

Мохоподібні як індикатори відновлення посттехногенних ландшафтів видобутку сірки

ІРИНА ВОЛОДИМИРІВНА РАБИК
ОКСАНА ВАСИЛІВНА ЛОБАЧЕВСЬКА
ОКСАНА ІГОРІВНА ЩЕРБАЧЕНКО
ІГОР СЕМЕНОВИЧ ДАНИЛКІВ

RAYUK I.V., LOBACHEVSKA O.V., SHCHERBACHENKO O.I., DANYLKIV I.S. (2017). **Bryophytes as indicators of recovery posttechnogenic landscapes of sulfur extraction.** *Chornomors'k. bot. z.*, **13** (4): 468–480. doi: 10.14255/2308-9628/17.134/5

45 bryophytes species on not recultivated areas of sulfur mining dump, and 32 species on recultivated areas were found. Biomorphological analysis of mosses was provided. Wefts and turfs are dominates mosses biomorfs on not recultivated areas. Turf is widespread biomorfs on recultivated areas. Most species of mosses from not recultivated areas are mesotrophic mesophytes and xeromesophytes which grows on wide substrate specter. However, terricolous mesotrophic xeromesophytes and mesoeutrophical gigromesophytes mosses are present in recultivated areas. According to our research, recultivation can significantly stabilize the micro-climatic and edaphic conditions. The results are suggest an important role of bryophytes as indication of vegetation condition on devastated areas and monitoring of their restoration.

Key words: mosses, life forms, life strategies, projective covering, biomass, dumps of sulfur extraction

РАБИК І.В., ЛОБАЧЕВСЬКА О.В., ЩЕРБАЧЕНКО О.І., ДАНИЛКІВ І.С. (2017). **Мохоподібні як індикатори відновлення посттехногенних ландшафтів видобутку сірки.** *Чорноморськ. бот. ж.*, **13** (4): 468–480. doi: 10.14255/2308-9628/17.134/5

На території нерекультивованого відвалу сірчаного видобутку виявлено 45 видів бріофітів, рекультивованого – 32 види. На основі результатів біоморфологічного аналізу мохоподібних встановлено, що на нерекультивованому відвалі серед біоморф переважають плетива та дернинки, тоді як на рекультивованих ділянках більшість мохів утворюють життєву форму дернинка. Серед екологічних груп нерекультивованого відвалу переважно трапляються мезотрофні мезофіти і ксеромезофіти, на рекультивованій території до найчисельніших груп належать мезотрофні ксеромезофіти і мезоевтрофні гігромезофіти. Моховий покрив рекультивованого відвалу здебільшого представлений епігейними мохами зі стратегією поселенці та багаторічні стаєри конкурентні, тоді як на нерекультивованому відвалі ростуть мохоподібні з різними життєвими стратегіями. Результати аналізу життєвих стратегій мохоподібних, видового різноманіття, груп видів з різною активністю, способами розмноження і показниками біомаси дають можливість стверджувати, що проведена рекультивація сприяла значній стабілізації мікрокліматичних та едафічних умов, а на нерекультивованій території переважання серед видів різних субстратних груп епігейних мохів вказує на низьку зімкнутість трав'яного ярусу та різноманіття умов місцезростань. Отримані результати свідчать про важливу роль мохоподібних для індикації стану рослинного покриву на девастованих територіях та контролю їх відновлення.

Ключові слова: мохи, життєві форми, життєві стратегії, проективне покриття, біомаса, відвали видобутку сірки

РАБЫК И.В., ЛОБАЧЕВСКАЯ О.В., ЩЕРБАЧЕНКО О.И., ДАНЫЛКИВ И.С. (2017). **Мохообразные как индикаторы возобновления посттехногенных ландшафтов добычи серы.** *Черноморськ. бот. ж.*, **13** (4): 468–480. doi: 10.14255/2308-9628/17.134/5

На территории нерекультивированного отвала добычи серы выявлено 45 видов бриофитов, рекультивированного – 32 вида. На основании результатов биоморфологического анализа мохообразных установлено, что на нерекультивированном отвале среди биоморф преобладают плетения и дерновинки, тогда как на рекультивированных участках большинство мохообразных образуют жизненную форму дерновинки. Среди экологических групп нерекультивированного отвала преобладают мезотрофные мезофиты и ксеромезофиты, на рекультивированной территории к наиболее многочисленным группам принадлежат мезотрофные ксеромезофиты и мезоэвтрофные гигромезофиты. Моховой покров рекультивированного отвала представлен в основном эпигейными мхами со стратегией поселенцы и многолетние стайеры конкурентные, тогда как на нерекультивированном отвале растут мохообразные с различными жизненными стратегиями. Результаты анализа жизненных стратегий мохообразных, видового разнообразия, групп видов с разной активностью, способами размножения и биомассой дают возможность утверждать, что осуществленная рекультивация способствовала значительной стабилизации микроклиматических и эдафических условий, а на нерекультивированной территории преобладание эпигейных мхов среди видов различных субстратных групп указывает на низкую сомкнутость травяного яруса и разнообразие условий местообитаний. Полученные результаты свидетельствуют о важной роли мохообразных для индикации состояния растительного покрова на девастированных территориях и контроля их восстановления.

Ключевые слова: мохообразные, жизненные формы, жизненные стратегии, проективное покрытие, биомасса, отвалы добычи серы

Передкарпатський сірконосний басейн України є одним з найбільших у Європі. Вперше самородну сірку було виявлено у 1950 р. в околицях с. Розділ (Миколаївський р-н, Львівська обл.), що стало початком розробки родовищ і зумовило виникнення значних площ антропогенно змінених територій на Західній Україні. Державне гірничо-хімічне підприємство (ДГХП) «Подорожненський рудник» (Жидачівський р-н, Львівська обл.) – одне з трьох великих підприємств України, на території якого видобуток сірчаної руди здійснювали відкритим (кар'єрним) способом, що спричинило повне знищення всієї деревної та трав'яної рослинності, а родючий шар ґрунту був захований на днищах відвалів. Підприємство почало працювати з 1970 р., а у 1998 р. його закрили через нерентабельність подальшого видобутку сірки [НАУДЫН, ЗОЗУЛЯ, 2006]. Після проведених рекультиваційних заходів (вирівнювання поверхні, нанесення умовно родючого шару ґрунту, фіторекультивациї) рослинність відновлюється з різною інтенсивністю, тривалістю та домінуванням різних піонерних видів рослин. Мохоподібні є невід'ємним компонентом рослинного покриву техногенно змінених територій, який домінує у піонерних угрупованнях на початкових стадіях формування рослинності [РАВУК et al., 2011]. Вони покращують водно-температурний режим, рН ґрунтового розчину, акумулюють та перерозподіляють поживні речовини в едафотопі, незважаючи на їх невелику, порівняно з судинними рослинами, біомасу. Бріофіти відіграють важливу роль індикаторів екологічних умов середовища, насамперед водного режиму та інтенсивності освітлення [PESHKOVA, ANDREIASHKINA, 2006].

Метою дослідження було оцінити роль мохового покриву як індикатора відновлення посттехногенних територій, встановити відмінності видового складу бріофітів, їх екологічної і біоморфологічної структури, репродуктивної стратегії на рекультивованих та нерекультивованих ділянках породних відвалів ДГХП «Подорожненський рудник».

Матеріали та методи досліджень

Рельєф та рослинний покрив відвалів неоднорідний, у 1975–1986 роках була проведена гірничо-технічна рекультивация – вирівнювання поверхні з нанесенням лесовидних суглинків і супісків з банком насіння різних видів трав'яних і деревних рослин, після чого розпочалося самозаростання території. Додатково на окремих ділянках застосована фіторекультивация (переважно насадженням обліпихи крушиноподібної (*Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson).

Польові дослідження проводили на рекультивованих та нереккультивованих ділянках породного відвалу стандартним експедиційно-маршрутним методом. Опрацювання матеріалів здійснювали за загальноприйнятим порівняльно-морфологічним методом із використанням визначників мохоподібних [BACHURYNA, MELNYCHUK, 1987–1989, 2003; FRAHM, FREY, 2004; IGNATOV, IGNATOVA, 2003, 2004], назви мохоподібних подано згідно списків, складених відповідно до сучасної таксономічної системи [HILL et al., 2006; ВОЙКО, 2014]. Екологічні групи визначали за критеріями запропонованими Г.Ф. Риковським [РЫКОВСКИИ, 1980, 2004] та М.Ф. Бойком [ВОЙКО, 1992, 1999], а життєві форми – за модифікованою системою К. Гімінгема, Е. Робертсона [MÄGDEFRAU, 1982; RICHARDS, 1984; GLIME, 2006].

Фізико-хімічні властивості субстратів та мікрокліматичні умови під дернинами мохів визначали за загальноприйнятими методиками: вологість субстрату та повітря за Є.В. Аринушкіною [АРЫНУШКЫНА, 1970], інтенсивність освітлення вимірювали люксометром Ю-116, актуальну кислотність (рН) визначали потенціометрично у водній витяжці за співвідношення ґрунт: розчин 1:5 [НИКОЛАУСЧУК, ВІЛУК, 1997]. Частоту трапляння (ч.т.) вираховували як відношення кількості ділянок з певним видом до загальної кількості описаних ділянок (метод Раункієра), а проективне покриття (п.п.) – за модифікованим методом Н. Корневої [ULICHNA et al., 1989]. Біомасу бріофітів і морфологічну структуру мохових дернин встановлювали за методикою Б. Ван Торена із співавторами [TOOREN VAN et al., 1990, 1991]. З кожної ділянки відбирали зразки однакової площі. Для визначення біомаси бріофіти, включаючи коричневу частину, відділяли від часток ґрунту, промивали водою, а після висушування протягом 48 год за 70°C визначали суху масу зразка. Морфологічну структуру мохових дернин оцінювали за висотою пагонів, їх кількістю і обліственістю. Рівень активності окремих видів мохоподібних визначали як корінь квадратний з добутку показників проективного покриття та частоти трапляння [LISOVETS, МУТСУК, 2008]. Для з'ясування особливостей репродуктивної стратегії мохів аналізували їх статевий тип і структуру, активність статевого та вегетативного розмноження [MEAGHER, 1984; ВОЙКО, 1999; STARK, 2002]. З кожного місцезростання у 5 випадково відібраних дернинах моху розміром 3 x 3 см визначали кількість чоловічих, жіночих та стерильних рослин [SHAW et al., 1991]. Стратегію життєвого циклу бріофітів встановлювали за Г. Дюрінгом [DURING, 1979, 1992]. Одержані цифрові результати опрацьовували статистично [LAKIN, 1990].

Результати досліджень та їх обговорення

На нереккультивованому відвалі ДГХП «Подорожненський рудник» виявлено 45 видів мохоподібних, які належать до 2 відділів, 3 класів, 8 порядків, 17 родин, 31 роду. За чисельністю переважають представники відділу Bryophyta (42 види), лише 3 належать до відділу Marchantiophyta. Залежно від кількості видів родини розміщуються так: *Brachytheciaceae* – 12 видів, *Hypnaceae* – 5 видів, *Amblystegiaceae* – 4 види, *Lophocoleaceae*, *Mniaceae*, *Pottiaceae* – по 3 види, *Fissidentaceae*, *Bryaceae*, *Thuidiaceae*, *Hylocomiaceae* – по 2 види, *Polytrichaceae*, *Grimmiaceae*, *Ditrichaceae*, *Dicranaceae*, *Climaciaceae*, *Leskeaceae* – по 1 виду, разом кількість моновидових родин становить 15,4 % (рис. 1. А).

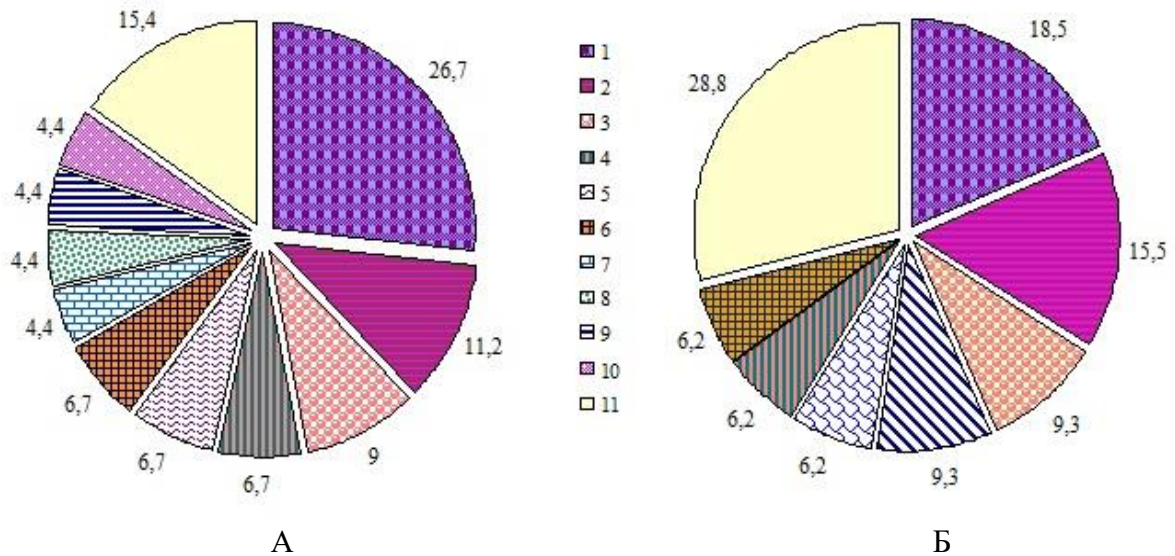


Рис. 1. Таксономічна структура родин мохоподібних на нерекультивованому (А) та рекультивованому відвалах (Б). Умовні позначення: 1 – *Brachytheciaceae*; 2 – *Hypnaceae*; 3 – *Amblystegiaceae*; 4 – *Hylocomiaceae*; 5 – *Lophocoleaceae*; 6 – *Mniaceae*; 7 – *Pottiaceae*; 8 – *Fissidentaceae*; 9 – *Bryaceae*; 10 – *Thuidiaceae*; 11 – моновидові родини (для А: *Climaciaceae*, *Ditrichaceae*, *Dicranaceae*, *Grimmiaceae*, *Leskeaceae*, *Funariaceae*, *Polytrichaceae*; для Б: *Climaciaceae*, *Conocephalaceae*, *Dicranaceae*, *Fissidentaceae*, *Funariaceae*, *Grimmiaceae*, *Meesiaceae*, *Mniaceae*, *Orthotrichaceae*, *Thuidiaceae*).

Fig. 1. Taxonomic structure of bryophytes on not recultivated (A) dump of sulfur deposit and on recultivated (B). Conventional sings: 1 – *Brachytheciaceae*; 2 – *Hypnaceae*; 3 – *Amblystegiaceae*; 4 – *Hylocomiaceae*; 5 – *Lophocoleaceae*; 6 – *Mniaceae*; 7 – *Pottiaceae*; 8 – *Fissidentaceae*; 9 – *Bryaceae*; 10 – *Thuidiaceae*; 11 – monospecific family (A: *Climaciaceae*, *Ditrichaceae*, *Dicranaceae*, *Grimmiaceae*, *Leskeaceae*, *Funariaceae*, *Polytrichaceae*; B: *Climaciaceae*, *Conocephalaceae*, *Dicranaceae*, *Fissidentaceae*, *Funariaceae*, *Grimmiaceae*, *Meesiaceae*, *Mniaceae*, *Orthotrichaceae*, *Thuidiaceae*).

Найчисельнішим є рід *Brachythecium* Schimp. – 8 видів, *Plagiomnium* T.J. Кор. представлений 3 видами, *Bryum* Hedw., *Drepanocladus* (Müll. Hal.) G.Roth і *Thuidium* Bruch & Schimp. – 2, решта родів – лише 1 видом. Види родин *Brachytheciaceae*, *Hypnaceae*, *Amblystegiaceae*, *Mniaceae*, які переважають в досліджуваних екотопах, трапляються на більшості техногенних територій видобутку сірки та вугілля [РАВУК et al., 2010; ЛОВАШЕВСЬКА, 2012; КУЗЬЯРИН, 2013], що зумовлено їх широкою екологічною валентністю та здатністю заселяти різноманітні субстрати. Зокрема, серед видів роду *Brachythecium* є епігеї, епіфіти, епіліти та епібіоти, які заселяють два і більше субстратів. До представників родини *Hypnaceae* належать 5 видів з 5 родів, які трапляються на всіх основних місцевих вирастаннях відвалу: на перезволожених ділянках у зниженнях – *Calliergonella cuspidata*^{*}, на каменях і гнилій деревині – *Campylophyllum sommerfeltii*, на ґрунті – *Hypnum cupressiforme*, в основах та на стовбурах дерев – *Pyralisia polyantha*, *Platygyrium repens*.

На території рекультивованого відвалу виявлено 1 сланевий печіночник та 31 вид листкостеблових мохів, які належать до 2 відділів, 3 класів, 9 порядків, 16 родин, 26 родів (табл.). Таксономічну структуру мохоподібних на рекультивованому відвалі представлено на рис. 1, Б. Встановлено, що тут, як і на нерекультивованому відвалі, переважають представники *Brachytheciaceae* – 6 видів, *Hypnaceae* – 5 та *Amblystegiaceae* і *Bryaceae* – по 3 види, натомість не виявлено представників родин *Lophocoleaceae*, *Hylocomiaceae*, *Polytrichaceae* та *Leskeaceae*.

* Автори назв видів подані у таблиці [ВОЙКО, 2014].

Бріофітний покрив нерекультивованого відвалу формують 9 доміантних видів мохоподібних, які за частотою трапляння та проективним покриттям розподіляються так: *Brachythecium campestre* – ч.т. – 90%, п.п. – 16,13%; *Hygroamblystegium varium* – ч.т. – 90%; п.п. – 9,99%; *Barbula unguiculata* – ч.т. – 60%, п.п. – 3,32%; *Oxyrrhynchium hians* – ч.т. – 40%, п.п. – 0,99%; *Calliergonella cuspidata* – ч.т. – 30%; п.п. – 6,28%; *Fissidens taxifolius* – ч.т. – 30%; п.п. – 1,45%; *Brachythecium salebrosum* – 10%; п.п. – 2,53%; *Drepanocladus aduncus* – ч.т. – 20%; п.п. – 1,64%; *Drepanocladus polygamus* – ч.т. – 10%; п.п. – 1,66%. Середнє проективне покриття бріофітів на відвалі становило 47,01%, біомаса змінювалася від 234,2 до 615,1 г/м².

Під моховим покривом на відкритих сухих ділянках відвалу, на яких переважали *Barbula unguiculata*, *Bryum caespiticium*, *Ceratodon purpureus*, вологість ґрунту становила 9,54–18,63% (рН 5,9–6,2), на відкритих вологих ділянках, де росли *Barbula unguiculata*, *Dicranella heteromalla*, *Atrichum undulatum*, *Funaria hygrometrica*, *Bryum caespiticium*, *Calliergonella cuspidata*, *Hygroamblystegium varium* – 24,31–41,04% (рН 5,5–6,2); під пологом дерев та кущів виявлено *Amblystegium serpens*, *Brachythecium campestre*, *B. mildeanum*, *B. rutabulum*, *B. salebrosum*, *Campylium sommerfeltii*, *Drepanocladus aduncus*, *D. polygamus*, *Oxyrrhynchium hians*, *Fissidens taxifolius*, *Lophocolea heterophylla* – 28,05–34,31% (рН 5,5–5,8).

Встановлено, що на рекультивованому відвалі кількість доміантних видів була меншою (7), це переважно лісові види, що трапляються на ґрунті у затінених місцях. Серед видів родини *Brachytheciaceae* переважають *Brachythecium salebrosum* (ч.т. – 80%; п.п. – 3,87%) та *B. rutabulum*, (ч.т. – 20%; п.п. – 1,26%). Вологі ділянки заселяють *Atrichum undulatum* (ч.т. – 40%; п.п. – 2,83%), у мезофітних умовах серед верхоспорогонних мохів переважають *Fissidens taxifolius* (ч.т. – 60%; п.п. – 12,4%), *Plagiomnium cuspidatum* (ч.т. – 40%; п.п. – 5,39%), серед бокоспорогонних – *Thuidium assimile* (ч.т. – 40%; п.п. – 7,25%). *Oxyrrhynchium hians* (ч.т. – 40%; п.п. – 2,85%) часто траплявся на сильно розкладеній деревині разом з печіночником *Lophocolea heterophylla* (ч.т. – 20%; п.п. – 0,86%). Порівняно з нерекультивованим відвалом менше поширений *Hygroamblystegium varium* (ч.т. – 40%; п.п. – 3,84%). Загальне проективне покриття бріофітів на рекультивованому відвалі не перевищувало 42,6%. Біомаса мохів змінювалася у межах 214,8–572,7 г/м².

Освітленість дослідних ділянок у літні місяці не перевищувала 73 тис. лк, а температура 28° С. Відповідно, показники вологості ґрунту у пониженнях мікрорельєфу становили 49,14–68,91% та 25,87–36,42% на підвищеннях та схилах.

У результаті біоморфологічного аналізу видового складу мохоподібних нерекультивованого відвалу встановлено (рис. 2, А), що плетиво формують 48,9% бріофітів, з них 42,2% утворюють пухке і 6,7% щільне плетиво; дернинку – 33,4%: 17,8% – пухку і 6,7% – щільну дернинку, 2,2% – подушкоподібну; 6,7% – високу дернинку з повзучими галузками (види роду *Plagiomnium*); 15,5% – килимки, з них 6,7% – гладкі та по 4,4% – шерхаті і нитчасті килимки; 2,2% – дендроїдну форму.

За приуроченістю до зволоженості місцезростань мохоподібні розподіляються так: мезофіти – 46,7%; ксеромезофіти – 24,4%, мезогірофіти – 17,7%, гірофіти – 9,0% та гірогідрофіти – 2,2% (рис. 3). За трофічністю субстрату виділено 5 груп видів: мезотрофи – 32,1%; мезоевтрофи та евтрофи – 30,8% та 30,4%; оліготрофи – 4,5%. До олігомезотрофів належить 1 вид (2,2%) – ксеромезофіт *Brachythecium albicans*. За приуроченістю до субстратів виділено 28 епігеїв, 4 епіліти, 4 епіфіти та 9 епіксилів.

Список видів мохоподібних ДГХП «Подорожненський рудник»

List of bryophytes species of "Podorozhnenskyi mine"

| Вид | Відвал | |
|--|-------------------|-----------------|
| | нерекультивований | рекультивований |
| 1 | 2 | 3 |
| Marchantiophyta Stotler & Crand. - Stotl. | | |
| Marchantiopsida Gonquist, Takht. & W. Zimm. | | |
| Marchantiales Limpr. | | |
| Conocephalaceae Müll.Frib. ex Grolle | | |
| <i>Conocephalum conicum</i> (L.) Underw. | - | + |
| Jungermanniopsida Stotler & Crand. - Stotl. | | |
| Jungermanniales H. Klinggr. | | |
| Lophocoleaceae Vanden Berchen | | |
| <i>Chiloscyphus pallescens</i> (Ehrh. ex Hoffm) Dumort. | + | - |
| <i>Lophocolea bidentata</i> (Schrad.) Dumort. | + | - |
| <i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort. | + | - |
| Bryophyta Schimp. | | |
| Polytrichopsida Doweld | | |
| Polytrichales M. Fleischer. | | |
| Polytrichaceae Schwägr. | | |
| <i>Atrichum undulatum</i> (Hedw.) P. Beauv. | + | - |
| Bryopsida Rothm. | | |
| Funariales M.Fleisch. | | |
| Funariaceae Schwägr. | | |
| <i>Funaria hygrometrica</i> Hedw. | + | + |
| Grimmiales M. Fleisch. | | |
| Grimmiaceae Arn. | | |
| <i>Schistidium apocarpum</i> (Hedw.) Bruch et Schimp. | + | + |
| Dicranales H. Philip. ex M. Fleisch. | | |
| Fissidentaceae Schimp. | | |
| <i>Fissidens bryoides</i> Hedw. | + | - |
| <i>Fissidens taxifolius</i> Hedw. | + | + |
| Ditrichaceae Limpr. | | |
| <i>Ditrichum pusillum</i> (Hedw.) Hampe | - | + |
| <i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid. | + | + |
| Dicranaceae Schimp. | | |
| <i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp. | + | - |
| <i>Dicranum scoparium</i> Hedw. | - | + |
| Pottiales M. Fleisch. | | |
| Pottiaceae Schimp. | | |
| <i>Barbula unguiculata</i> Hedw. | + | + |
| <i>Didymodon rigidulus</i> Hedw. | + | + |
| <i>Tortula caucasica</i> Lindb. ex Broth. | + | - |
| Splachnales Ochyra | | |
| Meesiaceae Schimp. | | |
| <i>Leptobryum pyriforme</i> (Hedw.) Wils. | - | + |
| Bryales Limpr. | | |
| Bryaceae Schwägr. | | |
| <i>Bryum argenteum</i> Hedw. | - | + |
| <i>Bryum caespiticium</i> Hedw. | + | + |
| <i>Ptychostomum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) J.R. Spence & H.P. Ramsay | + | + |
| Mniaceae Schwägr. | | |
| <i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.J. Kop. | + | + |
| <i>Plagiomnium rostratum</i> (Schrad.) T.J. Kop. | + | - |
| <i>Plagiomnium undulatum</i> (Hedw.) T.J. Kop. | + | - |
| <i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb. | - | + |
| Orthotrichales Dixon | | |
| Orthotrichaceae Arn. | | |
| <i>Ulota crispa</i> (Hedw.) Brid. | - | + |

| 1 | 2 | 3 |
|---|-----------|-----------|
| Нупнаles (M.Fleisch.) W.R.Buck & Vitt. | | |
| Climaciaceae Kindb. | | |
| <i>Climacium dendroides</i> (Hedw.) F.Weber & D.Mohr. | + | + |
| Amblystegiaceae G.Roth | | |
| <i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) Schimp., | + | + |
| <i>Campyllum stellatum</i> (Hedw.) Lange & C.E.O.Jensen. | + | - |
| <i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst. | + | + |
| <i>Drepanocladus polygamus</i> (Schimp.) Hedenäs | + | + |
| Leskeaceae Schimp. | | |
| <i>Pseudoleskeella nervosa</i> (Brid.) Nyholm | + | - |
| Thuidiaceae Schimp. | | |
| <i>Thuidium assimile</i> (Mitt.) A. Jaeger. | + | + |
| <i>Thuidium recognitum</i> (Hedw.) Lindb. | + | - |
| Brachytheciaceae G.Roth | | |
| <i>Cirriphyllum piliferum</i> (Hedw.) Grout., | + | - |
| <i>Brachythecium albicans</i> (Hedw.) Schimp. | + | - |
| <i>Brachythecium campestre</i> (Müll.Hal.) Schimp. | + | - |
| <i>Brachythecium cirrosum</i> (Schwägr.) Schimp. | + | - |
| <i>Brachythecium glareosum</i> (Bruch ex Spruce) Schimp. | + | + |
| <i>Brachythecium mildeanum</i> (Schimp.) Schimp. | + | - |
| <i>Brachythecium rutabulum</i> (Hedw.) Schimp. | + | + |
| <i>Brachythecium salebrosum</i> (Hoffm. ex F.Weber & D.Mohr) Schimp. | + | + |
| <i>Brachythecium tomassinii</i> (Sendtn ex Boulay) Ignatov & Huttunen | + | - |
| <i>Brachytheciastrum velutinum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen | - | + |
| <i>Eurhynchium angustirete</i> (Broth.) T.J.Kop. | + | - |
| <i>Oxyrrhynchium hians</i> (Hedw.) Loeske | + | + |
| <i>Sciuro-hypnum populeum</i> (Hedw.) Ignatov & Huttunen | + | + |
| Нупнаceae Schimp. | | |
| <i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske | + | + |
| <i>Campyllum sommerfeltii</i> (Myrin) Lange | + | - |
| <i>Homomallium incurvatum</i> (Schrud. ex Brid.) Loeske | - | + |
| <i>Hypnum cupressiforme</i> Hedw. | + | + |
| <i>Hypnum recurvatum</i> (Lindb. & Arnell.) Kindb. | - | + |
| <i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Schimp. | + | + |
| <i>Platygyrium repens</i> (Brid.) Schimp. | + | - |
| Нилокомиaceae M.Fleisch. | | |
| <i>Hylocomium splendens</i> (Hedw.) Schimp | + | - |
| <i>Rhytidiadelphus squarrosus</i> (Hedw.) Warnst. | + | - |
| Всього | 45 | 32 |

На території рекультивованої ділянки відвалу виявлено такі життєві форми мохоподібних: плетиво 34,4%, серед них пухке становило 21,9%, щільне – 12,5%; дернинка – 43,7% (пухка – 21,9%, щільна – 12,5%, подушкоподібна – 3,1%, дернинка з повзучими галузками – 3,1%, висока – 3,1%); килимок – 15,6% (шерехатий – 9,5%; сланевий – 3,1%; нитчастий – 3,1%); дендрод та маленька подушка – по 3,1% (рис. 2. Б).

Встановлено, що серед екологічних груп за вологістю на цій території переважають ксеромезофіти та мезофіти – по 34,4% (рис. 3). Відзначено значну частину видів мохів, що залежать від вологості субстрату, зокрема мезогідрофіти становлять 18,7%, гідрофіти – 9,7%, гігромезофіти – 9,4% та гідрогідрофіти – 3,1%. Аналізуючи екологічну структуру мохоподібних за трофністю субстрату виявлено, що до мезотрофів належать 31,3% видів, евтрофів – 28,1%, мезоевтрофів – 28,1%, олігомезотрофів – 9,4%, а до оліготрофів – 3,1%. Залежно від типу субстрату встановлено 25 епігейних, 4 епілітних та 3 епіфітних види мохоподібних.

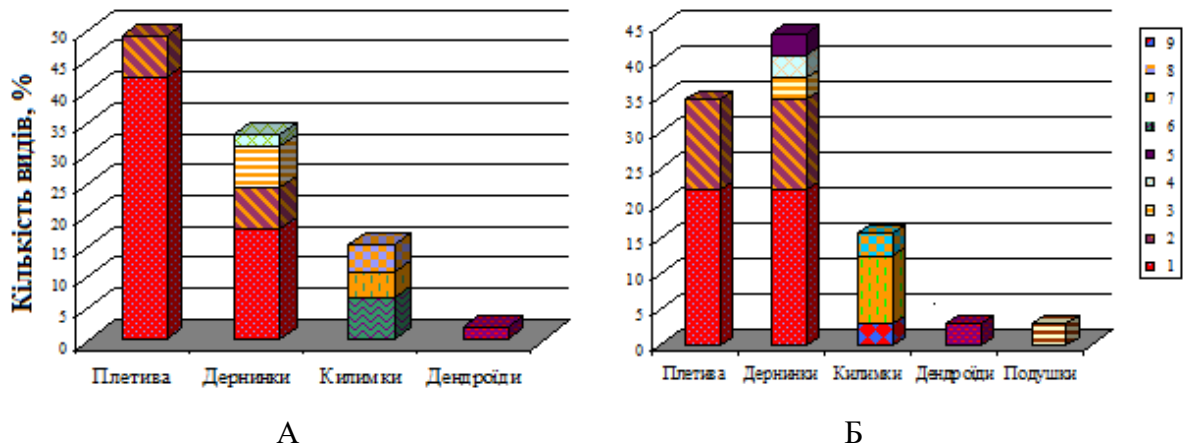


Рис. 2. Життєві форми мохоподібних на нерекультивованому (А) та рекультивованому відвалу (Б). Умовні позначення: 1 – пухкі плетива, 2 – щільні плетива, 1 – пухкі дернини, 2 – щільні дернини, 3 – дернини з повзучими галузками, 4 – подушкоподібні дернини, 5 – високі дернини, 6 – гладкі килимки, 7 – шерехаті килимки, 8 – нитчасті килимки, 9 – сланеві килимки.

Fig. 2. Life forms of bryophytes on not recultivated (A) dump of sulfur deposit and on recultivated (B). Conventional sings: 1 – loose weft, 2 – tight weft, 1 – loose turf, 2 – tight turf, 3 – turf with creeping branches, 4 – cushion form turfs, 5 – tall turf, 6 – smooth mats, 7 – burry mats, 8 – filamentous mats, 9 – thallus mats.

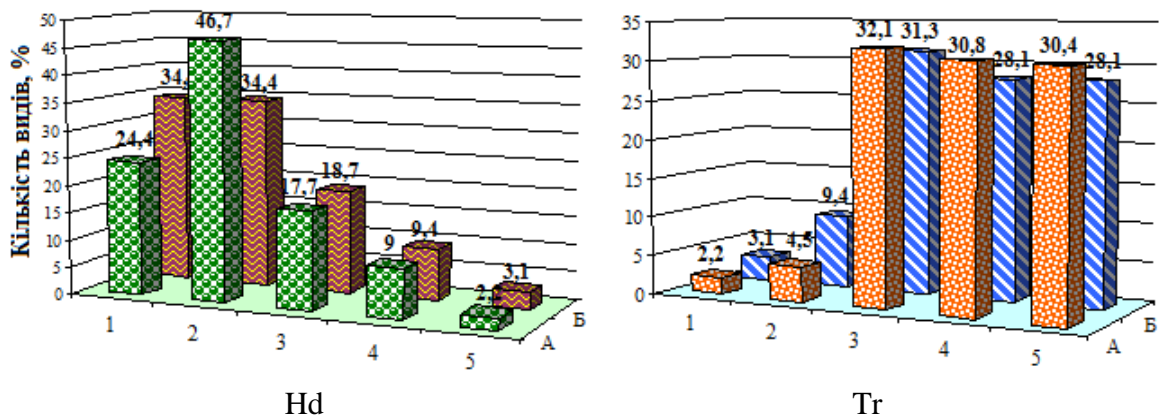


Рис. 3. Екологічна структура мохоподібних за зволоженістю (Hd) та трофічністю (Tr) субстрату на нерекультивованому (А) та рекультивованому відвалах (Б). Умовні позначення: 1 – ксеромезофіти, 2 – мезофіти, 3 – мезогігрофіти, 4 – гігрофіти, 5 – гігрогідрофіти; 1 – оліготрофи, 2 – олігомезотрофи, 3 – мезотрофи, 4 – мезоевтрофи; 5 – евтрофи.

Fig. 3. Ecological structure of bryophytes by humidity (Hd) and trophic ability (Tr) on not recultivated (A) dump of sulfur deposit, and on recultivated (B). Conventional sings: 1 – xeromesophytes, 2 – mesophytes, 3 – mesohygrophytes, 4 – hygrophytes, 8 – hygrohydrophytes; 1 – oligotrophy, 2 – oligomesotrophy, 3 – mesotrophy, 4 – mesoeutrophy, 5 – eutrophy.

Отже, переважання представників родин *Brachytheciaceae*, *Нурпасаеae*, *Amblystegiaceae* та *Mniaceae* у видовому складі мохоподібних посттехногенних територій видобутку сірки вказує на широку екологічну амплітуду умов місцевиростань на досліджуваній території. Результати комплексного обстеження мохового покриву свідчать, що на рекультивованій території видове різноманіття є дещо меншим, ніж на нерекультивованому відвалі, однак біоморфологічна та екологічна структура різноманітніша. Очевидно, проведена рекультивация дещо сповільнила відновлення бріофітного покриву внаслідок зменшення різноманіття екоотопів та збільшення кількості ділянок з тривалим перезволоженням, які заселяють бріофіти з потребою стабільних вологих умов. На нерекультивованому відвалі ступінь зволоження

змінюється у широких межах, тому частіше трапляються види з різною чутливістю до зволоження субстрату. Наявність на цій території різних видів деревних порід сприяла збільшенню різноманіття епіфітів на таких ектопах як основа та стовбури дерев та появу епіксилів. Встановлено, що більша частина родин та родів є моновидовими, а інша частина – оліговидовими, що свідчить про постійну міграцію на цю територію бріофітів з суміжних територій.

На освітлених і вологих ділянках у підніжжі відвалу найвищі показники біомаси (482,4-615,1 г/м²) відзначено для верхоспорогонних мохів (*Barbula unguiculata*, *Dicranella heteromalla*). У затінених місцевиростаннях, де переважали бокоспорогонні мохи, біомаса дернин не перевищувала 531,1 г/м². Визначено, що у верхоспорогонних видів вологість дернин є у 1,7 разів більшою, порівняно з ґрунтом під ними, а у бокоспорогонних, що утворюють пухкі плетива, навпаки, у 1,2–1,4 рази нижчою. Це пояснюється тим, що верхоспорогонні мохи відкритих місцевиростань мають значно більше пристосувань для зберігання та утримання вологи (життєва форма, будова пагонів, розміщення листків), натомість бокоспорогонні мохи завжди ростуть у стабільніших умовах вологості, освітленості та температури нижнього ярусу трав'яної рослинності.

Важливою ознакою структури бріофітного покриву є активність видів мохоподібних [Воіко, 1992, 1999; MASHTALER, 2007]. Рівень активності виду характеризує успішність заселення нових місцевиростань, його ріст у певних умовах, а також те, наскільки ці умови відповідають його еколого-біологічним особливостям [Воіко, 1992, 1999]. На нерекультивованому відвалі виділено такі групи активності видів: високоактивні (15–40%) – *Brachythecium campestre*, *Hygroamblystegium varium*, *Barbula unguiculata*; середньоактивні (5–15%) – *Calliergonella cuspidata*, *Fissidens taxifolius*, *Oxyrrhynchium hians*, *Brachythecium salebrosum*; малоактивні (1–5%) – *Atrichum undulatum*, *Bryum caespiticium*, *Drepanocladus aduncus* та ін.; неактивні (менше 1%) – *Brachythecium mildeanum* і *Brachythecium rutabulum*. Видів мохоподібних, показник активності яких був би понад 40%, на відвалах не виявлено. Динаміка малоактивних та неактивних мохоподібних є індикатором екстремальних змін умов місцевиростань. Встановлено, що в умовах рекультивованого відвалу, порівняно з нерекультивованим, показники активності видів змінюються: у *Fissidens taxifolius* у вологих затінених умовах активність зростає від 6,6 до 27,3%, у *Brachythecium salebrosum* на відкритих освітлених місцях – від 5,0 до 17,6% та *Atrichum undulatum* (від 2,0 до 10,6%); а зменшується у *Hygroamblystegium varium* (від 30,0 до 12,4%) і *Brachythecium campestre* (від 38,1 до 1,1%).

Установлено, що фітомаса і морфологічна структура дернин домінантних видів мохів змінювалася залежно від положення місцезростань на відвалі. На нерекультивованому відвалі для домінантного моху-поселенця *Barbula unguiculata*, який зазвичай утворює пухку низьку дернину, встановлено, що у підніжжі в умовах достатнього зволоження, оскільки ділянку часто заливають води водосховища, швидше відмирала нижня частина пагонів – маса мохової підстилки була у 9,5 разів більшою, ніж зелена, фотосинтезуюча. У щільних дернинах *Dicranella heteromalla* на сухішому субстраті утворювалось в 1,3 рази більше зеленої фітомаси, ніж бурої, тоді як у пухкіших дернинах переважала в 1,7 разів маса мохової підстилки.

У верхній, відкритій частині підніжжя зафіксовано значно більше різноманіття видів мохів-поселенців, які формували бріофітні угруповання за участю *B. unguiculata*, *Atrichum undulatum*, *Brachythecium campestre* з домінуванням *Dicranella heteromalla*, у яких мохової підстилки не виявлено. Така структура мохових дернин, очевидно, зумовлена ініціальними стадіями заростання мохами-поселенцями відвалу в умовах підвищення вологості субстрату. У вологіших місцевиростаннях нижньої частини схилу для мохових дернин зафіксовано найбільшу (в 5,8 разів) масу мохової підстилки

за найнижчих показників щільності та облистненості пагонів *B. unguiculata* і *Bryum caespiticium*. У значно сухіших умовах схилу маса мохової підстилки від 1,4 до 2,4 рази перевищувала фотосинтезуючу масу гаметофіту. На заболоченій вершині схилу у трав'яному ярусі нерекультивованого відвалу мохи утворювали багатовидові угруповання з *B. unguiculata*, *Bryum caespiticium*, *Ceratodon purpureus* з домінуванням *Funaria hygrometrica*. Маса мохової підстилки була у 9,3 рази більшою, порівняно з масою зеленої фотосинтезуючої частини пагонів мохових дернин.

На рекультивованому відвалі під деревними породами у затінених вологих місцевиростаннях переважають лісові види мохів зі значною тривалістю життя та життєвою стратегією багаторічні стаєри конкурентні, утворюють угруповання з *Plagiomnium cuspidatum*, *Fissidens taxifolius*, *Atrichum undulatum*, *Climacium dendroides*. У *Fissidens taxifolius* у вологих, затінених умовах на підніжжі відвалу встановлено найбільшу масу мохової підстилки, яка у 6,4 рази була більшою, ніж маса зелених фотосинтезуючих пагонів. На схилі відвалу щільність дернин мохів істотно зменшувалася, притому висота мохового покриву збільшувалася. Основну масу мохової підстилки утворювали переважно *C. dendroides*, *A. undulatum* і *Thuidium assimile*. Так, у *C. dendroides* співвідношення маси зеленої частини пагонів до мохової підстилки становило 1:17, а в угрупованнях з *T. assimile* – 1:3,4. У дернинах *P. cuspidatum* маса мохової підстилки була лише у 2,3 рази більшою, ніж зеленої.

Оскільки мохоподібні здебільшого формують просторово відокремлений компонент фітоценозу зі своєю структурою, складом життєвих форм і взаємозв'язками між видами, аналіз життєвих стратегій мохоподібних, встановлення видового багатства, груп видів з різною активністю і способами розмноження є визначальними для оцінки екологічних умов природного середовища, тривалості існування та ступеня фрагментованості місцевиростань на досліджуваних територіях, зокрема для виявлення змін екологічного режиму (особливо вологості і освітлення).

На нерекультивованому відвалі спорогони з коробочками утворювали 22 види мохів (11 верхоспорогонних і 11 бокоспорогонних). У 3 дводомних видів мохів-поселенців *Barbula unguiculata*, *Bryum caespiticium* і *B. pseudotriquetrum* виявлено спеціалізовані репродуктивні органи – підземні ризоїдні бульбочки та в 1 виду моху з життєвою стратегією багаторічний човник *Didymodon rigidulus* – виводкові тільця в пазухах листків.

Активність статевого і безстатевого розмноження мохів на відвалах змінювалася залежно від умов місцевиростань. Так, в умовах достатнього зволоження в дернинах моху *Barbula unguiculata* встановлено активне утворення вегетативних репродуктивних органів – ризоїдних бульбочок. У дернинах моху переважали жіночі рослини здебільшого з двома спорогонами, незважаючи на те, що кількість стерильних рослин була у 4 рази більшою, ніж фертильних (♀:♂:стер. = 54:1:245). У сухіших умовах активність безстатевого розмноження у мохів-поселенців була нижчою, проте істотно змінювалася їх статеві структура: вдвічі збільшувалася кількість фертильних особин, зокрема чоловічих (у *B. unguiculata* ♀:♂:стер. = 25:28:115). Однодомні види мохів рясно утворювали коробочки здебільшого в умовах достатнього зволоження та інтенсивності освітлення.

На рекультивованому відвалі спорогони з коробочками утворювали 20 видів мохів (9 верхоспорогонних і 11 бокоспорогонних), проте для більшої кількості видів встановлено різні типи вегетативного розмноження. Для переважно стерильного моху на схилі відвалу в умовах вищої інтенсивності освітлення вершини відвалу виявлено поодинокі спорогони у фертильних дернинах моху *P. cuspidatum* (співвідношення стерильних і фертильних рослин було 70:64). Спеціалізовані органи безстатевого розмноження виявлено у 8 видів мохів: у дводомних видів мохів-поселенців *Barbula unguiculata*, *Bryum caespiticium* і *B. pseudotriquetrum* підземні ризоїдні бульбочки, у

Bryum argenteum – виводкові бруньки у пазухах листків на верхівці пагонів, тоді як для однодомного моху *Leptobryum pyriforme* характерними були численні виводкові бульбочки у пазухах листків пагонів та підземні ризоїдні бульбочки. У пазухах листків *Didymodon rigidulus* (життєва стратегія багаторічний човник) утворювалися виводкові тільця. Окрім того, в умовах достатнього зволоження мохові дернини активно вегетативно розмножувалися, зокрема *Climacium dendroides* – підземними ризомами, а *Plagiomnium cuspidatum* завдяки “крокуючій” формі пагонів.

Результати аналізу морфологічної та статеві структур мохових дернин у перезволожених умовах відвалів свідчать, що істотне збільшення їх щільності у мохів з формою росту пухка дернина чи пухке плетиво, негативно впливало на продуктивність зеленої маси, посилювало вегетативне розмноження, деструкцію пагонів і формування потужної мохової підстилки. Збільшення кількості пагонів у мохів зі щільною формою дернин сприяло їх розвиткові та статевій репродуктивній активності, зростанню маси асиміляційних органів. Найвищу життєздатність мохів виявлено у багатовидових бріофітних угрупованнях з різними формами росту, які істотно впливали на оптимізацію водного режиму субстрату незалежно від положення на відвалах.

Значна частка (50 %) однодомних видів на рекультивованому відвалі свідчить про уніфіковані екологічні умови та малу специфічність бріофлори на цій території. Переважання дводомних видів мохів на нереккультивованому відвалі зумовлює більшу різноманітність статевої структури мохових дернин, таким чином підтримуючи високий рівень генетичної мінливості мохів-поселенців. На рекультивованій території моховий покрив переважно представлений епігейними мохами зі стратегією поселенці (41 %, тоді як на нереккультивованому відвалі лише 22 %). Мохи поселенці завдяки зменшенню тривалості онтогенезу та віку першої репродукції утворюють максимальну кількість нащадків за мінімально короткі терміни, таким чином сприяючи стабілізації умов на заселених територіях.

Співвідношення видів мохоподібних зі спорогонами і стерильних, без коробочок, що використовується для оцінки стабільності екологічних умов, дає можливість визначити тривалість непорушеного існування місцезростань. На рекультивованому відвалі цей показник більший, що вказує на низький рівень природних змін місцезростань мохів. Окрім співвідношення одно- і дводомних видів бріофітів, важливим індикаційним показником є кількість видів з різними способами розмноження. Розселення спорами, яке переважає на нереккультивованому відвалі, життєво необхідне для заселення нових, нещодавно виниклих місцезростань, у відновлювальних сукцесіях, інвазії в нові рослинні угруповання та виникнення нових популяцій. Вегетативне розмноження, яке частіше виявляли на рекультивованому відвалі, часто відіграє ключову роль для виживання і розростання популяції, оскільки значно ефективніше в стабільних умовах завдяки клонуванню набору генів тих рослин, які виявилися добре пристосованими до конкретних умов існування.

Висновки

Отже, результати аналізу видового складу свідчать, що обидва відвали ДГХП «Подороженський рудник» дуже близькі за таксономічним складом мохоподібних, очевидно, унаслідок спонтанного заселення бріофітів з однієї фонові території.

На підставі дослідження структурно-функціональної організації мохового покриву (видове різноманіття, активність видів, динаміка біомаси, репродуктивна стратегія, потужність мохової підстилки) як едифікатора потстехногенних змін елементів ландшафту гірничо-хімічного сіркодобувного підприємства встановлено, що рекультивація девастованих територій сприяла пришвидшенню процесів стабілізації екологічних умов завдяки добору стійких видів мохів з різними життєвими стратегіями, статевими типами та способами репродукції.

Отримані результати дають можливість стверджувати, що проведена рекультивация сприяла значній стабілізації мікрокліматичних та едафічних умов, а на нерекультивованій території досі залишається велике різноманіття умов місцезростань, а переважання серед видів різних субстратних груп епігейних мохів вказує на низьку зімкнутість трав'яного ярусу.

References

- ARYNUSHKYNA E.V. (1970). *Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochv*. Moscow: MGU. 488 p. [АРИНУШКИНА Е.В. (1970). *Руководство по химическому анализу почв*. М.: МГУ, 488 с.]
- BACHURYNA H.F., MELNYCHUK V.M. (1987–1989). *Flora mokhiv Ukrayinskoji RSR*. K.: Nauk. Dumka, 1987. Vyr. I. 180 p.; 1988. Vyr. II. 179 p.; 1989. Vyr. III. 176 p. [БАЧУРИНА Г.Ф., МЕЛЬНИЧУК В.М. (1987–1989). *Флора мохів Української РСР*. К.: Наук. Думка, Вип. I: 180 с.; 1988. Вип. II: 179 с.; 1989. Вип. III: 176 с.]
- BACHURYNA H.F., MELNYCHUK V.M. (2003). *Flora mokhiv Ukrayiny*. K.: Akadempriodyka. Vyr. IV, 255 p. [БАЧУРИНА Г.Ф., МЕЛЬНИЧУК В.М. (2003). *Флора мохів України*. К.: Академперіодика. Вип. IV, 255 с.]
- BATALOV A.E., SHAVRYNA E.V. (2004). *Vestnyk Pomorskoho unyversyteta. Ser. «Estestvennyye i tochnyye nauki»*, 2(6): 53–56. [БАТАЛОВ А.Е., ШАВРИНА Е.В. (2004). Мониторинг растительности на Ардалинском нефтяном месторождении. *Вестник Поморського університета. Сер. «Естественные и точные науки»*, 2 (6): 53–56]
- BOIKO M.F. (1992). *Brioflora stepnoi zony Vostochno-Evropeiskoi ravniny i Predkavkazia*. Diss. doct. biol. nauk., Kiev, 351 p. [БОЙКО М.Ф. (1992). *Бриофлора степной зоны Восточно-Европейской равнины и Предкавказья*. Дисс. докт. биол. наук., Киев, 351 с.]
- BOIKO M.F. (1999). *Analiz brioflory stepnoj zony Evropy*. Kiev: Fitosociocentr, 180 p. [БОЙКО М.Ф. (1999). *Анализ бриофлоры степной зоны Европы*. Киев: Фитосоцицентр, 180 с.]
- BOIKO M.F. (2014). The Second checklist of Bryobionta of Ukraine. *Chornomors'k. bot. z.*, 10 (4): 426–487.
- DÜRING H.J. (1992). Ecological classifications of bryophytes and lichens:1–30. In: Ed. J.W. Bates, A.M. Farmer. *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Oxford: Clarendon Press.
- DÜRING H.J. (1979). Life strategies of Bryophytes: a preliminary review. *Lindbergia*, 5: 2–18.
- FRAHM J.P., FREY W. (2004). *Moosflora*. Stuttgart: Ulmer, 537 p.
- GLIME J.M. (2006). *Bryophyte Ecology*. Volume 1. Physiological Ecology. Sponsored by Michigan Technological University (MTU), Botanical Society of America (BSA), International Association of Bryologists (IAB). published online at <http://www.bryoecol.mtu.edu/>.
- GOFFINET B., BUCK W.R., SHAW A.J. (2009). Morphology, anatomy and classification of the Bryophyta: 55–138. In: *Bryophyte Biology*. Cambridge: University Press.
- HAYDYN A.M., ZOZULYA I.I. (2006). *Materialy mizhnarodnoyi konf. «Forum hirnykiv – 2006»*: 180–200 [ГАЙДИН А.М., ЗОЗУЛЯ І.І. (2006). Ревитализация и постмайнинг. *Матеріали міжнародної конф. «Форум гірників – 2006»*: 180–200]
- HILL M.O., BELL N., BRUGGEMAN-NANNENGA M.A., BRUGUÈS M., CANO M.J., ENROTH J., FLATBERG K.I., FRAHM J.-P., GALLEGOM T., GARILLETI R., GUERRA J., HEDENÄS L., HOLYOAK D.T., HYVONÈN J., IGNATOV M. S., LARA F., MAZIMPAKA V., MUÑOZ J., SÖDERSTRÖM L. (2006). An annotated checklist of the mosses of Europe and Macaronesia. *J. Bryol.*, 28: 198–267.
- IGNATOV M.S., IGNATOVA E.A. (2003). *Flora srednej chasti evropejskoj Rossii*. Tom 1: Sphagnaceae – Hedwigiaceae. M.: КМК, 608 p. [ИГНАТОВ М.С., ИГНАТОВА Е.А. (2003). *Флора средней части европейской России*. Том 1: Sphagnaceae – Hedwigiaceae. М.: КМК, 608 с.]
- IGNATOV M.S., IGNATOVA E.A. (2004). *Flora srednei chasti evropeiskoi Rossii*. Tom 2: Fontinalaceae – Amblistegiaceae. M.: КМК, 335 p. [ИГНАТОВ М.С., ИГНАТОВА Е.А. (2004). *Флора средней части европейской России*. Том 2: Fontinalaceae – Amblistegiaceae. М.: КМК, 335 с.]
- KUZYARIN O.T. (2013). *Studia Biologica*, 7 (1): 105–114. [КУЗЯРИН О.Т. (2013). Бриофлора вугільних відвалів Львівсько-Волинського гірничопромислового регіону. *Біологічні студії*, 7 (1): 105–114]
- LAKIN G.F. (1990). *Biometrija: Ucheb. posobie dlja biol. spec. vuzov. 4-e izd*. M.: Vyssh. shk., 352 p. [ЛАКИН Г.Ф. (1990). *Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд*. М.: Высш. шк., 352 с.]
- LISOVETS O.I., MYTSYK L.P. (2008). *Pytannya stepovoho lisoznavstva ta lisovoyi rekultyvatsiyi zemel*, 37: 37–42. [ЛІСОВЕЦЬ О.І., МИЩИК Л.П. (2008). Фітоценотична активність видів моніторингових пробних площ правобережного Присамар'я. *Питання степового лісознавства та лісової рекультивациі земель*, 37: 37–42]
- LOBACHEVSKA O.V. (2012). *Chornomors'k. bot. z.*, 8 (1): 67–76. [ЛОБАЧЕВСЬКА О.В. (2012). Мохоподібні породних відвалів Червоноградського гірничопромислового району. *Чорноморськ. бот. ж.*, 8 (1): 67–76]
- LONGTON R.E. (1992). The role of bryophytes and lichens in terrestrials ecosystems: 32–76. In: Ed. J.W. Bates, A.M. Farmer. *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Oxford: Clarendon Press.

- MÄGDEFRAU K. (1982). Life-forms of bryophytes: 45–58. In: *Bryophyte ecology*. London: New York.
- MASHTALER O.V. (2007). *Biomonitorynh vydamy Bryophyta tekhnohenno transformovanoho seredovysycha pıvdennoho skhodu Ukrainy*. Avtoref. dys. kand. biol. nauk., 20 p. [МАШТАЛЕР О.В. (2007). *Біомоніторинг видами Bryophyta техногенно трансформованого середовища південного сходу України*. Автореф. дис. канд. біол. наук., 20 с.]
- MEAGHER T.R. (1984). Sexual dimorphism and ecological differentiation of male and female plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, **71**: 254–264.
- NIKOLAYCHUK V.I., BILYK P.P. (1997). *Laboratorno-praktychni roboty z gruntoznavstva*. Uzhhorod, 112 p. [НІКОЛАЙЧУК В.І., БЛИК П.П. (1997). *Лабораторно-практичні роботи з ґрунтознавства*. Ужгород, 112 с.]
- PESHKOVA N.V., ANDREIASHKINA N.I. (2006). *Ekologiya*, **2**: 116–121. [ПЕШКОВА Н.В., АНДРЕЯШКИНА Н.И. (2006). Индикационный аспект географического анализа флористического состава растительных сообществ на склонах разной экспозиции. *Экология*, **2**: 116–121]
- RABYK I.V., DANYLKYV I.S., SHCHERBACHENKO O.I. (2010). *Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriya biologichna*, **53**: 58–66. [РАБИК І.В., ДАНИЛКІВ І.С., ЩЕРБАЧЕНКО О.І. (2010). Структура і динаміка бріофітних угруповань на девастованих землях Львівщини (на прикладі відвалу гірничо-хімічного підприємства «Сірка»). *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*, **53**: 58–66]
- RABYK I.V., SHCHERBACHENKO O.I., DANYLKYV I.S. (2011). *Naukovi zapysky Ternopilskoho peduniversitytetu. Seriya biologichna*, **2** (47): 120–124. [РАБИК І.В., ЩЕРБАЧЕНКО О.І., ДАНИЛКІВ І.С. (2011). Участь мохоподібних у відновленні рослинного покриву на територіях підземної виплавки сірки Язівського родовища. *Наукові записки Тернопільського педуніверситету. Серія біологічна*, **2** (47): 120–124]
- RICHARDS P.W. (1984). The ecology of tropical forest bryophytes. *The Hattori Botanical Laboratory*, **2**: 1233–1270.
- RYKOVSKIY G.F. (1980). *Mohoobraznye Berezinskogo biosfernogo zapovednika*. Minsk: Nauka i tehnika, 136 p. [РЫКОВСКИЙ Г.Ф. (1980). *Мохообразные Березинского биосферного заповедника*. Минск: Наука и техника, 136 с.]
- RYKOVSKIY G.F., MASLOVSKIY O.M. (2004). *Flora Belarusi. Mohoobraznye. 1*. Minsk: Tiekhnologiya, 437 p. [РЫКОВСКИЙ Г.Ф., МАСЛОВСКИЙ О.М. (2004). *Флора Беларуси. Мохообразные. 1*. Минск: Тэхналогія, 437 с.]
- SHAW A.J., JULES E.S., BEER S.C. (1991). Effects of metals on growth, morphology, and reproduction of *Ceratodon purpureus*. *Bryologist*, **94**: 270–277.
- STARK L.R. (2002). Phenology and its repercussions on the reproductive ecology of mosses. *Bryologist*, **105**: 204–218.
- TOOREN VAN B.F., ODE B., DÜRING H.J., BOBBINK R. (1990). Regeneration of species richness in the bryophyte layer of Dutch chalk grasslands. *Lindbergia: a journal of bryology*, **16**: 23–79.
- TOOREN VAN B.F., ODE B., BOBBINK R. (1991). Management of Dutch chalk grassland and the species richness of the cryptogam layer. *Acta Botanica Neerlandica*, **40**: 37–380.
- TROFIMETS V.I., IPATOV V.S. (1990). *Botanicheskii zhurnal*, **75** (8): 1102–1108. [ТРОФИМЕЦ В.И., ИПАТОВ В.С. (1990). Средообразующая роль лишайникового и мохового покровов в сухих сосняках. *Ботанический журнал*, **75** (8): 1102–1108]
- ULICHNA K.O., GAPON S.V., KULIK T.G. (1989). K metodike izuchenii epifitnyh mohovih obrastanii: 201–206. In: *Problemy briologii v SSSR*. L.: Nauka. [УЛИЧНА К.О., ГАПОН С.В., КУЛИК Т.Г. (1989). К методике изучения эпифитных моховых обрастаний: 201–206. In: *Проблемы бриологии в СССР*. Л.: Наука]

Рекомендує до друку
Бойко М.Ф.

Отримано 20.06.2017

Адреси авторів:

І.В. Рабик, О.В. Лобачевська, О.І. Щербаченко, І.С. Данилків
Інститут екології Карпат
НАН України
вул. Стефаника, 11
Львів, 79000
Україна
e-mail: ecomorphogenesis@mail.lviv.ua

Author address:

I.W. Rabyk, O.V. Lobachevska, O.I. Shcherbachenko,
I.S. Danylykiv
Institute of Ecology of the Carpathians of
NAS Ukraine
11 Stephanyka str.
Lviv, 79000
Ukraine
e-mail: ecomorphogenesis@mail.lviv.ua