

УЧАСТЬ МОХОПОДІБНИХ У РЕНАТУРАЛІЗАЦІЇ ДЕВАСТОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ НЕМИРІВСЬКОГО РОДОВИЩА СІРКИ (ЛЬВІВСЬКА ОБЛ.)

Щербаченко О.І., Рабик І.В., Лобачевська О.В. **Участь мохоподібних у ренатуралізації девастрованих територій Немирівського родовища сірки (Львівська обл.)**. — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72 (6): 596–602.

Отримані результати свідчать про позитивну роль піонерних видів мохів у поліпшенні умов едафотопу на території, де здійснюється підземна виплавка сірки. Відзначено важливість домінантного виду *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp. як ініціатора утворення зародкового гумусового горизонту на техногенних субстратах. Виявлено залежність рівня накопичення органічного Карбону в моховій підстилці *D. cerviculata* від маси її відмерлої частини та характеристик едафотопу (рН і вологості). Окрім того, встановлено, що під бріофітним покривом виникають умови, сприятливі для розвитку ґрунтової біоти та швидшого відновлення рослинного покриву завдяки підвищенню вологості, вмісту органічного Карбону та зниженню кислотності техногенного субстрату. Таким чином, оцінка мохів на території, де здійснюється підземна виплавка сірки, свідчить про важливу роль цих рослин у відновленні техногенних ландшафтів сірчаних родовищ.

К л ю ч о в і с л о в а: підземна виплавка сірки, *Bryophyta*, вологість, актуальна кислотність, органічний Карбон

Вступ

Діяльність гірничодобувних підприємств істотно погіршує екологічну ситуацію на значних за площею територіях, що призводить до їх порушення та деградації. Передкарпатський сірконосний басейн є одним із промислових регіонів, який зазнав інтенсивної експлуатації. Видобування сірки Яворівським державним гірничо-хімічним підприємством (ДГХП) «Сірка» на Львівщині, що проводилося методом кар'єрного відпрацювання покладів Язівського родовища та підземної виплавки сірки (ПВС) на Немирівському родовищі, призвело до забруднення ґрунтів, підземних і поверхневих вод сполуками сірки, втрат біотичного та ландшафтного різноманіття, порушень гідрологічного та біогеохімічного режимів, появи техногенних відвалів і кар'єрів (Maryskvych et al., 2005).

Відновлення девастрованих територій, які утворилися внаслідок діяльності гірничодобувних підприємств, є важливою екологічною проблемою. Заселення породних субстратів мікроорганізмами та піонерною рослинністю сприяє формуванню молодих техногенних ґрунтів (Manuyilova, 2004; Didukh et al., 2008). Закономірно, що оптимізація відновних процесів у девастрованих ландшафтах можлива лише за умови детального дослідження впливу екологічних факторів на особливості формування рослинного покриву.

Мохоподібні здатні заселяти найрізноманітніші субстрати, в тому числі й техногенні, які непридатні для інших вищих рослин, і тому вони є одними з піонерів заростання девастрованих територій. Відмерлі залишки бріофітів збагачують субстрат, що слугує важливою ланкою первинного ґрунтоформуального процесу, та створюють сприятливі мікрокліматичні умови для експансії судинних рослин (During, 1992; Longton, 1992; O'Neel, 2000; Batalov, Shavryna, 2004; Ringen, 2006). У зв'язку з необхідністю відновлення значних площ девастрованих земель актуальними є дослідження особливостей розвитку природних бріофітних сукцесій як прояву адаптогенезу до умов техногенно трансформованого середовища.

Мета цієї роботи — проаналізувати участь мохоподібних у ренатуралізації техногенних субстратів підземної виплавки сірки Немирівського родовища для подальшої розробки методів діагностики екологічного стану девастрованих територій сірчаного виробництва.

Матеріали та методика досліджень

Об'єктом досліджень стали мохоподібні з території Немирівського родовища, де здійснюється підземна виплавка сірки. Зразки домінантних видів аналізували впродовж 2012–2014 рр. на 15 дослідних ділянках (0,5 × 0,5 м) лінійної трансекти (Longton, 1988). Для дослідів відбирали проби субстрату під моховим покривом завтовшки 2–3 см, в якому



Рис. 1. Територія, де здійснюється підземна виплавка сірки (загальний вигляд)

Fig. 1. The area over underground sulfur melting (general view)

бріофітний покрив має найбільший вплив, і як контроль аналізували верхній шар оголеного субстрату (без рослин).

Фізико-хімічні властивості субстратів і мікрокліматичні умови у мохових дернинах і субстраті визначали за загальноприйнятими методиками: температуру, вологість субстрату — за Є.В. Аринушкіною (Аринушкіна, 1970), інтенсивність освітлення вимірювали люксметром Ю 116, актуальну кислотність (рН) встановлювали потенціометрично у водній витяжці субстрат–дистилят (1:5) (Metodycheskye rekomendatsyi..., 1981).

Вміст вологи у мохових дернинах визначали ваговим методом й обчислювали у відсотках від маси абсолютно сухої речовини (Мінеєв, 1989; Пол'чупа, 1991). Ступінь розкладу мохової дернини знаходили за співвідношенням відмерлої частини до живої за методикою І.Л. Гольдберг (Gol'dberh, 1997). Морфометричний аналіз рослин виконували на моторизованому мікроскопі Axio Imager M1 (Carl Zeiss) із використанням програмного забезпечення Carl Zeiss AxioVision 4.6 і стереобінокуляра Stemi 2000-C (Carl Zeiss) із фотонасадкою та цифровою камерою «Nikon».

Вміст органічного Карбону (C_{org}) у субстраті визначали за методом І. Тюріна в модифікації Б. Нікітіна (Nikitin, 1972).

Усі досліді проводили в триразовій повторюваності. Отримані результати опрацьовували методами статистичного аналізу (Plokhynskiy, 1970).

Результати досліджень та їх обговорення

На території здійснення підземної виплавки сірки Немирівського родовища внаслідок експлуатації свердловин і забруднення порошкоподібною сіркою практично відсутня рослинність (рис. 1).

Натомість у зниженнях рельєфу трапляються ділянки, які до 70 % вкриті мохом *Dicranella cerviculata* (рис. 2), а в периферійній частині — фрагменти зональної рослинності з різним ступенем порушень.

На полях виплавки інколи відбуваються викиди ґрунтових вод, які, піднімаючи на поверхню сірковмісні породи, збільшують концентрацію токсичних сполук сірки у ґрунті та повітрі. Окрім того, окиснення порошкоподібною сіркою на поверхні техноземів зумовлює високу актуальну кислотність субстрату.

Встановлено, що домінантом серед мохоподібних за проективним покриттям (п.п.) та частотою трапляння (ч.т.) є *Dicranella cerviculata* (п.п. — 67,2 %; ч.т. — 100 %), інші види мають невеликі значення п.п. і ч.т.: *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp. (п.п. — 0,13 %; ч.т. — 4,44 %), *Pohlia nutans* (п.п. — 2,6 %; ч.т. — 8,9 %), *Bryum caespitium* Hedw. (п.п. — 0,05 %; ч.т. — 2,22 %), *Cephalozia catenulata* (Huebener) Lindb. (п.п. — 0,99 %; ч.т. — 13,30 %), *Orthotrichum obtusifolium* (п.п. — 0,18 %; ч.т. — 11,11 %), *Funaria hygrometrica* (п.п. — 0,03 %; ч.т. — 2,22 %). Усі виявлені мохи є епігейними видами, крім епіфіта *Orthotrichum obtusifolium*. Розселення цього виду на нетиповому субстраті відбувається із залишків деревини численними виводковими тіль-



Рис. 2. Ділянки здійснення підземної виплавки сірки, вкриті *Dicranella cerviculata*
Fig. 2. The areas over underground sulfur melting covered with *Dicranella cerviculata*

цями. На дослідних ділянках загальне проективне покриття бріофітів сягало $71,19 \pm 3,51$ %, коефіцієнт варіації (C_v) — 33,1 %, що вказує на значну фрагментованість покриву. Середня біомаса дернин становила $0,27$ г/см² (табл. 1).

Виявлений позитивний кореляційний зв'язок між проективним покриттям та біомасою домінанта *D. cerviculata* ($r = 0,53$) свідчить про успішне розселення моху на території підземної виплавки сірки та його значну продуктивність.

Мохи здатні поглинати вологу роси, туману й опадів, а потім перерозподіляти її між наземною (пагонами) та підземною (ризоїдний шар) частинами гаметофіту. Як свідчать отримані результати, вологість мохових дернин ($53,2 \pm 5,7$ %) виявилася в 2,1 раза більшою порівняно з субстратом під ними ($24,8 \pm 1,7$ %). Вологість оголеного субстрату становила $18,5 \pm 2,9$ %, тобто в 2,9 раза менша, ніж субстрату під мохами. Коефіцієнт варіації вологості для рослин був у 1,6 і 2 рази більшим для субстрату під ними і для оголеного субстрату відповідно.

Окрім того, змінювалися середні значення рН субстрату: під моховими дернинами (на глибині 0,5–1,0 см) — рН 3,50–3,55, на глибині 2–3 см — рН 3,97–4,05, тоді як для оголеного субстрату (незалежно від глибини) рН дорівнював 2,40–3,90. З'ясовано кореляційні зв'язки: між підвищенням значень рН поверхневих шарів субстрату і збільшенням біомаси мохів ($r = 0,32$), між підвищенням рН субстрату на глибині 2 см і зростанням його вологості ($r = 0,38$).

На території підземної виплавки сірки гіперацидофільний вид моху *Dicranella cerviculata* спочатку поширювався протонеюмою, яка утворилася зі спор численних коробочок мохових дернин із ділянок непорушеного ґрунту. Спершу багаторічна протонема інтенсивно розросталася на оголеному субстраті, частково занурюючись у його верхній шар, а потім утворювала густе плетиво повітряної протонеми. Стадія протонеми тривала 2–3 роки, а появу поодиноких гаметофорів спостерігали на другому році розвитку (Rabuk et al., 2012). На ділянках, заселення яких триває понад п'ять років, *D. cerviculata* розповсюджується так: біля межі непорушеного ґрунту (до 1 м) ростуть гаметофори з коробочками, далі смугою 1,0–1,5 м — протонема з бруньками та молоді гаметофори; смугою до 2 м — протонема.

Встановлено, що показники кислотності під дернинами *D. cerviculata* були в 1,5 раза меншими,

Таблиця 1. Мінливість показників рН субстрату та вологості дернин мохоподібних залежно від їхньої біомаси на території, де проводилася підземна виплавка сірки

Table 1. The variability of pH values of substrate and humidity of moss turfs depending on their biomass on the territory of underground sulfur melting

Вид	Біомаса, г/см ²	Вологість дернин, %	рН
<i>Bryum caespitium</i> Hedw.	0,31	$62,1 \pm 1,2$	5,4–5,6
<i>Cephalozia catenulata</i> (Huebener.) Lindb.	0,16	$53,2 \pm 0,1$	4,4–4,5
<i>Dicranella cerviculata</i> (Hedw.) Schimp.	0,36	$58,7 \pm 1,0$	2,4–3,9
<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.	0,33	$43,5 \pm 1,2$	3,5–4,2
<i>Funaria hygrometrica</i> Hedw.	0,19	$63,0 \pm 1,4$	5,5–6,0
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	0,41	$60,6 \pm 1,9$	5,0–5,8
<i>Orthotrichum obtusifolium</i> Brid.	0,15	$31,7 \pm 1,7$	3,7–4,3

Таблиця 2. Залежність між вологістю й актуальною кислотністю мохових дернин *Dicranella cerviculata*

Table 2. The dependence between humidity and actual acidity of moss turfs of *Dicranella cerviculata*

Об'єкт дослідження	Вологість, %	рН (H ₂ O)
контроль (оголений субстрат)	$24,7 \pm 5,9$	$2,65 \pm 0,31$
мохова дернина	$69,6 \pm 4,0$	$3,80 \pm 0,37$
субстрат під дерниною	$40,0 \pm 3,9$	$4,26 \pm 0,23$

ніж оголеного субстрату на глибині 2 см. Середнє значення рН міжкапілярної вологи мохової дернини *D. cerviculata* становило 3,8, тоді як під дернинами — рН 4,26. Вологість оголеного субстрату була в 1,6 і 2,8 раза меншою порівняно з субстратом під мохом і в моховій дернині (табл. 2).

З'ясовано, що кислотність субстрату під дернинами моху залежить насамперед від його вологості. Отже, *D. cerviculata* сприяє зменшенню кислотності субстрату на території підземної виплавки сірки внаслідок інтенсивного розкладу відмерлих частин дернин і переміщення асимілятивних моху у глибші шари субстрату.

Виявлено, що під моховим покривом *D. cerviculata*, де відбуваються мінералізація та гуміфікація відмерлих частин рослин, утворюється прошарок темнішого кольору — органо-аккумулятивний горизонт (рис. 3).

Визначено, що співвідношення між фотосинтезувальною (зеленою) та відмерлою (бурою) частинами в дернинах моху становило від 1:2,8 до 1:3,2. Найвищий ступінь розкладу дернин вияв-

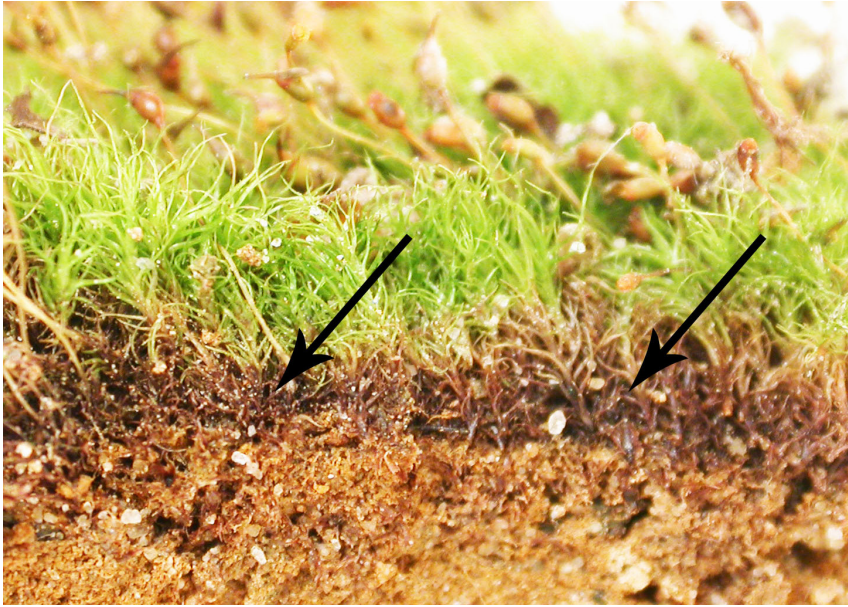


Рис. 3. Органо-аккумулятивний горизонт під дерниною *Dicranella cerviculata*

Fig. 3. Organic-accumulative horizon under the *Dicranella cerviculata* sod

лено в зразках моху в зниженнях рельєфу (вологість — 28,4 %, інтенсивність освітлення — 70,5 тис. лк, температура субстрату +27 °С) порівняно з підвищеними ділянками (вологість — 19,7 %, інтенсивність освітлення — 80,0 тис. лк, температура субстрату +29 °С), де вміст відмерлої частини моху був найнижчим. Таким чином, встановлено, що товщина бурої частини дернин моху значною мірою залежала від мікрокліматичних умов місцезростань, передусім від ступеня зволоження субстрату.

За літературними даними, в мохів найбільше Карбону локалізується у старіючих бурих частинах пагонів (Ringen, 2006). Оцінено специфіку локалізації $C_{\text{орг}}$ у дернинах *D. cerviculata* і виявлено його найвищий вміст у відмерлих частинах мохових дернин.

Вміст органічного Карбону під дернинами *D. cerviculata* становив $1,2 \pm 0,2$ %, тоді як в оголеному субстраті — $0,6 \pm 0,1$ %. Концентрація $C_{\text{орг}}$ у верхньому шарі оголеного субстрату змінювалася від 0,3 % до 0,9 %, а в субстраті під моховим покривом — від 0,6 % до 1,7 %, причому найвищий рівень накопичення $C_{\text{орг}}$ (1,7 %) під дернинами моху був на ділянках із найвищою вологістю субстрату (65,5 %), коли частка бурої частини моху сягала 70 %.

За результатами кореляційно-регресійного аналізу зв'язку між масою відмерлої частини дернинок моху та вмістом органічного Карбону в субстраті визначено коефіцієнт кореляції, який дорівнює 0,7 (рис. 4).

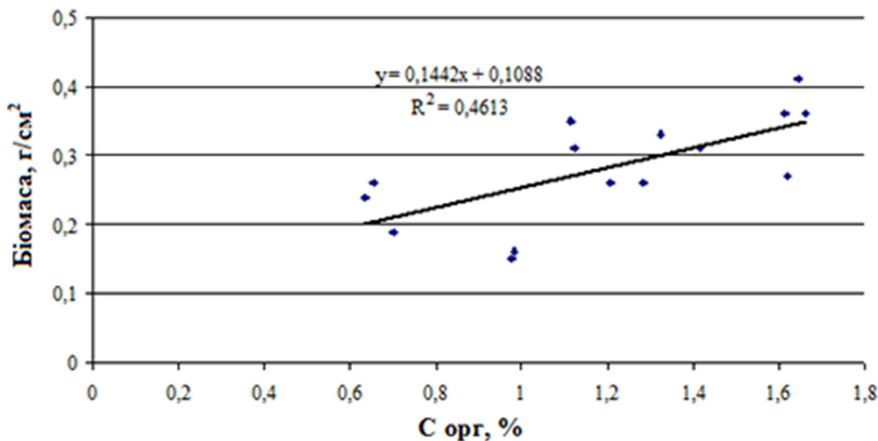


Рис. 4. Залежність вмісту органічного Карбону від біомаси *Dicranella cerviculata*

Fig. 4. The dependence of the organic carbon content on *Dicranella cerviculata* biomass

Рівень апроксимації (R^2) становив 0,46, тобто підвищення вмісту органічного Карбону в субстраті на 46 % зумовлено потужністю мохової підстилки. Отже, можна стверджувати, що з участю бріофітів на території підземної виплавки сірки в поверхневому шарі субстрату нагромаджується органічна речовина та ініціюються ґрунтотвірні процеси.

Таким чином, виявлено функціональний зв'язок фотосинтезувальної (зеленої) та бурої фітомаси і продуктів розпаду мохових дернин, що свідчить про позитивну роль *D. cerviculata* у поліпшенні умов едафотопу на території підземної виплавки сірки.

Висновки

З'ясовано вплив піонерних видів мохоподібних із різними показниками біомаси на вологість і рН техногенних субстратів на території Немирівського родовища, де здійснювалася підземна виплавка сірки (Львівська обл.).

Відзначено особливості розселення домінантно-го моху *Dicranella cerviculata* на девастованих територіях і визначено його участь у їхній ренатуралізації.

Встановлено, що *D. cerviculata* істотно впливає на вологість й актуальну кислотність техносубстратів, ініціює ґрунтотвірні процеси внаслідок нагромадження органічного Карбону в моховій підстилці.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Arynushkina E.V. *Rukovodstvo po himicheskomu analizu pochvy*, Moscow: MGU, 1976, 488 pp. [Аринушкина Е.В. *Руководство по химическому анализу почв.* — М.: МГУ, 1970. — 488 с.].
- Batalov A.E., Shavryna E.V. *Vestnyk Pomors'koho unversyteta*. Ser. Estestvennyye i tochnyye nauky, 2004, 2(6), pp. 53–56. [Баталов А.Е., Шаврина Е.В. Мониторинг растительности на Ардалинском нефтяном месторождении // *Вестник Поморского университета*. Сер. «Естественные и точные науки». — 2004. — 2(6). — С. 53–56].
- Didukh O.I., Mal'ovanyu M.S., Shpakiv'ka I.M. *Visnyk of Lviv Polytechnic National University*, 2008, 609, pp. 225–233. [Дідух О.І., Мальований М.С., Шпаківська І.М. Фізичні властивості ґрунтів у межах посттехногенного ландшафту Яворівського ДГХП «Сірка» // *Вісник Національного університету «Львівська політехніка»*. — 2008. — 609. — С. 225–233].
- During H.J. Ecological classifications of bryophytes and lichens. In: *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Eds J.W. Bates, A.M. Farmer, Oxford: Clarendon Press, 1992, pp. 1–31.
- Hol'dbergh Y.L. *Ekologiya*, 1997, 6, pp. 468–470. [Гольдберг И.Л. Изменение мохового покрова темнохвой-
- ных лесов южной тайги в условиях техногенного загрязнения // *Экология*. — 1997. — 6. — С. 468–470].
- Longton R.E. *Biology of Polar Bryophytes and Lichens*, Cambridge: Cambridge Univer. Press, 1988, 324 pp.
- Longton R.E. The role of bryophytes and lichens in terrestrial ecosystems. In: *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. Eds J.W. Bates and A.M. Farmer, Oxford: Clarendon Press, 1992, pp. 32–76.
- Manuyilova H.M. *Naukovyy visnyk UkrDLTU*, 2004, 14(4), pp. 34–37. [Мануйлова Г.М. Развитие растительности на девастованных землях гірничодобувних підприємств // *Науковий вісник УкрДЛТУ*. — 2004. — 14(4). — С. 34–37].
- Maryskevych O.H., Shpakiv's'ka I.M., Didukh O.I. *Naukovyy visnyk Chernivets'koho un-tu*. Ser. biolohichna, 2005, 251, pp. 175–185. [Марискевич О.Г., Шпаківська І.М., Дідух О.І. Формування ґрунтів у межах техногенного ландшафту Яворівського ДГХП «Сірка» // *Науковий вісник Чернівецького ун-ту*. Сер. біол. — 2005. — 251. — С. 175–185].
- Metodycheskie rekomendatsyi po provedeniyu polevykh y laboratornykh yssledovaniy pochvy i rasteniy pri kontrole zahryazneniya okruzhayushchey sredey metallamy*. Moscow: Gydrometeoyzdat, 1981, 110 pp. [Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. — М.: Гидрометеоздат, 1981. — 110 с.].
- Mineev V.H. *Praktikum po agrohimii*, Moscow, 1989, 304 pp. [Минеев В.Г. *Практикум по агрохимии*. — М., 1989. — 304 с.].
- Nikitin B.A. *Ahrokhimiya*, 1972, 3(3), pp. 123–125. [Никитин Б.А. Определение содержания гумуса в почве // *Агрохимия*, 1972. — 3(3). — С. 123–125].
- O'Neill K.P. Role of bryophyte-dominated ecosystems in the global carbon budget. In: *Bryophyte Biology*. Eds A.J. Shaw, B. Gofinet, Cambridge: Cambridge Univer. Press, 2000, pp. 344–368.
- Plokhynskiy N.A. *Biometriya*, Moscow: Izd-vo MGU, 1970, 367 pp. [Плохинский Н.А. *Биометрия*. — М.: Изд-во МГУ, 1970. — 367 с.].
- Pol'chyna S.M. *Metodychni rekomendatsiyi do laboratornykh i praktychnykh robot z ґruntovnavstva*, Chernivtsi: ChDU, 1991, 60 pp. [Польчина С.М. *Методичні рекомендації до лабораторних і практичних робіт з ґрунтознавства*. — Чернівці: ЧДУ, 1991. — 60 с.].
- Rabyk I.V., Shcherbachenko O.I., Danylkiv I.S. In: *IV vidkrytyy z'yizd fitobiologiv Prychornomor'ya, prysvyachenyyu yuvileyu prof. M.F. Boyka: zbirnyk tez dopovidey (Kherson, 19 sichnya 2012 r.)*, Kherson: Aylant, 2012, p. 21. [Рабик І.В., Щербаченко О.І., Данилків І.С. Аналіз динаміки бріофітного покриву на території підземної виплавки сірки Немирівського родовища / *IV відкритий з'їзд фітобіологів Причорномор'я, присвячений ювілею проф. М.Ф. Бойка: збірн. тез доповідей (Херсон, 19 січня 2012 р.)*. — Херсон: Айлант, 2012. — С. 21
- Ringen D. *The role of moss in facilitating natural revegetation of metal-contaminating sites during primary succession*, 2006, available at: www.bioed.org/ibscore/.

Рекомендує до друку
С.Я. Кондратюк

Надійшла 14.09.2015 р.

Щербаченко О.И., Рабык И.В., Лобачевская О.В.
Участие мхов в ренатурализации девастированных территорий Немировского месторождения серы (Львовская обл.). — Укр. ботан. журн. — 2015. — 72(6): 596–602.

Институт экологии Карпат НАН Украины
ул. Стефаника, 11, г. Львов, 79005, Украина

Полученные результаты свидетельствуют о положительной роли пионерных видов мхов в улучшении условий эдафотопы на территории, где осуществлялась подземная выплавка серы. Отмечена важность доминантного вида *Dicranella cerviculata* как инициатора образования зародышевого гумусового горизонта на техногенных субстратах. Определена зависимость уровня накопления органического Карбона в моховой подстилке от массы отмершей части *D. cerviculata* и условий эдафотопы (рН и влажности). Кроме того, выявлено, что под бриофитным покровом возникают условия, благоприятные для развития почвенной биоты, а также для успешного восстановления растительного покрова благодаря увеличению влажности, содержанию органического Карбона и понижению кислотности техногенного субстрата. Таким образом, оценка мхов на территории, где производится подземная выплавка серы, свидетельствует о важной роли этих растений в восстановлении техногенных ландшафтов серных месторождений.

Ключевые слова: выплавка серы, *Bryophyta*, влажность, актуальная кислотность, органический Карбон.

Shcherbachenko O.I., Rabyk I.V., Lobachevska O.V.
Role of bryophytes in renaturalization of the devastated areas of Nemyriv sulfur deposit (Lviv Region). — Ukr. Bot. J. — 2015. — 72 (6): 596–602.

Institute of Ecology of the Carpathians, National Academy of Sciences of Ukraine
11, Stefanyk Str., Lviv, 79005, Ukraine

The obtained results suggest the positive role of pioneer species of mosses in improvement of edaphotope conditions in the area of underground sulfur melting. The importance of a dominant species, *Dicranella cerviculata*, as the initiator of embryonic development of humus horizon on technogenic substrates, is highlighted. The dependence of the level of organic carbon accumulation in the moss litter on the dead biomass of *D. cerviculata* and edaphotope conditions (pH and humidity) was detected. In addition, it was found that conditions under the bryophyte cover are favorable for the development of soil biota and, consequently, for the restoration of plant cover, mostly due to higher humidity, the organic carbon content and decreased acidity of the technogenic substrate. Thus, evaluation of mosses in the area of sulfur underground meltings demonstrates the important role of these plants in restoration of technogenic landscapes of sulfur deposits.

Key words: sulfur underground melting, bryophytes, actual acidity, humidity, organic carbon.

НОВІ ВИДАННЯ

Якубенко Б.Є., Попович С.Ю., Григорюк І.П., Устименко П.М. Геоботаніка: тлумачний словник: Навч. посібник. 3-тє видання / Національний університет біоресурсів та природокористування, Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України. — К.: Фітосоціоцентр, 2015. — 421 с.

У навчальному посібнику з позицій системного підходу викладено основні та споріднені геоботанічні терміни й поняття, для деяких наведено детальне тлумачення, математичний апарат, зміст підкріплено ілюстраціями.

Для науковців, викладачів, аспірантів і студентів класичних природничих та аграрних вищих навчальних закладів, усіх, хто цікавиться проблемами геоботаніки.