

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕКОЛОГІЇ КАРПАТ

РАБИК ІРИНА ВОЛОДИМИРІВНА



УДК 582.32:581.5+57.084.2

**МОХОПОДІБНІ (БРЮВІОНТА) В ЕКОСИСТЕМАХ
УКРАЇНСЬКОГО РОЗТОЧЧЯ**

03.00.16 – екологія

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Львів – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Інституті екології Карпат НАН України

Науковий керівник: кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник
Данилків Ігор Семенович,
Інститут екології Карпат НАН України

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор
Гапон Світлана Василівна,
Полтавський національний педагогічний
університет імені В.Г. Короленка, професор
кафедри ботаніки, екології та методології
навчання біології

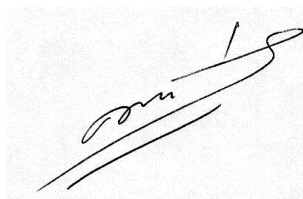
кандидат біологічних наук
Рагуліна Марина Євгенівна,
Державний природознавчий музей НАН України,
молодший науковий співробітник, завідувач
лабораторії екології рослин

Захист відбудеться "6" травня 2021 р. о 10:00 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 35.257.01 при Інституті екології Карпат НАН України за адресою: 79026, м. Львів, вул. Козельницька, 4.

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Інституту екології Карпат НАН України (79026, м. Львів, вул. Козельницька, 4) та на сайті <http://www.ecoinst.org.ua/html/ct1.htm>.

Автореферат розіслано "2" квітня 2021 р.

Учений секретар
спеціалізованої вченої ради
кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник



І.М. Шпаківська

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Рослинний покрив Українського Розточчя – вагома складова унікального природного комплексу, який сформувався на Головному Європейському вододілі і від якого залежить екологічна рівновага трьох прилеглих регіонів. Тому важливо створити ефективну систему моніторингу стану екосистем, спрямовану на збереження та відтворення біорізноманіття ландшафтів регіону. Мохоподібні (Bryobionta) в умовах різних типів природних, квазіприродних та антропогенних ценозів на рівні окремих особин, угруповань чи синузій є дуже чутливим і відносно точним індикатором стану природного середовища. Мохи та печіночники здатні на тривалий час займати відповідні еконіші і утримуватися в них за умови постійності дії екологічних факторів, тобто зростати у певних умовах середовища і бути індикатором цього середовища (Vellak et al., 2002, Mäkipää, Heikkinen, 2003). За реакціями абіотичних та біотичних факторів середовища на життєві процеси мохоподібних можна визначати напрямок і динаміку дії факторів та прогнозувати негативні зміни у довкіллі. Мохоподібні є піонерами у процесі заселення рослинами нових еконіш та антропогенно змінених територій, їх роль в екосистемах полягає, головним чином, у регулюванні водного балансу, фізико-хімічних властивостей, теплового і газового режиму ґрунтів, нагромадження біогенних речовин у ґрунті та утворення органо-акумулятивного шару (Кияк, Баїк, 2011; Соханьчак, Лобачевська, 2012; Longton, 1984; Rieley et al., 1979). На сьогодні еколого-біологічні, ценопопуляційні, фітогеографічні характеристики бріофлори регіону вивчені фрагментарно, що є недостатнім для вирішення загальних питань екології мохоподібних, а також практичного використання їх індикаторних властивостей. Залишається недостатньо дослідженою й участь бріофітів у відновленні рослинного покриву на техногенно змінених територіях.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відділі екоморфогенезу рослин Інституту екології Карпат НАН України протягом 2000 – 2019 рр. в межах держбюджетних наукових тем: “Адаптивний потенціал мохів і можливість його використання для діагностики екологічного стану навколишнього середовища” (№ державної реєстрації РК 0195U020439), “Природа толерантності рослин до техногенного забруднення середовища їх існування” (№ РК 0104U010783), “Фенотипна пластичність та адаптивна здатність мохів, їх роль у ренатуралізації антропогенно трансформованого середовища” (№ РК 0110U000206), “Стійкість та адаптивні структурно-функціональні зміни мохів під впливом абіотичних стресорів в умовах антропогенно трансформованого середовища” (№ РК 0115U002646), договірної теми: “Моніторинг природного відновлення девастованих територій сірчаного виробництва у Прикарпатському регіоні України”, №5032 (2010 – 2012 рр.).

Мета і завдання дослідження. Метою роботи було вивчення та аналіз участі мохоподібних в структурі екосистем Українського Розточчя залежно від екологічних умов та тенденцій антропогенної трансформації.

Досягнення цієї мети передбачає вирішення таких завдань:

1. Оцінити сучасний стан і антропогенні зміни бріофлори (видовий склад, поширення та ценотичну приуроченість окремих видів).

2. Проаналізувати структуру бріофлори Українського Розточчя (таксономічну, біоморфологічну, екологічну).

3. Визначити участь мохоподібних різних біоморфологічних та екологічних груп як індикаторів умов середовища в основних екосистемах Українського Розточчя (листяних, хвойних та мішаних лісах, низинних, перехідних та верхових болотах, заплавах, низинних та суходільних луках).

4. Вивчити особливості структури та динаміки мохоподібних на девастрованих територіях сірчаного видобутку (проективне покриття, біомаса, життєві форми і стратегії, репродуктивне зусилля).

5. Встановити роль мохоподібних у сукцесії рослинності в антропогенно змінених екосистемах.

Об'єктом дослідження є вплив екологічних та антропогенних факторів на мохоподібні екосистем Українського Розточчя.

Предметом дослідження є комплекс еко-флористичних і структурних показників бріофітів та їх участь у рослинному покриві природних та антропогенно змінених екосистем.

Методи досліджень – польові (збір та первинна обробка матеріалу), морфометричні (дослідження морфологічної структури дернин, пагонів, листків та спорофітів мохоподібних); екологічні (визначення показників водно-температурного режиму, кислотності субстратів; біомаси та проективного покриття мохів; статевої структури і репродуктивного зусилля); еколого-ценотичний аналіз та статистична обробка результатів. Систематичне опрацювання матеріалів здійснювалося за загальноприйнятим порівняльно-морфологічним методом.

Наукова новизна отриманих результатів. Вперше виявлено зміни видового складу, частоти трапляння, проективного покриття, життєвих стратегій домінантних і субдомінантних видів бріофітів у фітоценозах Українського Розточчя за впливу абіотичних та біотичних факторів природного й антропогенно зміненого середовища. Доведено, що реакція життєвих процесів мохоподібних на вплив екологічних та антропогенних чинників визначає напрямок і динаміку змін та є основою для прогнозування стану середовища. Вперше досліджено динаміку бріофітного покриву та визначено участь бріофітів у сукцесії рослинності на девастрованих територіях сірчаного видобутку. Встановлено, що бріофлора Розточчя піддавалася синантропізації, яка проявляється у процесах апофітизації та неофітизації. Вперше узагальнено результати інвентаризації різноманіття видового складу та аналізу бріофлори Українського Розточчя. Для цієї території вперше виявлено 46 нових видів мохоподібних, виділено 21 рідкісний та 76 регіонально рідкісних видів різних категорій.

Практичне значення отриманих результатів. Відзначено основні показники бріоіндикації природного та антропогенно зміненого середовища: видовий склад і активність видів бріофітів, частота трапляння, проективне покриття та біомаса, а також репродуктивне зусилля домінантних видів мохів, які залежать від стану ґрунтового та рослинного покривів. Отримані у дисертаційній роботі дані можна використати для розробки методів діагностики стану природних та девастрованих екосистем.

Матеріали дисертації використовують під час викладання загальних курсів “Екологія рослин”, “Моніторинг довкілля”, “Біорізноманіття та екосистемні послуги”, “Збереження фіторізноманіття”, спецкурсу “Бріологія” на кафедрі екології; “Фітоімунологія” та “Механізм адаптації рослин” на кафедрі фізіології та екології рослин для студентів біологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка та можуть бути використані для студентів біологічних факультетів вищих навчальних закладів. Відомості щодо зростання мохоподібних та використання їх індикаційних властивостей включено у “Літописи природи” Природного заповідника “Розточчя”.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійним оригінальним дослідженням. Протягом 2000 – 2020 років автор особисто виконав весь обсяг експериментальної частини дисертації, статистичну обробку результатів, підібрав та опрацював літературу. За участю наукового керівника та співавторів опублікованих наукових праць здійснено аналіз та інтерпретацію отриманих результатів. Права співавторів колективних публікацій не порушено.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати дисертаційної роботи були представлені на всеукраїнських та міжнародних конференціях: IV, V, VI, VII, VIII та III (XIV) міжнародних наукових конференціях молодих учених “Наукові основи збереження біотичної різноманітності” (Львів, 2004, 2006, 2007, 2010, 2012, 2019 рр.); Міжнародних наукових конференціях “IV та V ботанічні читання пам’яті Й. К. Пачоського” (Херсон, 22-24 вересня 2004 р. та 28 вересня – 1 жовтня 2009 р.); Міжнародній науковій конференції “Фальцфейнівські читання” (Херсон, 2005 р.); XII з’їзді Українського ботанічного товариства (Одеса, 15-18 травня 2006 р.); Міжнародній науковій конференції “Значення та перспективи стаціонарних досліджень для збереження біорізноманіття”, присвяченої 50-річчю функціонування високогірного біологічного стаціонару “Пожижевська” (Львів – Пожижевська, 23-27 вересня 2008 р.); XIII з’їзді Українського ботанічного товариства (Львів, 19-23 вересня 2011 р.); II Міжнародній науково-практичній конференції “Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи” (Львів, 4-6 листопада 2015 р.); VI, VII, VIII та IX міжнародних науково-практичних конференціях “Рослини та урбанізація” (Дніпро, 1-2 березня 2017 р.; 3 березня 2018 р., 5 березня 2019 р., 6 березня 2020 р.); Матеріали XIV з’їзду Українського ботанічного товариства (Київ, 25-26 квітня 2017 р.); Міжнародній науковій конференції “Значення та перспективи стаціонарних досліджень для вивчення і збереження біорізноманіття” (Львів, 27-30 вересня, 2018 р.); Міжнародній науковій конференції “Проблеми уникнення втрат біорізноманіття Українських Карпат”, присвяченій 100-річчю від дня народження професора Костянтина Малиновського (Львів, 2020).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 35 наукових праць, з них 2 монографії, 3 розділи монографій, 14 статей з яких: 9 у фахових виданнях України, які належать до переліку МОН України (Наукові основи збереження біотичної різноманітності, Наукові записки Державного природознавчого музею, Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: біологія); 5 у фахових виданнях України, які належать до міжнародних наукометричних баз даних (Український ботанічний журнал,

Чорноморський ботанічний журнал, Вісник Львівського університету: серія: біологічна); 3 у англomовному виданні України, що належить до міжнародної наукометричної бази даних Scopus (Biosystems Diversity) та 13 тез доповідей.

Структура і обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, 6 розділів, висновків, 4 додатків та списку використаних джерел (245 публікацій, у тому числі 122 – іноземною мовою). Загальний обсяг дисертації становить 439 сторінок, основний зміст викладено на 169 сторінках машинописного тексту, який ілюстровано 19 рисунками та 26 таблицями.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

В огляді літератури докладно представлені матеріали щодо історії дослідження вітчизняними та закордонними вченими мохоподібних Українського Розточчя (Lobazewski, 1847, 1849; Данилків, Сорока, 1989; Karczmarz, 1994, 1997; Данилків та ін., 2002, Zubel et al. 2015), розглянуто критерії екологічних класифікацій, біоморфологічної структури, проаналізовано сучасні дослідження щодо участі бріофітного компоненту у формуванні рослинного покриву природних і девастрованих екосистем. Виявлено вплив бріофітних угруповань на стійкість екосистем бореальних лісів, а саме до змін клімату та порушень (пожеж, вирубок та ін.), завдяки участі мохів у формуванні гідротермічного режиму ґрунту (Turetsky et al., 2010). У низці публікацій стверджується, що бріофіти сприяють швидшому відновленню рослинного покриву, створюючи сприятливі мікрокліматичні умови (During, 1988; van Tooren, 1988; Longton, 1992; Rydin, 1997). У США досліджували формування ґрунту і рослинності на територіях, зруйнованих добуванням вугілля (Wali, 1999), в Україні – участь мохоподібних у відновленні техногенних субстратів на девастрованих територіях видобутку сірки і вугілля (Кияк, Баїк, 2012; Лобачевська, 2012; Соханьчак, Лобачевська, 2012) та адаптивні пристосування мохів до нафтового забруднення (Кияк, 2012). Обґрунтовано доцільність дослідження участі мохоподібних в екосистемах Українського Розточчя та використання їх індикаторних властивостей для діагностики стану середовища.

РАЙОН, ОБ'ЄКТ І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ

У розділі представлено детальну характеристику району досліджень, описано основні типи екосистем та місця збору бріологічного матеріалу.

Основу для роботи склали власні матеріали, зібрані впродовж вегетаційних сезонів 2000-2019 років на території Українського Розточчя. Дослідні ділянки відбирали у відносно стійких рослинних угрупованнях, орієнтуючись на синтаксономічну схему, розроблену для Українського Розточчя М. Сорокою (2008). Зразки для визначення біомаси, проективного покриття, частоти трапляння, кількості спорофітів та життєвих форм збирали сітчастим та лінійним методом, аналізували 15 та 20 ділянок відповідно (During, van Tooren 1990; Longton, 1988).

Опрацювання матеріалів здійснювалося за загальноприйнятим порівняльно-морфологічним методом (морфологія, анатомія) із використанням визначників мохоподібних. Для визначення екологічних груп використовували критерії Г. Риковського (1980, 2002) та М. Бойка (1999), життєвих форм – К. Мегдефрау (Mägdefrau, 1982) та П. Річардса (Richards, 1984). Репродуктивне зусилля визначали

за методом Р. Лонгтона (Longton, 1988). Кислотність субстрату визначали іонометром Thermo Orion. Визначення вмісту гігроскопічної вологи проводили за Е. Аринушкіною (1961).

Отримані дані опрацьовували методами статистичного аналізу (Лакин, 1990) з використанням електронних таблиць Office Excel та програмного пакету Statistica 6.0.

МОХОПОДІБНІ ЯК КОМПОНЕНТ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ПРИРОДНИХ ЕКОСИСТЕМ

Аналіз структури видового складу мохоподібних Українського Розточчя.

Для Українського Розточчя встановлено 370 видів мохоподібних з 172 родів, 69 родин, 25 порядків, 12 підкласів, 5 класів, 2 відділів. У результаті аналізу гербарних матеріалів та літературних даних підтверджено місцевиростання 276 видів мохоподібних, серед яких 21 рідкісний та 76 регіонально рідкісних, уперше знайдено 9 печіночників та 36 мохів, критично переглянуто статус сумнівних таксонів. Домінування представників родин Brachytheciaceae (8,95 %), Amblystegiaceae (6,21 %), Mniaceae (5,70 %), Нурнасеае (4,10 %), Dicranaceae (4,10 %), Polytrichaceae (8,95 %), Orthotrichaceae (3,25 %), Plagiotheciaceae (2,45 %) типове для лісових ценозів; монородова родина Sphagnaceae (4,80 %) представлена мохами роду *Sphagnum* які домінують у рослинному покриві перехідних та верхових боліт; більш ніж 11 % видів родини Pottiaceae та 4 % родини Врунасеае свідчать про наявність великого різноманіття екоотопів антропогенного походження. Структура видового складу мохоподібних достатньо повно характеризує основні типи екосистем досліджуваного регіону.

Екологічна структура. Значна частина проаналізованих видів (57,5%) мезофільна. Це види, адаптовані до ґрунтового покриву лісів, лук, гнилої деревини, затінених скель. Найменше гідрофітних і ксерофітних мохоподібних (по 1,08 % відповідно). За трофністю переважають мезотрофи (32,52 %) та мезоевтрофи (26,83 %), мало представлені оліготрофні види (8,4 %), серед яких майже не трапляються мохоподібні вологих місцевиростань. В Українському Розточчі, де переважають угруповання лісової та лучно-болотної рослинності, серед мохоподібних виявлено найбільше мезотрофних мезофітів.

Біоморфологічна структура характеризується такими основними типами життєвих форм, як низькі (38,39 %) і високі дернинки (9,46 %); сланеві (5,68 %), нитчасті (7,84 %), гладкі (7,29 %), шерехаті килимки (2,20 %); плетива (24,32 %); дендріоди (0,81 %; великі (0,27 %) і маленькі подушки (3,24 %). Найпоширенішими на території досліджень є низькі дернинки та плетива.

Поширення мохоподібних в основних екосистемах Українського Розточчя. Головною одиницею визначення екосистем прийнято біогеоценоз, який фізіономічно визначається межами фітоценозу. Фітоценози Українського Розточчя розподіляються між класами, визначеними за методикою Браун-Бланке (Сорока, 2002). Поширення видів мохоподібних в основних екосистемах представлено на рис. 1.

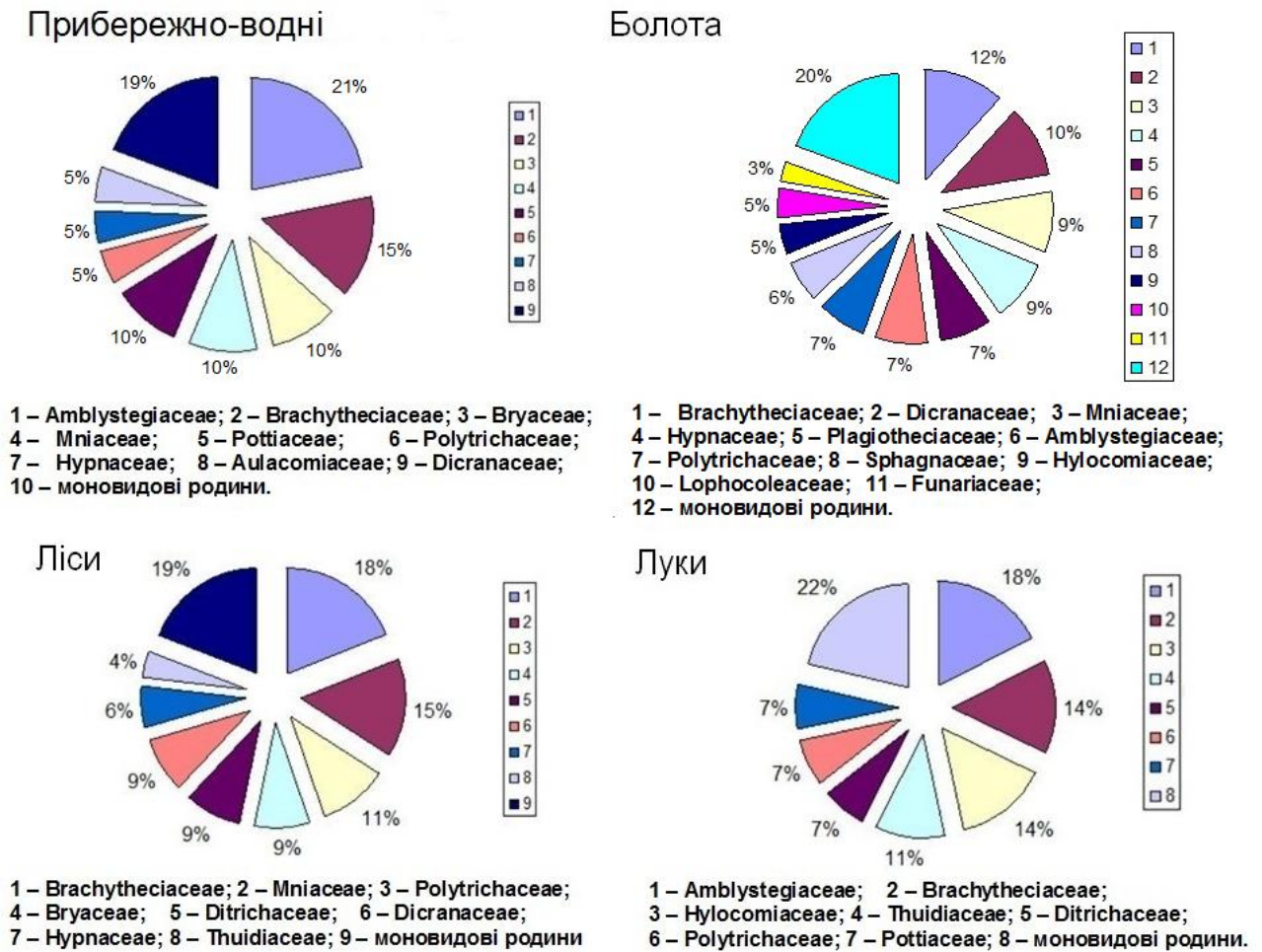


Рис. 1. Поширення мохоподібних (Bryobionta) в основних екосистемах Українського Розточчя

Мохоподібні водойм з проточною водою приурочені до комплексу ценозів класу *Phragmitetea* R. Tx. et Prsg, 1942, з стоячою водою – *Lemnetea minoris* R. Tx. 1955. У водних та прибережно-водних ценозах виявлено 41 вид мохоподібних. Переважають представники родин *Amblystegiaceae* (21%), *Brachytheciaceae* (15%), *Bryaceae*, *Mniaceae* і *Pottiaceae* (по 10%). Переважна більшість мохоподібних належить до мезофільної групи (мезофіти – 27,0%, мезогірофіти – 24,3%), представлені гірофіти – 18,9% та гірогідрофіти – 7,9%, гідрофітів – 3,0%. Серед біоморф переважають плетива (44%). Значна частина (56,0%) евтрофних видів зумовлена відносно високим вмістом у субстраті доступних елементів живлення. Поява чи зникнення окремих видів прибережних, і, особливо, занурених і плаваючих мохоподібних, є свідченням зміни умов середовища.

Мохоподібні боліт є компонентами ценозів низинних, перехідних (клас *Scheuchzerio-Caricetea* (Nordh. 1937) R. Tx. 1937) та верхових боліт (клас класу *Oxycocco-Sphagnetea* Br.-Bl. et R. Tx. 1943). Найбільше мохоподібних боліт належать до родин: *Brachytheciaceae* (12%), *Dicranaceae* (10%), *Mniaceae*, *Plagiotheciaceae* (по 9%), *Amblystegiaceae*, *Polytrichaceae*, *Нурнасеае* (по 7%), *Sphagnaceae* (6%). За зволоженістю місцезнаходжень переважають мезофіти – 45%, гірофіти – 17%, мезогірофіти – 14%, гіромезофіти – 12%. На основі аналізу біоморфологічної структури мохоподібних встановлено, що переважаючими

життєвими формами є низькі (23 %), високі (15 %) та пучкувато-гілчасті (6 %) дернинки.

Індикаторами різних за трофністю типів боліт є певні види сфагнів, зокрема, на ділянках оліготрофних боліт частіше трапляються *Sphagnum cuspidatum* Ehrh. ex Hoffm. та *S. magellanicum* Brid., евтрофних – *S. contortum* Schultz; мезотрофних – *S. fallax* (Klinggr.) Klinggr. Такі види як *S. inundatum* Russow, *S. subnitens* Russow & Warnst переважають на евтрофних і мезотрофних болотах, а *S. angustifolium* (C. Jensen ex Russow) C. Jensen – і на оліготрофних, і на мезотрофних.

Мохоподібні лісових екосистем є складовою рослинного покриву листяних лісів класів *Alnetea Glutinosae* Br.-Bl. et R. Tx. 1943 і *Quercu-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. 1937 та соснових і мішаних лісів класу *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939. За кількістю видів переважають родини *Brachytheciaceae* – 18 %; *Mniaceae* – 15 %, *Polytrichaceae* – 11 %, *Bryaceae*, *Ditrichaceae*, *Dicranaceae* – по 9 %, *Hypnaceae* – 6 %, *Thuidiaceae* – 4 %. На свіжопорушених ділянках ґрунту виявлені види-поселенці *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp., *Ditrichum flexicaule* (Schwägr.) Hampe, *Polytrichum piliferum* Hedw. На нещодавно повалених стовбурах дерев виявлено облигатні і факультативні епіфітні види (*Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp., *Hypnum cupressiforme* Hedw.), на частково розкладених – епиксильні (*Tetraphis pellucida* Hedw., *Lophocolea heterophylla* (Schrad.) Dumort.), на повністю гнилій деревині переважають факультативні епиксильні та епігейні мохоподібні (*Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen, *Dicranum montanum* Hedw.). Така зміна видів в угрупованнях ймовірно є демутаційною сукцесією рослинного покриву.

Мохоподібні лучних екосистем належать до ценозів сирих болотистих лук класу *Molinio-Arrhenatheretea* R. Tx. 1937 (молінієві та щучникові асоціації). На луках домінують види родин *Amblystegiaceae* (16 %); *Brachytheciaceae* (14 %); *Hylacomiaceae* (14 %); *Thuidiaceae* (11 %), *Polytrichaceae* (7 %). Переважна більшість мохоподібних належить до мезофітів (38 %), представлені гігрофіти – 18,9% та гідрогідрофіти – 7,9%, мезоксерофіти становлять 18 %, ксерофіти – 15 %.

В Українському Розточчі серед мохоподібних переважають мезотрофні мезофіти. На основі аналізу біоморфологічної структури мохоподібних встановлено, що на території досліджень найпоширенішими є плетива та низькі дернинки. Зміна життєвої форми як адаптивної ознаки відбувається у випадках різкої зміни умов існування виду, що, в основному, пов'язано з вологістю субстрату. Вивчення екобіоморфологічних особливостей бріофітного покриву екосистем дає можливість оцінити рівень порушеності фітоценозів та визначити чутливі види.

АНАЛІЗ ДИНАМІКИ БРІОФІТНОГО ПОКРИВУ НА ДЕВАСТОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ СІРЧАНОГО ВИДОБУТКУ

Особливості структури видового складу мохоподібних на техногенно змінених територіях видобутку сірки. У таксономічному спектрі домінує родина *Brachytheciaceae* (24,5 %), що характерно для регіону досліджень. Значний відсоток (12,3 %) представників родини *Amblystegiaceae*, особливо з родів *Drepanocladus*, *Cratoneuron* та *Leptodictium* свідчить про наявність вологих і перезволожених екоотопів. Родина *Pottiaceae* (12,3 %) представлена низькодернинними

ксеромезофітними мохами з життєвими стратегіями піонерних поселенців, що активно заселяють порушені субстрати. Представники родини Bryaceae є типовими поселенцями і становлять 8,2 % від усієї кількості видів. Майже всі родини та роди є моновидовими і оліговидовими. Видовий склад мохоподібних на територіях підземної виплавки сірки є значно біднішим, ніж на відвалах, що зумовлено різними властивостями субстратів та гетерогенним мезо- та мікрорельєфом. Цим також можна пояснити домінування на відвалах представників родини Brachytheciaceae, а на територіях підземної виплавки сірки – Polytrichaceae і Bryaceae. Закономірно, що видовий та екологічний спектр мохоподібних техногенних екосистем є гетерогенним, оскільки постійно відбувається підбір видів, краще адаптованих до умов наявних екотопів.

Дослідження життєвих форм мохів на девастрованих територіях. Низьку дернинку утворюють 47 % (23 види, з них 6 формують щільну дернинку, 1 – подушкоподібну, решта – пухку), плетиво – 43 % (21 вид), маленькі подушки – 6 % (3 види), а дерева і сланеві килимки становлять по 2 % (по 1 виду) від усіх

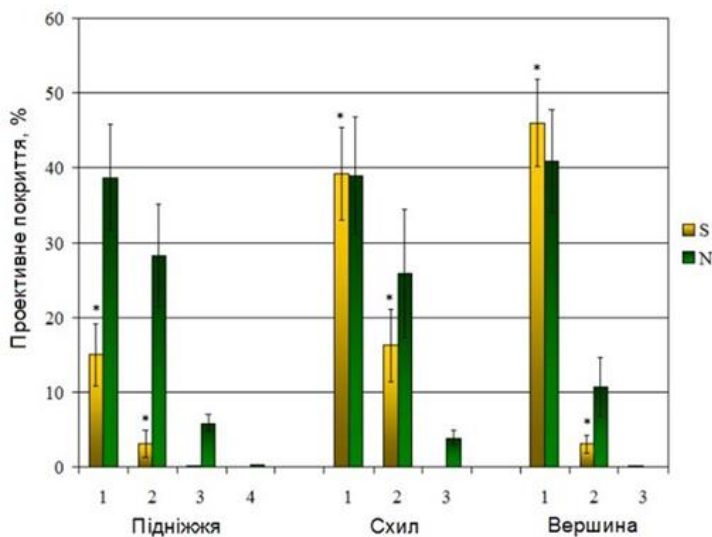


Рис. 2. Поширення життєвих форм мохоподібних залежно від мікроумов: 1 – низька пухка дернинка, 2 – низька щільна дернинка, 3 – плетиво пухке, 4 – килимок сланевий. S – південний схил; N – північний схил; середні значення \pm SE для $n = 20$ ділянок; * - різниця для південного схилу статистично достовірна при $p < 0.05$ (однофакторний дисперсійний аналіз).

життєвих форм. На підставі результатів дисперсійного аналізу встановлено достовірну залежність поширення життєвих форм низької пухкої та щільної дернини від умов вологості на південних схилах, тоді як на північних схилах умови місцевиростань істотно не впливають на їх розселення (рис. 2). Для життєвої форми плетиво встановлено значення $P = 0,06$; $F_{\phi} = 2,86$ ($F_{st} = 3,15$), тому вплив орієнтації схилів на поширення цієї життєвої форми є неістотним. Така залежність пояснюється тим, що на південних схилах відвалів мохоподібні ростуть у несприятливих екологічних умовах: сильна інсоляція, нестабільний режим зволоження, зумовлений складним мікрорельєфом та специфікою субстрату, постійні дрібно-масштабні порушення (зсуви, засипання та ін.), тому вони є більше залежними від положення на схилі. Отже, заселення бріофітами різних життєвих форм території відвалів істотніше залежить від орієнтації, ніж від висоти схилу, що чіткіше проявляється в менше сприятливих умовах південного схилу.

деревця і сланеві килимки становлять по 2 % (по 1 виду) від усіх життєвих форм. На підставі результатів дисперсійного аналізу встановлено достовірну залежність поширення життєвих форм низької пухкої та щільної дернини від умов вологості на південних схилах, тоді як на північних схилах умови місцевиростань істотно не впливають на їх розселення (рис. 2). Для життєвої форми плетиво встановлено значення $P = 0,06$; $F_{\phi} = 2,86$ ($F_{st} = 3,15$), тому вплив орієнтації схилів на поширення цієї життєвої форми є неістотним. Така залежність пояснюється тим, що на південних схилах відвалів мохоподібні ростуть у несприятливих екологічних умовах: сильна інсоляція, нестабільний режим зволоження, зумовлений складним мікрорельєфом та специфікою субстрату, постійні дрібно-масштабні порушення (зсуви,

Сезонна динаміка бріофітного покриття на відвалі видобутку сірки. У бріофітному покритті на території відвалів найчастіше трапляється 21 вид бріофітів. Залежно від експозиції та положення на схилі, мохоподібні формують угруповання,

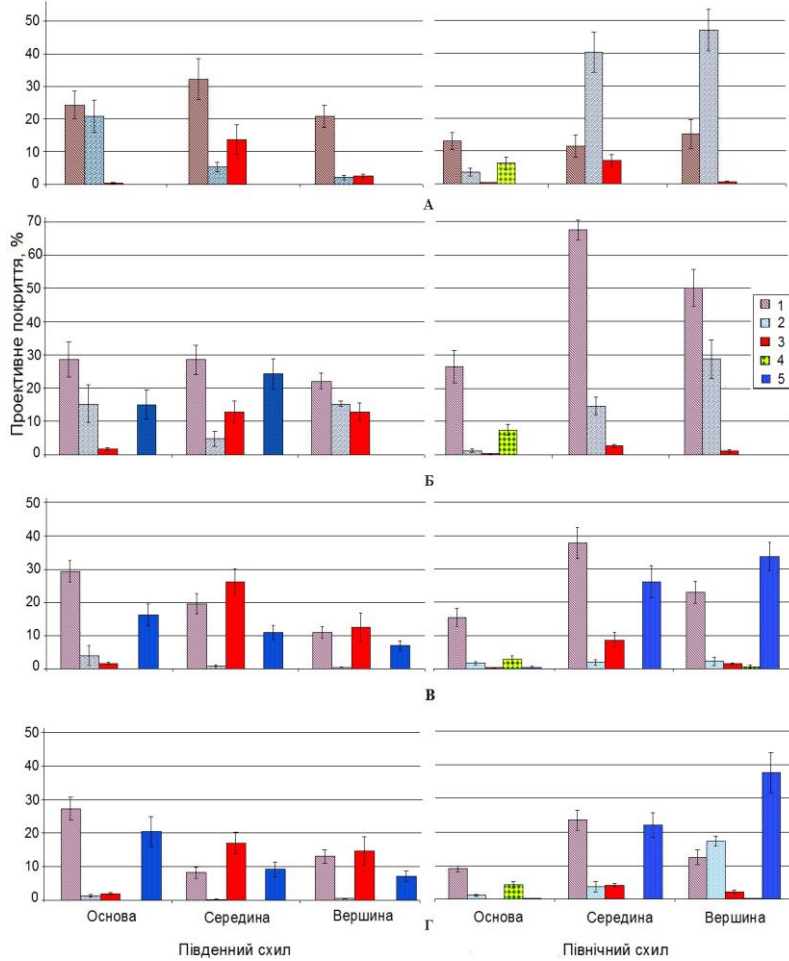


Рис. 3. Сезонна динаміка проективного покриття доміантних видів мохів на південному та північному схилах відвалу протягом двох років досліджень. Умовні позначення: А – літо, Б – осінь, В – весна, Г – осінь, 1 – *Barbula unguiculata*, 2 – *Bryum caespiticium*, 3 – *Bryum argenteum*, 4 – *Dicranella heteromalla*, 5 – *Ptychostomum pseudotriquetrum*. Середнє значення \pm SE для $n = 20$ ділянок.

які складаються з 5-17 видів. Чотири види мохів (*Barbula unguiculata* Hedw., *Bryum argenteum* Hedw., *Bryum caespiticium* Hedw., *Ptychostomum pseudotriquetrum* (Hedw.) J.R.Spence & H.P.Ramsay) трапляються на всіх дослідних трансектах і є доміантними у бріофітних угрупованнях. Загальне проективне покриття мохів протягом різних сезонів суттєво не відрізняється, однак співвідношення проективного покриття доміантних видів змінюється у широких межах (наприклад, восени зростає у 3,7 рази чи зменшується улітку у 2,4 рази) – рис. 3, тоді як показники частоти трапляння переважно збільшуються.

Значну мінливість проективного покриття окремих мохів можна пояснити збільшенням фрагментованості покриття у несприятливі сезони, про що свідчать збільшення показників коефіцієнта варіації проективного покриття (C_v), а також середньої кількості дернинок на дослідних трансектах. Бріофітний покрив на відвалі формують надактивні, високоактивні та середньоактивні види, однак динаміка стенотопних малоактивних та неактивних мохоподібних є індикатором змін умов місцевиростань. Найстабільнішими є проективне покриття та біомаса мохів, що утворюють життєву форму щільної дернини. Відбуваються постійні сезонні зміни проективного покриття та біомаси мохоподібних, тоді як частота трапляння залишається незмінною або зростає, що сприяє відновленню мохового покриття за сприятливих умов.

Аналіз змін проективного покриття та біомаси мохоподібних залежно від вологості та рН субстратів на території підземної виплавки сірки. Доміантом

за проективним покриттям (п.п.) та частотою трапляння (ч.т.) є мох *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp (п.п. – 67,21 %; ч.т. – 100 %), інші види мохоподібних мали невеликі значення п.п. і ч.т.: *Dicranella heteromalla* (п.п. – 0,13 %; ч.т. – 4,44 %), *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. (п.п. – 2,6 %; ч.т. – 8,9 %), *Bryum caespiticium* (п.п. – 0,05 %; ч.т. – 2,22 %), *Cephalozia catenulata* (Hübener) Lindb. (п.п. – 0,99 %; ч.т. – 13,30 %), *Nyholmiella obtusifolia* (Schrad. ex Brid.) Holmen & E. Warncke (п.п. – 0,18 %; ч.т. – 11,11 %), *Funaria hygrometrica* Hedw. (п.п. – 0,03 %; ч.т. – 2,22 %). На дослідних ділянках загальне проективне покриття бріофітів становило $71,19 \pm 3,51$ %, коефіцієнт варіації (C_v) – 33,09 %, що свідчило про значну фрагментованість покриву. Середня біомаса становила $2,7 \text{ г/см}^2$ та змінювалася від 0,91 до $4,93 \text{ г/см}^2$. Установлено позитивний кореляційний зв'язок між біомасою та проективним покриттям *Dicranella cerviculata* ($r = 0,53$). Вологість мохових дернинок ($53,09 \pm 5,74$ %) була у 2 рази вищою, порівняно з субстратом під ними ($24,8 \pm 1,67$ %). Встановлено значну мінливість показників рН субстрату (від 2,6 до 6,0), що пов'язано з особливостями видобування сірки методом підземної виплавки та неоднорідними умовами зволоженості. Середні значення рН субстрату під мохами змінювалися: на поверхні – рН 3,55, на глибині 2 см – рН 4,05, тоді як для оголеного субстрату – рН 2,64, незалежно від глибини. Установлено кореляційні зв'язки: між підвищенням значень рН поверхневих шарів субстрату і зростанням біомаси мохів ($r = 0,32$), між підвищенням рН субстрату на глибині 2 см та збільшенням вологості ($r = 0,38$). Високі показники біомаси мохових дернин окремих видів, зокрема *D. cerviculata*, на певних ділянках сприяють підвищенню вологості та рівня рН субстрату під ними.

Особливості репродуктивної біології видів антропогенно змінених екотопів. Із 49 видів мохоподібних, виявлених на відвалах сірчаного видобутку спорофіти утворюють 8 видів (19,5 %). Рясно спороносять однодомні (*Funaria hygrometrica*, *Pohlia nutans*) та дводомні види (*Barbula unguiculata*, *B. caespiticium*), в яких чоловічі і жіночі рослини, як правило, знаходяться в одній дернинці. У дводомного печіночника *Pellia endiviifolia* (Dicks.) Dumort. виявлені антеридії і незапліднені архегонії в різних дернинках на значній відстані, що, мабуть, є причиною відсутності спорофітів. Однодомний мох *F. hygrometrica* утворює коробочки вже на першому році вегетації, тоді як дводомні багаторічні види спороносять переважно пізніше; наприклад, *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid. і *B. argenteum* рясно спороносять вже на другий рік після заселення, а види-домінанти бріофітного покриву *Barbula unguiculata* та *Bryum caespiticium*, ймовірно, утворили спорофіти після 3-4 – річного вегетативного розмноження на нових місцевиростаннях. Більшість із цих видів розмножуються вегетативно, проте спеціалізовані виводкові нитки виявлені лише у *B. caespiticium*, а виводкові бруньки – у *B. dichotomum* Hedw. Достатньо високі темпи заселення цими видами нових місцевиростань забезпечуються фрагментами гаметофітів, що є необхідною умовою для мохів з тривалим періодом першої репродукції.

Порівняльний аналіз репродуктивного зусилля домінуючих видів мохів залежно від водного та температурного режиму місцевиростань. Репродуктивне зусилля *Bryum caespiticium* і *Barbula unguiculata* було найбільшим ($4,9 \pm 0,7$ % і

7,4 ± 2,0 % відповідно) у дернинах з найвищою вологістю (54,2 % та 43,8 %) та показниками денної температури від 22 до 39,5° С (табл. 1).

Таблиця 1

Репродуктивне зусилля домінантних видів мохів на відвалі №1, n = 20

Положення на схилі	Північний схил			Південний схил		
	Репродуктивне зусилля, %	Вологість субстрату, %	Температура повітря, ° С	Репродуктивне зусилля, %	Вологість субстрату, %	Температура повітря, ° С
<i>Bryum caespiticium</i>						
Основа	1,9±0,3	41,0±2,9	26,3±1,8	0,9±0,1	25,7±0,2	30,5±2,4
Середина	4,9±0,7	54,2±3,5	35,5±2,5	2,4±0,6	28,2±0,5	39,2±1,8
Вершина	3,3±0,4	39,7±2,1	39,2±3,1	0,6±0,1	16,0±0,3	40,5±2,1
<i>Barbula unguiculata</i>						
Основа	1,8±0,1	34,2±1,8	25,8±0,5	2,0±0,3	23,5±0,7	31,5±2,0
Середина	7,4±2,0	43,8±3,9	36,9±1,8	6,6±2,8	19,9±0,4	30,0±3,2
Вершина	4,0±0,9	37,4±2,5	40,0±3,1	1,1±0,7	15,7±0,5	43,1±4,0

Найменше репродуктивне зусилля цих видів мохів виявлено на вершині південного схилу відвалу, коли вологість дернинок не перевищувала 16 %, а температура повітря становила 40,5° С. Для *Bryum caespiticium* показники репродуктивного зусилля були більшими на північному схилі, ніж на південному, тоді як у *Barbula unguiculata* вони достовірно не відрізнялися, однак були більшими і значно мінливішими на всій території відвалу.

Отже, підвищена вологість сприяє оптимізації температурного режиму всередині дернин та зростанню репродуктивного зусилля мохів. Репродуктивне зусилля мохів є чутливим до змін умов едафотопу, і, таким чином, хорошим індикатором стану порушених та девастрованих територій.

Вплив бріофітного покриву на сезонні зміни температурного та водного режимів поверхневих шарів техногенних субстратів. Вологість мохових дернин була найвищою на вершині та посередині північного схилу, для яких відзначено найвищі показники біомаси та загального проективного покриття бріофітів. Це свідчить про те, що мікроумови цих місцевиростань є сприятливішими для росту і розвитку більшості видів мохоподібних. Значний вплив бріофітів на вологість поверхневих шарів субстрату відзначали в основі та на вершині північного схилу (вологість під моховою дерниною на 12,1% та 16,4% вища, ніж оголеного ґрунту). Таким чином, вплив мохів на вологість субстрату був істотніший на північному схилі. Вологість ґрунту під моховою дерниною завжди була вищою, ніж оголеного субстрату (табл. 2).

Влітку показники температури на північному і південному схилах відрізнялися: ґрунт під моховим покривом та оголений субстрат на південному схилі нагрівалися в середньому на 2° С більше. Амплітуда мінливості середніх температур для субстрату під бріофітним покривом становила 17,3 – 30,3° С на північному та 20,1 – 33,2° С на південному схилах, а для оголених ділянок – 17,7 –

34,1° С і 21,1 – 36,8° С відповідно. Мінливість температур ґрунту під бріофітами була приблизно в 1,3 рази меншою, ніж мінливість температур оголеного субстрату, тому влітку температура ділянок ґрунту під бріофітами була стабільнішою, ніж ділянок без рослинного покриву.

Таблиця 2

Вплив бріофітного покриву на вологість субстратів сірчаного відвалу, n =20

Експозиція		Вологість, %			Біомаса, г	Проективне покриття, %
		мохова дернина	субстрат під мохами	субстрат без рослин		
Пн. схил	Основа	41,3±2,5*	41,5±1,8	29,4±2,8	3,63±0,38	26,88±2,52
	Схил	49,5±4,5*	28,9±1,3	26,1±1,4	5,37±0,74	78,88±4,10
	Вершина	49,2±2,1*	37,2±1,6	20,8±2,2	5,28±0,52	62,85±4,49
Пд. схил	Основа	39,4±4,8*	28,9±2,3	19,5±3,5	2,77±0,30	46,77±4,55
	Схил	33,9±2,2*	26,3±0,9	20,5±1,4	3,36±0,26	51,21±6,56
	Вершина	15,9±3,1**	7,97±1,0	4,18±0,4	2,61±0,37	25,26±4,02

Примітка: * – різниця між показниками вологості мохових дернин та субстрату без рослин статистично достовірна при $p < 0,05$; ** – при $p < 0,01$.

Восени амплітуда мінливості середніх температур становила для ґрунту під моховим покривом – 15,8 – 21,4° С на північному та 19,9 – 32,2° С на південному схилах, а оголеного субстрату – 14,7 – 20,0° С і 18,7 – 31,3° С відповідно. Температура ґрунту під моховими дернинами в середньому була вищою на 2,1° С, ніж оголеного субстрату, оскільки бріофітний покрив нівелював мінливість температур під час різких змін погодних умов восени. Сформовані мохові дернинки здатні істотно трансформувати температурний режим – охолоджувати поверхневі шари субстрату влітку та довше утримувати тепло восени.

Участь мохоподібних у первинній сукцесії рослинного покриву на девастрованих територіях сірчаного видобутку. На підставі п'ятирічних досліджень на підземній виплавці сірки встановлено зростання проективного покриття та частоти трапляння *Funaria hygrometrica* і зменшення проективного покриття *Dicranella cerviculata* та майже повне зникнення печіночника *Endogemma caespiticia* (рис. 4.).

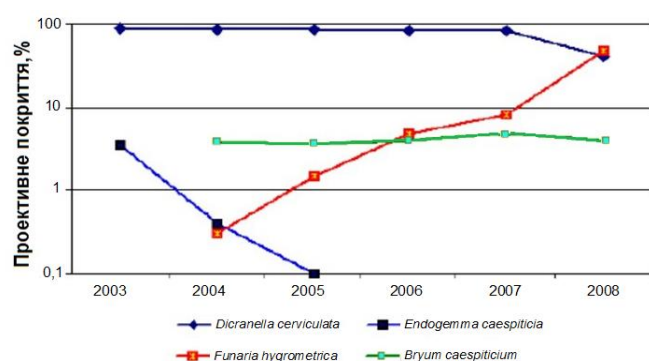


Рис. 4. Динаміка проективного покриття домінуючих видів мохоподібних. Середнє значення ± SE для n = 15 ділянок.

Показано, що після появи у 2004 р. майже без змін залишалось покриття *Bryum caespitium* (п.п. – 3,9 – 4,8 %), проте частота трапляння цього виду збільшилась від 20 до 87 %. Відбулася заміна піонерних мохоподібних, толерантних до підвищеної кислотності середовища (*Endogemma caespiticia* (Lindenb.) Konstant., A. Vilnet et

A.V. Troitsky, *Dicranella cerviculata*), на космополітні види з життєвими стратегіями біженця (*Funaria hygrometrica*) та поселенця (*Bryum caespitium*).

АНТРОПОГЕННА ТРАНСФОРМАЦІЯ БРІОФЛОРИ ТА ІНДИКАЦІЙНЕ ЗНАЧЕННЯ МОХОПОДІБНИХ

З'ясовано, що 12 % мохоподібних – наведені вперше для території Розточчя. Не виявлено 10 рідкісних бріофітів (3 %) – зниклих або ймовірно зниклих видів, місцевиростання яких знищені, та видів, відомих за літературними джерелами кінця XIX – початку XX ст. і для яких наведено не більше 3 місцевиростань в Україні. Місцевиростання 5 таких видів пов'язані з екосистемами боліт. Більшість болотних масивів регіону зазнає дигресійних змін. Відбувається олучнення евтрофних боліт, про що свідчить переважання у бріофітному покриві *Climacium dendroides* та *Aulacomnium palustre*. Виділено 4 основні групи видів, які можна використовувати для індикації умов середовища:

1) фонові (переважно багаторічні стаєри, види, приурочені до стабільних умов місцевиростань, до них належать епігейні види листяних (види роду *Plagiomnium*) та хвойних лісів (*Hylocomium splendens* і *Pleurozium schreberi*), вологих (*Climacium dendroides*) та сухих (*Abietinella abietina*) лук, низинних (*Sphagnum girgensohnii*), перехідних (*S. fallax*) та верхових (*S. magellanicum*) боліт; плаваючі і занурені мохи (*Fontinalis antipyretica*) та печіночники (*Riccia fluitans*) водойм; 2) фонові толерантні (поселенці, пристосовані до конкретних умов – *Dicranella cerviculata*); 3) рудеральні (біженці – однорічники з високими показниками репродуктивного зусилля – *Funaria hygrometrica*); 4) космополіти (поселенці, багаторічні види, які активно розмножуються як статеву, так і безстатеву): *Bryum caespiticium*, *Leptobryum pyriforme*. Зміни структурних та динамічних показників цих видів є індикаторами змін умов місцевиростань та, у подальшому, змін у фітоценозах.

ВИСНОВКИ

На підставі виконаного дисертаційного дослідження визначено участь мохоподібних в основних екосистемах Українського Розточчя залежно від екологічних умов та тенденцій антропогенної трансформації.

1. Для всіх типів природних екосистем встановлено домінування представників родини Brachytheciaceae (12 – 18 %); для прибережно-водних – Amblystegiaceae (7 – 21 %); для лісових, болотних та прибережно-водних – Mniaceae (9 – 15 %); види родин Polytrichaceae, Sphagnaceae (6 – 7 %) переважають у бріофітному покриві боліт; 7 – 10 % мохів Pottiaceae та Bryaceae свідчать про наявність екоотопів антропогенного походження. Всього у регіоні виявлено 370 видів мохоподібних, уперше знайдено 45 видів та підтверджено місцевиростання 276 мохоподібних, серед яких 76 регіонально рідкісних, 21 вид внесений до природоохоронних списків.

2. На основі аналізу еколого-біоморфологічної структури мохоподібних основних екосистем Українського Розточчя визначено, що найпоширенішими життєвими формами є низькі дернинки (43,3 %) та плетива (24,3 %); за життєвими стратегіями – багаторічні стаєри (31,2 %) та поселенці (18,9 %); за зволоженістю та трофністю місцевиростань переважають мезофіти (25,7 %), гігрофіти (19,5 %) та мезотрофи (32,5 %). Зміни видового складу і еколого-біоморфологічної структури

мохоподібних визначаються передусім відмінностями умов зволоженості, трофності, освітленості та типом рослинності досліджених екосистем.

3. Встановлено, що на відвалах сірчаного видобутку переважають представники родин *Brachytheciaceae* (24,5 %), *Amblystegiaceae*, *Pottiaceae* (по 12,3 %), *Bryaceae* та *Ditrichaceae* (по 8,2 %); на девастрованих територіях підземної виплавки сірки – *Polytrichaceae*, *Bryaceae* (по 15 %), *Pottiaceae* (10 %). Таксономічний спектр мохоподібних порушених територій сірчаних родовищ є гетерогенним, оскільки їх заселення відбувається мохами та печіночниками з фонових ділянок, проте стійкий бріофітний покрив формується в основному з видів краще адаптованих до умов екоотопів.

4. Відзначено істотні сезонні зміни проективного покриття та біомаси мохоподібних (у пухкодернинного моху *Barbula unguiculata* проективне покриття змінювалось від 12 до 68 %; біомаса – від 200 до 400 г/м²). Встановлено, що найстабільніше проективне покриття (40,6 – 53,4 %) та біомаса (700 – 800 г/м²) були у мохів з життєвою формою щільної дернини (*Bryum caespiticium*, *Ptychostomum pseudotriquetrum*).

5. Бріофітний покрив на початкових етапах заселення формують надактивні (*Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum*), високоактивні (*B. caespiticium*) та середньоактивні (*Dicranella heteromalla*, *Pellia endiviifolia*) види мохоподібних. Динаміка стенотопних малоактивних (*Brachythecium glareosum*, *Didymodon acutus*) та неактивних (*Tortula modica*, *Amblystegium serpens*) мохоподібних є індикатором змін умов зволоженості, температури, трофності та рН субстрату. Зміна репродуктивного зусилля та динаміка домінантних і субдомінантних видів мохів з різними життєвими стратегіями залежить від сезону та екологічних умов місцевиростань. Репродуктивне зусилля підвищується за умов вищої вологості і є більш мінливим у пухкодернних мохів (від 1,8 % до 7,4 % у *Barbula unguiculata*); унаслідок зростання показника рН ацидофільні види (*Jungermannia caespiticia*, *Dicranella cerviculata*) поступаються космополітним мохам з життєвими стратегіями біженця (*Funaria hygrometrica*) та поселенця (*Bryum caespiticium*).

6. Встановлено важливу роль бріофітів як піонерних видів у сукцесії рослинності на девастрованих територіях сірчаного видобутку завдяки підвищенню вологості (від 24,7 % у субстраті без рослин до 40,0 % під дернинами мохів) й оптимізації рН субстрату (від 2,65 до 4,26 відповідно).

7. Сформовані мохові дернинки спричиняють зменшення випаровування вологи з поверхні субстрату та збалансовують його температуру. Улітку субстрат під мохами був холоднішим, а восени – теплішим, тобто бріофітний покрив охолоджував поверхневі шари субстрату влітку та довше утримував тепло восени. Температура субстрату під щільною моховою дерниною *Bryum caespiticium* на ~2° С відрізнялась від температури субстрату без рослин. Літом амплітуда мінливості середніх температур поверхні субстрату під бріофітним покривом становила 17,3 – 30,3° С на північному та 20,1 – 33,2° С на південному схилах, а субстрату без рослин – 17,7– 34,1° С і 21,3 – 36,8° С.

8. У результаті господарської діяльності зникають насамперед стенотопні види (*Ablyodon dealbatus*, *Meesia triquetra*), поширюються види-апофіти (*Tortula muralis*) та деякі рідкісні види з природних середовищ існування (*Orthodicranum*

montanum). Окрім того, виявлено прояви неофітизації – проникнення чужорідних видів (*Campylopus introflexus*).

9. Визначено участь мохоподібних у природних і антропогенно трансформованих екосистемах, важливими ознаками для індикації стану яких є екологічна та біоморфологічна структура, тип життєвої стратегії, динаміка видового складу, проективного покриття та репродуктивного зусилля мохів та печіночників. Для лісових екосистем індикаторними видами є епігейні мезофітні мохи з життєвими формами плетива та високої дернинки (*Polytrichum formosum*, *Hylocomium splendens*); для лучних – мезогігрофітні або мезоксерофітні мохи (*Climacium dendroides*, *Thuidium abietinum*) з життєвою формою деревця та плетива; для боліт – гігрофіти з високою дернинкою (*Sphagnum angustifolium* та *Polytrichum commune*); для водних та прибережно-водних – сланеві гідрофіти (*Riccia fluitans* та *Riccocarpos natans*); для порушених екосистем – мезоксерофітні мохи з життєвою формою щільної та пухкої дернинки (*Bryum caespiticium*, *Barbula unguiculata*).

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографії та розділи монографій:

1. Данилків І., Лобачевська О., **Рабик І.**, Щербаченко О. Словник бріологічних термінів. Львів, 2008. 149 с. (*Особистий внесок: збір матеріалу, підготовка ілюстрацій, участь в опрацюванні літературних джерел*).
2. Базюк-Дубей І., Пірогов М., Данилків І., **Рабик І.**, Загульський М., Любимець І., Сорока М., Кагало О. Світ рослин і грибів Яворівського НПП. *Яворівський національний природний парк. До 10-річчя створення* / ред. Ю. Чорнобай, О. Кагало. Львів : ЗУКЦ, 2008. С. 62–107. (*Особистий внесок: збір частини матеріалу, підготовка частини ілюстрацій, участь в опрацюванні літературних джерел*).
3. Сичак Н., Кагало О., **Рабик І.**, Коплик О. Гербарій Інституту екології Карпат НАН України. *Гербарій України. Index Herbariorum Ucrainicum* / редактор-укладач к.б.н. Н.М. Шиян. Київ : “Альтерпрес”, 2011. С. 173–179. (*Особистий внесок: підготовка частини матеріалу, участь в опрацюванні літературних джерел*).
4. Zubel R., Danylkiv I., **Rabyk I.**, Lobachevska O., Soroca M. Bryophytes of the Roztocze region (Poland and Ukraine) Maria Curie-Sklodowska University. Lublin : “Libropolis”, 2015. 145 p. doi 10.13140/RG.2.1.1005.6726. (*Особистий внесок: збір частини матеріалу, участь в опрацюванні літературних джерел*).
5. Zubel R., Danylkiv I., **Rabyk I.**, Lobachevska O., Soroca M. 3.3. Świat roślin – Mszaki 3. Świat roślin, grzybów, śluzowców i porostów na Roztoczu. *Roztocze. Przyroda i człowiek* / red. T. Grabowski, M. Harasimiuk, B. Kaszewski, Y. Kravchuk, B. Lorens, Z. Michalczyk, O. Shabliu, Zwierzyniec, 2015. S. 153–159. (*Особистий внесок: збір частини матеріалу, участь в опрацюванні літературних джерел*).

Статті у виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних

6. **Rabyk I.V.**, Lobachevska O.V., Kyyak N.Y., Shcherbachenko O.I. Bryophytes on the devastated territories of sulphur deposits and their role in restoration of dump substrate. *Biosystems Diversity*. 2018. 26(4). P. 339–353. doi: 10.15421/011850. (*Особистий*

внесок: збір матеріалу, підготовка ілюстрацій, участь в опрацюванні літературних джерел, аналіз та обговорення результатів досліджень).

7. Lobachevska O.V., Kyuyak N.Y., **Rabyk I.V.** Ecological and physiological peculiarities of bryophytes on a post-technogenic salinized territory. *Biosystems Diversity*. 2019. 27(4), P. 342–348. doi:10.15421/011945. (Особистий внесок: збір матеріалу, участь в опрацюванні літературних джерел, аналіз та обговорення результатів досліджень).
8. Kyuyak N.Y., Lobachevska O.V., **Rabyk I.V.**, Kyuyak V.H. Role of the bryophytes in substrate revitalization on a post-technogenic salinized territory. *Biosystems Diversity*. 2020. 28(4), P. 419–425. doi:10.15421/012054. (Особистий внесок: збір матеріалу, участь в опрацюванні літературних джерел, аналіз результатів досліджень).

Статті в наукових фахових виданнях, затверджених МОН України:

9. **Рабик І.В.**, Данилків І.С., Щербаченко О.І. Структура і динаміка бріофітних угруповань на девастрованих землях Львівщини (на прикладі відвалу гірничо-хімічного підприємства “Сірка”). *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2010. Вип. 53. С. 58–66.
10. **Рабик І.В.**, Щербаченко О.І., Данилків І.С. Участь мохоподібних у відновленні рослинного покриву на територіях підземної виплавки сірки Язівського родовища. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. 2011. Вип. 2 (47). С. 124–128.
11. **Рабик І.В.**, Данилків І.С., Щербаченко О.І., Кіт Н.А. Сезонна динаміка бріофітного покриву на відвалі сірчаного видобутку. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2012. Т. 8, №1 С. 77–86.
12. Лобачевська О.В., **Рабик І.В.** Особливості вегетативного розмноження мохоподібних на відвалах сірчаного видобутку. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна*. 2012. Вип. 60. С. 75–88.
13. Щербаченко О.І., **Рабик І.В.**, Лобачевська О.В. Участь мохоподібних у ренатуралізації девастрованих територій Немирівського родовища сірки. *Український ботанічний журнал*. 2015. Т 72., № 6. С. 596–602.
14. **Рабик І.В.**, Лобачевська О.В., Щербаченко О.І., Данилків І.С. Мохоподібні як індикатори відновлення посттехногенних ландшафтів видобутку сірки. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2017. 13 (4): 468–480. doi: 10.14255/2308-9628/17.134/5
15. Щербаченко О.І., **Рабик І.В.** Мохоподібні прибережної зони водойм м. Львова. *Наукові записки державного природознавчого музею*. Львів, 2004. 19. С. 39–46.
16. **Рабик І.В.**, Данилків І.С. Життєві форми мохоподібних Українського Розточчя. *Наукові записки Тернопільського державного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія*. 2005. Випуск 25, №1-2. С. 6–11.
17. **Рабик І.В.**, Данилків І.С. Мохоподібні (Hepatichophyta, Bryophyta) болота Немирів. *Наукові записки Державного природознавчого музею*. Львів, 2008. Вип. 24. С. 115–126.
18. **Рабик І.В.** Екологічне значення морфологічних ознак гаметофіту і спорофіту мохоподібних (Bryophyta). *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. Т. 4. 2002. С. 85–94.

19. **Рабик І.В.** Екологічна структура мохоподібних (*Bryophyta*) Українського Розточчя. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. Т. 5. 2003. С. 151–155.
20. **Рабик І.В.** Печіночники (*Marchantiophyta*) Українського Розточчя. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. 2006. Т. 6. С. 74–80.
21. **Рабик І.В.**, Данилків І.С. Особливості біоморфологічної структури бріофітного покриву сірчаних відвалів. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. 2013. Том 4 (11), № 1. С. 123–130.
22. Марискевич О.Г., Шпаківська І.М., Кагало О.О., Козловський В.І., **Рабик І.В.** Особливості відновлення ґрунтового та рослинного покриву на територіях підземної виплавки сірки на прикладі Немирівського родовища (Яворівський район, Львівська область). *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*. 2014. Т. 5 (12), № 1. С. 193–220.

Матеріали та тези науково-практичних конференцій:

23. **Рабик І.В.**, Данилків І.С. Мохоподібні (*Bryophyta*) та антоцеротоподібні (*Anthocerotophyta*) Українського Розточчя. *IV ботанічні читання пам'яті Й.К. Пачоського* : збірник наукових праць міжнародної наукової конференції “Пачоський і сучасна ботаніка”. (22 – 24 вересня 2004, Херсон). Херсон, 2004. С. 66–72.
24. **Рабик І.В.**, Данилків І.С. Мохоподібні (*Bryophyta*) девастованих територій сірчаних родовищ. *Фальцфейнівські читання* : збірник наукових праць. Херсон: Терра, 2005, т.2 С. 90–94.
25. **Рабик І.В.**, Данилків І.С. Бріофлора Українського Розточчя. *З'їзд Українського ботанічного товариства* : Матеріали XII з'їзду (Одеса, 15-18 травня 2006 р.). Одеса, 2006. С. 209.
26. **Рабик І.В.** Печіночники (*Herpaticophytina*) Українського Розточчя. *Актуальні проблеми ботаніки, екології та біотехнології* : матеріали міжнародної конференції молодих учених-ботаніків. (Київ, 27-30 вересня 2006 р.). Київ: Фітосоціоцентр, 2006. 209 с.
27. **Рабик І.В.** Екологічна класифікація мохоподібних (*Bryophyta*). *Наукові основи збереження біотичної різноманітності* : матеріали конференції молодих учених (Львів, 2007 р.). Тематичний збірник Інституту екології Карпат НАН України. Випуск 8: Львів „Ліга-Прес”, 2007. С. 67–68.
28. **Рабик І.В.**, Щербаченко О.И. Жизненные стратегии мохообразных девастированных территорий. *Живые объекты в условиях антропогенного пресса* : материалы X Международной научно-практической экологической конференции. г. Белгород, 15-18 сентября 2008 г. Белгород: ИПЦ „Политерра”, 2008. С. 177–178.
29. **Рабик І.В.** Структура бріофітних угруповань на техногенно трансформованих територіях. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності* : матеріали конференції молодих учених (Львів, 2009 р.) Тематичний збірник Інституту екології Карпат НАН України. 2009. Випуск 9: Львів: „Ліга-Прес”, С. 79–81.
30. **Рабик І.В.**, Данилків І.С. Аналіз репродуктивної біології бріофітів антропогенно змінених екотопів. *III відкритий з'їзд фітобіологів Херсонщини* (Херсон, 20 травня 2010 року) : збірник тез доповідей. Херсон: Айлант, 2010. С. 54.

31. **Рабик І.В.** Аналіз життєвих форм бріофітів на відвалах сірковидобувних підприємств Львівщини. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності* : матеріали десятої конференції молодих учених (Львів, 7-8 жовтня). Львів, 2010. С. 58–60.
32. **Rabyk I.W., Shcherbachenko O.I.** Participation bryophytes in natural restoration of devastated territories of sulfur deposits. *Рекультивация складних техноекосистем у новому тисячолітті: ноосферний аспект*: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Дніпропетровськ : ДДАУ, 2012. С. 366–368.
33. **Rabyk I.W., Shcherbachenko O.I.** Participation pioneer moss *Dicranella cerviculata* in primary processes in the soil formation on underground melting sulphur Nemirov deposits. *Актуальні проблеми ботаніки та екології* : матеріали міжнародної конференції молодих учених (Щолкіне, 18-22 червня 2013 р.). 2013. С.187–188.
34. **Rabyk I.V., Shcherbachenko O.I.** Role of bryophytes cover in renaturalization of the technogenic substrates of Yaziv sulfur deposit. *Екологічна безпека як основа сталого розвитку суспільства. Європейський досвід і перспективи* : матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 4-6 листопада 2015 р., Україна). Львів: ЛДУ БЖД, 2015. С. 91–94.
35. **Рабик І.В.** Роль бріофітів у відновленні рослинного покриву гірничопромислових територій сірчаних родовищ. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності* : матеріали III (XVI) Міжнародної наукової конференції молодих учених (Львів, 15-16 жовтня 2019 року). – Львів: Простір-М, 2019. С. 9–14.

АНОТАЦІЯ

Рабик І.В. Мохоподібні (Bryobionta) в екосистемах Українського Розточчя. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – “екологія”. – Інститут екології Карпат НАН України, Львів, 2021.

Дисертація присвячена дослідженню участі мохоподібних у природних та антропогенно трансформованих екосистемах Українського Розточчя залежно від екологічних умов та тенденцій антропогенної трансформації. Оцінено сучасний стан та антропогенні зміни бріофлори регіону, проаналізовано її таксономічну, біоморфологічну та екологічну структуру. Визначено участь мохоподібних різних екобіоморфологічних груп як індикаторів умов середовища в основних екосистемах Українського Розточчя (листяних, хвойних та мішаних лісах, низинних, перехідних та верхових болотах, заплавах, низинних та суходільних луках). Досліджено структуру та динаміку бріофітного покриву та визначено участь бріофітів у сукцесії рослинності на девастованих територіях сірчаного видобутку. Вперше виявлено зміни видового складу, частоти трапляння, проективного покриття та життєвих стратегій за впливу абіотичних та біотичних факторів природного й антропогенно зміненого середовища та визначено основні показники бріоіндикації середовища.

Встановлено, що бріофлора Розточчя піддавалася синантропізації, яка проявляється у процесах апофітизації та неофітизації. Вперше узагальнено результати інвентаризації різноманіття видового складу та аналізу бріофлори

Українського Розточчя. Для цієї території виявлено 46 нових видів мохоподібних, виділено 21 рідкісний та 76 регіонально рідкісних видів різних категорій. Визначено основні показники бріоіндикації: видовий склад і активність видів, частота трапляння, проективне покриття та біомаса, життєва форма, життєва стратегія, репродуктивне зусилля. Використання індикаторних властивостей мохоподібних у природних й антропогенно змінених екосистемах дало можливість встановити особливості структури фітоценозів та рівень їх порушеності.

Ключові слова: мохоподібні, Українське Розточчя, екосистеми, динаміка бріофітного покриву, сукцесія, антропогенна трансформація, бріоіндикація.

АННОТАЦІЯ

Рабик И.В. Мохообразные (Bryobionta) в экосистемах Украинского Расточья. – Квалификационная научная работа на правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.16 – "экология". – Институт экологии Карпат НАН Украины, Львов, 2021.

Диссертация посвящена исследованию участия мохообразных в естественных и антропогенно трансформированных экосистемах Украинского Расточья в зависимости от экологических условий и тенденций антропогенной трансформации. Оценено современное состояние и антропогенные изменения бриофлоры региона, проанализировано ее таксономическую, биоморфологическую и экологическую структуру. Определено участие мохообразных различных экобиоморфологических групп как индикаторов условий среды в основных экосистемах Украинского Расточья (лиственных, хвойных и смешанных лесах, низинных, переходных и верховых болотах, пойменных, низинных и сухих лугах). Исследована структура и динамика бриофитного покрова и определено участие бриофитов в сукцессии растительности на девастированных территориях добычи серы. Впервые выявлены изменения видового состава, частоты встречаемости, проективного покрытия и жизненных стратегий в зависимости от воздействия факторов среды и определены основные показатели бриоиндикации.

Установлено, что бриофлора Расточья подвергалась синантропизации, которая проявляется в процессах апофитизации и неофитизации. Впервые обобщены результаты инвентаризации многообразия видового состава и анализа бриофлоры Украинского Расточья. Для этой территории обнаружено 46 новых видов мохообразных, выделено 21 редкий и 76 регионально редких видов различных категорий. Определены основные показатели бриоиндикации: видовой состав и активность видов, частота встречаемости, проективное покрытие и биомасса, жизненная форма, жизненная стратегия, репродуктивное усилие. Использование индикаторных свойств мохообразных в естественных и антропогенно измененных экосистемах позволило установить особенности структуры фитоценозов и уровень их нарушенности.

Ключевые слова: мохообразные, Украинское Расточье, экосистемы, динамика бриофитного покрова, сукцесия, антропогенная трансформация, бриоиндикация.

SUMMARY

Rabyk I.V. Bryophytes (Bryobionta) in the ecosystems of the Ukrainian Roztochia. – Manuscript.

The thesis for obtaining a scientific degree of Candidate of Biological Sciences on speciality 03.00.16 – Ecology. – Institute of Ecology of the Carpathians of National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, 2021.

The thesis is devoted to the research on participation of bryophytes in natural and devastated ecosystems of the Ukrainian Roztochia depending on ecological conditions and tendencies of anthropogenic transformation. The current state and anthropogenic changes of the bryoflora of the region are assessed, its taxonomic, biomorphological and ecological structure are analyzed. The participation of bryophytes from different ecobiomorphological groups as indicators of environmental conditions in the main ecosystems of the Ukrainian Roztochia (deciduous, coniferous and mixed forests, low, transitional and raised bogs, floodplain, lowland and dry meadows) is determined. The structure and dynamics of bryophyte cover have been studied and the participation of bryophytes in plant succession in devastated areas of sulfur deposits has been determined. For the first time, changes in species composition, frequency of occurrence, projective cover and life strategies under the influence of abiotic and biotic factors of natural and anthropogenically altered environment were identified and the main parameters of bryoindication of the environment were determined.

It is established that the bryoflora of Roztochia was subjected to synanthropization, which is reflected in the processes of apophytization and neophytization. For the first time, 46 new for this territory species of mosses were discovered, 21 rare and 76 regionally rare species of different categories were identified. According to obtained and literature data, 370 species of mosses have been identified for the Ukrainian Roztochia. The main life strategies of mosses are colonists and perennial stayers; according by humidity and fertility of localities mesotrophic mesophytes and hygrophytes dominate. There are constant seasonal changes in the projective cover and biomass of mosses, while the frequency of occurrence remains unchanged or increases under favorable conditions, activates the restoration of moss cover. For mosses with a life form of dense turf, the most indicators are the projective cover and biomass. The dynamics of formation of moss communities, reproductive effort and changes in dominant and subdominant species of mosses with different life forms and life strategies were determined.

The number of rare and endangered species of mosses and their taxonomic composition reflect about the character of anthropogenic influence on the bryoflora. Species composition and activity, frequency of occurrence, projective cover and biomass, life form, life strategy, reproductive efforts of bryophytes are the main indicators of the environment. The use of indicator characteristics of bryophytes in natural and anthropogenically altered ecosystems made it possible to establish the features of the structure of the phytocenoses and the level of their disturbance.

Key words: bryophytes, Ukrainian Roztochia, ecosystems, dynamics of bryophyte cover, succession, anthropogenic transformation, bryoindication.

Підписано до друку 31.03.21
Формат 60x84/16. Папір офсетний.
Друк на різнографі. Зам. №31/03-3
Ум. друк. арк. 0,9
Наклад 100 прим.

Видавництво “Галич-Прес”
Видавець ФОП Король І.В.
м. Львів, вул. Гнатюка, 17
Ел. пошта: lvivprint@ukr.net. Тел. 096-59-88-924
Свідоцтво ДК №5353 від 24.05.2017 р.