow.

На підставі аналізу проективного покриття і частототи трапляння встановлено домінантні види бріофітів та визначено постійність кожного виду в угрупованні. Значне проективне покриття утворює бокоплід *Sciurohypnum starkei* (Brid.) Ignatov & Huttunen., який на 100% заселяє другу дослідну ділянку відвалу шахти «Надія» і має п'ятий клас постійності. Для першого угруповання вершини терикону характерною ознакою є наявність двох домінантних видів бріофлори – *Polytrichastrum formosum* та *Campylopus introflexus*, які займають площу на трансекті по 30% і мають другий клас постійності. На відвалі шахти «Візейська» найвищі значення проективного покриття (по 80%) визначено для *Polytrichum juniperinum* Hedw. (вершина) та *Brachythecium glareosum* (Bruch ex Spruce) Schimp. (тераса), які становлять четвертий клас постійності. На вершині терикону ЦЗФ покрив *Polytrichum piliferum* (Hedw.) становив 85% (5 клас постійності). Найбільшу частоту трапляння на дослідженій території встановлено для *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.: –

¹ Назви видів за Хілом та ін. [29].

64,3%, на відвалі шахти «Візейська» – *Polytrichum juniperinum* 100%. Виявлено, що видам мохів, які трапляються найчастіше, здебільшого характерний і найвищий показник проєктивного покриття, а саме *Ceratodon purpureus* – на відвалах шахт «Надія» і ЦЗФ, *Polytrichum juniperinum* – «Візейська», *Campylopus introflexus*, зокрема, – на вершині відвалу шахти «Надія».

Завдяки специфічній анатомо-морфологічній будові бріофітів і екологічним особливостям місцевиростань, мохи утворюють характерні лише для них біоморфні структури. У здебільшого ксероморфних умовах шахтних відвалів у досліджених угрупованнях мохоподібних переважають види із такими життєвими формами: низька щільна дернина (*Campylopus introflexus*, *Ceratodon purpureus*, *Bryum caespiticium* Hedw.) та пухке плетиво (*Sciurohypnum starkei*, *Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp.). На вершині терикону шахти «Надія» у перезволожених умовах мікропонижень рельєфу лише *Polytrichastrum formosum* та *Sphagnum girgensohnii* в угрупованні формують високі дернини.

Переважаання мохів із біоморфою пухке чи щільне плетиво було властиве для відвалу недіючої шахти «Візейська», який є найдавнішим серед териконів і відзначається в основному уже сформованим рослинним покривом. Мохоподібні із такою життєвою формою здебільшого є багаторічними стаерами, які поселяються на субстратах після видів колоністів і характеризуються значною тривалістю життя. Це найпоширеніший тип життєвої стратегії в угрупованнях останньої стадії сукцесії у більш-менш стабільних умовах [1]. Для видів мохів із життєвою стратегією поселенці (колоністи) характерною є форма росту низька щільна дернина. Вони здатні утворювати густу ризоїдну повсть, яка сприяє підвищенню пористості техногрунту і збагаченню його киснем та вологою.

Таблиця 1

Параметри мохових угруповань і типи їх місцевиростань на відвалі шахти «Надія»

№ угруповання	Види мохів	Параметри угруповань		Типи місцевиростань
		Координати	Площа, м ²	
		Вершина		
1	<i>Polytrichastrum formosum</i> <i>Campylopus introflexus</i> <i>Aulacomnium palustre</i> <i>Sphagnum girgensohnii</i> <i>Rhynchostegium murale</i>	N 49°50.195' E 024°01.558'	4,5	Вологе затінене
2	<i>Sciurohypnum starkei</i>	N 50°17.782' E 024°16.28	3,0	Сухе затінене
3	<i>Campylopus introflexus</i>	N 50°17.785' E 024°16.271'	4,5	Сухе затінене
4	<i>Ceratodon purpureus</i> <i>Polytrichum piliferum</i> <i>Campylopus introflexus</i>	N 50°17.785' E 024°16.271'	4,5	Сухе затінене
		Тераса		
1	<i>Ceratodon purpureus</i> <i>Bryum argenteum</i>	N 50°17.856' E 024°16.116'	1,0	Сухе освітлене
2	<i>Brachythecium albicans</i> <i>Brachythecium glareosum</i> <i>Ceratodon purpureus</i>	N 50°17.860' E 024°16.120'	1,0	Сухе освітлене
		Основа		
1	<i>Bryum caespiticium</i> <i>Ceratodon purpureus</i>	N 50°17.803' E 024°16.179'	4,5	Сухе затінене
2	<i>Ceratodon purpureus</i> <i>Bryum pseudotriquetrum</i> <i>Bryum caespiticium</i>	N 50°17.823' E 024°16.112'	16,0	Сухе освітлене

Примітка. Жирним шрифтом виокремлено домінантні види мохоподібних в угрупованнях.

На основі екологічного аналізу досліджуваних бріофітів встановлено, що за трофністю переважають мезотрофні види (7), які потребують помірного вмісту поживних ре-

човин у субстратах: *Polytrichastrum formosum*, *Brachythecium salebrosum*, *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Sphagnum girgensohnii*, *Rhynchostegium murale* (Hedw.) Schimp., *Cirriphyllum crassinervium*, *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov et Huttunen та олігомезотрофні види (6), які не проявляють чіткої залежності від наявності елементів живлення: *Campylopus introflexus*, *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum juniperinum*, *Brachythecium albicans*, *Bryum argenteum* Hedw., *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. Група мезоевтрофів (5) здатна поселятися на дещо збіднених субстратах: *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp., *Bryum caespiticium*, *Brachythecium glareosum*, *Sciurohypnum starkei*, *Cephalozia bicuspidata*. У видовому складі досліджуваних угруповань виявлений лише один евтроф – *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) Gaertn. et al., який надає перевагу місцевиростанням, багатим органічними і мінеральними сполуками, і оліготроф – *Polytrichum piliferum*, що заселяє субстрати, дуже бідні на поживні речовини.

Таблиця 2

Параметри мохових угруповань і типи їх місцевиростань
на відвалах ЦЗФ і шахти «Візейська»

№ угруповання	Види мохів	Параметри угруповань		Типи місцевиростань
		Координати	Площа, м ²	
ЦЗФ – вершина				
1	<i>Ceratodon purpureus</i> <i>Pohlia nutans</i>	N 50°18.997' E 024°13.553'	0,30	Сухе затінене
2	<i>Polytrichum piliferum</i>	N 50°18.942' E 024°13.554'	3,75	Сухе освітлене
Тераса				
1	<i>Ceratodon purpureus</i>	N 50°17.856' E 024°16.116'	1,50	Сухе освітлене
«Візейська» – вершина				
1	<i>Polytrichum juniperinum</i> <i>Pohlia nutans</i> <i>Ceratodon purpureus</i>	N 50°18.700' E 024°13.268'	9,0	Сухе освітлене
Тераса				
1	<i>Brachythecium glareosum</i> <i>Polytrichum juniperinum</i> <i>Cirriphyllum crassinervium</i> <i>Amblystegium serpens</i>	N 50°18.740' E 024°13.243'	4,0	Сухе затінене
Основа				
1	<i>Polytrichum juniperinum</i> <i>Pohlia nutans</i> <i>Ceratodon purpureus</i> <i>Brachythecium glareosum</i> <i>Cirriphyllum crassinervium</i> <i>Brachythecium salebrosum</i> <i>Brachythecrastrum velutinum</i> <i>Cephalozia bicuspidata</i>	N 50°18.745' E 024°13.238'	1,0	Вологе затінене

Примітка. Жирним шрифтом виокремлено домінантні види мохоподібних в угрупованнях.

За відношенням до вологості субстрату домінують види, які приурочені до місцевиростань із помірним зволоженням. Це група мезофітів (9), представниками якої є *Polytrichastrum formosum*, *Sciurohypnum starkei*, *Brachythecium glareosum*, *B. salebrosum*, *Brachythecrastrum velutinum*, *Pohlia nutans*, *Cirriphyllum crassinervium*, *Amblystegium serpens*, *Rhynchostegium murale*. Дещо меншу за кількістю видів групу утворюють ксеромезофіти (7), для яких характерна ширша екологічна амплітуда. Такі види здатні заселяти і значно сухіші території – *Ceratodon purpureus*, *Campylopus introflexus*, *Polytrichum piliferum*, *Polytrichum juniperinum*, *Bryum argenteum*, *B. caespiticium*, *Brachythecium albicans*. Незначний відсоток припадає на вологолюбні види – гігрофіти (2), зокрема *Bryum pseu-*

dotriquetrum, *Aulacomnium palustre*, та мезогірофіти (2) – *Cephalozia bicuspidata*, *Sphagnum girgensohnii*.

Поширення мохоподібних залежить і від хімізму субстратів на відвалах. Найбільшу частку в угрупованнях займають інцертофіли (13). Ці види не проявляють чіткої залежності від характеру хімічного складу субстрату і віддають перевагу екоотопам без переважання однієї з хімічних складових субстрату [6] – *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum*, *Ceratodon purpureus*, *Aulacomnium palustre*, *Pohlia nutans*, *Amblystegium serpens*, *Rhynchostegium murale*, *Cirriphyllum crassinervium*, *Sciurohypnum starkei*, *Brachythecium salebrosum*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Bryum argenteum*, *Cephalozia bicuspidata*.

Інші екологічні групи представлені меншою кількістю видів – це 3 ацидофіли (*Polytrichastrum formosum*, *Sphagnum girgensohnii*, *Campylopus introflexus*), 2 кальцефіли – *Brachythecium glareosum*, *Bryum pseudotriquetrum*, 1 індіферентний, який здатний поселятися на будь-яких типах ґрунтів – *Bryum caespiticium*, та 1 галофіл – *Brachythecium albicans*.

Усі досліджувані мохоподібні є багаторічними видами, в репродуктивній стратегії яких домінує статеве розмноження – *Ceratodon purpureus*, *Polytrichastrum formosum*, *Pohlia nutans*, *Polytrichum juniperinum*. Насамперед це види з життєвою стратегією – поселенці, які здебільшого проявляють високу активність як статевого, так і безстатевого розмноження. Безстатеве розмноження, а саме утворення підземних ризоїдних бульбочок, найчастіше трапляється у видів *Bryum caespiticium* і *B. pseudotriquetrum*. *Bryum argenteum* утворює численні виводкові бруньки в пазухах листків на верхівці пагонів. Для *Campylopus introflexus* притаманним є як генеративне, так і безстатеве розмноження. В окремих місцевиростаннях вершини і тераси відвалу шахти «Надія» мох формує гаметангії з численними архегоніями й антеридіями та утворює коробочки з життєздатними спорами. Проте на териконі *Campylopus introflexus* здебільшого розмножується виводковими органами – ламкими верхівками стебел [15, 23]. Слід зазначити, що цей вид моху ми знайшли вперше і на терасі відвалу шахти «Візейська» тоді, як раніше його подавали лише для відвалу шахти «Надія» [10, 15]. У зразках моху не виявлено спорогонів із коробочками, але він активно розмножується ламкими верхівками стебел.

Одним із важливих чинників, який впливає на ріст і розвиток рослиного покриву, є вологість едафотопу. Мінливість показників вологи вказує на гетерогенність місцевиростань мохоподібних – від сухих освітлених ділянок до значно зволожений і затінених (табл. 1, 2). Показано, що мохоподібні здатні утримувати вологу в дернині та у верхньому шарі техносубстрату, що позитивно впливає на повноцінне функціонування ґрунтової біоти [13, 31, 32], і таким чином створювати сприятливе середовище для розвитку трав'яно-чагарникового ярусу [9].

Результати досліджень свідчать, що під покривом бріофітів вологість субстратів у весняний та осінній періоди завжди була вищою, порівняно з оголеним техноземом (табл. 3). В квітні відзначено найбільшу мінливість відносного вмісту вологи в дернині і під нею на вершині відвалу шахти «Надія» від 11,7 до 93,3% та від 8,7 до 48,3% відповідно.

Найбільший дефіцит вологи у квітні виявлено в зразках оголеного субстрату на вершині відвалу ЦЗФ – 0,4%, тоді як вологість технозему під дерниною моху була приблизно у 4 рази вищою. У жовтні відсоток зволоження субстрату без рослин становив 2,6%, а під моховим покривом збільшувався до 4,1%. Низький вміст вологи навесні на відвалі, мабуть, спричиняли відкритість експозиції та значна висота його схилів (до 70–80 м), в таких умовах і швидкість вітру була вищою, ніж у навколишній місцевості. Лімітуючим чинником була і температура повітря. Встановлено, що у спекотні літні дні на поверхні териконів вона сягала 60–65°C, тому порода відвалів могла втрачати всю доступну вологу

на глибину 20–30 см [5]. Восени зі збільшенням опадів вміст вологи в субстратах териконів підвищувався (табл. 3).

Таблиця 3

Вплив мохового покриву на вміст вологи (%) у верхньому шарі техногенного субстрату у весняний і осінній періоди

№ ділянки	Назва домінантних видів бріофітних угруповань	Мохова дернина		Під моховою дерниною		Оголений субстрат	
		квітень	жовтень	квітень	жовтень	квітень	жовтень
Надія – вершина							
1	<i>Polytrichastrum formosum</i>	93,3±2,7	94,1±0,8	48,3±6,7	56,3±1,9	8,0±1,2	11,3±0,7
2	<i>Sciurohypnum starkei</i>	38,3±5,2	46,0±1,3	13,7±0,3	16,6±0,4	8,3±0,3	9,2±0,3
3	<i>Campylopus introflexus</i>	11,7±0,3	28,2±0,2	8,7±0,3	13,8±0,2	5,1±0,1	13,1±0,4
4	<i>Polytrichum piliferum</i>	15,0±0,03	32,6±0,5	9,0±0,3	14,0±0,3	4,7±0,3	12,6±0,2
Тераса							
1	<i>Ceratodon purpureus</i>	8,7±0,9	11,9±1,0	2,7±0,3	5,5±0,2	1,1±0,2	1,3±0,1
Основа							
2	<i>Ceratodon purpureus</i>	16,7±1,9	24,0±0,3	4,2±0,1	12,0±0,3	3,0±0,2	5,6±0,2
ЦЗФ – вершина							
2	<i>Polytrichum piliferum</i>	2,7±0,3	11,4±0,4	1,5±0,3	4,1±0,03	0,4±0,2	2,6±0,2
Тераса							
1	<i>Ceratodon purpureus</i>	2,2±0,2	10,0±0,1	1,2±0,2	4,8±0,2	0,7±0,1	2,8±0,03
Візейська – вершина							
1	<i>Polytrichum juniperinum</i>	8,2±0,3	11,2±0,2	3,8±0,4	5,7±0,5	2,5±0,2	3,8±0,2
Тераса							
1	<i>Brachythecium glareosum</i>	28,8±0,5	57,6±2,0	14,8±0,1	20,9±1,0	9,4±0,03	10,3±0,2
Основа							
1	<i>Polytrichum juniperinum</i>	87,6±1,0	89,1±2,0	21,8±1,1	26,8±0,2	18,9±1,8	20,8±1,0

На відвалі шахти «Візейська» спостерігали тенденцію до підвищення ступеня зволоження і в дернинах мохоподібних, і в субстратах у напрямку від вершини до основи, можливо, внаслідок його самозаростання й істотного збільшення щільності рослинного покриву.

Багато дослідників встановили, що, завдяки специфічним властивостям метаболізму, мохові дернини здатні змінювати хімічну реакцію субстрату, внаслідок чого мінеральні сполуки переходять у ґрунтові розчини, що, у свою чергу, підвищує доступність поживних речовин для рослин [13, 20, 25].

Проведено порівняльний аналіз показників актуальної кислотності під бріофітним покривом та у субстраті без нього у весняний і осінній періоди (табл. 4). Встановлено, що в жовтні, порівняно із квітнем, рівень рН як в оголеному субстраті, так і під дернинами мохів на досліджуваних ділянках териконів загалом підвищувався. На вершині й терасі відвалу шахти «Надія» моховий покрив здебільшого підкислював технозем. Порівняно зі субстратом без рослин найістотніше підвищення кислотності під моховими дернинами відзначено на 4-й ділянці вершини терикону – на 0,39 та 0,31 од. у квітні й жовтні відповідно. Як в оголеному техноземі, так і під бріофітами основи значення рН було найвищим: у межах рН 7,28–7,39 – у квітні і 7,10–7,22 – жовтні. Такий не властивий для техногенного субстрату рівень рН зумовлений, мабуть, проведенням рекультивації, тобто нанесенням шару глинистих ґрунтосумішей. У квітні на вершині й терасі відвалу шахти «Візейська» показник кислотності під дернинами бріофітів змінювався від 4,71 до 6,65, у субстраті без покриву рослин – від 4,61 до 6,60. Така мінливість значення рН на експозиціях, можливо, зумовлена різними термінами насипання породи, завезеної з різних місць видобування вугілля, більшим часом вилуговування на терасі відвалу та пізнішою

підсипкою кислішої породи на вершині. Найвищі показники кислотності в субстраті без рослин визначено у квітні на терасі відвалу ЦЗФ – рН 3,6, одночасно під покривом мохоподібних рівень рН підвищувався до значення 4,70. Мабуть, висока кислотність на териконі утворювалася унаслідок хімічного окислення сірковмісних мінералів – піриту, марказиту і піротину в присутності тіонових бактерій із виділенням сірчаної кислоти [5].

Для росту рослин важливим є показник ступеня засолення субстратів – вміст мінерального залишку, а саме його катіонно-аніонний склад. Загальний вміст водорозчинних солей ґрунту – це сума катіонів натрію, кальцію, магнію і хлорид-іонів, гідрокарбонат-іонів та сульфат-іонів. Літературні дані щодо хімічного складу техноземів досліджуваних териконів [2] вказують на те, що водорозчинні солі у техносубстратах представлені в основному аніонами сульфатів, які є менш токсичними, порівняно із хлоридними [11] чи карбонатними [7]. Відповідно до класифікації Б.П. Строгонова [24] субстрати відвалів є середньозасоленими, а за В.Г. Мінеєвим [19] едафотопи териконів належать здебільшого до слабозасолених.

У квітні на досліджуваних ділянках ступінь засоленості під бріофітним покривом змінювався в межах: від 0,1% (перша ділянка вершини відвалу шахти «Надія») до 0,9% (тераса терикону шахти «Візейська»), в оголеному субстраті: від 0,2% (здебільшого в техноземах відвалів шахт ЦЗФ та «Надія») до 1,0% (друга її ділянка вершини та ця ж експозиція шахти «Візейська»). У жовтні вміст солей під моховими дернинами, порівняно зі субстратом без рослин, здебільшого знижувався на 0,1% (табл. 4).

Таблиця 4

Мінливість показників кислотності та вмісту мінерального залишку у верхньому шарі техногенних субстратів на відвалах вугільних шахт

№ ділянки	Значення рН				Мінеральний залишок, %			
	Під мохом		Оголений субстрат		Під мохом		Оголений субстрат	
	к	ж	к	ж	к	ж	к	ж
Надія – вершина								
1	5,70±0,12	5,65±0,01	5,90±0,10	5,85±0,01	0,1±0,03	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,03
2	5,95±0,02	6,02±0,03	5,85±0,02	5,88 ± 0,05	0,6±0,03	0,4±0,02	1,0±0,03	0,9±0,01
4	5,6 ± 0,03	5,69±0,02	6,05±0,02	6,0±0,06	0,4±0,02	0,3±0,02	0,2±0,01	0,3±0,01
Тераса								
1	5,76±0,03	5,85±0,08	6,05±0,03	6,08±0,05	0,4±0,02	0,3±0,02	0,2±0,01	0,3±0,02
2	5,74±0,01	5,76±0,06	6,01±0,01	6,04±0,02	0,3±0,02	0,2±0,03	0,3±0,02	0,2±0,01
Основа								
2	7,39±0,01	7,22±0,02	7,28±0,05	7,10±0,02	0,4±0,03	0,3±0,01	0,3±0,01	0,3±0,03
ЦЗФ – вершина								
2	4,60±0,01	4,64±0,02	4,25±0,02	4,30±0,06	0,3±0,02	0,3±0,04	0,2±0,01	0,4±0,01
Тераса								
1	4,70±0,06	5,0±0,12	3,60±0,12	3,63±0,04	0,3±0,03	0,4±0,02	0,2±0,01	0,5±0,02
Візейська - вершина								
1	4,71±0,01	4,82±0,06	4,61±0,01	4,65±0,09	0,7±0,01	0,6±0,03	1,0±0,02	0,9±0,01
Тераса								
1	6,65±0,02	6,59±0,02	6,60±0,01	6,56±0,02	0,9±0,04	0,8±0,02	0,8±0,03	0,8±0,02
Основа								
1	5,96±0,01	6,0±0,06	6,01±0,01	6,01±0,07	0,5±0,03	0,6±0,02	0,6±0,04	0,5±0,02

Примітка. к – квітень, ж – жовтень.

На відвалі ЦЗФ (вершині й терасі) в оголеному субстраті значення мінерального залишку в квітні становило 0,2%, в субстраті під мохоподібними підвищувалося до 0,3%. У жовтні показник засолення в техноземі без рослинності збільшувався на 0,2–0,3%, на терасі під покривом бріофітів – на 0,1%, на вершині відсоток засолення не змінювався. У квітні вміст щільного залишку під дернинами мохів здебільшого підвищувався, порівняно з оголеним субстратом. У жовтні спостерігалось вирівнювання показників засолення в досліджуваних ділянках техноземів і часткове їхнє зниження в субстратах під бріофітами внаслідок накопичення солей, зокрема катіонів кальцію, натрію, вочевидь і магнію, в моховій дернині впродовж активного розвитку бріофітного покриву.

Найнижчий вміст солей на першій ділянці вершини відвалу шахти «Надія», можливо, зумовлений значним зволоженням субстрату, тому в таких умовах мінеральні сполуки стають мобільнішими. Підвищена концентрація солей на другій ділянці, очевидно, залежала від високого вмісту мінералів безпосередньо в породі. Значний відсоток щільного залишку на всіх досліджуваних ділянках відвалу шахти «Візейська», мабуть, зумовлений наявністю значної кількості судинних рослин, окремі з яких можуть «підкачувати» розчини солей із глибших шарів субстратів завдяки їхній біологічній акумуляції та подальшій мінералізації фітомаси [7, 16].

Таким чином, видовий склад в угрупованнях мохоподібних формується під впливом неоднорідності місцевиростань на териконах та їхнього віку і тому для нього характерні певні екологічні та біоморфні особливості. Для бріофлори на досліджуваних ділянках найхарактернішими є такі життєві форми: низька щільна дернина та пухке чи щільне плетиво. Щодо екологічної структури, то за трофністю переважають мезотрофи й олігомезотрофи, за відношенням до вологості субстрату домінують види-мезофіти, а стосовно хімізму субстрату, то найбільшу частку становлять інцертотрофи. Мохоподібні є багаторічними видами із життєвими стратегіями – багаторічні таєри та поселенці.

Результати досліджень підтверджують, що бріофітний покрив на відвалах вугільних шахт позитивно впливає на умови едафотопу – стабілізує водний мікрорежим верхнього шару техногенних субстратів, оптимізує значення рН до слабокислої реакції, що сприяє процесам руйнування мінералів, а також поглинанню і транспорту поживних речовин. Накопичення моховою дерниною мінеральних елементів створює депо для збагачення субстратів обмінними основами, які можуть надалі використовувати судинні рослини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Башишева Э. З. Разнообразие мохообразных естественных экосистем: подходы к изучению и особенности охраны // Успехи современной биологии. 2007. Т. 127. № 3. С. 316–333.
2. Баранов В. І., Книш І. Б. Хіміко-мінералогічний склад порід відвалу вугільних шахт ЦЗФ “Львівсистеменерго” та їх вплив на проростання насіння // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку: матеріали V Міжнар. наук. конф. Донецьк, 2007. С. 36.
3. Бачуріна Г. Ф., Мельничук В. М. Флора мохів Української РСР. К.: Наук. думка, 1987. Вип. 1. 179 с.; 1988. Вип. 2. 179 с.; 1989. Вип. 3. 175 с.
4. Бачуріна Г. Ф., Мельничук В. М. Флора мохів України. К.: Академперіодика, 2003. Вип. 4. 255 с.
5. Башуцька У. Сукцесії рослинності породних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району. Львів: РВВ НЛТУ України, 2006. 178 с.

6. *Бойко М. Ф.* Інцертофіли – домінуючий тип екохемоморф мохоподібних степової зони України // *Чорномор. ботан. журнал.* 2010. Т. 6. № 4. С. 417–427.
7. *Гудзь В. П., Лісовал А. П., Андрієнко В. О., Рибак М. Ф.* Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії / за ред. В. П. Гудзя. 2-ге вид. К.: Центр учбової літератури, 2007. 408 с. Електронний ресурс: <http://sg.dt-kt.net/books/book-4/chapter-351/>
8. *Игнатов М. С., Игнатова Е. А.* Флора мхов средней части Европейской России. М.: 2003. Т. 1. 608 с.
9. *Ипатов В. С., Трофимец В. И.* Влияние лишайниковых и зеленомошных ковров на водный режим верхнего корнеобитаемого слоя почвы в сухих сосняках // *Экология.* 1988. № 1. С. 19–23.
10. *Кузьярін О. Т.* Бріофлора вугільних відвалів Львівсько-Волинського промислового регіону // *Біологічні Студії / Studia Biologica,* 2013. Т. 7. № 1. С. 105–114.
11. *Кошкин Е. И.* Физиология устойчивости сельскохозяйственных культур: учебник. М.: Дрофа, 2010. 638 с.
12. *Лакин Г. Ф.* Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. 4е изд. М.: Высш. школа, 1990. 352 с.
13. *Лобачевська О. В.* Вплив мохоподібних на кислотність та вміст вологи у верхньому шарі техногенного ґрунту // *Міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ,* 2012. С. 235–237.
14. *Лобачевська О. В.* Мохоподібні породних відвалів Червоноградського гірничопромислового району // *Чорноморськ. ботан. журнал.* Т. 8. № 1. 2012. С. 67–76.
15. *Лобачевська О. В., Соханьчак Р. Р.* *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. – новий адвентивний вид моху для флори України // *Укр. ботан. журнал.* 2010. Т. 67. № 3. С. 432–437.
16. *Назаренко І. І., Польчина С. М., Нікорич В. А.* Ґрунтознавство / Чернівці: Книги ХХІ, 2004. 400 с. Електронний ресурс: http://geoknigi.com/book_view.php?id=745.
17. *Ніколайчук В. І., Білик П. П.* Лабораторно-практичні роботи з ґрунтознавства. Ужгород, 1997. 112 с.
18. *Польчина С. М.* Методичні рекомендації до лабораторних і практичних робіт з ґрунтознавства. Чернівці: ЧДУ, 1991. 60 с.
19. *Практикум по агрохімії: учеб. пособие. 2-е изд. / под ред. акад. В.Г. Минеева.* М.: МГУ, 2001. 689 с.
20. *Рагулина М. Є., Вовк О. Б., Орлов О. Л.* Функціональна роль бріофітів у ренатуралізації техногенно змінених екосистем Волино-Поділля // *Наук. зап. держ. природозн. музею.* 2009. Вип. 25. С.117–124.
21. *Рыковский Г. Ф., Масловский О. М.* Флора Беларуси. Мохообразные. Т. 1 / под ред. В.И. Парфенова. Минск: Тэхналогія, 2004. 437 с.
22. *Рыковский Г. Ф., Масловский О. М.* Флора Беларуси. Мохообразные. Т. 2 / под ред. В.И. Парфенова. Минск: Беларуская навука, 2009. 213 с.
23. *Соханьчак Р. Р., Лобачевська О. В.* Вплив моху *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. на відновлення техногенних субстратів шахтних відвалів // *Біологічні студії / Studia Biologica.* 2012. Т. 6. № 1. С. 101–108.
24. *Строгонов Б. П.* Метаболизм растений в условиях засоления // *33-е Тимирязевское чтение.* М., 1973. 51 с.
25. *Трофимец В. И., Ипатов В. С.* Средообразующая роль лишайникового и мохового покровов в сухих сосняках // *Ботан. журнал.* 1990. Т. 75. № 8. С. 1102–1108.
26. *Улична К. О., Гапон С. В., Кулик Т. Г.* К методике изучения эпифитных моховых

- обрастаний // Проблемы бриологии в СССР. Л.: Наука, 1989. С. 201–206.
27. *During H. J.* Ecological classifications of bryophytes and lichens. In: Bates, J. W. and Farmer, A. M.: *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*, Clarendon Press, Oxford. 1992. P. 1–31.
 28. *Gimingham C. H., Robertson E. T.* Preliminary investigations on the structure of bryophytic communities // *Transactions of British Bryological Society*. 1950. N 1. P. 330–344.
 29. *Hill M. O., Bell N., Bruggeman-Nannenga M. A.* et al. An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia // *J. Bryol.* 2006. Vol. 28. P. 198–267.
 30. *Magdefrau K.* Life-forms of bryophytes // *Bryophyte ecology*. London: New York. 1982. P. 45–48.
 31. *Ross B. A., Webster G. R., Vitt D. H.* The role of mosses in reclamation of brine spills in forested areas. Department of Botany, University of Alberta // *J. Can. Petroleum Technol.* 1984. Vol. 23. N 6. P. 1–5.
 32. *Turetsky M., Mack M., Hollingsworth T., Harden J.* The role mosses in ecosystem succession and function in Alaska s boreal forest // *Can. J. For. Res.* Vol. 40. 2010. P. 1237–1264.

Стаття: надійшла до редакції 09.10.13

доопрацьована 21.03.14

прийнята до друку 09.04.14

THE INFLUENCE OF THE BRYOPHYTE COVER ON EDAPHOTOP OF ROCK DUMPS OF THE CHERVONOHRAH MINING INDUSTRIAL COMPLEX

L. Karpinets¹, O. Lobachevska¹, V. Baranov²

¹*Institute of Ecology of the Carpathians, NAS of Ukraine
11, Stefanyk St., Lviv 79000, Ukraine
e-mail: morphogenesis@mail.lviv.ua*

²*Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskiyi St., Lviv 79005, Ukraine*

The dominant bryophyte groups of rock dumps the Chervonohrad mining area are investigated. The species of bryophytes, their life strategies and methods of reproduction are revealed. Biomorphic and ecological structures of bryophyte groups depending on the exposure on the dumps are analyzed. Participation of the moss cover in the regeneration processes of technogenic substrates of the mine dumps because of their improved microclimatic and edaphic conditions is shown.

Keywords: rock dumps, bryophytes, projective cover, humidity, acidity.

**ВЛИЯНИЕ БРИОФИТНОГО ПОКРОВА НА УСЛОВИЯ
ЭДАФОТОПА ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ ЧЕРВОНОГРАДСКОГО
ГОРНОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

Л. Карпинець¹, О. Лобачевская¹, В. Баранов²

*¹Институт экологии Карпат НАН Украины
ул. Стефаника, 11, Львов 79000, Украина,
e-mail: morphogenesis@mail.lviv.ua*

*²Львовский национальный университет имени Ивана Франко
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина*

Исследованы доминантные бриофитные сообщества на породных отвалах Червоноградского горнопромышленного комплекса. Установлен видовой состав мохообразных, их жизненные стратегии, способы размножения. Проанализированы биоморфологическая и экологическая структуры бриофитных сообществ в зависимости от экспозиции на отвалах. Установлено участие мохового покрова в регенерационных процессах на шахтных отвалах, в улучшении микроклиматических и эдафических условий техногенных субстратов.

Ключевые слова: породные отвалы, мохообразные, проективное покрытие, влажность, кислотность.