

## **ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА РЕПРОДУКТИВНА СТРАТЕГІЯ МОХОПОДІБНИХ НА АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ**

Установлено видовий склад мохоподібних на породних відвалах Червоноградського вугільного басейну (32 види) і Яворівського гірничо-хімічного підприємства “Сірка” (33 види). Поряд з аналізом таксономічного складу мохоподібних здійснено їх екологічний аналіз по відношенню до трофності і вологості місцязростання, визначені спектри статевих типів і життєвих стратегій. Результати дослідження показали, що для вивчення техногенних територій характерна малоспецифічна бріофлора, представлена в основному видами з стратегією колоністів, для підтримки місця проживання яких необхідне активне розселення за рахунок розсіювання спор.

*Ключові слова:* мохоподібні, антропогенно трансформовані території, дводомні види-колоністи, виводкові органи, статеве розмноження

Мохоподібні винятково чутливі до фізико-хімічних умов довкілля і тому широко використовуються для індикації стану природного середовища та контролю його забруднення. Роль бріофітів у формуванні рослинного покриву часто недооцінюється, а дослідження специфіки бріокомпонента на девастрованих територіях як прояву адаптогенезу до техногенно трансформованого середовища, попри їх очевидну перспективність, лише розпочинаються.

Мета цієї роботи – встановлення видового різноманіття мохоподібних на техногенно порушених територіях та особливостей їх екологічної та репродуктивної пластичності.

### **Матеріал і методи досліджень**

Об’єктом досліджень були мохоподібні техногенно трансформованих територій Червоноградського гірничопромислового району та Яворівського гірничо-хімічного підприємства “Сірка”. Систематичний аналіз мохоподібних, зібраних маршрутним методом на породних відвалах шахт та сірчаного видобутку, здійснювали за Г. Бачуриною, В. Мельничуком [1, 2], М. Ігнатовим, Є. Ігнатовою [3, 4], В. Баком, Б. Гофінет [8], Я. Фрамом, В. Фреєм [10].

Для таксономічного аналізу бріофітів використовували систему Б. Гофінет та ін. [12]. Екологічні групи за вологістю та трофністю субстрату визначали за Г. Риковським [6]. Для встановлення життєвих форм мохоподібних використовували класифікацію К. Гімінгайма і Е. Робертсона [11], модифіковану К. Магдєфрау [13] та П. Річардсом [15]. Типи життєвих стратегій мохів на відвалах проводили за системою Г. Дюрінга [9].

### **Результати досліджень та їх обговорення**

Видове різноманіття бріофіт проаналізовано на відвалах недіючої шахти “Візейська” та діючих рекультивованих породних відвалах Центральної збагачувальної фабрики (ЦЗФ) “Червоноградська” і шахти “Надія” м. Соснівки Львівської області Червоноградського гірничопромислового району. Всього на відвалах виявлено 32 види мохоподібних, які належать до двох відділів (Marchantiophyta і Bryophyta), 15 родин, 25 родів. Найбільшу кількість видів визначено з родин Brachytheciaceae (8), Bryaceae (4), Polytrichaceae (4) та Pottiaceae (4). Поширення видів Polytrichaceae на шахтних відвалах, але повна їх відсутність на сірчаних, очевидно, значною мірою пов’язане з рекультиваційними заходами – засипання порід піщаними ґрунтами.

Установлено, що на породних відвалах домінують верхоплідні (62,5%), дводомні (69,0%) види мохоподібних, які переважно утворюють пухкі низькі дернинки (78,0%). На підставі екологічного аналізу мохоподібних виділено 6 груп щодо зволоження субстрату:

ксеромезофіти (13), мезоксерофіти (1), мезофіти (10), мезогігрофіти (2), гігромезофіти (3), гігрофіти (3). Найчисельнішою є ксеромезофільна група видів (40,6%), представники якої домінують на обох типах шахтних відвалів. Наявність гігрофільної групи (9,4%) зумовлена появою фрагментарних, малопоширених заболочень, які утворюються внаслідок нагромадження атмосферних опадів на мікропониженнях рельєфу відвалів, характерні представники *Sphagnum girgensohnii* Russ та *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr. Залежно від трофності субстратів мохоподібні розподіляються на такі екоморфи: оліготрофи (1), олігомезотрофи (11), мезотрофи (10), мезоевтрофи (6), евтрофи (4). Найбагатша група олігомезотрофів представлена на породних відвалах домінантними видами: *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp., *Bryum argenteum* Hedw.

Уперше серед мохів, зібраних на відвалах шахти “Надія”, виявлено новий адвентивний вид для бріофлори України *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. Він легко колонізує відкриті порушені місця, особливо піщані субстрати, росте на ґрунті і скелях, утворюючи великі щільні дернини зі значним домінуванням. *C. introflexus* розповсюджується внаслідок розмноження опадаючими верхівками стебел та заселення новоутворених ніш фрагментами пагонів і листків. Оскільки в коробочках *C. introflexus* виявлені лише абортивні спори, можна стверджувати, що 100% покриття на великих ділянках відвалу мох досягає завдяки ефективному вегетативному розмноженню.

На території відвалу Язівського сірчаного родовища виявлено 33 види мохоподібних. Види бріофітів належать до двох відділів (Marchantiophyta і Bryophyta), 14 родин, 23 родів. Найчисельнішими є родини Brachytheciaceae (8 видів), Pottiaceae (5), Amblystegiaceae (4) та роди *Brachythecium* (4 види) та *Bryum* (3 види). Оскільки мікрокліматичні умови на відвалах сірчаного видобутку, на відміну від шахтних, відрізняються підвищеною вологістю та нижчими температурами, на їх схилах переважають такі групи видів: мезофіти (54,6%), ксеромезофіти (24,2%) та гігро- та гігродітрофіти (12,1%). За трофністю субстрату найчисельнішими є мезотрофи – 33,3%, мезоевтрофи – 30,3%, евтрофи – 24,2% й олігомезотрофи – 12,2%.

Серед мохоподібних, виявлених на девастрованих територіях сірчаного родовища та вугільного басейну, як за проєктивним покриттям, так і за частотою трапляння переважають верхоплідні дводомні види. За типом стратегії – це види-колоністи, які характерні для початкових стадій первинних і вторинних сукцесій. Серед видів-колоністів виділено справжні види-колоністи: *Bryum argenteum*, *B. dichotomum* Hedw., *Ceratodon purpureus*, *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp., *D. varia* (Hedw.) Schimp. і види колоністи-піонери, поширення яких пов’язане з піонерними угрупованнями початкових стадій сукцесій заростання порушених ґрунтів: *Barbula unguiculata* Hedw., *Didymodon acutus* (Brid.) K. Saito, які мають низьку конкурентну здатність, але швидко захоплюють нові порушені субстрати. Для видів-колоністів встановлено високий рівень репродуктивного зусилля: на сірчаних відвалах, спочатку за допомогою вегетативних органів розмноження, а потім й утворення спор, тоді як на території шахт лише завдяки активному генеративному розмноженню, очевидно, внаслідок значно посушливіших умов та впливу високого рівня техногенного забруднення [5].

Окрім видів, що мають життєву стратегію колоніста, визначено значну кількість видів, що належать до багаторічних конкурентних стаєрів (представники родів *Brachythecium*, *Drepanocladus*, *Hypnum*), які ще не утворюють значного проєктивного покриття, але трапляються спорадично на всій території відвалу.

На шахтних відвалах органи вегетативного розмноження виявлені в одного дводомного моху *Campylopus introflexus* та дводомного печіночника *Marchantia polymorpha* Hedw., а на відвалах сірчаного видобутку – у п’яти видів мохів. На кінцях слані печіночника *Pellia endifolia* (Dicks.) Dumort. часто траплялися короткі, дуже розгалужені світлозелені лопаті, які легко відривалися, а, опавши, проростали як виводкові тільця. Для *Bryum argenteum* відзначено значне галуження стебел і утворення або численних поодиноких пазушних виводкових бруньок, як і у *B. dichotomum*, або/і верхівкових грон з короткими виводковими гілочками, які легко опадають. У *Barbula unguiculata* і *Bryum caespiticium* виявлені багатоклітинні коричневі ризоїдні бульбочки.

На техногенних відвалах рясно спороносять дводомні види мохів: *Barbula unguiculata*, *Bryum caespiticium*, *B. argenteum*, *Dicranella heteromalla*, *D. varia*, *Ceratodon purpureus*, в яких чоловічі і жіночі рослини, як правило, знаходяться в одній дернинці. Серед однодомних мохів утворення спорогонів відзначено лише для *Funaria hygrometrica* і *Amblystegium serpens*. Мабуть, статевий диморфізм дводомних видів є пристосуванням, що сформувалося в ході еволюції і пов'язане з фізіолого-біохімічними відмінностями рослин [7]. Переваги перехресного запліднення полягають у значно швидшому очищенні генофонду від шкідливих мутацій і нагромадженню корисних змін, що дає можливість популяціям адаптуватися до мінливих умов середовища [14].

### Висновки

Отже, на підставі проведених досліджень можна стверджувати, що на техногенних відвалах домінують дводомні мохи-колоністи, для яких характерна висока пластичність розвитку та підвищений генетичний поліморфізм унаслідок статевого диморфізму, які широко реалізують різноманітні можливості статевого та вегетативного розмноження, що робить їх життєздатнішими і сприяє заселенню найрізноманітніших місцевиростань.

1. Бачурина Г. Ф. Флора мохів України / Г. Ф. Бачурина, В. М. Мельничук. – Київ : Академперіодика, 2003. – Вип. IV. – 255 с.
2. Бачурина Г. Ф. Флора мохів Української РСР / Г. Ф. Бачурина, В. М. Мельничук. – Київ : Наукова думка, 1987. – Вип. I. – 180 с.; 1988. – Вип. II. – 179 с.; 1989. – Вип. III. – 176 с.
3. Игнатов М. С. Флора средней части европейской России. Том 1: Sphagnaceae –Hedwigiaceae / М. С. Игнатов, Е. А. Игнатова. – М. : КМК, 2003. – 608 с. (Arctoa. Том 11, прилож. 1).
4. Игнатов М. С. Флора средней части европейской России. Том 2: Fontinalaceae – Amblystegiaceae / М. С. Игнатов, Е. А. Игнатова. – М. : КМК, 2004. – 335 с. (Arctoa. Том 11, прилож. 2).
5. Лобачевская О. В. Адаптивные реакции мхов в условиях техногенного загрязнения / О. В. Лобачевская // Бриология: традиции и современность: Сборник статей по материалам международной конференции, посвященной 110-летию со дня рождения З. Н. Смирновой и К. И. Ладыженской. – СПб.: Изд-во ЗАО “АТТАШЕ”. – 2010. – С. 96–100.
6. Рыковский Г. Ф. Флора Беларуси. Мохообразные в 2 т./ Г. Ф. Рыковский, О. М. Масловский / [ред. В. И. Парфенов]. – Минск : Тэхналогія, 2004. – 437 с.
7. Хрянин В. Н. Эволюция половой дифференциации у растений / В. Н. Хрянин // Физиология растений. – 2007. – Т. 54, № 6. – С. 945–952.
8. Buck W. R. Morphology and classification of mosses / W. R. Buck, B. J. Goffinet // Bryophyte Biology / [eds. A. J. Shaw, B. J. Goffinet]. – Cambridge University Press, 2000. – P. 71–123.
9. Daring H. J. Life strategies of Bryophytes: a preliminary review / H. J. Daring // Lindbergia. – 1979. – № 5. – P. 2–18.
10. Frahm J.-P. Moosflora. / J.-P. Frahm, W. Frey. – Stuttgart : Ulmer, 2004. – 537 p.
11. Gimingham C. H. Preliminary investigations on the structure of bryophytic communities / C. H. Gimingham, E. T. Robertson // Transaction of British Bryological Society. – 1950. – № 1. – P. 330–344.
12. Goffinet B. Morphology, anatomy and classification of the Bryophyta / B. Goffinet, W. R. Buck, A. J. Shaw // Bryophyte Biology: Second Edition / [ed. B. Goffinet, A. J. Shaw]. – Cambridge University Press, 2008. – P. 55–138.
13. Mägdefrau K. Life-forms of bryophytes / K. Mägdefrau // Bryophyte ecology. – New York. – London, 1982. – P. 45–58.
14. Morran L. T. Mutation load and rapid adaptation favour outcrossing over self-fertilization / L. T. Morran, M. D. Parmenter, P. C. Phillips // Nature. – 2009. – Vol. 462. – P. 350–352.
15. Richards P. W. The ecology of tropical forest bryophytes / P. W. Richards // New Manual of Bryology. – Nichinan : The Hattori Botanical Laboratory, 1984. – Vol. 2. – P. 1233–1270.

Робота виконана за фінансової підтримки Українського науково-технологічного центру (проект № 5032)

О.В. Лобачевская

Институт экологии Карпат НАН Украины, Львов

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И РЕПРОДУКТИВНАЯ СТРАТЕГИЯ  
МОХООБРАЗНЫХ НА АНТРОПОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Установлен видовой состав мохообразных на породных отвалах Червоноградского угольного бассейна (32 вида) и Яворовского горно-химического предприятия “Сера” (33 вида). Наряду с анализом таксономического состава мохообразных проведен их экологический анализ по отношению к трофности и влажности местообитаний, определены спектры половых типов и жизненных стратегий. Результаты исследования показали, что для изученных техногенных территорий характерна малоспецифическая бриофлора, представленная, главным образом видами со стратегией колонистов, для поддержания местообитаний которых необходимо активное расселение за счет рассеивания спор.

*Ключевые слова:* мохообразные, антропогенно трансформированные территории, двудомные виды-колонисты, выводковые органы, половое размножение

*O.V. Lobachevska*

Institute of Ecology of the Carpathians National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv

THE ECOLOGICAL PECULIARITIES AND reproductive STRATEGY of bryophytes ON  
ANTHROPOGENIC TRANSFORMED TERRITORIES

The species compositions of bryophytes of Chervonohrad coal mine dumps (32 species) and Yavoriv mine chemistry enterprise "Sulphur" (33 species) have been established. It also have been analysed the spectra of sexual types and life strategies of the species and trophical ability and humidity of their habitats. It was showed that on the studied technogenic territories there was low specific bryoflora, presented mainly by colonists species, requesting for their maintenance active spores dispersion.

*Keywords:* bryophytes, anthropogenic transformed territories, dioecious colonists species, vegetative propagule, sexual reproduction

Рекомендує до друку

Н.М. Дробик

Надійшла 07.02.2011