

УДК 582.32.575.17

І.В. РАБИК, О.І. ЩЕРБАЧЕНКО, І.С. ДАНИЛКІВ

Інститут екології Карпат НАН України
вул. Стефаника, 11, Львів 79000

УЧАСТЬ МОХОПОДІБНИХ У ВІДНОВЛЕННІ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ НА ТЕРИТОРІЯХ ПІДЗЕМНОЇ ВИПЛАВКИ СІРКИ ЯЗІВСЬКОГО РОДОВИЩА

Вивчали шестирічну динаміку видового складу і проективного покриття мохоподібних на території підземної виплавки сірки в околицях с. Старий Яр (Львівська обл., Яворівський р-н). Установлено, що має місце заміна піонерних видів мохоподібних, толерантних до підвищеної кислотності середовища на космополітні види з життєвими стратегіями біженців і поселенців. Отримані дані свідчать про важливу роль мохоподібних в формуванні рослинного покриття на девастированих територіях добування сірки.

Ключові слова: мохи, проективне покриття, бріофіти, частота трапляння, підземна виплавка сірки, біомаса

Мохоподібні, завдяки їх високій толерантності до екстремальних умов середовища, заселяють субстрати техногенного походження, а на територіях підземної виплавки сірки є піонерами заростання [3]. Крім того, бріофіти можуть створювати сприятливі мікрокліматичні умови для регенерації судинних рослин, відмерлі рештки їх гаметофітів збагачують субстрат, що є важливою ланкою первинного ґрунтоутворюючого процесу [5–8]. Зокрема, встановлено, що на територіях підземної виплавки сірки ДГХП „Сірка” на ділянках вкритих мохоподібними вміст органічного вуглецю у шарі субстрату 0–2,5 см більш, ніж у вісім разів перевищував середній показник, що свідчить про значну роль бріофітів у процесах первинного гумусоутворення [2].

Метою досліджень був аналіз особливостей формування і розвитку бріофітного покриття на територіях підземної виплавки сірки для подальшої розробки методів діагностики екологічного стану техногенних субстратів унаслідок їх природного відновлення за участю мохоподібних.

Матеріал і методи досліджень

Зразки мохів для визначення біомаси, проективного покриття, репродуктивного зусилля було зібрано на дослідних ділянках території підземної виплавки сірки в околицях с. Старий Яр за методом лінійного відрізка [7]. Дослідні ділянки 0,5×0,5 м закладали вздовж 15 м трансекти. На кожній ділянці визначали видовий склад, проективне покриття, біомасу, кількість спорофітів і життєві форми мохоподібних. Біомасу бріофітного покриття досліджували за методикою Б. Ван Торена та ін. [8]. Проективне покриття мохоподібних аналізували за модифікованим методом Н. Корневої [4]. Частоту трапляння визначали за методом К. Раункієра [4]. Для визначення життєвих стратегій мохоподібних використовували класифікації Г. Дюрінга [5] і Р. Лонгтона [7].

Результати досліджень опрацьовані статистично [1].

Результати досліджень та їх обговорення

Дослідження бріофітного покриття на території підземної виплавки сірки проводили протягом 6 років на 15 дослідних ділянках. У 2003 р. цю територію, повністю позбавлену рослинності, почали заселяти 2 види – печіночник *Jungermannia caespiticia** і мох *Dicranella cerviculata*. У 2004 р. було знайдено 9 видів мохоподібних, у 2005 р. – 11, у 2006 р. – 17, у 2007 – 7, а у 2008 р. – 8 (табл. 1). Зростання кількості видів у 2006 році, можливо, пов'язане із занесенням спор,

* автори видів вказані у таблиці 1.

ЕКОЛОГІЯ

пропагул та фрагментів гаметофіту мохоподібних з острівних ділянок зональної рослинності та з раніше рекультивованих ділянок підземної виплавки сірки. З усіх виявлених мохоподібних 17 видів є дводомними, 3 – однодомними. Виявлено 14 видів мохоподібних, які утворюють низькі дернини, 3 види – килимки, 2 – високі дернинки, 1 вид – плетиво. Перевага дернинних життєвих форм пояснюється їхньою більшою адаптованістю до умов нестабільного зволоження, зокрема, її утворюють усі домінуючі види. Однак, більшість видів мохоподібних, які, мабуть, не змогли закріпитись на цій території представлені серед домінуючих окремими рослинами.

На підставі багаторічних досліджень нами встановлено зростання проективного покриття та частоти трапляння *Funaria hygrometrica* та зменшення проективного покриття *Dicranella cerviculata* (рис. 1).

Таблиця 1

Динаміка видового складу мохоподібних

Вид	Рік спостереження					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<i>Barbula unguiculata</i> Hedw.	-	+	+	+	+	+
<i>Bryum argenteum</i> Hedw.	-	+	+	-	+	+
<i>Bryum caespiticium</i> Hedw.	-	-	+	+	+	+
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (Hedw.) Gaertn., Meyer et Scherb.	-	-	+	+	-	-
<i>Cephalozia catenulata</i> (Hübener) Spruce	-	-	-	+	-	-
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	-	+	+	+	+	+
<i>Ditrichum heteromallum</i> (Hedw.) E. Britton	-	-	-	+	-	-
<i>Dicranella cerviculata</i> (Hedw.) Schimp.	+	+	+	+	+	+
<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	-	+	-	-
<i>Didymodon rigidulus</i> Hedw.	-	+	+	+	+	-
<i>Drepanocladus aduncus</i> (Hedw.) Warnst.	-	-	-	-	-	+
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	-	+	+	+	+	+
<i>Jungermannia caespiticia</i> Lindenb.	+	+	+	+	-	-
<i>Lophozia ventricosa</i> (Dicks.) Dumort.	-	-	-	+	-	-
<i>Marchantia polymorpha</i> L.	-	-	+	-	-	+
<i>Pohlia elongata</i> Hedw.	-	+	-	+	-	-
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	-	+	+	+	-	-
<i>Polytrichastrum formosum</i> (Hedw.) G.L. Sm.	-	-	-	+	-	-
<i>Polytrichum juniperinum</i> Hedw.	-	-	-	+	-	-
<i>Polytrichum piliferum</i> Hedw.	-	-	-	+	-	-
Всього	2	9	11	17	7	8

Проективне покриття *Bryum caespiticium* залишалося майже без змін, однак частота трапляння цього виду за період досліджень збільшилась до 87%. Печіночник *Jungermannia caespiticia* зник на третій рік спостережень.

Для кількісної оцінки значення бріофітного покриву на території підземної виплавки сірки визначали загальну біомасу мохоподібних та домінуючих видів мохів. Відомо, що навіть невелика кількість біомаси бріофітів істотно впливає на приживання судинних рослин, покращуючи мікрокліматичні умови ґрунтів [6]. У 2007 році найвищий показник біомаси було виявлено для *Dicranella cerviculata*, середній – для *Funaria hygrometrica*, у якій біомаса є меншою, ніж у *Bryum caespiticium*, однак, з урахуванням майже удвічі більшого проективного покриття, показник біомаси є вищим. У 2008 році біомаса *F. hygrometrica* зросла за рахунок збільшення проективного покриття майже у 6 разів, а біомаса *D. cerviculata* зменшилась у 2,7 раза відповідно (табл. 2).

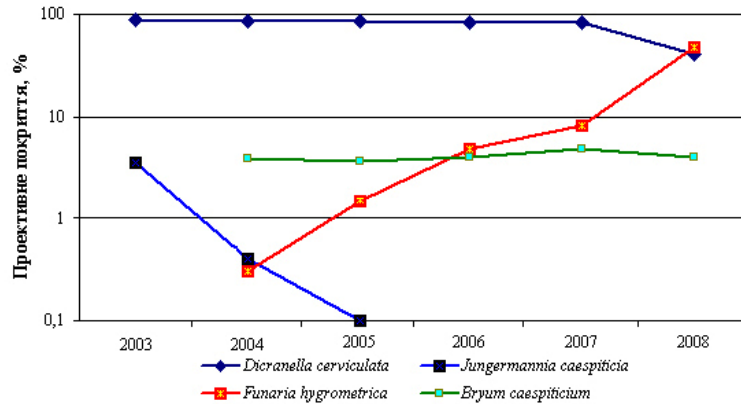


Рис. 1. Динаміка проективного покриття домінантних та субдомінантних видів мохоподібних території підземної виплавки сірки

Зменшення проективного покриття мохового покриву внаслідок збільшення його фрагментованості, про що свідчить зростання коефіцієнту варіації, можна пояснити появою на дослідних ділянках судинних рослин (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Fragaria vesca* L. та ін.).

Як правило, для визначення типу стратегії необхідно враховувати такі ознаки як реакція видів на зміну умов середовища (залежність від комплексу абіотичних факторів), життєва форма, тривалість життя гаметофіту, продуктивність (приріст біомаси) та величина репродуктивного зусилля [5, 7]. Установлено, що репродуктивне зусилля *Funaria hygrometrica* більше, ніж у *Bryum caespitium*, та суттєво зросло на другий рік досліджень (табл. 3).

Порівнюючи одержані результати, можна стверджувати, що біомаса гаметофітів *Funaria hygrometrica* зменшилась, очевидно, унаслідок меншої кількості гаметофорів на одиницю площі, оскільки цей однорічник постійно заселяє нові місцевиростання та “проростає” у дернинах інших видів, найчастіше – *Dicranella cerviculata*. Біомаса *Bryum caespitium* зростає, оскільки дернини цього виду багаторічні, ростуть постійно на одному й тому ж місці, щорічно утворюючи інновації та спорофіти. Значне підвищення репродуктивного зусилля *Funaria hygrometrica* відбулося за рахунок зростання кількості гаметофорів із спорофітами, що свідчить про оптимізацію умов для цього виду.

Таблиця 2

Біомаса домінантних видів мохоподібних

Параметри	Роки	<i>Dicranella cerviculata</i>	<i>Funaria hygrometrica</i>	<i>Bryum caespitium</i>	Мохи разом
Проективне покриття, %, ($\bar{X} \pm s_{\bar{x}}$)	2007	83,7±4,1	8,1±2,0	4,8±1,7	97,2±2,1
	2008	31,3±6,1	48,3±8,4	4,1±1,4	84,5±5,3
С, проективного покриття, %	2007	35,4	97,4	99,7	8,36
	2008	75,9	67,1	99,3	24,1
Частота трапляння, %	2007	100,0	87,0	60,0	–
	2008	100,0	100,0	87,0	–
Біомаса покриву, г/м ²	2007	479,9	31,7	28,3	543,9
	2008	179,5	188,6	24,1	399,7

Хоча середня кількість спорофітів у *F. hygrometrica* є меншою, однак проективне покриття цього виду за період досліджень зросло до 48,3%, очевидно, завдяки тому, що у великих коробочках утворюється більша кількість дрібних спор, що сприяє розселенню виду, а у *B. caespitium* навпаки, у менших коробочках утворюються більші спори і їх менше, що не компенсується дещо більшою густиною спорофітів.

Репродуктивне зусилля мохів *Funaria hygrometrica* та *Bryum caespiticium*

Параметри	<i>Funaria hygrometrica</i>		<i>Bryum caespiticium</i>	
	2007	2008	2007	2008
Маса гаметофітів, г/м ²	371,1	296,0	616,4	658,3
Маса спорофітів, г/м ²	22,0	35,3	19,5	10,1
Кількість спорофітів, шт./м ²	44 472	54 246	67 673	57 500
Репродуктивне зусилля, %	6,8	18,5	3,4	2,3

Отже, особливості життєвої стратегії *Dicranella cerviculata* (тривала стадія протонеми, життєва форма дернини, а також толерантність до кислотності субстрату) забезпечують успішне заселення ним нерекультурованих територій підземної виплавки. Заселення відбувається спорами з окремих ділянок зональної рослинності, що залишилися після порушень. Оскільки після порушення умови для *Funaria hygrometrica* були несприятливі, він з'явився на другий рік, коли рН поверхневих шарів субстрату підвищився унаслідок вимивання. Завдяки високому репродуктивному зусиллю за наступні після появи роки цей вид заселив всі придатні місцевиростання. Ми спостерігали, що *Funaria hygrometrica* досить часто заселяє ділянки з *Dicranella cerviculata*, яка не утворює такої щільної дернини, як *Bryum caespiticium*. Останній вид має невисокі, але постійні значення проективного покриття і утворює дернини на нових місцях виростання, про що свідчить зростання його частоти трапляння. *Bryum caespiticium* формує щільні подушкоподібні дернини, як правило, без домішок інших видів, у оптимальних для нього умовах зволоження. Отже, на території підземної виплавки сірки відбувається заміна піонерних мохоподібних, толерантних до підвищеної кислотності середовища (*Jungermannia caespiticia*, *Dicranella cerviculata*), на космополітні види з життєвими стратегіями біженця (*Funaria hygrometrica*) та поселенця (*Bryum caespiticium*).

Висновки

Домінантні види мохів, які заселяють техногенні субстрати мають різні життєві стратегії і різний адаптивний потенціал в умовах девастрованих територій. Поява, окрім біженців та поселенців, мохів зі стратегіями багаторічних стаєрів свідчить про інтенсивне заселення цієї території. Аналіз первинної бріофітної сукцесії на постійних трансектах є передумовою для діагностики екологічного стану техногенних територій та для розробки методів їх біологічної рекультивації.

1. *Лакін Г. Ф.* Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов [4-е изд.] / Г. Ф. Лакін. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.
2. *Марискевич О. Г.* Формування ґрунтів у межах техногенного ландшафту Яворівського ДГХП “Сірка” / О. Г. Марискевич, І. М. Шпаківська, О. І. Дідух // Науковий вісник Чернівецького університету. Серія біологічна. – 2005. – Вип. 251. – С. 175–185.
3. *Рабик І. В.* Мохоподібні (Bryophyta) девастрованих територій сірчаних родовищ / І. В. Рабик, І. С. Данилків // “Фальцфейнівські читання”. – 2005. – Т. 2 – С. 90–94.
4. *Улична К. О.* К методике изучения эпифитных моховых обрастаний / К. О. Улична, С. В. Гапон, Т. Г. Кулик // Проблемы бриологии в СССР. – Л. : Наука, 1989. – С. 201–206.
5. *During H. J.* Life strategies of Bryophytes: a preliminary review / H. J. During // *Lindbergia*. – 1979. – № 5. – P. 2–18.
6. *Keizer P. J.* Effects of bryophytes on seedling emergence and establishment of short-lived forbs in chalk grassland / P. J. Keizer, H. J. During, B. F. Tooren // *J. Ecol.* – 1985. – Vol. 73. – P. 493–504.
7. *Longton R. E.* Life-history strategies among Bryophytes of arid regions / R. E. Longton // *J. Hattori Bot. Lab.* – 1988. – № 64. – P. 15–28.
8. *Tooren B. F.* Regeneration of species richness in the bryophyte layer of Dutch chalk grasslands. / B. F. Tooren, B. van Ode, H. J. During, R. Bobbink // *Oikos*. – 1990. – № 4. – P. 23–79.

Робота виконана за підтримки гранту для молодих учених НАН України №1189/08.

И.В. Рабык, О.И. Щербаченко, И.С. Данькив

Институт экологии Карпат НАН Украины, Львов

УЧАСТИЕ МОХООБРАЗНЫХ В ВОССТАНОВЛЕНИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИЯХ ПОДЗЕМНОЙ ВЫПЛАВКИ СЕРЫ ЯЗИВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Исследовано шестилетнюю динамику видового состава и проективного покрытия мохообразных на территории подземной выплавки серы в окрестностях с. Старый Яр (Львовская обл., Яворовский р-н). Установлено, что происходит замена пионерных видов мохообразных, толерантных к повышенной кислотности среды на космополитные виды с жизненными стратегиями беженцев и поселенцев. Полученные данные свидетельствуют о важной роли мохообразных в формировании растительного покрова на девастированных территориях выработки серы.

Ключевые слова: мхи, проективное покрытие, бриофиты, частота встречаемости, подземная выплавка серы, биомасса

I.V. Rabyk, O.I. Shcherbachenko, I.S. Danykiv

Institute of Ecology of the Carpathians of the NAS of Ukraine, Lviv

THE PARTICIPATION OF BRYOPHYTES IN RECOVERY OF PLANT COVER ON AREAS OF UNDERGROUND MELTING OF SULPHUR OF YAZIV DEPOSITS

The six-year dynamics of species composition of mosses and their projective cover on underground sulphur melting of v. Staryj Yar (Lviv region, Yavoriv district) have been studied. The replacement of pioneer mosses, which are tolerant to high acidity of the environment on cosmopolite species with fugitives and colonists life strategy, was established. Obtained data show an important role of bryophytes in the formation of plant cover on devastated territories of sulphur extraction.

Keywords: mosses, projective cover, bryophytes, frequency of occurrence, underground melting of sulphur, biomass

Рекомендує до друку

Н.М. Дробик

Надійшла 02.02.2011