

Державний природознавчий музей НАН України

На правах рукопису

Рагуліна Марина Євгенівна

УДК 582.32:581.33 (477.8)

**УЧАСТЬ МОХОПОДІБНИХ У ПРОЦЕСАХ САМОВІДНОВЛЕННЯ
ТЕХНОГЕННО ПОРУШЕНИХ ЕКОСИСТЕМ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ ТА
ПЕРЕДКАРПАТТЯ**

03.00.16. – ЕКОЛОГІЯ

Науковий керівник
Чernosбай Юрій Миколайович
доктор біологічних наук,
професор

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Львів – 2015

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. МОХОПОДІБНІ ЯК УЧАСНИКИ РЕГЕНЕРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ТЕХНОГЕННИХ ЕКОСИСТЕМАХ	13
1.1. Особливості поширення мохоподібних у техногенних екосистемах світу	13
1.2. Мохоподібні у техногенних екосистемах України	18
1.3. Роль мохоподібних у реставрації техногенних екосистем та їхнє созологічне значення	21
РОЗДІЛ 2. ПРИРОДНІ ТА АНТРОПОГЕННІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ТЕХНОГЕННО ЗМІНЕНИХ ЕКОСИСТЕМ НА ВОЛИНО-ПОДІЛЛІ ТА ПЕРЕДКАРПАТТІ	26
2.1. Природні умови регіонів досліджень	26
2.2. Локальні умови техногенних комплексів та їхнє значення для формування рослинного покриву	31
2.3. Етапи та напрямки антропогенної трансформації ландшафтів Волино-Поділля та Передкарпаття	36
РОЗДІЛ 3. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	44
РОЗДІЛ 4. СТРУКТУРНО-ПРОСТОРОВА ОРГАНІЗАЦІЯ ПОКРИВУ МОХОПОДІБНИХ НА ТЕХНОГЕННИХ ВІДСЛОНЕННЯХ	52
4.1 Структурний аналіз бріофлори техногенних відслонень Волино-Поділля та Передкарпаття	52
4.2. Просторова структура покриву мохоподібних на техногенних відслоненнях	57
4.2.1. Мохоподібні глинистих відслонень	57
4.2.2. Мохоподібні піщаних відслонень	64
4.2.3. Мохоподібні мергелевих відслонень	70

	3
4.2.4.Мохоподібні гіпсових відслонень	74
4.2.5.Мохоподібні гравійних відслонень	76
4.2.6.Мохоподібні пісковикових відслонень	80
4.2.7.Мохоподібні вапнякових відслонень	85
4.3. Порівняльна оцінка бріофлор техногенних відслонень	90
РОЗДІЛ 5. ТЕНДЕНЦІЇ САМОВІДНОВЛЕННЯ ПОКРИВУ МОХОПОДІБНИХ НА ТЕХНОГЕННИХ ВІДСЛОНЕННЯХ	103
5.1. Сукцесії мохового покриву на глинистих техногенних відслоненнях	103
5.2. Сукцесії мохового покриву на піщаних техногенних відслоненнях	110
5.3. Сукцесії мохового покриву на кам'янистих техногенних відслоненнях	117
5.4. Загальні особливості перебігу сукцесій мохового покриву на техногенних відслоненнях	122
РОЗДІЛ 6. РОЛЬ МОХОПОДІБНИХ У СТАБІЛІЗАЦІЇ СЕРЕДОВИЩА ТЕХНОГЕННО ЗМІНЕНИХ ЕКОСИСТЕМ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ ТА ПЕРЕДКАРПАТТЯ	129
6.1.Участь мохоподібних у стабілізації температурного мікрорежиму техногенних відслонень	129
6.2. Участь мохоподібних у стабілізації водного мікрорежиму техногенних відслонень	132
6.3. Участь мохоподібних у процесах ініціального грунтоутворення	134
РОЗДІЛ 7. МОХОПОДІБНІ ЯК ІНДИКАТОРИ ПЕРЕБІГУ ПРОЦЕСІВ САМОВІДНОВЛЕННЯ У ТЕХНОГЕННИХ ЕКОСИСТЕМАХ ТА ЇХНЄ СОЗОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ	139
7.1. Основні підходи бріоіндикації та критерії оцінки стану техногенних екосистем	139

7.2. Созологічна оцінка біорізноманіття техногенних екосистем Волино-Поділля та Передкарпаття	146
ВИСНОВКИ	154
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	157
ДОДАТКИ	181

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ГТВ	— глинисті техногенні відслонення;
ПТВ	— піщані техногенні відслонення;
ВТВ	— вапнякові техногенні відслонення;
МТВ	— вапнякові техногенні відслонення;
ПсТВ	— пісковикові техногенні відслонення;
ГсТВ	— гіпсові техногенні відслонення;
ГрТВ	— гравійні техногенні відслонення;
ПВ	— проективне вкриття;
ПВс	— проективне вкриття судинних;
ПВм	— проективне вкриття мохоподібних;
ArS	— аргілофільна сукцесія;
PsS	— псамофільна сукцесія;
LS	— літофільна сукцесія.

ВСТУП

У трансформації сучасних екосистем світу всезростаючу роль відіграє антропогенний фактор. Руйнівне втручання людини у ландшафти, наслідки якого впродовж XX та початку XXI сторіч досягли критичного рівня, за масштабами змін може бути прирівняне до орогенних процесів. На сьогодні близько 83% наземних ландшафтів планети, частково чи цілковито, перетворені через діяльність людини [220]. Вилучення з надр значних обсягів корисних копалин лишає по собі техногенні відслонення складної конфігурації, високо специфічні за своїм гідрологічним, біогеохімічним та мікрокліматичним режимами, і, як правило, практично стерильні у біологічному відношенні [60].

Територія Волино-Поділля та Передкарпаття багата на природні ресурси та інтенсивно освоювана людиною, здавна зазнавала значного тиску техногенезу. Сила антропопресії, обумовлена науково-технічним прогресом та економічно-соціальними чинниками, зростала поступово і нерівномірно. Поява на початку XX ст. новітніх технічних засобів і швидкий розвиток промисловості призвели до різкого зростання площі і глибини штучних відслонень, кількість яких невпинно збільшувалася. Розквіт видобувної галузі регіону припав на 50-60 рр. XX ст., коли до експлуатації було введено усі основні родовища, більшість з яких функціонує і дотепер. На сьогодні девастровані землі займають близько 3% загальної площі Волино-Поділля та Передкарпаття [51]. Такі антропогенно опустелені землі, не зазнаючи належних реставраційних заходів, нерідко на багато років залишаються джерелами пилового та хімічного забруднення прилеглих територій.

Новоутворені техногенні екосистеми, які за спектром екологічних умов часто не мають аналогів у природі, зазвичай, відрізняються сповільненими темпами відновлення своїх базових компонентів, зокрема, рослинного

покриву. Як правило, утворені впродовж регенераційних сукцесій фітокомплекси суттєво відрізняються від нативних за кількісним та якісним складом [130].

Мохоподібні, або бріобіонти (Briobionta), представляють давню групу вищих рослин, яка за різноманіттям посідає другу позицію після судинних [155]. У техногенно змінених екосистемах мохоподібні є невід'ємними елементами новоутворених фітокомплексів, у яких вони складають наземний ярус. Завдяки високій резистентності щодо впливу екстремальних умов модифікованого середовища, бріобіонти одними з перших оселяються на техногенних відслоненнях, де з часом формують рясні, добре структуровані угруповання.

Завдяки особливостям анатомо-морфологічної організації та підвищеній екологічній пластичності, мохоподібні здатні ефективно заповнювати вільні ніші екотопів, непридатних для оселення більшості представників фітобіоти, насамперед судинних рослин. Тим самим бріобіонти відіграють важливу, еволюційно обумовлену роль у підвищенні стійкості та загальної продуктивності екосистем [118], в тому числі і техногенно змінених.

Не зважаючи на значне поширення і чисельність бріофітів на посттехногенних об'єктах, їх роль у ренатуралізаційних процесах вивчена надзвичайно слабо. Окремі дослідження в цьому напрямку показали, що, колонізуючи відслонені субстрати, мохоподібні запобігають їх ерозії, стабілізують температурний та водний мікрорежими на поверхні відслонень, сприяють вселенню судинних рослин тощо [166, 210, 213, 216]. Фрагментарними є дані і щодо видового складу мохоподібних, поширених на техновідслоненнях різних природних зон. У своїй більшості вони представлені у роботах, які стосуються загальних питань поновлення рослинного покриву на місцях вилучення порід, де основна увага приділяється вивченню судинних, натомість мохоподібні лишаються поза увагою дослідників. Найчастіше у літературі трапляються згадування про

знахідки окремих видів, тоді як спеціальні біологічні дослідження посттехногенних об'єктів є нечисленними.

Актуальність теми.

Процеси техногенного відчуження земель, інтенсивність яких за останні десятиріччя істотно зросла, спричинили особливу актуальність у розробці підходів щодо повернення посттехногенних площ до повноцінного функціонування.

Згідно з Постановою Кабінету Міністрів України № 1606 від 31.08.99 р. “Про Концепцію поліпшення екологічного становища гірничовидобувних регіонів України” [97] розробляються програми заходів з екологічної реабілітації техногенних територій. За обмеження фінансових можливостей, важливого значення набуває наукове обґрунтування визначення найбільш пріоритетних за еколого-економічними критеріями заходів. Сучасні ревіталізаційні методи, які передбачають максимальне використання внутрішніх регенеративних можливостей модифікованих екосистем за умов мінімального втручання людини, дозволяють помітно знизити економічні витрати на їх відновлення [38, 61]. Пошук нових підходів обумовлює нагальну потребу в науково-обґрунтованій оцінці регенеративного потенціалу посттехногенних екосистем для максимально точного прогнозування результативності відновних процесів. Оскільки всі компоненти екосистеми взаємопов'язані, то зміни, яких зазнає система в цілому, можна наближено оцінити за кількома індикаторами, які відобразять тенденції комплексного розвитку.

Зручність угруповань мохоподібних для індикації стану регенераційних екосистем обумовлюється їх високою чутливістю, з якою вони реагують навіть на незначні зміни тих фізико-хімічних параметрів середовища, які часто не проявляються на рівні інших складових [9]. З'ясування особливостей протікання сукцесій мохового покриву у різних за типами субстрату техногенних комплексах, ретельне вивчення змін їх

таксономічної та екологічної структури надає широкі можливості для прогнозування ходу та інтенсивності ренатуралізаційних процесів.

Зв'язок роботи з науковими планами та темами.

Робота виконувалась в межах планової наукової роботи Державного природознавчого музею НАН України (м. Львів) за темами: «Музейний моніторинг таксономічної різноманітності біоти західного регіону України» (№ державної реєстрації – 0101U002539) у 2001-2005 рр., «Динамічні тенденції різноманітності біоти Західної України під впливом антропоїзації» (№ державної реєстрації – 0106U002479) у 2006-2010 рр. та «Созологічні критерії антропоїзованих екосистем в регіональних екомережах заходу України» (№ державної реєстрації – 0111U002180) – з 2011 р.

Мета і завдання досліджень.

Мета роботи – оцінити функціональну роль бріобіонтів у процесах самовідновлення техногенно змінених екосистем Волино-Поділля та Передкарпаття та виявити властивості угруповань мохоподібних щодо визначення регенераційної спроможності таких екосистем.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано наступні завдання:

1. Оцінити видове різноманіття мохоподібних на техногенних відслоненнях різного типу;
2. Визначити тенденції змін флористичної та екологічної структури бріоугруповань впродовж регенераційних сукцесій;
3. Виявити особливості перебігу сукцесій мохоподібних на техногенних відслоненнях різного типу;
4. З'ясувати функціональну роль бріобіонтів у процесах стабілізації едафічних та мікрокліматичних умов досліджуваних екотопів;
5. Обґрунтувати можливість використання бріоугруповань в якості індикаторів стану самовідновлюваних екосистем техногенного походження.

Об'єкт та предмет досліджень.

Об'єктом досліджень є процеси самовідновлення техногенно порушених екосистем Волино-Поділля та Передкарпаття.

Предметом досліджень виступають еко-флористичні, структурні та динамічні параметри угруповань мохоподібних у складі техногенних екосистем.

Методи досліджень: флористичні та фітоценотичні; гербаризації та ідентифікації мохоподібних, ґрунтознавчі аналітичні та методи математично-статистичної обробки даних. Спеціальні методики подано у відповідному розділі роботи.

Наукова новизна одержаних результатів.

Ця робота є однією з перших спроб висвітлення участі мохоподібних у процесах самовідновлення техногенно змінених екосистем заходу України.

Вперше проведено оцінку функціональної ролі мохового покриву у ренатуралізації техногенно змінених екосистем. Показано участь бріофітів у стабілізації специфічних водного та температурного мікрорежимів техновідслонень та участь в актах ініціального ґрунтоутворення, а саме вплив на кислотність субстрату та вміст гумусу в умовах Волино-Поділля та Передкарпаття.

Вперше встановлено видове різноманіття флори мохоподібних кар'єрних комплексів Волино-Поділля та Передкарпаття, яка налічує 161 вид бріобіонтів. З них 36 видів є новими для синантропної фракції бріофлори України. На техногенних відслоненнях регіонів досліджень було відмічено представників низки родин (*Seligeriaceae*, *Encalyptaceae*, *Leucodontaceae* та *Plagiotheciaceae*), які раніше вважались антропофобними.

Визначено типи та напрямки екологічних сукцесій мохоподібних на техновідслоненнях різного гірничо-породного складу. Встановлено особливості структурно-функціональної організації бріоугруповань за показниками таксономічного складу, спектрів екоморф, екологічних груп та життєвих циклів, а також її зміни впродовж регенераційних сукцесій.

Запропоновано використання угруповань мохоподібних як фітоіндикаційного об'єкту для оцінки стану та спроможності техногенних екосистем до самовідновлення.

Практичне значення отриманих результатів.

Матеріали дисертаційної роботи будуть використані під час розробки класифікацій техногенних комплексів за ступенем порушення на підставі комплексного аналізу угруповань мохоподібних. Сформульовані закономірності необхідні для прогнозування тривалості і послідовності етапів самовідновлення посттехногенних екосистем та планування заходів експлуатації та реставрації різноманітних антропогенно трансформованих ландшафтів. Флористичні та фітосоціологічні матеріали роботи можуть використовуватись в освітньому процесі навчальних закладів різного рівня акредитації та під час підготовки спеціалізованих довідників та визначників.

Особистий внесок здобувача.

Дисертаційна робота здобувача є самостійним дослідженням. Особистий внесок здобувача полягає у зборі та лабораторній обробці матеріалу, його аналітичній та цифровій інтерпретації, підготовці наукових публікацій. Вивчення мохоподібних техногенних відслонень Волино-Поділля та Передкарпаття проведено на основі матеріалів, зібраних під час польових досліджень 2001-2013 років. До фондів гербарію несудинних рослин Державного природознавчого музею НАН України (LWS) внесено 816 одиниць зберігання (конвертів).

Апробація результатів дисертації.

Основні положення та висновки дисертації було оприлюднено на науково-практичній конференції «Проблеми моніторингу біорізноманіття в гірських та прилеглих до них регіонах» (Україна, Львів, 2002); ювілейній науковій конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Биоразнообразие. Экология. Эволюция. Адаптация» (Украина, Одесса, 2003 р.); 7-ій Пушчінській школі-конференції молодих вчених «Биология – наука XXI века» (Росія, Пушино, 2003); Міжнародній конференції студентів і

молодих вчених «Екологічні проблеми міст і промислових зон: шляхи їх вирішення» (Україна, Львів, 2003 р.); 8-ій, 9-ій та 10-ій наукових конференціях молодих вчених м. Львова «Наукові основи збереження біотичної різноманітності» (Україна, Львів, 2008, 2009, 2011); 5-ій та 6-ій Міжнародних наукових конференціях «Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку» (Україна, Донецьк, 2007, 2010); 3-ій Міжнародній науковій конференції «Відновлення порушених природних екосистем» (Україна, Донецьк, 2008); Міжнародній науково-практичній конференції «Природо-заповідний фонд України: минуле, сьогодення, майбутнє» (Україна, Гримайлів, 2010 р.), 4-ій Міжнародній конференції «Фальцфейнівські читання» (Херсон, 2009), 4-ому відкритому з'їзді фітобіологів Причорномор'я (Херсон, 2011), 4-ій Всеукраїнській науковій конференції «Актуальні проблеми дослідження довкілля» (Суми, 2011), на засіданнях Відділу ландшафтного та біотичного різноманіття та Вченої ради Державного природознавчого музею НАН України у 2001-2013 рр.

Публікації.

За темою та матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 25 наукових праць, у тому числі вісім статей у періодичних фахових наукових виданнях України, які входять до офіційного переліку, п'ять – у збірниках наукових праць та дванадцять – у матеріалах та тезисах конференцій.

Структура та обсяг дисертації.

Дисертаційна робота складається зі вступу, 7 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Матеріали роботи викладено на 206 сторінках машинописного тексту, з яких основний текст роботи становить 134 сторінки. Робота містить 9 рисунків та 26 таблиць. У роботі цитується 238 літературних джерела, з них кирилицею – 142, латиницею – 96.

РОЗДІЛ 1

МОХОПОДІБНІ ЯК УЧАСНИКИ РЕГЕНЕРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ТЕХНОГЕННИХ ЕКОСИСТЕМАХ

Завдяки високій екологічній пластичності, бріобіонти активно опановують специфічні техногенні оселища, у тому числі і такі, які не мають аналогів у природі. Проте, незважаючи на численність видів, поширених у різного роду трансформованих місцевиростаннях, з'ясування ролі мохоподібних в антропізованому середовищі залишається одним з найменш висвітлених питань екології рослин [22, 176, 188, 201].

1.1. Особливості поширення мохоподібних у техногенних екосистемах світу

Відомості щодо поширення мохоподібних в межах техногенних комплексів різних природних зон світу є фрагментарними і представлені у роботах, що стосуються загальних питань з поновлення рослинного покриву. Найчастіше трапляються посилання на знахідки окремих видів, тоді як спеціальні екобріологічні дослідження тут проводяться рідко. Відносно добре вивченим є бріокомпонент торф'яних кар'єрів, вугільних розробок, кар'єрів будівельної сировини різного типу, територій залізрудних та нафтових родовищ, у тому числі із хімічно забрудненими субстратами.

Зокрема з'ясовано, що мохоподібні відіграють провідну роль у відновленні екосистем на місці торф'яних кар'єрів бореальної зони Канади. Показано, що осушені торфовища, розроблювані традиційним методом механічного нарізування блоків, активно заселяються бріобіонтами і успішно саморегенерують, відновлюючись до сфагнових боліт, які за видовим

складом та структурою угруповань наближаються до вихідних природних [194, 208]. У самовідновленні торфовищ активну участь беруть представники класів політрихових (Polytrichopsida) та сфагнових (Sphagnopsida) мохів, перші з яких характерні для ініціальних етапів відновних сукцесій, тоді як останні панують в угрупованнях термінальних стадій. У перехідних угрупованнях, як правило, домінує гігрофільний мох *Aulacomnium palustre** [195, 215].

Формування мохового покриву на постпромислових площах відкритих вугільних пластів у степовій зоні США розпочинається з їх заселення рудеральними видами акрокарпних мохів, здебільшого представниками родин *Potiaceae* та *Bryaceae*. Було виявлено, що окремі види піонерних мохів (*Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum*, *Bryum caespitium*, *Ceratodon purpureus* та *Funaria hygrometrica*) утворюють константну групу (асоціацію) і, зазвичай, поодинокі не трапляються [172]. У пізньосукцесійних угрупованнях панують плеврокарпні форми мохів, головним чином представники родин *Brachytheciaceae* та *Amblystegiaceae*. З часом видовий склад стабілізується та композиційно наближається до складу природних бріоугруповань, поширених на непорушених територіях довкола родовища [158, 221].

Більш наближеними до нашої проблематики є дані щодо поширення мохоподібних на місцях видобутку різноманітних будівельних матеріалів (пісків, глин, природного каменю тощо), які є одними із найпоширеніших типів техногенних відслонень у всьому світі.

Дослідження, проведені на піщаних родовищах у бореальній зоні Росії [47, 125, 139, 197], показали, що моховий покрив цих екотопів успішно відновлюється за зональним типом. Піонерні угруповання помірно сухих пологих схилів, що виникають вже у перші роки після припинення

* Повні латинські назви видів наведені у Додатку Б

видобувних робіт, формуються *Ceratodon purpureus* та політриховими мохами, головним чином *Polytrichum juniperinum* та *P. piliferum*. За досить короткий період відновлення (30-40 років) на пісках формуються характерні для природних лісів тайги угруповання з домінуванням *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* та *Dicranum polysetum*. На проміжних етапах відновних сукцесій панують політрихові мохи (*Polytrichastrum alpinum* (Hedw.) G.L.Sm, *P. norvegicum* (Hedw.) Schljakov, *Polytrichum. jensenii* I. Hagen) та *Pohlia nutans*. На вологих днищах піонерами заростання є *Funaria hygrometrica* та *Marschandia polymorpha*, а з часом формуються гігрофільні угруповання з переважанням сфагнових мохів та *Polytrichum commune* [139, 197]. У посушливих умовах техногенно відслонених пісків Нижньої Люсатії (Німеччина) активну участь у формуванні бріоугруповань бере аридний ксеро-псамофільний вид *Syntrichia ruralis* [235].

Є дані про успішний розвиток мохового покриву на території потужного техногенного комплексу з видобутку глини в Оксфордї (Велика Британія), розроблюваного впродовж 1880-1940 рр. Досліджено, що піонерами заростання відслонених глин є рудеральний мох *Barbula unguiculata*, а також ефемери *Tortula truncata* та *T. acaulon* (Withering) R. H. Zander. На схилах старих ділянок кар'єру, вкритих чагарниками, поширені бріоугруповання, складені бокоплідними видами; найпоширенішими є обростання з домінуванням *Pseudoscleropodium purum* у супроводі *Kindbergia praelonga*. На вологому днищі кар'єру сформувалось гігрофільне угруповання за домінування сфагнових мохів [187, 236]. Глинисті субстрати на днищах, значно ущільнені внаслідок дії потужної кар'єрно-автомобільної техніки, здатні заселяти такі види, як *Plagiomnium undulatum*, *Calliergonella cuspidata* [236] та піонерний політриховий мох *Polytrichum juniperinum* [182].

Старі каменярні, зі звітряними стінками та брилами, є сприятливими оселищами для літофільних бріобіонтів, які нерідко утворюють рясні багатовидові угруповання на відслоненнях доломітів, пісковиків та вапняків [228, 229, 231]. Було виявлено, що епілітні обростання старих вапнякових

кар'єрів є спорідненими з бріоугрупованнями, поширеними на природних виходах вапняків; у їх складі нерідко трапляються спеціалізовані кальціопетрофільні види [229, 231], що свідчить про успішність відновлення флори скелястих місцевиростань після усунення антропогенного навантаження. Perezволожені днища старих каменярень активно заселяються гігрофільними видами, зокрема, *Polytrichum commune*, *Aulacomnium palustre*, *Drepanocladus aduncus*, *Leptodictium riparium* тощо. З часом на них формуються болотисті угруповання за участі сфагнових мохів [143].

Зазначають, що відновлення рослинності кам'янистих відслонень є досить тривалим: первинно-стабілізовані бріоугруповання формуються тут лише через 60-70 р. по припиненню видобувних робіт, коли стінки каменярень затінюються наметом деревних рослин та на скельній породі накопичується шар органіки [143, 229].

Розроблювані гравійні поклади, локалізовані у старих річищах, поширені головним чином у передгірських та субарктичних регіонах. Такі відслонення є малоприсадними для оселення рослин, у тому числі і мохоподібних, через специфічність субстратів: рухомість гальки та брак дрібноземного наповнювача. На відслоненнях гравійних кар'єрів формуються прості за складом піонерні бріоугруповання з домінуванням політрихових мохів [150, 212].

Є дані щодо участі бріобіонтів у формуванні піонерних угруповань на відвалах розсипних родовищ золотоносних вузлів на півночі Росії. Було помічено, що вологі ділянки відсипаних перемитих порід колонізують *Funaria hygrometrica* та *Marcshantia polymorpha*, на сухих підвищеннях трапляються *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum* та *P. strictum* [42]. Мохові дернини розміщуються мозаїчно та створюють вкриття від 2-3% до 5-15% [124].

Нерідко техногенні відслонення зазнають хімічного забруднення через специфіку технологічних процесів (видобуток нафти, сірки, руд важких

металів тощо). Токсичність субстратів стає лімітуючим фактором для функціонування більшості груп біоти, в тому числі судинних рослин [12].

Натомість, території залізорудних родовищ активно заселяються мохоподібними, які завдяки ефективними антиоксидантними механізмам здатні нейтралізувати токсичну дію важких металів [10]. Так, відомо, що мохи успішно колонізують екстремальні місцевиростання на відслоненнях родовищ міді [196, 238], цинку [213] та ртуті [209]. Завдяки особливостям метаболізму бріобіонти здатні зменшувати концентрацію важких металів у колонізованих субстратах шляхом їх акумуляції [210]. Підвищеною резистентністю до впливу важких металів відзначається широко розповсюджений піонерний вид *Ceratodon purpureus*, який може оселятися навіть на сильно забруднених територіях, утворюючи щільний покрив і тим самим зменшуючи інтенсивність пилювання поверхні [225].

Території нафтових родовищ зазвичай є забрудненими відходами виробництва, що робить їх непридатними для заселення рослинами. Видами, стійкими до таких полютантів, виявились брієві мохи *Aulacomnium palustre*, *Hylocomium splendens*, *Racomitrium canescens* та політрихові мохи *Polytrichum hyperboreum* R.Br., *P. strictum*, *P. commune*, *P. juniperinum* та *P. piliferum*, знайдені у ложах нафтопроводів на півночі Канади [189, 223]. Два останні види також були відмічені навколо нафтових свердловин (у т.ч. в зоні газових факелів) у районах Західного Сибіру (Росія) [139]. Дослідження, проведені на ділянках сольового забруднення на території нафтових родовищ у Канаді, дозволили виявити види бріобіонтів, стійкі до підвищеної концентрації солей у субстраті. Ними виявились лісові мохи *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not, *Aulacomnium palustre* та *Pohlia nutans*, які колонізували засолені субстрати та значно зменшували інтенсивність їх ерозії [216].

Мохоподібні (разом із водоростями) були відмічені і на токсичних відвалах фосфогіпсів (Білорусь) [13]. Повідомляють, що поверхню свіжих відвалів заселяють піонерні *Ceratodon purpureus*, *Dicranella heteromalla* та

Funaria hygrometrica, які утворювали щільний покрив на поверхні субстрату. На старих відвалах було знайдено лісовий вид *Pleurozium schreberi* та групу печіночників (*Aneura pinguis*, *Blasia pusila* та *Marschantia polymorpha*), що, на думку автора, свідчить про поступове покращення умов техногенного середовища в процесі його саморегенерації.

Отже, з аналізу літературних даних випливає, що маючи високу резистентність до екстремальних умов модифікованого середовища, представники бріобіоти одними з перших оселяються на техногенних відслоненнях, де з часом формують рясні, добре структуровані багатовидові угруповання, збагачуючи фіторізноманіття та підвищуючи загальну біологічну продуктивність, а відтак і стабільність регенераційних екосистем. Завдяки своїм токсикотолерантним властивостям, бріобіота здатна заселяти хімічно забруднені субстрати, непридатні для інших рослин, та відігравати важливу роль у їх детоксикації та відновленні.

1.2. Мохоподібні у техногенних екосистемах України

Щодо чисельності і поширення мохоподібних на техногенних територіях в Україні існує обмаль даних. Екологічна роль мохоподібних в трансформованих екосистемах вивчена недостатньо, а визначення їхньої участі у відновленні та формуванні рослинності техногенних ландшафтів тільки розпочинається [106]. Сучасні дослідження мохоподібних зон техногенного впливу в Україні приурочені до найкрупніших центрів гірничопромислової галузі країни: Донецького кам'яновугільного і Криворізького залізрудного басейнів на сході країни, та Львівсько-Волинського кам'яновугільного і Передкарпатського сірконосного басейнів, а також Бориславського нафтогазоносного району – на заході. Основними напрямками, за якими провадиться вивчення бріобіонтів у техногенних

екосистемах України є бріофлористичні, бріоекологічні та бріоіндикаційні дослідження.

В ході флористичних досліджень в східному регіоні України в межах доломітових та кварцитових кар'єрів Донбасу було відмічено 16 видів бріобіонтів [20], тоді як на вугільних териконах – 17 видів [19, 84, 111], з них 4 – нові для цього регіону види (*Aulacomnium palustre*, *Polytrichum commune*, *Calliergonella cuspidata* та *Bryum torquescens* De Not.). У Кривбасі на території залізорудних родовищ було знайдено 14 видів мохоподібних, з них на щебені кварцитів – 4 види, на відвалах різного породного складу – 6 на вапнистих скельних субстратах – 4 види [44]. Найбільш поширеними на всіх типах техногенних відслонень східного регіону є піонерні космополітні види: *Ceratodon purpureus*, *Barbula unguiculata*, *Tortula muralis*, *Syntrichia ruralis*, *Bryum argenteum*, *B. caespiticium*, *B. capillare*, *Funaria hygrometrica*.

Дослідження бріоекологічного напрямку показали, що своїми перевагами більшість із знайдених на техногенних відслоненнях сходу України мохоподібних – геліофільно-ксерофільні види, представлені екобіоморфою щільної дернини, найбільш пристосовані до існування у відкритих екотопах аридної зони [37, 85].

Бріоіндикаційні дослідження, проведені в техногенних екосистемах Донбасу [37], виявили диференційовану чутливість окремих видів до дії полютантів, що дозволило виділити групу токсикотолерантних видів (*Ceratodon purpureus*, *Funaria hygrometrica* та *Leskea polycarpa*).

В західному регіоні країни бріофлористичні дослідження проводились на девастрованих територіях сірчанних родовищ, на вугільних териконах та відпрацьованих торфокар'єрах. Зокрема, на кар'єрах Яворівського державного гірничо-хімічного підприємства “Сірка” (околиці м. Новояворівськ, Львівська обл.) було відмічено 50 видів мохоподібних [106], на території підземної виплавки сірки – 7 [107], на вугільних териконах (околиці м. Червоноград, Львівська обл.) – 36 видів [15, 16, 65, 74], на відпрацьованих торфокар'єрах Білогорщівського родовища (околиці м.

Львова) – 80 видів [64]. Загалом, згідно з даними бріологічної літератури, на техногенних відслоненнях заходу України в межах Львівської області відмічено 106 видів мохоподібних [15, 16, 64, 65, 72, 106]. Найбільш поширеними на усіх типах техногенних відслонень виявились ширококорозповсюджені рудеральні види, що заселяють різного роду порушені екотопи (*Ceratodon purpureus*, *Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum*, *B. caespiticium* тощо). Показано, що для досліджуваних техногенних територій характерна малоспецифічна бріофлора з переважанням дводомних видів із високою пластичністю розвитку. Ефективне поєднання у життєвому циклі статевого та вегетативного розмноження забезпечує їхнє активне розселення у найрізноманітніших техногенних місцевиростаннях [75].

Поряд із дослідженнями видової різноманітності мохоподібних на техногенних відслоненнях, проводилось вивчення їхньої екології та ролі у відновленні порушених екосистем. Зокрема, на прикладі хімічно забруднених техногенних субстратів сірчаного виробництва ДГХП "Сірка" [107, 59] та відвалах шахти „Надія” Червоноградського гірничопромислового району Львівської області [122] показано, що мохоподібні відіграють важливу роль у нагромадженні органічного вуглецю та біогенних елементів у верхньому шарі субстрату, а також сприяють оптимізації вологості, температури та хімічної реакції субстрату під їхніми дернинами. Встановлено, що токсикотолерантні бріофіти, зокрема *Bryum argenteum*, відіграють важливу роль у формуванні первинних фітоугруповань на території Бориславського нафтового родовища [58].

Бріоіндикаційні дослідження, проведені на заході України у зоні техногенного впливу шахтних відвалів Червоноградської збагачувальної фабрики, Дрогобицького нафтопереробного заводу, Державного гірничо-хімічного підприємства "Сірка" та Миколаївського цементного заводу [40, 78] дозволили встановити, що в умовах техногенного забруднення спостерігається зменшення видового багатства та проективного вкриття в епіфітних обростаннях, натомість зростає частка токсикотолерантних видів

мохів, таких як *Leskea polycarpa*, *Pylaisia polyantha*, *Platygyrium repens*, *Amblystegium serpens*, *Orthotrichum pumilum* Swartz.

Зважаючи на фрагментарний характер досліджень мохоподібних зон техногенного впливу на заході України, які охоплюють лише окремі техногенні об'єкти, необхідне поглиблене вивчення бріофітного покриву, яке охоплювало би усе типологічне різноманіття техногенно порушених екосистем регіону. З огляду на це, на особливу увагу заслуговують території численних кар'єрів з видобутку будівельної сировини (піску, глини, гіпсу, мергелю тощо), на яких бріоекофлористичні дослідження дотепер не проводились.

1.3. Роль мохоподібних у реставрації техногенних екосистем, їхнє індикаційне та созологічне значення

Колонізуючи відслонення техногенних комплексів, мохоподібні виконують низку важливих функцій щодо стабілізації умов виростання, що позитивним чином позначається на перебігу відновних сукцесій загалом.

Наприклад, моховий покрив, утворений *Polytrichum strictum* на свіжих виробітках торфу, у зимовий період захищає молоді паростки рослин від вимерзання [179], тоді як влітку попереджає загибель пророслих насінин, запобігаючи пересиханню поверхневого шару субстрату [219]. Оселяючись на свіжих відслоненнях піщаних кар'єрів, політрихові мохи сприяють вселенню судинних рослин та каталізують сукцесії ґрунтової біоти (зокрема базидіоміцетів) через фіксацію рухомого субстрату та підвищення вмісту вуглецю та азоту у підстеляючому дернини субстраті [151].

Доведено, що на відслоненнях вапняків та каолінових глин, вкрай бідних на поживні речовини, збагачення субстрату азотом відбувається головним чином внаслідок його фіксації біологічно активним шаром, складеним мохами та асоційованими з ними мікроорганізмами [163, 229].

Дослідження, проведені на залізорудних та вугільних родовищах у Північній Америці, показали, що моховий покрив значно зменшує інтенсивність ерозії за рахунок зчеплення субстрату ризоїдами [210, 158], ефективно утримує вологу у поверхневому шарі субстрату завдяки високій вологоємності дернини [172, 210, 213], зменшують токсичність ґрунтів, забруднених важкими металами [210], підвищують вміст азоту, асоціюючи з азотфіксуючими ціанобактеріями [210, 213], захищає паростки рослин від вимерзання [166], змінює значення рН поверхневих шарів субстрату [172]. Здатність мохів змінювати хімічну реакцію середовища своїх оселищ була відмічена також і для бріоугруповань на техновідслоненнях у Великій Британії: було зауважено поступове зниження значення рН (від 6-7 до 4) під сфагновою дерниною на днищі глиняного кар'єру [236].

На підставі вищенаведених фактів можна стверджувати що, оселяючись на техногенних відслоненнях, мохоподібні помітно зменшують інтенсивність водної та вітрової ерозії, стабілізують водний та температурний мікрорежими, підвищують вміст азоту та вуглецю у підстиляючому субстраті та чинять на нього ацидифікуючу дію. Тим самим бріобіоти сприяють становленню мікробо-, міко-, фіто- та едафокомпонентів регенераційних екосистем в межах своїх мікрооселищ.

Виявлення високого екологічного потенціалу мохоподібних щодо освоєння техногенних відслонень дозволяє говорити про перспективи їх використання під час проведення реставраційних заходів. Зокрема, висловлювались пропозиції відносно використання *Polytrichum strictum* для задержування свіжих торф'яних виробіток у провінції Квебек (Канада) [179]. Піонерний мох *Ceratodon perpureus*, відомий своєю витривалістю до дії екстремальних факторів, було рекомендовано для рекультивації техногенно відслонених вугільних пластів у штаті Західна Вірджинія (США) [172]. Перезволожені ділянки вугільних виробіток у штаті Айова (США), на яких попередньо висіяні злаки загинули через підвищену кислотність субстратів, вдалось успішно заселити сфагнами [168]. Є досвід використання сфагнових

мохів на золовідвалах бурого та кам'яного вугілля у Польщі, які вважаються субстратами, вкрай несприятливими для природного заростання [147]. У провінції Альберта (Канада) було рекомендовано використовувати лісові мохи *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis* для проведення антиерозійних заходів на місцях сольового забруднення, що виникає внаслідок експлуатації нафтових родовищ [216]. Експеримент із штучного заселення ділянок піщаних кар'єрів та післяпожежних угідь *Polytrichum juniperinum* та лишайниками роду *Cladonia*, проведений у штаті Нью-Джерсі (США), показав, що під моховими дернинами швидше, ніж під лишайниковими, зростає вміст вуглецю та азоту; також мохова дернина забезпечувала кращі умови для проростання насіння рослин [224].

Також розроблено спеціальну Бріотек-технологію [159], що передбачає реставрацію антропогенно відслонених субстратів з використанням суміші (інокуляту) бактерій та вегетативних частин мохів, яка розпилюється на ушкоджені ділянки. Фрагменти бріофітів попередньо відбираються на природних ділянках. Зазначають, що методика є малотравматичною для донорських дернин, оскільки вилучаються лише малі їх часточки, що є достатнім для виготовлення промислової культури через надзвичайно високу регенеративну спроможність бріофітів. Бріотек-технологія була успішно апробована на туристичних маршрутах поблизу м. Ріц (Франція), де сильно еродовані ґрунти вже за кілька місяців були стабілізовані моховим покривом, що доводить високу ефективність використання бріобіонтів як агентів реабілітації антропогенно порушених екосистем [159].

Мохоподібні є чутливими щодо змін компонентами природних та синантропних фітокомплексів, які добре відображають навіть незначні коливання фізико-хімічних параметрів середовища, що часто не проявляються на рівні судинних рослин [5, 9]. Протягом останнього сторіччя бріобіонти широко використовуються як індикатори стану середовища, зокрема, під час контролю забруднення гідро- та атмосфери. На основі ліхено- та бріоіндикаційних методів складено карти забруднень більш ніж

для 100 міст світу [79, 103]. Бріобіонти є ефективними індикаторами дигресивних змін в урбанізованих [80], а також степових [23, 26] та лісових екосистемах, які зазнають антропогенного тиску [5, 77, 109, 154, 174, 181]. Таким чином, можна говорити про перспективи використання мохоподібних як ефективних біоіндикаторів стану самовідновлюваних екосистем, які достатньо адекватно прогнозують напрямки та інтенсивність регенераційних процесів.

У низці робіт показано важливість значення техногенних екотопів для підтримання різноманіття регіональної фітобіоти, в тому числі і її бріокомпоненту. Зокрема відомо, що мохоподібні, які трапляються на мідних рудниках Корнуолу (Велика Британія), репрезентують 25% видового бріорізноманіття всього графства [171], а мохоподібні, приурочені до території доломітових та вапнякових кар'єрів у Литві – 10% бріорізноманіття цілої країни [188].

Окремо підкреслюється роль техногенних відслонень як осередків оселення рідкісних видів [164]. Так, у Західній Богемії (Чехія) на старому вапняковому кар'єрі було знайдено новий для цієї країни та рідкісний для Європи вид моху *Philonotis marchica* (Hedw.) Brid. [156], у Великій Британії 9 рідкісних видів бріобіоти було відмічено на залізорудних родовищах Корнуолу [171], з яких 3 види (печіночники *Cephaloziella integerrima* (Lindb.) Warnst., *C. massalongi* (Spruce). Müll. та *Scopelophilla cataractae* (Mitt.) Lindb. трапляються виключно на закинутих рудниках; 5 видів – на родовищах мінеральної сировини у Західному Сасексі [217]. На доломітових та пісковикових каменярнях Литви було знайдено 6 рідкісних видів мохоподібних [188], з яких два регіонально рідкісні види (*Fissiden dubius* та *Bryum funkii*) не трапляються у природних екотопах і поширені виключно у техногенних екотопах. На стінках пісковикової каменоломні в Німеччині (околиці м. Готінген) відмічено 5 регіонально рідкісних видів бріобіонтів [228]. На техногенних відслоненнях, розташованих на території України також було відмічено низку раритетних видів різних категорій рідкості.

Так, у техногенних комплексах Донецької області було знайдено кілька регіонально рідкісних болотяних видів, не притаманних природним місцевиростанням степової зони: *Calliergonella cuspidata*, *Aulacomnium palustre* та *Polytrichum commune* [37]. На техногенних відслоненнях Львівської області (кар'єри сірчаного виробництва, відвали вугільної промисловості, торф'яні виробітки) відмічено такі регіонально-рідкісні види, як *Pellia epiphylla*, *P. endivaefolia* (Dicks.) Dum., *Cephalosiella rubella*, *Sphagnum capillifolium* (Ehrh.) Hedw., *S. fallax* H. Klinggr., *S. teres* (Shimp.) Ångstr., *Aloina ambigua* (Bruch et Schimp.) Limpr., *Philonotis marchica*, *Cirriphyllum crassinervium*, а також види, занесені до Червоної книги бріофітів Європи (*Pohlia elongata* Hedw., *Hamatocaulis vernicosus* (Mitt.) Hedenäs, Червоної книги України (*Helodium blandowii* (F. Weber et Mohr.) Warnst.) та один новий, адвентивний для бріофлори України вид – *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. [15, 16, 64, 65, 72, 73, 106].

Таким чином, техногенні відслонення можуть відігравати важливу роль у підтриманні регіональної флористичної бріорізноманітності та у збереженні рідкісних видів мохоподібних *in situ*. Зважаючи на наявність значного числа раритетних видів, спроможних заселяти техногенно трансформовані екотопи, ціла низка антропогенних відслонень регіону досліджень заслуговує на надання охоронного статусу і може бути рекомендована до включення у природно-заповідний фонд України. Для цього необхідно провести виявлення та обстеження численних техногенних відслонень регіону досліджень, які можуть бути потенційними осередками виростання загрожуваних видів мохоподібних, насамперед тих, на яких бріологічні дослідження раніше не проводились. Є вагомі підстави вважати, що згадані техногенні оселища можуть бути осередками існування рідкісних та важливих для біорізноманіття Волино-Поділля та Передкарпаття видів бріобіоти.

РОЗДІЛ 2

ПРИРОДНІ ТА АНТРОПОГЕННІ УМОВИ ФОРМУВАННЯ РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ТЕХНОГЕННО ЗМІНЕНИХ ЕКОСИСТЕМ НА ВОЛИНО-ПОДІЛЛІ ТА ПЕРЕДКАРПАТТІ

Відновлення рослинного покриву за умов порушених ландшафтів, які виникають у місцях техногенного втручання у природні екосистеми, залежить від цілого ряду локальних факторів: глибини і площі відслонень, характеру розкритих порід, особливостей гідрологічного та термічного мікрорежимів тощо [137]. Водночас, поряд з антропогенними чинниками, які визначають специфіку складу та структури новосформованих фітокомплексів, істотна роль у визначенні їх рис та подальшої генези належить природним фізико-географічним особливостям території [131], які визначаються характером рельєфу, геологічною структурою, кліматичними параметрами, характером зонального ґрунтового та рослинного покриву.

2.1. Природні умови регіонів досліджень

Досліджувана територія знаходиться в межах двох суміжних фізико-географічних областей: Волино-Поділля та Передкарпаття [94].

Територія Волино-Поділля та Передкарпаття займає перехідну від лісової до лісостепової зони смугу. Оскільки територія Волино-Поділля та Передкарпаття ще в недалекому минулому була вкрита лісами [6], й дотепер на ній переважають лісові ландшафти, історично ці області належать до зони широколистяних лісів, за виключенням Малого Полісся, яке належить до зони мішаних лісів [82].

Геологічно досліджувана територія охоплює два геоструктурні регіони: південно-західна частина належить до Передкарпатського крайового прогину, північно-східна – до Волино-Подільської частини Європейської платформи, що має назву Галицько-Волинської западини [46].

Галицько-Волинська западина складена масивними товщами осадових порід усіх систем, починаючи з кам'яновугільного періоду, серед яких безпосередньо на поверхню або близько до неї виходять крейдянні відклади. Крейда майже повсюдно перекривається товщами (25-100 м) третинних відкладів: вапняків, пісковиків та гіпсово-ангідритних відкладів, потужність яких у окремих місцях досягає 50-100 м. Третинні відклади, в свою чергу перекриваються плащем карбонатомісних лесів та лесовидних суглинків, потужність яких коливається від 5 до 30 м [70].

У геологічній будові території Малого Полісся беруть участь осадові породи протерозою і фанерозою, які перекриваються плащем четвертинних відкладів водно-льодовикового, алювіального, елювіального та делювіального походження, потужністю 3-5 м [92].

Передкарпаття, яке розташоване в межах зовнішньої зони Карпатського прогину між Галицько-Волинською западиною і Карпатами, утворене потужною товщею слабкодислокованих порід юри і крейди, перекриті потужною товщею осадів міоцену: піщано-глинистими і мергельними породами, пісковиками, гіпсами та ангідритами, алевролітами тощо. Четвертинні відклади Передкарпатського прогину представлені неоднорідними за літологічним складом континентальними утвореннями, серед яких найбільш поширені алювіальні, алювіально-делювіальні та флювіогляціальні відклади [70].

З геологічною структурою регіонів пов'язаний певний комплекс корисних копалин: паливно-енергетичних, гідромінеральних, гірничо-хімічних тощо [100]. Поширення і розмаїття природних ресурсів у надрах Волино-Поділля та Передкарпаття стало передумовою техногенної трансформації ландшафтів регіону, яка розпочалась ще у давні часи і набула

особливого розмаху протягом останнього сторіччя [51, 101].

Ґрунтовий покрив регіону відрізняється значною гетерогенністю, що обумовлюється локальними відмінностями залягання материнських порід [4, 93].

На лесах та лесовидних суглинках, які є превалюючими типами ґрунтоутворюючих порід Волино-Поділля сформувалися сірі, ясно-сірі та темно-сірі лісові ґрунти і чорноземи опідзолені [4]. До піщаних водно-льодовикових відкладів Малого Полісся та Розточчя приурочене поширення дерново-підзолистих і дернових ґрунтів, а до делювію крейдових мергелів – дерново-карбонатних та чорноземно-карбонатних ґрунтів [92, 95]. В межах Гологоро-Кременецького кряжу домінують дерново-карбонатні ґрунти, що сформувалися на елювії-делювії щільних карбонатних порід [35].

На Передкарпатті найбільш поширені дерново-підзолисті поверхнево-оглеєні ґрунти, підстелені делювіальними безкарбонатними суглинками. Головною особливістю досліджуваних фонових ґрунтів Передкарпаття є різка диференціація профілю на елювіальний та ілювіальний горизонти, що обумовлено складним поєднанням процесів ґрунтоутворення [114].

Клімат досліджуваних регіонів є помірно-континентальним. Його характерною особливістю є м'якість, що проявляється у невеликих різницях температур літа і зими та високій зволоженості. Основним кліматоутворюючим чинником є циркуляція атмосфери. Північно-західні та західні циклони зумовлюють інтенсивні снігопади. Часто зміна повітряних мас навесні зумовлює нестійкий погодний режим. Влітку західні та північно-західні циклони викликають зливи і затяжні дощі. У жовтні та листопаді західні циклони приносять опади, ожеледицю та сильний вітер, часті періоди потепління. Для холодного періоду характерна похмура погода, туман і відлиги. В літній період діяльність циклонів затихає, температурний режим стає більш стійким. Середня температура найхолоднішого місяця – січня – 4-6°C, найтеплішого – липня +17-18°C. Абсолютний максимум температури, відзначений у липні, +37°C,

абсолютний мінімум у січні -39°C . За зимовий період земля промерзає на глибину 30-50 см [45].

Рослинний покрив досліджуваної території, через значну гетерогенність природних умов (насамперед, різноманіття ландшафтних форм та ґрунтового покриву) є надзвичайно неоднорідним і репрезентований усіма основними типами рослинності: лісовою, лучною, степовою, водно-болотною та антропогенно зміненою [48, 128].

Пануючим типом рослинності на теренах Волино-Поділля та Передкарпаття є ліси (широколистяні та мішані) [62]. Середня лісистість території становить понад 28% [45]. Найбільш заліснені Розточчя, Гологори та Мале Полісся [101].

Найширше у досліджуваних регіонах представлені букові ліси фітоценотичного класу *Querc-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger [119] та їх вторинні похідні. Основні масиви букових лісів зосереджені в межах Гологоро-Кременецького горбогір'я та на Розточчі [81, 121]. Моховий покрив широколистяних та мішаних лісів характеризується значною розрідженістю через наявність потужного шару опаду і підстилки, які є малопридатні для оселення бріобіонтів субстратом. Більшою різноманітністю відзначаються епідіаски, епіфітні та епіризні обростання [107]. Типовими є представники неморальних родин *Plagiomniaceae*, *Mniaceae*, *Plagiotheciaceae*, *Thuidiaceae* та *Amblystegiaceae* [108].

Друге місце за поширенням посідають соснові ліси класу *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. in Br.-Bl., Siss. et Vlieger 1939 [119], які трапляються, головним чином, на Малому Поліссі і Розточчі, де займають дюни і горби з міждюнними пониженнями [67, 121]. Моховий покрив у соснових лісів зазвичай є добре розвиненим. Його основу утворюють *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* та *Dicranum polysetum* [105].

В межах понижених, заболочених ділянок рівнинної частини регіону, зокрема на Малому Поліссі, місцями трапляються чорно-вільхові ліси

фітоценотичного класу *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et R.Tx. 1943 em Muller et Gors 1958) [141].

Другу позицію у структурі рослинного покриву посідає лучна рослинність, представлена суходільними (вторинними) та заплавними луками. Суходільні луки займають межиріччя, високі річкові тераси та ділянки сучасних річкових заплав, розміщених вище надпаводкової межі, заплавні луки поширюються у заплавах річок [8]. У складі рослинності територіально переважають луки класів *Molinio-Arrhenatheretea* R.Tx 1937 та *Phragmito-Magnocaricetea* Klika in Klika & Novák 1941 [119]. Моховий покрив суходільних лук через щільний травостій розвинений слабо. Натомість, на заплавних луках нерідко розвивається суцільний моховий покрив, у якому переважають гігро-гідрофільні види *Drepanocladus aduncus* та *Calliergonella cuspidata*.

Степова рослинність окремими локалітетами зосереджена в межах Подільської височини, а саме на Гологоро-Кременецькому кряжі. Трав'яні угруповання ксерофітного типу класу *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R.Tx. 1943 приурочені до відслонень кальцієвмісних порід (вапняки, мергелі та вапнисті пісковики) на схилах південної, південно-західної та південно-східної експозиції [138]. Степові ділянки відзначаються слабким розвитком мохового покриву; переважають представники родин *Bryaceae*, *Pottiaceae* та *Brachytheciaceae*.

Основна маса заболочених площ у регіоні досліджень зосереджена на Малому Поліссі [141]. Найбільш поширеними є оліготрофні верхові болота класу *Oxycocco-Sphagnetes* Br.-Bl. et R. Tx.1943. Моховий покрив боліт є добре розвиненим. Найбільш характерними є гігрофільні мохи – представники класу *Sphagnopsida*.

Природна зональна (неморальна) рослинність у регіоні досліджень представлена широколистяними лісами, екстразональна – осередками бореальної (соснові ліси) та аридної (степи) рослинності, інтразональна –

петрофітною рослинністю кам'янистих відслонень, а також луками і болотами.

Рослинність значної частини території регіону є сильно змінена процесами антропоізації, внаслідок чого значного поширення набули сегетально-рудеральні фітокомплекси, тоді як природна рослинність збереглася менш як на одній третині площі регіону. Основними чинниками, що визначають напрямки модифікації земель регіону, є процеси урбанізації та техногенезу. Останні докорінно змінюють структуру природних ландшафтів, та, як наслідок – призводять до формування специфічних фітокомплексів, які суттєво відрізняються від нативних за кількісним та якісним складом.

2.2. Локальні умови техногенних комплексів та їхнє значення для формування рослинного покриву

Розкриті гірські породи та відклади після припинення видобувних робіт поступово залучаються до процесів ґрунтоутворення та постають в якості осередків для оселення представників різних груп біоти, в тому числі і рослин.

Відомо, що формування рослинного покриву посттехногенних екосистем визначається як регіональними зонально-кліматичними особливостями, так і своєрідністю конкретних екологічних умов [137]. Але питання про те, що саме детермінує його розвиток – природні чи антропогенні фактори, до тепер залишається відкритим, оскільки їх комплексний вплив надзвичайно важко розділити на окремі складові. В контексті цієї проблеми було досліджено флори техногенних екотопів Європи уздовж широкого географічного градієнту [130, 131]. Отримані результати дозволили встановити наступну чітку закономірність: вплив природно-кліматичних чинників на формування техногенних

флорокомплексів є обернено залежним від ступеня їх трансформації та площі порушень. Тобто, чим більш специфічним за відношенням до природних зональних аналогів виявляється новосформований екотоп, тим сильніше на його розвиток впливають саме конкретні локальні умови і тим менше у ньому проявляються зональні риси.

Інтенсивність техногенного впливу визначає також і швидкість регенеративних процесів: відновлення сильно ушкоджених ділянок є утрудненим та надзвичайно повільним, особливо на ранніх етапах [16, 123, 194]. Піонерній рослинності притаманна азональність: первинні фітокомплекси формуються за участі космополітних та широкоареальних видів з високою часткою адвентів [123, 125, 130]. Проте, з часом вплив локальних факторів нівелюється: подальший розвиток первинно-стабілізованих екосистем визначають природні чинники, які скеровують розвиток регенераційних угруповань до основних зональних варіантів [38, 130, 138, 140].

Найважливішими антропогенними факторами, що спричиняють регенераційну динаміку порушених екосистем на початках їх відновлення, є субстратно-породний склад відслонень, а також характер рельєфу, що впливають на місцеві мікрорежими освітлення та зволоження [38, 71, 164, 212].

Найменш сприятливими для оселення рослин є ґрунтові субстрати, що формуються в умовах токсичного середовища (вугільні, нафтові, сірчані родовища, території хімкомбінатів тощо). Ініціальні сукцесійні процеси на хімічно забруднених субстратах, які не мають аналогів у природі, є вкрай сповільненими. Розвиток рослинних угруповань на них значно затримується і впродовж кількох десятків років там формуються лише слабкоструктуризовані розріджені піонерні угруповання лабільного видового складу [16]. В регіонах досліджень до відслонень із хімічно-забрудненими субстратами належать родовища паливно-енергетичної

(нафта, кам'яне вугілля) та гірничохімічної (натрієві, калієві та магнієві солі, сірка) сировини [52].

Набагато сприятливішими для природного заростання є хімічно незабруднені відслонення, що утворюються у місцях видобутку будівельної сировини (пісок, глина, цементна сировина, гіпс, вапняки тощо). На таких техновідслоненнях інтенсивність заростання залежить, насамперед, від їх субстратно-породного складу: темпи відновлення на субстратах глинистого та суглинкового складу виявляються вищими, ніж на легких субстратах (пісках та супісках), оскільки за комплексом гідро-, термо- та аерофізичних властивостей, едафотопи першої групи забезпечують кращі для формування фітобіоти умови, а також є багатшими на елементи живлення рослин [71, 197].

Різнорізанітні скельні відслонення є малопридатними для оселення рослин через високу мінералізованість субстрату, його надмірну сухість, екстремально високі денні температури на поверхні та низьку трофність [134, 164]. Успішність оселення рослин на кам'янистих ділянках визначається, насамперед, вмістом дрібнозему: щільні відслонення скельних порід практично не заростають, тоді як на дрібнощербенистих субстратах нерідко формуються суцільні травостої [137]. На середньо- та крупноуламкових схилах, зазвичай, мозаїчного поширення набувають розріджені рослинні угруповання. Зауважено, що незімкненість рослинного покриву тут може утримуватись невизначено довгий час через високу кам'янистість та сипкість субстрату [134]. Таким чином, ступінь сприятливості кам'янистих субстратів для природного заростання збільшується по мірі руйнування щільних порід, підвищенні вмісту дрібнозему та накопичення поживних речовин у ньому.

Таким чином, за ступенем сприятливості для природного заростання техногенні відслонення Волино-Поділля та Передкарпаття можна розташувати наступним чином:

- глинисті та суглинисті відслонення;
- піщані та супіщані відслонення;
- відслонення щільних (осадових) карбонатних та силікатних порід: вапняків, мергелів та пісковиків.

На успішність заселення техногенних відслонень рослинами впливає також кислотно-лужна реакція ґрунтового середовища, оскільки багато видів рослин пов'язують своє поширення з певним значенням кислотності. Екстремально низькі чи надто високі значення рН, як правило, виявляються летальними для більшості рослин. Зокрема, сильно кислі субстрати відвалів вугільних шахт ЦФЗ «Львівобленерго» (м. Червоноград) інгібують проростання насіння та спричиняють важкі ушкодження кореневої системи дорослих рослин [12].

Значущість техногенно сформованих форм рельєфу полягає, насамперед, у перерозподілі абіотичних факторів, притаманних певній місцевості, тобто тих кількостей тепла, світла і вологи, які є зональними. Саме особливості штучного мезо- і мікрорельєфу сприяють проявам відмінностей у середовищі виростання рослин, незначних за просторовою протяжністю, але достатньо виразними за характером дії екологічних чинників. Тому від елементів рельєфу відслонень нерідко залежить просторова структура угруповань – чергування на ділянках невеликої площі видів з різними екологічними потребами. Так, за умов переважання позитивних форм рельєфу (схили, відвали) відбувається ксерофітизація техногенних флор відносно зональних, а в межах негативних форм рельєфу (через застій атмосферних чи вихід ґрунтових вод) – їх гігро- чи гідрофітизація [137].

До відслонень із переважанням позитивних форм рельєфу, що утворюються внаслідок гірничопромислової модифікації природних ландшафтів Волино-Поділля та Передкарпаття, належать територіальні (наземні) кар'єрно-відвальні та териконні технокомплекси, із переважанням

від'ємних форм – наземні торф'яно-кар'єрні та аквальні (земноводні) комплекси з (останні – у заплавах річок) [52].

Успішність заростання техногенних відслонень значним чином залежить і від їх кута ухилу та експозиції. Відомо, що на схилах південної експозиції кут падіння сонячного проміння ближчий до прямого, ніж на горизонтальних поверхнях. Північні схили отримують промені або під дуже гострим кутом, або лише розсіяну радіацію. Це викликає суттєві відмінності у прогріванні повітря і ґрунту, режимі зволоження (зокрема, у швидкості висихання субстрату) та інших компонентах мікроклімату. Інтенсивність протікання відновних процесів на схилах північної експозиції є помітно вищою за таку на контрастних південних схилах [204]. Отже, крайніми критичними локусами техногенних відслонень можна вважати стрімкі схили південної експозиції. Зауважено, що південні схили вугільних териконів Червоноградського гірничопромислового району здатні прогріватись до 50-60°C [15]. Екстремуми таких екотопів, особливо з крупноуламковими субстратами, визначають набір спеціалізованих видів, які здатні утримувати екологічні позиції в умовах перегрівання та низького зволоження субстрату [134].

На пізніших етапах самозаростання техновідслонень, до комплексу зовнішніх чинників долучаються також внутрішні механізми формування рослинного покриву – міжвидові взаємовідносини конкуренції чи самосприяння, які обумовлюють поступове структурування регенераційних фітокомплексів та стабілізацію їх складу [168].

Таким чином, не зважаючи на штучне походження, техногенні відслонення мають високу потенційну спроможність до самозаростання. Напрямок та інтенсивність процесів формування рослинного покриву у техногенних екосистемах визначається як регіональними зонально-кліматичними особливостями, так і локальними екологічними умовами конкретного технокомплексу, насамперед, типом субстрату та характером рельєфу.

2.3. Етапи та напрямки антропогенної трансформації ландшафтів Волино-Поділля та Передкарпаття

Територія Волино-Поділля та Передкарпаття здавна зазнавала трансформації через діяльність людини, проте сила антропопресій зростала поступово та нерівномірно. В історії гірничо-видобувного освоєння природних ресурсів краю виділяють три періоди: допромисловий, мануфактурний та індустріальний [52].

Допромисловий період. Поява перших антропогенних форм рельєфу на теренах Волино-Поділля та Передкарпаття пов'язана насамперед зі зведенням оборонних комплексів (валів та ровів) та видобутком природних матеріалів (піску, глини, вапняків та пісковиків), що використовувались у будівництві. Початок інтенсивної антропогенної трансформації природних ландшафтів регіону припадає на X-XIII ст., що було викликано різким зростанням темпів містобудування. Впродовж зазначеного періоду були засновані Львів, Звенигород, Белз, Броди, Потелич, Городок, Самбір та ряд інших населених пунктів Галицько-Волинського князівства [57].

Найбільш масштабним на Галичині було споживання «білого каменю» (вапняку), який у регіоні природно відслонювався на схилах балок та пагорбів, де й облаштовували каменярні. Цей матеріал використовували здебільшого для побудови фортифікаційних та культових споруд, тоді як житлові будинки здебільшого лишались дерев'яними [32]. Видобуток провадився із застосуванням м'язової сили; вилучена сировина dopravлялась до місць призначення гужовим транспортом, що дозволяв одноразово перевозити лише невеликі партії, тому каменярні намагались закладати якнайближче до місць будівництва та використовували місцеві матеріали.

Наприкінці XII ст. зростає споживання глини. Поширення набуває технологія «пруського муру» – каркасної конструкції, заповненої цеглою чи просто глиною. Після пожежі 1381 р., яка знищила більшу частину

дерев'яної забудови, в околицях Львова виникають численні «цегольні», при яких відбирали сировину для виготовлення цегли. Використання глини як основного будівельного матеріалу триває аж до початку XVI ст. [32].

Від початку XVI ст. серед заможної частини населення Галичини стає популярним побудова житлових будинків з каменю, т.з. «кам'яниць», що поступово заповнили центральні частини міст та містечок. У Львові кам'яне будівництво приватних будинків поширюється після пожежі 1527 року, яка повністю знищує рештки дерев'яної забудови. Це призводить до помітного розширення мережі тогочасних каменярень в околицях міста. Зокрема, матеріали на розбудову Львова постачало с. Знесіння, де «бідні селяни працювали здавна при каміньоломах» [2]. Відомо, що з околиць Знесіння було видобуто 800 возів каменю для «направи високого та низького замку, на будову ставропігійської Успенської церкви й друкарні та церкви й келій Онуфріївського монастиря» [2]. Польський літописець Ян Альнпех зазначає, що наприкінці XVI ст. Львів «має найкращі каменоломні порівняно з іншими містами Польщі. У навколишніх горах є також поклади гіпсу та гарного прозорого алебастру, якого мало де можна знайти» [3].

Видобуток будівельних матеріалів у найбільш зручних місцях з багатими покладами тривав сторіччями, що призвело до швидкого збільшення площ антропогенних відслонень. Глибини деяких кар'єрів могли сягати 10-15 м, а висота відвалів – 5-10 м [51]. На жаль, жодні з численних кар'єрів, експлуатованих впродовж зазначеного періоду, до нашого часу не збереглися: сконцентровані навколо населених пунктів, вони були «поглинуті» пізнішою забудовою або поступово набули природного вигляду під дією ерозійних процесів. Зважаючи на це, у цілому, вплив людини на ландшафти регіону ще до кінця XVII ст. можна визначити як помірний, що не завдав незворотних змін. Проте, давні

кар'єри, що розроблялися вручну, кустарними методами, можна вважати першими прототипами сучасних гірничотехнічних систем [51].

Мануфактурний період. Наприкінці XVIII ст., після входження Галичини до складу Австрійської імперії на землях Волино-Поділля та Передкарпаття розпочинається новий період бурхливої розбудови міст, а також швидкий розвиток промисловості, зумовлений появою новітніх технічних засобів. Гірнича галузь регіону складалась із мережі численних мануфактур певного профілю [52]. У найбільших обсягах видобували пісок, глину, будівельний камінь, гіпс, мергель («опоку») – тобто різноманітні будівельні матеріали [124].

У першій половині XIX ст. головним промисловим центром регіону постає Львів. Більшість осередків добування та виготовлення будсировини знаходились на території міста або неподалік його тогочасної межі. Тут функцінувало більш як 50 каменоломень, загальною площею 193369 м². [63]. Найбільші з них в межах міста розташовувались на схилах Кортумової гори («ломи Левицького»), в районі Майорівки («Медова печера») та Софіївки («каменолом Камінського»). Великі каменярі працювали також у передмістях. Так, матеріалом з каменолому на Чортівській Скелі (с. Лисиничі) було вибруковано тракт Львів-Винники, з с. Бірки – ділянку дороги напрямку Львів-Янів [198]. Загалом, до середини XIX ст. для виготовлення бруківки використовували лише місцевий матеріал із передміських каменоломень [126]. З блоків, видобутих у Клепаровській каменярі, викладено склепіння залізничних тунелів, з каменолому при основі Замкової гори – насип під залізничну колію між станціями Підзамче та головним вокзалом [198]. Поза межами Львова великі кам'яні кар'єри (вапнякові, пісковикові та алебастрові) при відповідних майстернях наприкінці XVIII – середині XIX працювали у Демні, Полянні, Красові, Миколаєві, Роздолі та Журавному (Опілля) [136].

З 1890 року у Львові запрацювала фабрика гіпсу [63], сировину для якої постачали місцеві кар'єри, найбільшим з яких був «гіпсолом Франца» [86]. По їх виробітку гіпс почали довозити з-поза меж міста, зокрема, з Пустомитів. Потужна гіпсова фабрика з мережею кар'єрів працювала також у Щирці [57].

Найбільші кар'єри «доброї глини», що постачали сировину для 8 львівських «цеголень» на початку XX ст., були розташовані у передмісті, на території Козельників, Персенківки, Кульпаркова та Сихова (зараз – територія Львова) [124]. Цеглеробні і керамічні заводи діяли також у Жовкві, Городку та Глинній Наварії [57].

Пісок для двох львівських склопереробних заводів видобували на піщаних пагорбах поблизу Личаківської рогацьки, в районі Козельників, Тракту Глинянського, Лисиничів, Сихова та Знесіння [63, 124].

Всього у Львові (станом на 1849 рік) діяло 103 кар'єри, з яких впродовж першої половини XIX ст. було видобуто 626, 2 тис. м³ будівельної сировини [52]. За кількістю підприємств будівельна промисловість у структурі економіки міста посідала одне з провідних місць [53].

Інтенсивний розвиток гірничо-видобувної галузі призвів до виникнення перших великих ареалів порушених земель, які і надалі невпинно розростались. Тогочасний Львів був охоплений кільцевою мережею промислових кар'єрів, яка у південно-східному напрямку розривалась територією головного залізничного вокзалу та підпорядкованих йому роз'їздів. Через складний рельєф ця смуга лишилась незабудованою по прилученню прилеглих приміських громад у 1930 р. та стала головним осередком «невжитків», тобто земель, відчужених з господарського використання [124]. Пізніше ці площі (головним чином у повоєнні роки) було перетворено на низку рекреаційних об'єктів чи зайнято під промислову забудову.

Значні за площею відслонення утворились і поза межею міста. Стінки старих каменярень чи виїмки «пісківень» дотепер добре помітні у багатьох місцях регіону. Глиняні кар'єри при цегляних заводах з часом заповнилися водою та перетворились на штучні водойми (озера у Глинній Наварії, Городку, у Львові – в парку «Горіховий Гай»).

Існування значних площ штучних «невжитків» (головним чином в межах міста) викликало потребу у пошуку засобів для їх вторинного використання. Так, розкриті піски Замкової гори та Личаківської рогацьки, які часто ставали причиною піщаних бур у місті, було перетворено на міські парки. Парк Високий Замок було закладено у 1835 р. Під час його облаштування була вирівняна поверхня та сплановано тераси; при цьому дві великі ями, з яких видобували пісок та стара каменяря були засипано та вирівняно. У 1892 р. було закладено Личаківський парк – сплановано тераси та насаджено дерева, які закріпили рухомі піски [66]. Австрійською сосною було засаджено схили Піщаної Гори, з якої видобували пісок і камінь [59]. Дещо пізніше, у 20-х рр. ХХ ст. було закладено «Гданьський спортовий парк» на місці гіпсових кар'єрів фабрики Франца (тепер – парк «Піскові озера»); у ньому було облаштовано стадіон та озера для купання [86]. Натомість, позаміським кар'єрам по їх виробітку не приділяли належної уваги; ці відслонення, сильно вражені ерозійними процесами, у багатьох місцях добре помітні і дотепер.

Індустріальний період. У повоєнні роки розпочалась стрімка індустріалізація гірничовидобувної промисловості регіону. З того часу почали свою роботу майже усі значні гірничо-видобувні комплекси регіону. Деякі з них і зараз є джерелом постачання необхідної сировини [52].

Основними типами корисних копалин, які активно видобуваються в межах досліджуваної території методами відкритої (кар'єрної) розробки у сучасний період, є сировина для виробництва будматеріалів (гіпс, мергель, глина, піски, вапняк та пісковик). За обсягами видобутку

будівельна сировина становить 34,9% мінерально-сировинної бази Львівської промислової агломерації. На теренах Волино-Поділля та Передкарпаття розвідано 175 родовищ, 64 з яких активно розробляється до тепер. Сумарний видобуток різної будівельної сировини щороку становить понад 2,5 млн. м³, насамперед, покладів вапняку, гіпсу, глини і піску [113].

Потужні поклади гіпсів зосереджені в околицях Щирця, де у 60-х рр. XX ст. був збудований алебастровий завод. Сировину для підприємства постачає мережа кар'єрів, у яких розкрито верхньотортонські гіпси, приурочені до Дністровського гіпсоносного району (Опілля) [52].

Родовища мергелю у регіоні досліджень приурочені до ареалу поширення неогенових вапняків. Одне з найбільших підприємств з виготовлення будівельних матеріалів на заході України – Миколаївський гірничо-цементний комбінат став до ладу у 1959 році [127]. Сировинною базою підприємства є Розвадівське, Роздольське, Кагуївське та Добрянське родовища (Опілля). Також з початку 60-х рр. розпочато активну експлуатацію Потелицького та Жовківського мергелевих родовищ (Розточчя), що постачають сировину для Рава-Руського цементного заводу [51].

Як цегельно-черепичну сировину для виробництва будівельної і грубої кераміки (цегла, черепиця, керамічна плитка тощо) використовують переважно глини та суглинки, зрідка – леси. В експлуатації перебуває 36 промислових глиняних родовищ, які постачають 8,7% сировини від видобутку в Україні [113]. Глиняні кар'єри (в тому числі і стихійні) на території досліджень експлуатуються скрізь, проте основні з них сконцентровані на Передкарпатті (Городок, Судова Вишня, Мостиська).

Природний пісок широко використовують у різних сферах народного господарства: будівництві, ливарному виробництві, як сировину для хімічної переробки тощо. На досліджуваній території розвідано 34

родовища алювіальних і воднольодовикових пісків, з яких 13 перебувають у промисловій експлуатації. Видобуток будівельного піску становить 568,7 тис. м³ (7,7 % від загальноукраїнських обсягів) [113]. Найбільшими кар'єрами є Ясеницький (Розточчя), Розвадівський, Південно-Тростянецький та Давидівський (Опілля).

Кар'єри піщано-гравійної суміші приурочені до старих річищ на Передкарпатті. Нині для потреб промисловості розробляються 4 родовища з 14 розвіданих [51].

Інтенсифікація видобування та споживання продуктів земних надр тривала до середини 80-рр. Надалі, економічна криза початку 90-х рр., зумовлена розпадом СРСР, призвела до масової зупинки підприємств. Разом з тим призупинилась експлуатація багатьох родовищ регіону. Покинуті промислові землі в переважній більшості випадків лишились без належного нагляду. Заплановані рекультиваційні заходи на вироблених родовищах фактично не проводяться, або виконуються лише частково з огляду на їх високу вартість [112].

Впродовж останніх десятиріч спостерігається поновлення роботи деяких родовищ, у зв'язку з відкриттям підприємств відповідного профілю. Особливо це стосується видобування будівельної сировини (пісків, глин, вапняку тощо), споживання яких віднедавна помітно зросло. Подекуди відновлено розробку вапнякового каміння, що йде на оздоблення будівель, підвір'їв та влаштування рокаріїв. Проте треба зазначити, що багато родовищ розробляється самовільно, без оформлення належної технічної документації. За неофіційними даними, лише на Львівщині функціонує 50 незаконних кар'єрів, проте насправді ця цифра є набагато більшою. Згідно даних Державного управління охорони навколишнього природного середовища у Львівській області, щороку фіксуються численні порушення, пов'язані із несанкціонованим видобутком будівельної сировини, головним чином, піску, глини та піщано-гравійної суміші [112, 113].

Відсутність контролю за місцями колишніх розробок викликає особливе занепокоєння, оскільки більшість сучасних кар'єрів є структурними одиницями потужних технокомплексів із докорінною зміною природного рельєфу, гідрологічного і біогеохімічного режимів. Спектр екологічних проблем у закинутих кар'єрах будівельної сировини є надзвичайно широким: активізація схилово-ерозійних процесів, зміна режиму поверхневих, ґрунтових та підземних вод, запилення атмосфери тощо [50].

РОЗДІЛ 3

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

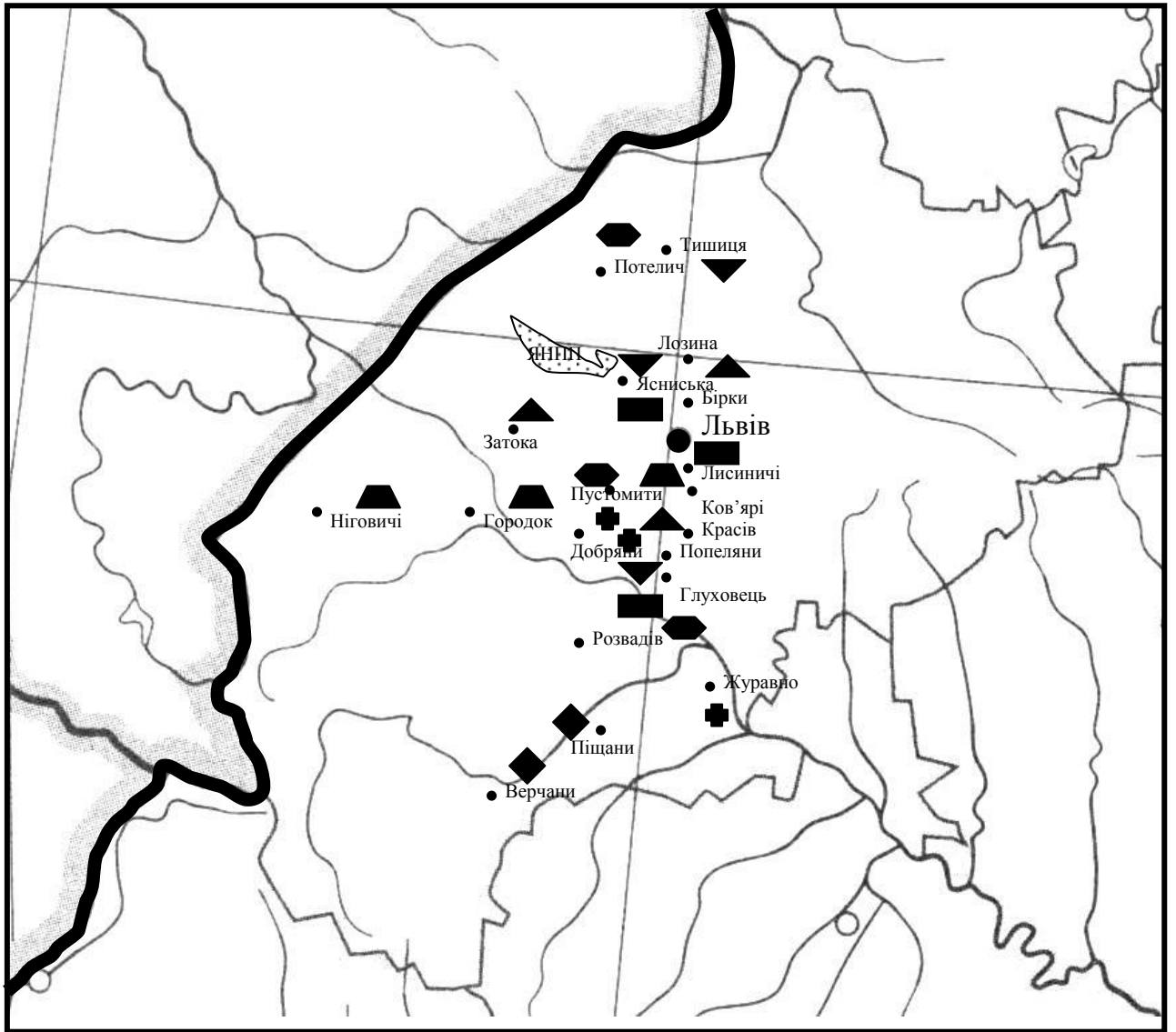
Основою для роботи слугували власні матеріали, зібрані впродовж вегетаційних сезонів 2001-2013 рр. Також під час підготовки роботи було використано матеріали гербарію несудинних рослин Державного природознавчого музею НАН України (LWS).

Під час виконання досліджень було створено робочу колекцію мохоподібних, що обіймає матеріали для 161 виду. До фондів Державного природознавчого музею НАН України передано 816 одиниць зберігання (конвертів) гербарних зборів.

Дослідження та відбір матеріалів згідно обраної теми проводили в межах двох геоморфологічних областей – Волино-Поділля та Передкарпаття [94].

Типовими для досліджуваних регіонів техногенними ландшафтами, які репрезентують домінуючі напрямки антропогенного використання його природних ресурсів, є кар'єрні комплекси безвідвального типу з видобутку нетоксичної промислово-будівельної сировини. Як модельні об'єкти, було обрано 28 кар'єрних комплексів різного віку, розташованих в межах Львівської області (Львівська промислова агломерація), згрупованих за субстратно-породним складом (рис. 3.1). Розглядали 7 типів техногенних відслонень: глинисті (суглинкові), піщані (супіщані), вапнякові, пісковикові, мергелеві, гіпсові та гравійні (Додаток А).

Вивчення видового різноманіття мохоподібних на техногенних комплексах проводили методом флористичного обліку оселищ (floristic habitat sampling) [206]. У відповідності до методики, досліджувані технокомплекси, згруповані за типом субстратів, розглядались як окремі мезооселища.



Умовні позначення:

- ↯ - державний кордон України;
- ▲ - глиняні кар'єри;
- ◆ - гравійні кар'єри;
- - пісковикові кар'єри;
- ▲ - вапнякові кар'єри;
- ⬡ - мергелеві кар'єри;
- ⊕ - гіпсові кар'єри;
- ▼ - піщані кар'єри.

Рис. 3.1. Картосхема розташування дослідних ділянок

Кожне з мезооселищ розглядали як мозаїку відмінних за низкою екологічних чинників оселищ (habitats), які репрезентують гетерогенність умов конкретного технокомплексу.

Для візуальної диференціації оселищ обрано наступні ознаки: ухил поверхні, тип рослинності та її проективне вкриття. За комбінацією цих ознак на досліджуваних відслоненнях було виділено 7 типів оселищ:

- стрімкі стінки та великі брили,
- стрімкі незадерновані схили (осипища);
- пологі схили слабкозадерновані або позбавлені рослинного покриву;
- пологі схили, вкриті трав'яною рослинністю,
- пологі схили, вкриті чагарниковою рослинністю;
- пологі схили, вкриті деревною рослинністю;
- пониження на днищах.

Для кожного оселища визначали видовий склад обростань мохоподібних, їх субстратну приуроченість, загальне проективне покриття мохового покриву та покриття окремих субстратних груп (окомірно, у відсотках) [33, 96, 133]. Всі дані занотовували у полі до облікової картки, схему якої представлено у табл. 3.1.

Зібрані у полі зразки гербаризували традиційним методом [54, 68] та визначали в лабораторних умовах стандартним порівняльно-морфологічним методом за визначниками [14, 41, 54, 55, 67, 90, 116, 117, 226]. Ідентифікацію зразків мохоподібних проводили за допомогою біокулярного мікроскопу МБІ-3 та мікроскопу МБР-1. Для порівняння і перевірки зразків використовували колекції бріологічних гербаріїв ДПМ НАНУ (LWS) та Херсонського державного університету (KHER). Назви та систематичне положення видів наведено за «Чеклістом мохоподібних України» [24].

Таблиця 3.1.

Схема бланку облікової картки для опису оселищ мохоподібних (за «Польовим керівництвом до опису наземних екосистем» [173])

ДАТА:		№ ОПИСУ	ТИП КАР'ЄРУ:		
Населений пункт:			Схематичне зображення ділянки		
УХИЛ:	ЕКСПОЗИЦІЯ:	СУБСТРАТ:			
ХАРАКТЕР ПОВЕРХНІ:					
ЗВОЛОЖЕННЯ:		ВІК:			
ОСВІТЛЕННЯ:					
ПОКРИВ СУДИННИХ:		ПВсудинних, %:			
МОХОВИЙ ПОКРИВ:		ПВ мохів, %:			
ПРИМІТКИ:			ХАРАКТЕР ВТОРИННОГО НАВАНТАЖЕННЯ:		

Сукупності видів мохоподібних, що виростають на окремих типах кар'єрних комплексів, розглядали як парціальні бріофлори [142]. Для кожної з парціальних бріофлор було проведено комплексний аналіз на основі схеми, запропонованої М.Ф. Бойком [20, 21], за якою було визначено специфіку її таксономічної, екологічної та географічної структури. Для визначення систематичної структури кожної флори аналізували такі кількісні показники, як число видів, родів, родин. Додатково для визначення специфіки флор використовували показники співвідношення кількості видів різних класів і груп у її складі [21]:

- між числом видів відділів Marchantiophyta та Bryophyta – $n_{Mar}: n_{Bry}$;
- між числом видів класів Sphagnopsida та Bryopsida – $n_{Sph}: n_{Bry}$.

По аналогії із алгоритмом розрахунку індексу синантропізації, який показує частку синантропних видів у флорі [22] було обраховано індекс ксерофітизації (I_{xer}), який показує частку ксерофітних видів у флорі і дозволяє порівняти ступінь ксерофітизації вибірки бріофлор:

$$I_{xer} = N_{xer} / N,$$

де N_{xer} – кількість ксерофітів та N – загальне число видів у флорі.

Також для кожної з досліджуваних флор було проаналізовано 10 провідних за кількістю видів родин (флористичний спектр), що дає змогу порівнювати флори між собою та визначати її приналежність до надрегіональних об'єднань [128].

Для визначення флористичної спорідненості бріофлор досліджуваних відслонень використовували коефіцієнт Серенсена (K_s):

$$K_s = 2C / (A+B),$$

де A і B – кількість видів, що виявлені у кожному типі оселищ; C – кількість спільних для аналізованих пар оселищ видів [140].

Екологічну структуру досліджуваних бріофлор визначали через виділення груп видів за відношенням до зволоження і освітлення їх оселищ. Приналежність видів мохоподібних до певної групи визначали з допомогою бріоіндикаційних шкал Дюля-Еленберга [169] та емпірично, за приуроченістю видів до конкретних умов місцевиростання [170].

Географічну структуру аналізували за розподілом у ній еволюційно-географічних елементів за принципом класифікації А.С. Лазаренка [69] з доповненнями [20].

Такий комплексний аналіз дозволив виявити усталені риси досліджуваних парціальних бріофлор, зумовлені екологічними умовами техногенних екосистем, а також з'ясувати їх близькість до зональної бріофлори регіону. За контроль було взято парціальну бріофлору природних буково-дубових лісів в межах Яворівського національного природного парку (Розточчя).

Динаміку змін мохового покриву на техновідслоненнях впродовж відновних сукцесій вивчали методом побудови еколого-генетичних рядів [91]. Стадії формування мохового покриву виділяли за проективним вкриттям, переважаючими життєвими формами бріобіонтів та зміною синтаксонів. Для кожного ряду виділяли 4 структурні стадії [167].

Для бріоугруповань кожної стадії визначали їх синтаксономічну приналежність, біоморфологічний склад, розподіл видів за субстратними групами та типи життєвих циклів.

Фітоценоточні описи угруповань мохоподібних виконували за системою Браун-Бланке [233]. Бріоугруповання розглядали як автономні одиниці рослинного покриву, спирачись на сучасні підходи еколого-флористичної класифікації [35] та згідно 3-го Міжнародного кодексу фітоценологічної номенклатури [232]. Ідентифікацію синтаксонів проводили за продромусами мохової рослинності [145, 184, 203].

Біоморфи (життєві форми) визначали за класифікацією Гаймінхам – Робертсона [178] з доповненнями [20, 132], їх приуроченість до умов освітлення та зволоження місцевиростань – за працями К.Уличної [132], Д. Зерова [49], Е.Бірс [148, 149] та Х.Кюршнера [192].

Життєві цикли та статеві типи та способи розмноження мохоподібних техногенних відслонень аналізували згідно з розробками М. Бойка [21]. Здатність видів бріобіонтів до спеціалізованого вегетативного розмноження визначали на основі власних лабораторних досліджень та згідно літературних даних [28, 54, 55, 68, 135, 214, 234, 237].

Класифікація субстратних груп наведена за А. Рубцовою [115], категорії специфічності видів щодо певного типу субстрату – за О. Масловським [83].

Класифікація синантропних видів мохоподібних наведена за М. Бойком [22].

Созологічну оцінку видів бріобіоти проводили згідно їх приналежності до природоохоронних списків різного рангу [25, 41, 105, 161, 211].

Функціональну роль мохоподібних у процесах самовідновлення техногенно порушених екосистем Волино-Поділля та Передкарпаття вивчали на прикладі піщаних та піщано-карбонатних відслонень. Для цього було закладено 3 серії різновікових пробних площ, пов'язаних умовним

трансектою – від свіжого субстрату, щойно заселеного бріобіонтами, до зімкнутого мохового килиму.

Для з'ясування участі мохоподібних у стабілізації мікрокліматичних умов техногенних відслонень та їх участі у процесах первинного ґрунтоутворення досліджували наступні параметри:

- водний режим мохової дернини за методикою В.С. Іпатова, Т.Н. Тархової [56], модифікованої щодо специфіки об'єкта досліджень, згідно якої відбирали пари зразків (оголений ґрунт та мохова дернина) з глибини 0-5 см та 5-10 см;

- температурний режим мохової дернини за методикою В.С. Іпатова, Т.Н.Тархової [56], модифікованої щодо специфіки об'єкта досліджень, згідно якої вимірювали температуру для пар ділянок (оголений ґрунт та мохова дернина) на глибині 0-5 см та 5-10 см, у польових умовах з допомогою електронного термометра-щупу «ЕТ-150»;

- особливості структури техноґрунту та потужність ризоїдної повсті мохової дернини шляхом закладання ґрунтових мікропрофілів у польових умовах [30];

- водну витяжку ризоїдального шару мохової дернини готували за методом Мельничука [87], актуальну кислотність ($\text{pH H}_2\text{O}$) проби оцінювали потенціометричним методом [7];

- вміст гумусу у підризоїдальному шарі ґрунту за методом Тюрина [99].

Фізичні та водно-фізичні параметри для відібраних зразків визначали ваговими та розрахунковими методами з взірців, взятих з непорушеною будовою (щільність будови, польова вологість). Щільність твердої фази ґрунту визначали пікнометричним методом із взірців з порушеною будовою. На основі отриманих результатів розраховували загальну пористість, повну вологоємність [98, 99]. Схема відбору та камерального аналізу проб наведена у табл. 3.2.

Таблиця 3.2.

Схема відбору та аналізу ґрунтових проб під час вивчення функціональної ролі мохоподібних у регенераційних процесах

глибина відбору, см	місце відбору проб			
	відслонений субстрат		мохова дернина	
	0-5	5-10	0-5	5-10
замірювані параметри	для визначення мікротермічного режиму: температура, °C			
	для визначення мікрогідрорежиму: польова вологість			
	для визначення впливу на властивості ініціальних ґрунтів: актуальна кислотність (pH H ₂ O), вміст гумусу			

Обробку ґрунтових зразків проводили у ґрунтовій лабораторії на кафедрі географії ґрунтів Львівського національного університету ім. І.Франка .

Статистична обробка результатів проведена за стандартною методикою із використанням пакету програм StatSoft, Statistica, версія 6 Excel, 2007. Обробка та представлення матеріалів здійснені на IBM PC за допомогою пакета програм Microsoft Office.

РОЗДІЛ 4

СТРУКТУРНО-ПРОСТОРОВА ОРГАНІЗАЦІЯ ПОКРИВУ МОХОПОДІБНИХ НА ТЕХНОГЕННИХ ВІДСЛОНЕННЯХ

У результаті досліджень на техногенних відслоненнях Волино-Поділля та Передкарпаття було виявлено 161 вид мохоподібних (надвідділ Bryobionta), що належать до 88 родів 39 родин 4 класів, з яких до відділу Marchantiophyta належить 11 видів (10 родів 9 родин), до відділу Bryophyta – 150 видів (77 родів 30 родин) (додаток А).

Новими для синантропної фракції бріофлори України виявилися 36 видів бріобіонтів (див. додаток Б). Зокрема, на досліджуваних техногенних відслоненнях було відмічено представників родин *Seligeriaceae*, *Encalyptaceae*, *Leucodontaceae* та *Plagiotheciaceae*, які раніше вважались антропофобними [22].

4.1. Структурний аналіз бріофлори техногенних відслонень Волино-Поділля та Передкарпаття

У флористичному спектрі досліджуваної бріофлори перші 11 позицій посідають родини *Brachytheciaceae*, *Pottiaceae*, *Amblystegiaceae*, *Bryaceae*, *Dicranaceae*, *Hypnaceae*, *Polytrichaceae*, *Plagiomniaceae*, *Ditrichaceae*, *Grimmiaceae*, *Thuidiaceae*, які разом налічують 110 видів, що становить 68,3 % від загального числа видів (табл. 4.1.1).

За домінуванням *Brachytheciaceae*, *Pottiaceae*, *Amblystegiaceae* та *Bryaceae* (68 видів / 42,2%) досліджувана синантропна бріофлора наближається до природних бріофлор південнопалеарктичного типу [21]. Натомість, висока частка родин *Polytrichaceae*, *Hypnaceae*, *Plagiomniaceae*, *Dicranaceae* та

Thuidiaceae (32 види / 19,9%), які репрезентують неморальний та бореальний елементи, надають їй зональних рис.

За загальною чисельністю видів досліджувана бріофлора доволі бідна, що є характерним для синантропних флор в цілому [102], і не може бути порівняна навіть із найбіднішими природними бріофлорами аридних територій чи з локальними бріофлорами регіону досліджень (так, бріофлора Розточчя налічує 308 видів [41]).

Таблиця 4.1.1

Провідна частина флористичного спектра бріофлори техногенних відслонень Волино-Поділля та Передкарпаття

Родина	Кількість видів	Частка у флорі, %	Позиція у спектрі
<i>Brachytheciaceae</i>	26	16,2	1
<i>Pottiaceae</i>	20	12,5	2
<i>Amblystegiaceae</i>	12	7,5	3
<i>Bryaceae</i>	10	6,2	4
<i>Dicranaceae</i>	7	4,3	5-7
<i>Hypnaceae</i>	7	4,3	
<i>Polytrichaceae</i>	7	4,3	
<i>Plagiomniaceae</i>	6	3,7	8
<i>Ditrichaceae</i>	5	3,1	9-11
<i>Grimmiaceae</i>	5	3,1	
<i>Thuidiaceae</i>	5	3,1	
разом	110	68,3	

Відомо, що риси південних флор більшою чи меншою мірою притаманні усім синантропним флорам судинних рослин [102].

Ця закономірність справджується і для синантропних флор мохоподібних в цілому. Типовими рисами для більшості техно- та урбанofлор мохоподібних неморальної зони Європи є [175, 180, 218, 228]:

- високе положення *Brachytheciaceae*, *Pottiaceae* та *Amblystegiaceae* (позиції 1-4) за значної участі *Bryaceae* (позиції 2-7) за типом флор аридної зони;
- значна участь *Hypnaceae*, *Plagiomniaceae* та *Dicranaceae*, які репрезентують зональний елемент (табл.4.1.2).

Таблиця 4.1.2

Структура спектрів провідних родин синантропних бріофлор неморальної зони Європи (положення у спектрі)

Родина	A	B	C	D	E
<i>Brachytheciaceae</i>	1	1	1	2	1
<i>Pottiaceae</i>	2	2	2	1	2-3
<i>Amblystegiaceae</i>	3	4	4-5	-	4
<i>Bryaceae</i>	4	5	7	7	2-3
<i>Hypnaceae</i>	5-7	6	6	6	5
<i>Plagiomniaceae</i>	8	3	4-5	4	6
<i>Dicranaceae</i>	5-7	9	3	3	9

Примітки: А – техногенні відслонення Волино-Поділля та Передкарпаття (власні дані), В – міські парки, Польща [175], С – каменоломні, Готінген, Німеччина [228], D – урбоекотопи, Кельн, Німеччина [218], E – урбоекотопи, Цюрих, Швейцарія [180].

За індексами видової чисельності пар відділів Marchantiophyta / Bryophyta (**nMar**: **nBry**) та класів Sphagnopsida / Bryopsida (**nSph**: **nBry**) досліджувана флора в цілому може бути охарактеризована як ксерофільна. Співвідношення **nMar**: **nBry** = 1: 13,6, що є помітно меншим за показник для природної бріофлори Розточчя (1:4) та є наближеним до **nMar**: **nBry** для природних аридних зон (від 1: 7,5 до 1: 10,8) [20].

Індекс $nSph$: $nBry$ для досліджуваної бріофлори дорівнює 1:46,7, що є значно меншим навіть за показник для аридної зони, де він становить 1: 17,3 [20].

У спектрі екологічних груп за відношенням до вологості субстрату (табл. 4.1.3) у досліджуваній бріофлорі переважають ксерофільні види – ксерофіти та мезоксерофіти (55,7%) Для порівняння, частка ксерофільних видів степової зони Європи становить 44,9% [20]. Натомість, природна бріофлора Розточчя за умов панування лісової та лучно-болотної рослинності має добре виражений мезофільний характер (частка мезофітів та мезогігрофітів – 57,5%) [104], так само, як і флора судинних рослин [120].

Таблиця 4.1.3.

Порівняльна структура спектрів екологічних груп природних та синантропної бріофлор (положення у спектрі, в дужках – відсоток видів)

Екологічні групи	А	В	С
За відношенням до вологості місцевиростань			
Ксерофіти	6(2,5)	3 (15,6)	4 (13,2)
Мезоксерофіти	2(20,0)	1 (40,1)	1 (31,7)
Мезофіти	1(45,0)	2 (29,5)	2 (24,2)
Мезогігрофіти	4 (12,5)	4 (8,2)	3 (14,2)
Гігрофіти	3(15,6)	5 (4,1)	5 (10,6)
Гігрогідрофіти	5 (3,7)	6 (2,5)	6 (3,8)
Гідрофіти	7(0,6)	0	7 (2,3)
За відношенням до освітленості місцевиростань			
Геліофіти	2 (38,5)	1 (46,9)	1(40,0)
Геліосціофіти	1 (49,4)	2 (44,9)	3(28,7)
Сціофіти	3 (12,1)	3 (8,2)	2(31,3)

Примітки: А – бріофлора широколистяних лісів Розточчя (Яворівський національний природний парк), В – бріофлора техногенних відслонень Волино-Поділля та Передкарпаття, С – бріофлора степової зони України [21].

За відношенням до освітленості місцевиростань у аналізованій флорі переважають види відкритих просторів – геліофіти (46,9%), так само, як у природних ценозах степової зони (40,0%) [20]. Натомість, види лісової зони, еволюційно пристосовані до життя в умовах часткового чи повного затінення, мають більш чи менш виражені сціофільні риси.

У спектрі еволюційно-географічних елементів переважають неморальні (37,8%), бореальні (32,3%), аридні (13,6%) та космополітні види (10,5%). Висока частка неморальних та бореальних видів відображає вплив зональних флор, тоді як значна участь аридних та космополітних видів свідчить про ксерофітизацію умов виростання досліджуваних технокомплексів відносно природних екосистем регіону.

Таким чином, для аналізованої бріофлори досліджуваних техновідслонень характерними є наступні риси:

- незначне видове багатство (161 вид);
- лідируючі положення родин *Brachytheciaceae*, *Pottiaceae*, *Amblystegiaceae* та *Bryaceae*;
- високі положення родин *Polytrichaceae*, *Hypnaceae*, *Plagiomniaceae*, *Dicranaceae* та *Thuidiaceae*;
- мала частка печіночних (Marchantiopsida) та сфагнових (Sphagnopsida) мохів;
- неморально-бореальний характер;
- переважання геліоксерофільних видів.

Це дає змогу стверджувати, що бріофлора техногенних відслонень Волино-Поділля та Передкарпаття за своєю структурою є ксерофітизованою відміною неморально-лісової регіональної флори, що тяжіє до природних аналогів південнопалеарктичного типу.

4.2. Просторова структура покриву мохоподібних на техногенних відслоненнях

Спрямованість генезису синантропних парціальних бріофлор регіону до певних природних аналогів (екстра-, інтра- чи зонального характеру) визначається, насамперед, едафічними умовами технокомплексів, на яких вони локалізовані. За складом розкривних порід, які визначають первинні властивості техногенних едафотопів, у регіонах досліджень було виділено такі основні типи відслонень: глинисті, піщані та кам'янисті (мергелеві, пісковикові, вапнякові та гравійні). Залежно від конкретних екологічних умов, бріофлори різних техногенних комплексів суттєво відрізняються за структурою та складом, тому вважаємо за доцільне розглянути кожен із парціальних флор досліджуваних типів відслонень окремо.

4.2.1. Мохоподібні глинистих відслонень

Глинисті техногенні відслонення (ГТВ) у регіоні досліджень представлені кар'єрами з видобутку будівельних глин. За геологічною будовою – це леси та лесовидні суглинки, розкриті у процесі видобувних робіт на глибину 5-10 м. Леси та лесовидні суглинки є найбільш поширеними ґрунтотвірними породами регіонів досліджень, на яких в природних умовах формуються сірі лісові ґрунти під широколистяними лісами (фітоценотичного класу *Quercus-Fagetea*), які репрезентують основний (зональний) тип ґрунтово-рослинного покриву Волино-Поділля та Передкарпаття.

На досліджуваних ГТВ виділено 6 типів оселищ:

- стрімкі відслонені схили;
- пологі слабкозадерновані схили;
- пологі схили з трав'яною рослинністю;

- пологі схили з чагарниковою рослинністю;
- пологі схили з деревною рослинністю;
- постійно та тимчасово зволожені ділянки днищ (табл. 4.2.1.1).

Найменш придатними для оселення бріобіонтів ділянками досліджених кар'єрів виявились стрімкі схили (ГТВ-1,2,3). Тут знайдено лише 5 видів бріофітів: *Barbula unguiculata*, *Tortula truncata*, *T. modica*, *Dicranella varia* та *D. cerviculata*, які формували чисті, просторово відокремлені плями із проективним вкриттям (ПВ) до 5%. Пластичність вологих глинистих мас, підсилена значним ухилом поверхні, обумовлює інтенсивність зсувних процесів, що унеможливорює закріплення мохових дернин.

Таблиця 4.2.1.1

**Просторовий розподіл мохоподібних на глинистих відслоненнях
Волино-Поділля та Передкарпаття**

Види	Оселища					
	a	b	c	d	e	f
1	2	3	4	5	6	7
<i>Marchantia polymorpha</i>		+				+
<i>Riccia glauca</i>		+				
<i>Riccia ciliata</i>		+				
<i>Blasia pusilla</i>		+				
<i>Pellia epiphylla</i>		+				+
<i>Aneura pinguis</i>		+				
<i>Atrichum undulatum</i>		+	+	+	+	
<i>Polytrichastrum formosum</i>					+	
<i>Pogonatum urnigerum</i>					+	
<i>Funaria hygrometrica</i>		+				+
<i>Physcomitrium pyriforme</i>		+				
<i>Physcomitrium eurystomum</i>		+				
<i>Fissidens taxifolius</i>				+	+	
<i>Ceratodon purpureus</i>		+	+			
<i>Distichium capillaceum</i>		+				
<i>Ditrichum flexicaule</i>		+				
<i>Pleiridium subulatum</i>		+				
<i>Trichodon cylindricus</i>		+				
<i>Dicranella cerviculata</i>	+	+				

(Продовж. табл. 4.2.1.1)

1	2	3	4	5	6	7
<i>Dicranella heteromalla</i>		+				
<i>Dicranella varia</i>	+	+				+
<i>Dicranum scoparium</i>				+	+	
<i>Dicranum polysetum</i>					+	
<i>Barbula unguiculata</i>	+	+				
<i>Tortula modica</i>	+	+				
<i>Tortula truncata</i>	+	+				
<i>Leptobryum pyriforme</i>			+	+		
<i>Orthotrichum diaphanum</i>				+		
<i>Orthotrichum speciosum</i>				+		
<i>Bryum argenteum</i>		+				
<i>Bryum caespiticiu</i>		+	+	+		
<i>Bryum capillare</i>				+	+	
<i>Bryum pseudotriquetrum</i>						+
<i>Pohlia nutans</i>				+	+	
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>			+	+	+	
<i>Plagiomnium rostratum</i>				+	+	
<i>Plagiomnium undulatum</i>					+	
<i>Plagiomnium affine</i>					+	
<i>Climacium dendroides</i>			+			+
<i>Amblystegium jurazkanum</i>			+			
<i>Amblystegium serpens</i>			+	+	+	
<i>Drepanocladus aduncus</i>						+
<i>Hygroamblystegium humile</i>						+
<i>Leptodictium riparium</i>						+
<i>Leskea polycarpa</i>					+	
<i>Abietinella abietina</i>				+		
<i>Eurhynchium striatum</i>					+	
<i>Eurhynchiastrium pulchellum</i>					+	
<i>Oxyrrhynchium hians</i>			+	+		
<i>Brachythecium mildeanum</i>			+			
<i>Brachythecium rivulare</i>						+
<i>Brachythecium rutabulum</i>			+	+	+	
<i>Brachythecium salebrosum</i>			+	+	+	
<i>Brachytheciastrum velutinum</i>			+	+	+	
<i>Brachythecium glareosum</i>			+			
<i>Calliergonella cuspidata</i>						+
<i>Hypnum cupressiforme</i>					+	
Всього видів: 57	5	23	14	17	21	11

Примітки: стрімкі відслонені схили (а), пологі слабкозадерновані схили (b), пологі схили з трав'яною (с), чагарниковою (d), деревною (е) рослинністю, зволожені ділянки днищ (f).

Виживання колоній зазначених видів забезпечується, насамперед, коротким циклом відтворення (впродовж одного вегетаційного сезону) з регулярним спороношенням.

Набагато сприятливішими для бріобіонтів виявилися пологі схили кар'єрів. У цьому типі оселищ знайдено 52 види мохоподібних, в тому числі на відкритих слабкозадернованих ділянках – 23 види, на ділянках, вкритих трав'яною рослинністю – 14, чагарниковою – 17, деревною – 22 види.

Моховий покрив слабкозадернованих пологих схилів (ПВс <15%) та днищ (ГТВ-1,2,3) утворюють брієві верхоплідні види та сланеві печіночники. Найбільш поширеними є просторово відокремлені полідомінантні бріоугруповання, сформовані представниками родин *Ditrichaceae* (*Ceratodon purpureus*, *Distichium cappilaceum*, *Ditrichum flexicaule*, *Pleiridium subulatum*, *Trichodon cylindricus*), *Dicranaceae* (*Dicranella cerviculata*, *D. heteromalla*, *D. varia*), *Pottiaceae* (*Barbula unguiculata*) та *Polytrichaceae* (*Atrichum undulatum*) та печіночками (*Marchantia polymorpha*, *Blasia pusilla*, *Pellia epiphylla* та *Aneura pinguis*), які досягають 25-50% ПВ.

На сухіших ділянках (підвищення днищ та схили південної експозиції) трапляються нещільні обростання за переважанням *B. caespiticism* та за участю *Bryum argenteum*, *Ceratodon purpureus*, *Funaria hygrometrica* із ПВ до 5%.

У весняно-осінній період на відкритих ділянках нерідко формуються моновидові скупчення короткоживучих (ефемерних) видів: *Riccia glauca*, *R. ciliata*, *Physcomitrium pyriforme*, *P. eurystomum*, *Tortula modica* та *T. truncata*, що потребують вологого субстрату. Це явище є типовим для глинистих відслонень: масовий розвиток колоній *Riccia* sp. (до 40% ЗПВ) було відмічено на глиняних кар'єрах у Ленінградській області (Росія) [197], тоді як *Tortula modica* та *T. truncata* – на кар'єрі в Оксфорді (Велика Британія) [236].

На пологих схилах з трав'яним покривом (ГТВ-1,2,3) найбільш поширеними є види родини *Brachytheciaceae*, які нерідко утворюють майже зімкнений моховий покрив з включеннями інших видів. Найчастіше домінує *Brachythecium salebrosum* у супроводі *Oxyrrhynchium hians*. Звичайними є також

Brachythecium mildeanum, *B. rutabulum*, *Atrichum undulatum*, *Amblystegium serpens* та *Climacium dendroides*, зрідка трапляється *Amblystegium jurazkanum* та *Plagiomnium cuspidatum*. У відкритих міждерновинних проміжках часто оселяються *Bryum caespiticiun*, *Ceratodon purpureus* та *Leptobryum pyriforme*.

Щільний травостій, особливо у випадку переважання кореневищних злаків, таких як *Calamagrostis epuigeios* (L.) Roth., що є типовим для досліджуваних відслонень (ГТВ-1,3) та несприятливим для існування мохоподібних, головним чином через утворення значної кількості відпаду, який суцільним шаром вкриває субстрат. Ущільнення трав'яного ярусу понад 75-80% ПВ призводить до поступового зменшення частки участі мохоподібних аж до повного їх випадання зі складу рослинного покриву.

Старі схили глинистих кар'єрів, зазвичай, є порослі чагарниками *Prunus spinosa* L., *Hyppophae rhamnoides* L., *Rubus* sp., *Salix* sp. та іншими, із ПВ до 25%. Трав'яний та моховий яруси у чагарникових заростях мають нерівномірно-плямисте поширення з ПВ 15-20% та 15-45% відповідно. У заростях чагарників (ГТВ-1,2,3) виявлено 16 видів мохів. На освітлених периферійних ділянках поширені *Leptobryum pyriforme* та *Bryum caespiticiun*, серед трав – *Brachythecium salebrosum* та *Oxyrrhynchium hians*. На затінених ділянках на ґрунті відмічено *Atrichum undulatum*, *Fissidens taxifolius*, *Dicranum scoparium*, *Pohlia nutans*, *Plagiomnium rostratum*, *P. cuspidatum* та *Brachythecium rutabulum*, при основі стовбурів – *Brachytheciastrum velutinum* та *Amblystegium serpens*. Цікавою була знахідка двох видів роду *Orthotrichum* (*O. diaphanum* та *O. speciosus*) на корі *Salix* sp., а на окоренках було виявлено *Amblystegium serpens*.

Під час обстеження старих кар'єрів, з періодом відновлення близько 100 років, затінених деревною рослинністю із *Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *Fraxinus excelsior* L. (ГТВ-5), *Carpinus betulus* L. (ГТВ-4) було виявлено 23 види мохів, розподілених між 4 субстратними групами: епігейною, епіризною, епіксільною та епіфітною.

Найбільша, епігейна група, приурочена до ґрунтових відслонень верхніх частин схилів (утворених внаслідок постійного осипання гребеня кар'єру), налічувала 15 видів. Наземний моховий покрив мав вигляд суцільної пухкої дернини з ЗПВ до 70-85%. Типовими у складі епігейних обростань є *Atrichum undulatum*, *Brachythecium rutabulum*, *Plagiomnium rostratum*, *P.cuspidatum* та *P. undulatum* – звичайні лісові види, що відзначаються відсутністю чіткої субстратної спеціалізації. Ці ж види в межах широколистяних лісів регіону є репарантами природних ушкоджень, що виникають унаслідок вітровалу дерев та ерозійних процесів на схилах ярів. Екологічна пластичність зазначених видів обумовлює їх високу активність у природно чи антропогенно спричинених процесах самовідновлення наземного покриву у широколистяних лісах [72, 109]. Зрідка трапляються *Polytrichastrum formosum*, *Pogonatum urnigerum*, *Dicranum scoparium*, *Dicranella varia*, *Fissidens taxifolius*, *Pohlia nutans*, *Plagiomnium affine*, *Brachythecium salebrosum*, *Eurhynchium striatum* та *Eurhynchiastrium pulchellum*.

На поверхні схилів, вкритих шаром опадів 1-2 см, що стримував поширення мохів, були присутні лише поодинокі дернини, *Plagiomnium cuspidatum*, *P. undulatum* та *Brachythecium rutabulum* із ЗПВ менше 5%. Листяні ліси в цілому відзначаються слабким розвитком наземного мохового покриву (< 1% ЗПВ), який лімітований потужним шаром підстилки [11, 76].

При основах стовбурів дерев (епіризна група) знайдено 12 видів мохоподібних. Найчастіше трапляються обростання за участі *Bryum capillare*, *Hypnum cupressiforme*, *Leskea polycarpa*, *Amblystegium serpens*, *Brachytheciastrum velutinum*, які щільно вкривають окоренки.

Епіфітна та епіксільна група представлені надзвичайно слабо. На деревному відпаді було знайдено лише 2 види – *Amblystegium serpens* та *Hypnum cupressiforme*. Це субстрат-неспецифічні види широкої екології, які були відмічені і в інших екотопах ГТВ, натомість облігатно-епіксільні види не виявлено. Єдиним представником епіфітної групи виявилась *L. polycarpa*, яку знайдено на стовбурі *A. pseudoplatanus*.

Днища кар'єрів на ділянках понижень, через високу водоутримуючу здатність глинистих субстратів, нерідко бувають поверхнево перезволоженими (ГТВ-1,2,3). Застій води викликає замулення поверхні та утворення кірки, яка у разі висихання розтріскується. Саме через нестійкість водного режиму поверхневого шару протягом періоду вегетації, днища кар'єрів слабо заселяються мохоподібними.

Висока життєздатність за умов тимчасового зволоження на днищах кар'єрів властива лише колоніям короткоживучих печіночників (*Riccia glauca*, *R. ciliata*) та мішаним колоніям у складі *Marchantia polymorpha* та *Funaria hygrometrica*. Останні утворюють великі, до кількох метрів у діаметрі, плями. Виживання *Marchantia polymorpha* та *Funaria hygrometrica* забезпечується регулярним статевим та вегетативним розмноженням, що надає їм можливість переживати надмірно посушливий період у фазі спор та пропагул у формі виводкових тілець.

Сприятливіші умови для мохоподібних виникають на днищах кар'єрів, де утворюються стаціонарні водойми (ГТВ-1,3), які живляться дощовими або підземними водами. Нерідко вони бувають рясно облямовані заростями гігрофільних видів мохів із ПВ до 95%, що заходять також на мілководдя. Зазвичай домінує амфібійний мох *Calliergonella cuspidata* у супроводі *Drepanocladus aduncus*, часто з домішками *Hygroamblystegium humile*, *Leptodictium riparium* та *Brachythecium rivulare*. Також по берегах нерідко поширюються *Bryum pseudotriquetrum* та *Climacium dendroides*. Всього на перезволожених ділянках ГТВ відмічено 11 видів мохів.

Загалом, на досліджуваних глинистих техногенних відслоненнях виявлено 57 видів мохоподібних, з яких 6 видів печіночників та 51 – брієвих, що належать до 40 родів 22 родин. Найбагатше представлені родини *Brachytheciaceae* (9 видів), *Dicranaceae*, *Amblystegiaceae*, *Ditrichaceae* (по 5 видів) та *Bryaceae*, *Plagiomniaceae* (4 види), що загалом відповідає типовому розподілу у флористичному спектрі, притаманному неморальному варіанту сільвапалеарктичних флор [20]. Таким чином, за флористичною структурою

бріофлора ГТВ є наближеною до природної бріофлори широколистяних лісів Розточчя [108]. За субстратним розподілом досліджувана бріофлора виявилась переважно епігейною, що відповідає характеристикам природної бріофлори Розточчя [11].

Відмінність між досліджуваними синантропною та нативною флорами полягає у вищому положенні родини *Ditrichaceae* (2-га позиція проти 11-ої), що обумовлено присутністю значного числа мультизональних видів, характерних для свіжих відслонень та слабкою диференціацією субстратних груп, зокрема, слабкою представленістю епіфітних та епіксільних видів (5,2% та 3,5% проти 24,0% та 12,8% у природній флорі відповідно [11]).

4.2.2. Мохоподібні піщаних відслонень

Техногенні піщані та супіщані відслонення (ПТВ) формуються в умовах промислових кар'єрів з видобутку будівельних та скляних пісків. За геологічним походженням – це флювіогляціальні відклади, розкриті видобувними роботами на глибину 5-15м.

За природних умов на пісках формуються дерново-підзолисті ґрунти під хвойними та мішаними лісами (фітоценотичного класу *Vaccinio-Piceetea*), які у регіонах досліджень представлені в осередках бореальної (екстразональної) рослинності.

На піщаних відслоненнях складаються гірші, порівняно з глинистими, умови для оселення рослин, в тому числі і бріобіонтів. Важливою особливістю піску, як субстрату для мохоподібних, є його рухливість, зумовлена слабким зв'язком між ґрунтовими часточками. В сухому стані піски сипкі і цілком безструктурні, що значно утруднює закріплення дернин. Проте, не зважаючи на сукупність несприятливих властивостей, піщані відслонення мають високу здатність до природного заростання [139].

На досліджуваних ПТВ було виділено 6 типів оселищ:

- стрімкі відслонені схили (осипища);
- пологі слабо задерновані схили;
- пологі схили з трав'яною рослинністю;
- пологі схили з чагарниковою рослинністю;
- пологі схили з деревною рослинністю;
- постійно та тимчасово зволожені ділянки днищ.

Найменш придатними для оселення мохів з-поміж обстежених місцевиростань ПТВ виявились осипища (ПТВ-1,2,3,5), де було знайдено лише 4 види (табл. 4.2.2.1): *Ceratodon purpureus*, *Syntrichia ruralis*, *Polytrichum piliferum* та *P. juniperinum*, які формували мішані обростання з ПВ до 40-50%. Виживання зазначених видів на рухомих осипищах забезпечується особливостями будови їх дернин. Завдяки розвитку потужної підземної «сітки», утвореної міцними шнуркоподібними столонами та щільної повсті із переплечених ризоїдів (6-10 см проти 5-7 см надземних пагонів), мохи ефективно зчіплюють сипкий субстрат. Фрагментовані внаслідок осипання схилів дернини швидко поновлюються завдяки надзвичайно високій життєздатності зазначених видів, які здатні регенерувати навіть із окремих уривків підземних та надземних пагонів [200].

Найбільш сприятливими для оселення мохоподібних виявились пологі схили піщаних кар'єрів північної експозиції, де було відмічено 41 вид бріобіонтів, в тому числі на слабкоздернованих схилах – 12, вкритих трав'яною рослинністю – 14, чагарниковою – 13, деревною – 27 видів.

На пологих слабкоздернованих схилах кар'єрів (ПВс < 25%) моховий покрив представлений великими, до 1-2 м у діаметрі плямами із ПВ до 50% (ПТВ-1,2,3,4,5). Зазвичай домінує *Polytrichum juniperinum* у супроводі *P. piliferum*, *Ceratodon purpureus* та *Bryum caespiticiu*m (з домішкою *B. argenteu*m), які ефективно знерухомлюють верхній шар неструктурованої піщаної маси, відіграючи тим самим важливу середовищеформуючу роль.

**Просторовий розподіл мохоподібних на піщаних відслоненнях
Волино-Поділля та Передкарпаття**

Види	Оселища					
	a	b	c	d	e	f
1	2	3	4	5	6	7
<i>Marchantia polymorpha</i>						+
<i>Cephaloziella rubella</i>					+	
<i>Radula complanata</i>					+	
<i>Sphagnum fimbriatum</i>						+
<i>Sphagnum flexuosum</i>						+
<i>Sphagnum squarrosum</i>						+
<i>Atrichum undulatum</i>		+		+	+	
<i>Polytrichastrum formosum</i>					+	
<i>Polytrichum commune</i>						+
<i>Polytrichum juniperinum</i>	+	+	+	+	+	
<i>Polytrichum piliferum</i>	+	+		+		
<i>Funaria hygrometrica</i>		+				+
<i>Ceratodon purpureus</i>	+	+	+		+	+
<i>Pleiridium subulatum</i>		+				
<i>Dicranella varia</i>						+
<i>Dicranella heteromalla</i>		+				
<i>Dicranum scoparium</i>				+	+	
<i>Dicranum polysetum</i>					+	
<i>Leucobryum glaucum</i>					+	
<i>Barbula unguiculata</i>		+				+
<i>Syntrichia ruralis</i>	+	+	+			
<i>Leptobryum pyriforme</i>			+	+		
<i>Filonotis fontana</i>						+
<i>Bryum argenteum</i>		+				
<i>Bryum dichotomum</i>						+
<i>Bryum caespiticiun</i>		+	+			+
<i>Bryum creberrimum</i>		+			+	
<i>Rhodobryum roseum</i>					+	
<i>Pohlia nutans</i>				+	+	
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>				+	+	
<i>Aulacomnium palustre</i>						+
<i>Climacium dendroides</i>			+			
<i>Amblystegium serpens</i>			+		+	
<i>Amblystegium jurazkanum</i>					+	
<i>Sanionia uncinata</i>					+	
<i>Abietinella abietina</i>					+	

(Продовж. табл. 4.2.2.1)

1	2	3	4	5	6	7
<i>Eurhynchium striatum</i>					+	
<i>Pseudoscleropodium purum</i>					+	
<i>Cirriphyllum piliferum</i>			+		+	
<i>Oxyrrhynchium hians</i>			+	+	+	
<i>Brachythecium albicans</i>			+	+		
<i>Brachythecium campestre</i>			+			
<i>Brachythecium glareosum</i>			+			
<i>Brachythecium salebrosum</i>			+	+	+	
<i>Brachytheciastrum velutinum</i>				+	+	
<i>Homalothecium lutescens</i>			+	+		
<i>Hypnum cupressiforme</i>					+	
<i>Hylocomium splendens</i>					+	
<i>Pleurozium schreberi</i>				+	+	
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>					+	
<i>Rhytidiadelphus triquetris</i>					+	
Всього видів 51	4	12	14	13	27	13

Примітки: а - стрімкі відслонені схили (осипища), пологі слабкозадерновані (b), вкриті трав'яною (c), чагарниковою (d), деревною (e) рослинністю схили, f- постійно та тимчасово зволожені ділянки днищ.

У дернинах *P. juniperinum* нерідко оселяються дрібні види верхоплідників з малопотужною ризоїдною повстю (*Dicranella heteromalla*, *Pleuridium subulatum*, *Barbula unguiculata*) або крупніші види, які не утворюють міцної дернини (*Atrichum undulatum*), що утруднює їх самостійне закріплення на рухомому субстраті. Піонерні бріоугруповання за домінування *Polytrichum juniperinum* є типовими також і для свіжих ділянок піщаних родовищ бореальної зони Євразії [125, 139] та Північної Америки [151]. Також тут трапляються просторово відокремлені дернини *Syntrichia ruralis* – широко розповсюдженого псамофільного виду, який також бере активну участь у формуванні фітоугруповань антропогенно відслонених пісків у неморальній (Нижня Люзація, Німеччина) [235] та аридній (степова зона України) [17] природних зонах.

У формуванні рослинного покриву ділянок пологих схилів, вкритих трав'яною рослинністю (ПТВ-1,2,3,4,5), беруть участь 14 видів

мохоподібних, обростання яких у приземному ярусі досягають 85% ПВ. Найчисленнішими є представники *Brachytheciaceae*: *Cirriphyllum piliferum*, *Brachythecium albicans*, *B. campestre*, *B. salebrosum* та *Homalothecium lutescens*. У міждернинних проміжках поширюються *Ceratodon purpureus*, *Bryum caespiticium* та *B. creberrimum*. У щільному травостої із ПВ понад 85% (ПТВ-2,5), моховий покрив відсутній або представлений окремими дернинами *Brachythecium sp.* низької життєвості.

У чагарникових заростях із *Rubus sp.*, *Vaccinium sp.*, *Calluna vulgaris* із підростом *Pinus silvestris*, *Betula pendula*, *Populus tremula* тощо (ПТВ-1,4) відмічено 13 видів бріофітів, які формують нещільні, мозаїчно поширені обростання за домінування *Polytrichum juniperinum* (із ПВ до 75%). Тут трапляються як лучні (*Brachythecium albicans*, *B. campestre*, *Homalothecium lutescens*), так і лісові (*Dicranum scoparium*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Pleurozium schreberi*) види, що свідчить про перехідний (екотонний) характер цих бріоугруповань.

Пологі схили старих піщаних кар'єрів з дервною рослинністю за переваження *Pinus silvestris* із домішкою листопадних порід (ПТВ-1,4) налічували 2 види печіночників та 25 видів брієвих мохів, розподілених між 3 субстратними групами: епігейною, епіксильною та епіризною.

В епігейних обростаннях затінених ділянок молодого лісу домінує *Dicranum scoparium* у супроводі *D. polysetum*, *Hylocomium splendens* та *Pleurozium schreberi*, які утворюють суцільний пухкий килим із ПВ до 75 %. Також трапляються нечисленні, просторово відокремлені дернини *Polytrichastrum formosum* та ювенільні подушки *Leucobryum glaucum*. На периферичних ділянках основу мохового покриву (ПВ до 99%) утворює *Rhytidiadelphus squarrosus* із домішками *R. triquetris*, серед дернин яких окремими пагонами поширювались *Climacium dendroides* та *Plagiomnium cuspidatum*.

В складі епіризної групи при основі стовбурів сосни знайдено два субстрат-неспецифічні види мохів – *Amblystegium serpens* та

Brachytheciastrum velutinum. На окоренках окремих листяних дерев знайдено *Atrichum undulatum*, *Pohlia nutans*, *Amblystegium serpens*, а також *Ceratodon purpureus*, серед пагонів якого було виявлено 2 представники печіночників – *Cephaloziella rubella* та *Radula complanata*. Як неспецифічні епіксили на уламках соснової кори, відмічено два евритопні за характером поширення види – *Ceratodon purpureus* та *Hypnum cupressiforme*. Представників епіфітної групи знайдено не було.

На вологих пониженнях днищ (ПТВ-1,3) було відмічено 13 видів бріофітів. Стаціонарно зволожені ділянки днищ заселяли гігрофільні види - *Sphagnum fimbriatum*, *S. flexuosum*, *S. squarrosum*, *Polytrichum commune*, *Filonotis fontana* та *Aulacomnium palustre*. На тимчасово зволжених ділянках днищ найбільш масовими були мішані колонії *Marchantia polymorpha* та *Funaria hygrometrica* (до 50% ПВ). Нерідко траплялись просторово відокремлені дернинки *Dicranella varia*, *Ceratodon purpureus*, *Bryum dichotomum* та *B. caespiticium*. Всім зазначеним видам притаманні добре виражені піонерні властивості, такі, як висока толерантність до фактору зволоження та значний регенеративний потенціал. Усі виявлені види є здатними до специфічного нестатевого розмноження шляхом утворення ризоїдальних бульб [214], що разом із регулярним продукуванням спор забезпечує їх неперервне поновлення в умовах нестабільного середовища.

За флористичним складом та розподілом найбільш значущих видів, аналізовані техногенні відслонення є близькими до аналогічних відслонень тайгової зони Євразії та Північної Америки. Подібно до досліджуваних кар'єрних комплексів, піонерами заростання вологих ділянок на них є *Funaria hygrometrica* та *Marchantia polymorpha*, а з часом формуються гігрофільні угруповання з переважанням сфагнових мохів та *Polytrichum commune* [139, 197]. Типовими мешканцями сухих освітлених місцевиростань є *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum* та *Ceratodon purpureus*, трав'яних схилів – види роду *Brachythecium*. Під наметом дерев формуються угруповання за участю *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum*, *D. scoparium*

та *Hylocomium splendens* [47, 125, 197], які є основними складовими бріоугруповань зонального (тайгового) типу рослинності [144], що у регіоні досліджень репрезентують один з екстразональних варіантів.

Всього на ділянках досліджуваних піщаних техногенних відслонень відмічено 51 вид мохоподібних: 2 печіночних та 49 брієвих, що належать до 36 родів 22 родин. Найширше представлені родини *Brachytheciaceae* (10 видів), *Polytrichaceae* (5 видів), *Bryaceae*, *Dicranaceae*, *Hylocomiaceae* (по 4 види), *Amblystegiaceae* та *Sphagnaceae* (по 3 види). Високе положення родин *Polytrichaceae*, *Dicranaceae*, *Hylocomiaceae*, *Amblystegiaceae*, *Sphagnaceae*, *Bryaceae* (2-4) наближає аналізовану бріофлору до природних аналогів сильвапалеарктичного типу (бореальний варіант) [20]. Натомість, абсолютна першість антропофільної родини *Brachytheciaceae*, яка лідирує зі значним відривом, очевидно, є наслідками процесів синантропізації досліджуваних екосистем.

4.2.3. Мохоподібні мергелевих відслонень

Мергелеві техногенні відслонення (МТВ) у регіонах досліджень представлені великомасштабними кар'єрами з видобутку цементної сировини (опоки). За формою – це потужні колодязеподібні котловани з практично вертикальними стінками, часто – терасовані, що досягають 10-20 м у глибину та нерідко займають площі у десятки гектарів. У геологічному відношенні мергелі є осадовими відкладами крейдового періоду, які у досліджуваному регіоні місцями виходять на поверхню або залягають близько неї [70].

Особливістю мергелю, як субстрату для оселення рослин, є його надмірна сухість та крихкість. У результаті природних процесів вивітрювання та при техногенному механічному навантаженні цей субстрат легко подрібнюється до порошкоподібного стану. Натомість,

змочений атмосферними опадами, порошок мергелю перетворюється на в'язку цементоподібну масу, яка при висиханні розтріскується. Внаслідок цього мергельні кар'єри зазвичай слабо заростають. На схилах та осипищах утворюються сильно- та середньорозріджені рослинні угруповання (ПВс 15-50%) рудерального характеру за панування трав'яних рослин з поодинокими екземплярами чагарникових та деревних порід (*Robinia pseudoacacia* L., *Crataegus* sp., *Prunus* sp.).

На досліджуваних МТВ віділено 4 типи оселищ:

- стрімкі сипкі схили (осипища);
- пологі схили;
- брили та стінки,
- вологі ділянки днищ.

Моховий покрив мергельних осипищ (МТВ-1,2,3) сягає 50-65% ПВ та представлений великими, до 1-1,5 у діаметрі, полівидовими плямами. Тут відмічено 17 видів мохоподібних (табл. 4.2.3.1). Переважають представники аридної родини *Pottiaceae* (11 видів) за домінування *Didymodon vinealis* або *D. fallax* із домішками інших видів. Навесні та восени тут спостерігається поява колоній короткоживучих видів (ефемерів) – *Pleuridium subulatum*, *Physcomitrium eurystomum*, *P. pyriforme*, *Aloina rigida*, *Phascum cuspidatum*, *Tortula modica*, *T. truncata*, які формують чисті моновидові обростання.

Масовий сезонний розвиток ефемерних мохів на МТВ, очевидно, спричинений специфікою субстрату: у весняно-осінні місяці мергельний пил добре утримує атмосферну вологу, що задовольняє екологічні потреби коротковегетуючих видів. Такий скорочений життєвий цикл розглядають як пристосування до екстремальних ксеротермічних умов аридних зон [20]. Тому значна численність ефемерів на досліджуваних відслоненнях може бути ознакою стресовості умов середовища за відношенням до бріобіонтів.

На пологих схилах з ПВс 25-50% (МТВ-1,2,3) моховий покрив буває майже суцільним (до 85% ПВ) і представлений 14 видами.

**Просторовий розподіл мохоподібних на мергелевих відслоненнях
Волино-Поділля та Передкарпаття**

Види	Оселища			
	a	b	c	d
<i>Funaria hygrometrica</i>	+		+	
<i>Physcomitrium eurystomum</i>	+			
<i>Physcomitrium pyriforme</i>	+			
<i>Grimmia pulvinata</i>				+
<i>Schistidium apocarpum</i>				+
<i>Ceratodon purpureus</i>	+		+	
<i>Pleuridium subulatum</i>	+			
<i>Dicranella heteromalla</i>	+			
<i>Encalypta streptocarpa</i>		+		+
<i>Aloina rigida</i>	+			+
<i>Barbula unguiculata</i>	+			+
<i>Barbula convoluta</i>	+			
<i>Didymodon fallax</i>	+			
<i>Didymodon rigidulus</i>				+
<i>Didymodon vinealis</i>	+			+
<i>Phascum cuspidatum</i>	+			
<i>Syntrichia ruralis</i>		+		
<i>Tortula modica</i>	+			
<i>Tortula muralis</i>	+			+
<i>Tortula truncata</i>	+			
<i>Bryum argenteum</i>	+			+
<i>Bryum caespiticiu</i>	+			+
<i>Bryum funckii</i>				+
<i>Plagiomnium rostratum</i>		+		
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>		+		
<i>Amblystegium serpens</i>				+
<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i>		+		+
<i>Abietinella abietina</i>		+		+
<i>Thuidium delicatulum</i>		+		
<i>Rhynchostegium murale</i>		+		+
<i>Brachythecium albicans</i>		+		
<i>Brachythecium glareosum</i>		+		
<i>Homalothecium lutescens</i>		+		
<i>Oxyrrhynchium hians</i>		+		
<i>Calliergonella cuspidata</i>		+	+	+
<i>Hypnum cupressiforme</i>		+		+
Всього видів: 36	17	14	3	17

Примітки: осипища (a), пологі схили (b), вологі днища (c), брили та стінки (d).

На задернованих ділянках, панують види родини *Brachytheciaceae* (*Homalothecium lutescens*, *Brachythecium albicans*, *B. glareosum*), тоді як на щербенистих відкритих ділянках переважають представники родини *Thuidiaceae* *Abietinella abietina* та *Thuidium delicatulum*. Типовими на щербенистих схилах є *Encalypta streptocarpa*, *Rhynchostegium murale*, *Calliergonella cuspidata*, *Hypnum cupressiforme* та *Campyliadelphus chrysophyllus*, які однаково заселяють як мергельний дрібнозем, так і уламки породи, щільно обростаючи їх.

На брилах та стінках (МТВ-1,2,3) відмічено 17 видів мохів; їхні поверхні рідко бувають щільно оброслі мохами через свою шаруватість і крихкість. На освітлених поверхнях свіжосколотих брил оселяються дрібні ксерофіти: представники родин *Pottiaceae*, *Bryaceae* та *Grimmiaceae*. На затінених поверхнях звичайним є *Amblystegium serpens*, який формує плоскі павутинчасті дернинки, надзвичайно міцно закріплені у мікротріщинах породи. У затінених розколинах та під навісами стінок та крупних брил, де скупчується дрібнозем, найчастіше оселяються *Encalypta streptocarpa*, *Campyliadelphus chrysophyllus*, *Abietinella abietina* та *Hypnum cupressiforme*.

На вологих ділянках поблизу водоймищ на днищах кар'єрів (МТВ-1) з видобутку мергелю було виявлено 3 види. Найбільш масовим видом є *Calliergonella cuspidata*, яка трапляється також і в амфібійному стані.

Загалом, на досліджуваних МТВ відмічено 36 видів бріофітів, що належать до 25 родів 12 родин. Найширше представлені родини *Pottiaceae* (11 видів), *Brachytheciaceae* (5 видів), *Bryaceae* та *Funariaceae* (по 3 види).

Провідне положення у флористичному спектрі родини *Pottiaceae* (1 позиція), яка лідирує зі значним відривом та високі положення *Brachytheciaceae* та *Bryaceae* (2-3 позиції), наближує аналізовану бріофлору до природних аналогів південнопалеарктичного типу [20], що свідчить про її помітну ксерофітизацію порівняно із зональним варіантом.

4.2.4. Мохоподібні гіпсових відслонень

Гіпсові техногенні відслонення (ГпТВ) представлені потужними промисловими колодязеподібними кар'єрами глибиною 15-20 м та протяжністю до кількох кілометрів. За походженням гіпси належать до осадових порід неогену, які природним чином відслонюються у карстових лійках [70].

Гіпсові кар'єри є малопридатними для заростання: вертикальні стінки, зазвичай, бувають позбавлені рослинного покриву; на осипищах та рухлякових схилах формуються сильно розріджені рудеральні трав'яно-чагарникові угруповання з ПВс до 15-25%.

На досліджуваних ГпТВ виділяли 3 типи оселищ:

- стрімкі схили (осипища);
- пологі схили;
- брили та стінки.

На осипищах (ГпТВ-1,2) відмічено 12 видів мохоподібних (табл. 4.2.4.1). Зазвичай, панують шільнодернні види – *Didymodon fallax* або *D. vinealis*, до яких долучаються інші види бріобіонтів. Моховий покрив має нерівномірно-плямистий характер і є ряснішим на ділянках з високим вмістом супіщаного або суглинкового наповнювача (до 65% ПВ), та суттєво нижчим – на гіпсовій крихті (5-15% ВП).

Пологі схили (ГпТВ-1,2) заселяють 14 видів бріофітів, які утворюють покрив з ПВ до 85%. На слабкозадернованих судинними рослинами крупнощербенистих ділянках найбільш поширені види родини *Thuidiaceae* (*Abietinella abietina*, *Thuidium delicatulum*, *T. recognitum*), а також *Rhynchostegium murale* та *Campyliadelphus chrysophyllus*. Серед травостою, на дрібноземному наповнювачі, найчастіше трапляються представники родини *Brachytheciaceae* за домінування *Homalothecium lutescens* у супроводі *Oxyrrhynchium hians*, *Brachythecium glareosum* або *B. albicans*.

**Просторовий розподіл мохоподібних на гіпсових відслоненнях
Волино-Поділля та Передкарпаття**

Види	Оселища		
	a	b	c
<i>Funaria hygrometrica</i>	+		
<i>Grimmia pulvinata</i>			+
<i>Schistidium apocarpum</i>			+
<i>Ceratodon purpureus</i>	+	+	+
<i>Dicranella varia</i>	+		
<i>Encalypta streptocarpa</i>		+	+
<i>Fissidens bryoides</i>			+
<i>Seligeria calcarea</i>			+
<i>Aloina rigida</i>	+		+
<i>Barbula convoluta</i>			+
<i>Barbula unguiculata</i>	+		+
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i>			+
<i>Didymodon fallax</i>	+		
<i>Didymodon vinealis</i>	+		+
<i>Didymodon rigidulus</i>			+
<i>Syntrichia ruralis</i>	+		
<i>Tortula muralis</i>	+		+
<i>Tortella tortuosa</i>			+
<i>Leptobryum pyriforme</i>	+		
<i>Bryum argenteum</i>	+		+
<i>Bryum caespiticiun</i>	+	+	+
<i>Bryum kunzei</i>			+
<i>Abietinella abietina</i>		+	+
<i>Thuidium delicatulum</i>		+	
<i>Thuidium recognitum</i>		+	
<i>Brachythecium albicans</i>		+	
<i>Brachythecium glareosum</i>		+	
<i>Oxyrrhynchium hians</i>		+	
<i>Rhynchostegium murale</i>		+	+
<i>Homalothecium lutescens</i>		+	
<i>Homalothecium sericeum</i>			+
<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i>		+	+
<i>Calliergonella cuspidata</i>		+	
<i>Hypnum cupressiforme</i>		+	+
Всього видів: 34	12	14	22

Примітки: осипища (a), пологі схили (b), брили та стінки (c).

Найбільша кількість видів – 22, в межах ГпТ виявлено на брилах та стінках кар'єрів (ГпТВ-1,2) На освітлених гладеньких поверхнях оселяються представники *Pottiaceae*, *Bryaceae* та *Grimmiaceae*, які поширюються уздовж тріщин. В умовах інтенсивного опромінення (як через пряму інсоляцію, так і за рахунок високого альбедо гіпсу), подушки представників родин *Pottiaceae* та *Grimmiaceae* набувають темного, майже чорного, кольору, якого їм надає «обгортка» із мертвих пагонів, що захищає внутрішні частини дернин. Натомість, представники родини *Bryaceae* набувають світло-зеленого, майже білого забарвлення. Утворення таких екстрагеліофільних форм забезпечує виживання колоній бріобіонтів в специфічних умовах гіпсових відслонень. Плеврокарпні види надають перевагу частково затіненим поверхням із шаром дрібнозему. Серед них найчисленнішими є *Abietinella abietina*, *Campyliadelphus chrysophyllus* та *Hypnum cupressiforme*, представлені темнозабарвленими морфами.

Загалом, на досліджуваних гіпсових техногенних відслоненнях відмічено 34 видів бріобіонтів, що належать до 25 родів 9 родин. Аналізована бріофлора має яскраво виражені ксерофільні риси, обумовлені специфікою місцевиростань. За своєю структурою вона тяжіє до флор південнопалеарктичного типу: провідне положення із помітною перевагою належить родині *Pottiaceae* (9 видів), наступні позиції посідають родини *Brachytheciaceae* (6 видів) та *Bryaceae* (3 види).

4.2.5. Мохоподібні гравійних відслонень

Гравійно-піщані поклади, які широко використовуються у якості джерела будівельної сировини як безпосередньо, так і після промислової переробки на щебінь, у досліджуваних регіонах представлені численними кар'єрами, локалізованими у старих річищах Передкарпаття.

За своїм походженням це – алювіальні відклади, розкриті видобувними роботами на глибину 3-5 м. В якісному відношенні річкова галька є обкатаними уламками щільних гірських пісковиків. Борти кар'єрів, як правило, складені гальково-піщаною сумішшю, тоді як на днищах переважають глинисті субстрати з малою водопроникністю, що нерідко зумовлює поверхневий застій води. За умов природного відновлення галечникові відслонення заростають надзвичайно слабо через високу рухливість субстрату та брак дрібноземного наповнювача [150, 212].

На досліджуваних гравійних техногенних відслоненнях (ГрТВ) виділяли 4 типи оселищ:

- стрімкі схили (осипища);
- пологі схили;
- перезволожені ділянки днищ;
- брили (валуни).

Осипища досліджуваних кар'єрів (ГрТВ-1,2), складені гравійно-галечниковою сумішшю з піщаним наповнювачем, відрізняються високою рухливістю субстрату, його надзвичайно низькою трофністю та значною сухістю, через що такі ділянки слабо заростають. Трав'яний покрив (ПВ до 10%) складено ксерофільними злаками, сукулентами (*Sedum* sp.) та поодинокими напівкущиками *Thymus* sp.

Натомість, моховий покрив, утворений за домінування *Polytrichum juniperinum* та *P. piliferum* або *Racomitrium canescens* з незначною домішкою *Schistidium strictum*, є помітно ряснішим (до 25-50% ПВ). Нерідко до формування епігейного ярусу долучаються лишайники родів *Cladonia* та *Peltigera*. Значна участь політрихових мохів (*Polytrichopsida*) є характерною і для відкритих ділянок гравійних техновідслонень тайгової зони Росії [42] та Канади [182]. Всього на галечникових осипищах було знайдено 6 видів мохів (табл. 4.2.5.1).

Пологі схили (ГрТВ-1,3), як правило, є відносно добре задерновані судинними рослинами (до 50% ПВ), з переважанням піонерних видів.

Моховий покрив з ПВ до 99%, представлений пухкою дерниною, складений 14 видами за домінування *Rhytidiadelphus squarrosus* та значної участі *Cirriphyllum piliferum* та *Brachythecium glareosum* на ділянках з щільним травостоєм, *Abietinella abietina* та *Syntrichia ruralis* – на відкритих ділянках.

Таблиця 4.2.5.1

**Просторовий розподіл мохоподібних на гравійних відслоненнях
Волино-Поділля та Передкарпаття**

Види	Оселища			
	a	b	c	d
<i>Atrichum undulatum</i>		+		
<i>Polytrichum juniperinum</i>	+	+		
<i>Polytrichum piliferum</i>	+	+		
<i>Polytrichum strictum</i>	+			
<i>Bryum caespiticiu</i>		+		
<i>Bryum argenteu</i>				+
<i>Bryum dichotomu</i>			+	
<i>Funaria hygrometrica</i>			+	
<i>Dicranella varia</i>			+	
<i>Grimmia pulvinata</i>				+
<i>Racomitrium canescens</i>	+			
<i>Schistidium apocarpum</i>				+
<i>Schistidium strictum</i>	+			+
<i>Barbula unquiculata</i>			+	+
<i>Tortula muralis</i>				+
<i>Syntrichia ruralis</i>		+		
<i>Ceratodon purpureus</i>	+	+		
<i>Climacium dendroides</i>			+	
<i>Drepanocladus aduncus</i>			+	
<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i>		+		
<i>Abietinella abietina</i>		+		
<i>Cirriphyllum piliferum</i>		+		
<i>Brachythecium glareosum</i>		+		
<i>Calliergonella cuspidata</i>		+	+	
<i>Ctenidium molluscum</i>		+		
<i>Hypnum cupressiforme</i>		+		+
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>		+		
Всього видів:	27	6	14	7

Примітки: осипища (a), пологі схили (b), вологі ділянки днищ (c), валуни (d).

На перезволожених ділянках днищ (ГрТВ-1,3) ПВс сягає 25%, покрив формують рудеральні (нерідко гігрофільні) види трав'яних рослин та поодинокі екземпляри *Salix sp.* Моховий покрив утворений 7 видами. На відкритих ділянках у вологих пониженнях трапляються *Bryum dichotomum*, *Funaria hygrometrica*, *Dicranella varia* та *Barbula unquiculata*, які утворюють нещільні просторово відокремлені обростання із загальним ПВ до 5%. Серед травостою, безпосередньо біля водойм, поширені амфібійні *Calliergonella cuspidata* та *Drepanocladus aduncus*, тоді як на сухіших ділянках днищ відмічено мезофільний *Climacium dendroides*.

На окремих поодиноких валунах (ГрТВ-1,2,3) та крупній гальці (часто – з прошарком піску) було знайдено 7 видів мохоподібних: ксероморфні представники родини *Grimmiaceae*, які утворювали щільні темні подушки, білі дернинки *Bryum argenteum*, інтенсивно опушені подушечки *Tortula muralis* та *Hypnum cupressiforme*, представлений тут морфою бурувато-зеленого кольору зі знебарвленою верхньою частиною листків.

Всього на досліджуваних ГрТВ відслоненнях виявлено 27 видів мохоподібних 22 родів, приналежних до 13 родин: *Polytrichaceae*, *Grimmiaceae* (по 4 види), *Bryaceae*, *Pottiaceae*, *Hypnaceae* (по 3 види), *Amblystegiaceae*, *Brachytheciaceae* (по 2 види), *Funariaceae*, *Dicranaceae*, *Ditrichaceae*, *Climaciaceae*, *Thuidiaceae*, *Hylocomiaceae* (по 1 виду).

Специфічними для досліджуваних відслонень є високі положення родин *Polytrichaceae*, *Bryaceae*, *Pottiaceae* та *Hypnaceae*, що наближує їх до природних аналогів північнопалеарктичного типу бріофлор [1]. Це, вірогідно, обумовлено суворістю умов виростання, насамперед специфікою терморезиму, для якого характерна велика амплітуда добових температур на поверхні субстрату (темні гравійні суміші сильно нагріваються вдень, натомість легко віддають тепло та швидко охолоджуються надвечір), а також низькою трофічністю та значною сухістю кам'янистих субстратів.

4.2.6. Мохоподібні пісковикових відслонень

Пісковикові техногенні відслонення (ПсТВ) представлені старими кар'єрами з видобутку будівельного каменю, розміщених у місцях виходів на денну поверхню щільних неогенових пісковиків.

Експлуатовані впродовж середини XIX – початку XX ст. каменярні мають вигляд вертикальних стінок складної конфігурації висотою 5-15 м та протяжністю до кількох кілометрів, в основі яких формуються рухлякові осипи.

На досліджуваних ПсТВ виділяли 5 типів оселищ:

- стрімкі схили (осипища);
- пологі схили, вкриті трав'яною рослинністю;
- пологі схили, вкриті деревною рослинністю;
- відслонені брили та стінки;
- брили та стінки, вкриті шаром органіки та дрібнозему.

На осипищах (ПсТВ-2,4,5) відмічено 7 видів мохоподібних (табл. 4.2.6.1), які утворюють нерівномірно-плямистий покрив з ПВ до 25-50%. Освітлені осипища із супіщаним наповнювачем заселяють *Bryum caespitium* у супроводі *B. argenteum* або *Ceratodon purpureus*; із суглинковим – *Barbula unguiculata* з домішками *Tortula muralis* та *Funaria hygrometrica*. На затінених осипищах каменярень, розташованих серед лісу, рясний покрив утворює *Dicranella heteromalla*. Усі виявлені у цьому мікроекотопі види є широко розповсюдженими мешканцями різного роду порушених місцевиростань, що мають добре виражені піонерні властивості.

На щербенистих пологих схилах, порослих травою (ПсТВ-2,4,5) було відмічено 13 видів мохів. На схилах кар'єрів із щільною (до 75% ПВ) трав'яною рослинністю лучно-степового характеру з переважанням злаків, типовими є представники родини *Brachytheciaceae* (*Homalothecium lutescens*, *Brachythecium salebrosum*, *B. campestre*, нерідко у супроводі *Oxyrrhynchium hians*), які формують пухкий нещільний покрив з ПВ до 99%.

**Просторовий розподіл мохоподібних на пісковикових відслоненнях
Волино-Поділля та Передкарпаття**

Види	Оселища				
	a	b	c	d	e
1	2	3	4	5	6
<i>Conocephalum conicum</i>					+
<i>Preissia quadrata</i>				+	+
<i>Pellia epiphylla</i>					+
<i>Lophocolea bidentata</i>					+
<i>Atrichum undulatum</i>			+		+
<i>Encalypta ciliata</i>					+
<i>Encalypta vulgaris</i>					+
<i>Encalypta streptocarpa</i>		+			+
<i>Funaria hygrometrica</i>	+			+	
<i>Dicranella heteromalla</i>	+				
<i>Dicranum montanum</i>					+
<i>Dicranum tauricum</i>					+
<i>Ceratodon purpureus</i>	+				
<i>Grimmia pulvinata</i>				+	
<i>Schistidium apocarpum</i>				+	
<i>Fissidens taxifolius</i>		+			
<i>Fissidens dubius</i>		+			
<i>Barbula unguiculata</i>	+			+	
<i>Didymodon acutus</i>				+	
<i>Didymodon ferrugineus</i>		+			
<i>Didymodon rigidulus</i>				+	
<i>Tortula aestiva</i>				+	
<i>Tortula muralis</i>	+			+	
<i>Tortula subulata</i>				+	
<i>Orthotrichum spesiosum</i>				+	
<i>Orthotrichum anomalum</i>				+	
<i>Bryum argenteum</i>	+			+	
<i>Bryum capillare</i>					+
<i>Bryum caespiticiu</i>	+			+	
<i>Bryum kuncei</i>				+	
<i>Pohlia nutans</i>			+		
<i>Mnium marginatum</i>					+
<i>Mnium stellare</i>					+
<i>Rhyzomnium punctatum</i>			+		+
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>		+	+		+
<i>Plagiomnium ellipticum</i>					+

(Продовж. табл. 4.2.6.1)

1	2	3	4	5	6
<i>Plagiomnium rostratum</i>			+		+
<i>Plagiomnium undulatum</i>			+		
<i>Amblystegium confervoides</i>				+	
<i>Amblystegium serpens</i>				+	+
<i>Hygroamblystegium varium</i>					+
<i>Leskea polycarpa</i>					+
<i>Pseudoleskeella nervosa</i>					+
<i>Rhynchostegium murale</i>				+	
<i>Rhynchostegium confertum</i>				+	
<i>Sciuro-hypnum flotovianum</i>					+
<i>Sciuro-hypnum oedipodium</i>					+
<i>Sciuro-hypnum plumosum</i>					+
<i>Sciuro-hypnum populeum</i>					+
<i>Eurhynchiastrum pulchellum</i>					+
<i>Oxyrrhynchium hians</i>		+			+
<i>Ciriphyllum crassineurum</i>					+
<i>Brachythecium glareosum</i>		+			
<i>Brachythecium rutabulum</i>			+		+
<i>Brachythecium salebrosum</i>		+			
<i>Brachytheciastrum velutinum</i>		+	+	+	+
<i>Homalothecium lutescens</i>		+			
<i>Homalothecium sericeum</i>				+	+
<i>Homalothecium phillipeanum</i>					+
<i>Abietina abietinella</i>		+			+
<i>Thuidium delicatulum</i>		+			+
<i>Herzogiella seligeri</i>					+
<i>Hypnum cupressiforme</i>		+	+		+
<i>Campylophylum sommerfeltii</i>					+
<i>Plagiothecium curvifolium</i>			+		+
<i>Plagiothecium cavifolium</i>					+
<i>Platygyrium repens</i>				+	
<i>Pylaisia polyantha</i>				+	
<i>Anomodon attenuatus</i>				+	
Всього видів: 69	7	13	10	22	39

Примітки: осипища (а), пологі схили з трав'яною (b) та деревною рослинністю (с), відслонені брили та стінки (d), брили та стінки з прошарком органіки та дрібнозему (e).

Слабко задерновані ділянки підвищеної кам'янистості заселяють *Encalypta streptocarpa*, *Didymodon ferrugineus*, *Fissidens taxifolius*, *F. dubius*,

Plagiomnium cuspidatum за домінування представників *Thuidiaceae* (*Abietina abietinella* або *Thuidium delicatulum*) зі значною участю *Hypnum cupressiforme* (ПВ 50-85%).

Покрив затінених схилів з деревною рослинністю, розташованих серед листяного лісу (ПсТВ-1,2,3), формують такі види, як *Brachythecium rutabulum*, *Brachytheciastrum velutinum* та *Plagiomnium undulatum* за участі *P. rostratum*, *P. cuspidatum*, *Rhyzomnium punctatum*, *Atrichum undulatum*, *Pohlia nutans*, *Hypnum cupressiforme* та *Plagiothecium curvifolium* (всього 10 видів, з ПВ до 25-30%), які утворюють полівидові або чисті плями на місцях, позбавлених листяного опаду, в тому числі і на уламках породи.

На відслонених брилах та стінках (ПсТВ-1,2,3,4,5) відмічено 21 вид мохоподібних. На інтенсивно освітлюваних поверхнях типовими є щільні чисті або мішані колонії з 2-3 видів ксеро-геліофільних представників родин *Grimmiaceae* (*Grimmia pulvinata*, *Schistidium apocarpum*), *Pottiaceae* (*Didymodon acutus*, *D. rigidulus*, *Tortula aestiva*, *T. muralis*, *T. subulata*), *Orthotrichaceae* (*Orthotrichum spesiosum*, *O. anomalum*) та *Bryaceae* (*Bryum argenteum*, *B. caespitium*), напівзатінені ділянки найчастіше заселяють *Barbula unguiculata* та *Preissia quadrata*.

На затінених поверхнях масовими є *Brachytheciastrum velutinum*, *Rhynchostegium murale* та *Amblystegium serpens*; зрідка трапляються *R. confertum*, *Amblystegium confervoides*, *Pylaisia polyantha*, *Anomodon attenuatus* та *Platygyrium repens*.

На породі із прошарком дрібнозему (ПсТВ-1,2,3,4,5) виявлено найбільшу в межах ПсТВ кількість мохоподібних – 39 видів: 4 види печіночників та 35 мохів. Це зумовлено сприятливими для мохів умовами мікрооселищ - наявністю прошарку ґрунту за відсутності конкурентного тиску з боку судинних рослин. На освітлених ділянках найчастіше трапляються представники родин *Encalyptaceae* (*Encalypta vulgaris*, *E. streptocarpa*), *Brachytheciaceae* (рід *Homalothecium*), *Thuidiaceae* (*Abietina abietinella*, *Thuidium delicatulum*); на затінених – *Mniaceae* (*Mnium*

marginatum, *M. stellare*), *Plagiomniaceae* (*Plagiomnium cuspidatum*, *P. ellipticum*, *P. rostratum*, *P. undulatum*), *Brachytheciaceae* (роди *Sciuro-hypnum* та *Eurhynchiastrum*).

На пласких поверхнях брил та уступах стінок моховий покрив нерідко є майже суцільним (до 100% ПВ). На вертикальних поверхнях рясність покриву варіює у широких межах від 2 до 30% ПВ і визначається текстурою відслонень, мохоподібні скупчуються у западинах та тріщинах породи, де накопичується органіка.

Всього на досліджуваних ПсТВ відмічено 69 видів мохоподібних, що належать до 44 родів 27 родин. Значне видове багатство мохового покриву тут обумовлене строкатістю мікрооселищ у їх межах, де створюються сприятливі умови для поширення представників різних екологічних груп мохоподібних. Так, на відкритих звітраних брилах та стінках охоче оселяються епілітні ксеротермофільні види, на відслоненнях старих каменярень із прошарком гумусу, захищених наметом дерев – мезофільні лісові мохи, на вкритих трав'яною рослинністю рухлякових схилах – мезоксерофільні лучні види тощо.

У флористичному спектрі найвищу позицію зі значним відривом посідає родина *Brachytheciaceae* (15 видів), наступні позиції представлені родинами *Pottiaceae* (7 видів), *Bryaceae*, *Plagiomniaceae* (4 види), *Dicranaceae*, *Amblystegiaceae*, *Plagiotheciaceae*, *Hypnaceae* та *Encalyptaceae* (по 3 види).

Провідні положення родин *Brachytheciaceae*, *Pottiaceae*, *Bryaceae*, *Amblystegiaceae* (позиції 1-4) надають бріофлорі ПсТВ характерних рис південних флор, на які накладаються ознаки нативних флор регіону через високі позиції родин *Plagiomniaceae*, *Dicranaceae*, *Hypnaceae* та *Plagiotheciaceae* (3-4). Це дає підставу охарактеризувати бріофлору досліджуваних ПсТВ як аридизований (літофільний) варіант бріофлор неморальної зони.

4.2.7. Мохоподібні вапнякових відслонень

Вапнякові техногенні відслонення (ВТВ) у регіоні досліджень представлені старими каменярнями з видобутку будівельного «білого каменю», кар'єрними виїмками, з яких відбирали породу для перепалювання на будівельне вапно, вони також часто формуються під час експлуатації піщаних родовищ, перекритих шарами щільної карбонатної породи.

У геологічному відношенні вапняки є органогенними осадовими відкладами неогенового періоду, які у досліджуваному регіоні у природний спосіб відслонюються на схилах ярів.

Особливістю вапняків, як субстрату для оселення рослин, є його лужна реакція (рН 6,8-7,8), яка забезпечує сприятливі умови для оселення специфічних базифільних видів. Завдяки високій твердості вапняки погано подрібнюються. Таким чином, за браком наповнювача та через мізерну водоутримуючу здатність, рухлякові схили слабо заростають судинними рослинами, проте рясно заселяються мохами, які, за таких умов, практично не зазнають конкурентного тиску.

На відкритих схилах ВТВ покрив судинних рослин представлений сильно розрідженими лучно-рудеральними угрупованнями (ПВ 15-50%) та поодинокими екземплярами дерев, найчастіше – *Pinus silvestris* L. та *Robinia pseudoacacia* L. Схили каменярень, розташованих в межах широколистяних лісів, як правило, практично не заростають – тут трапляються лише окремі екземпляри трав'яних рослин.

В межах досліджуваних ВТВ виділяли 6 типів оселищ:

- стрімкі схили (осипища);
- пологі схили, вкриті трав'яною рослинністю;
- пологі схили, вкриті деревною рослинністю;
- відслонені брили та стінки;
- брили та стінки, вкриті шаром органіки та дрібнозему;
- вологі ділянки днищ.

На осипищах досліджуваних кар'єрів (ВТВ-3,4,5) відмічено 13 видів мохоподібних (табл. 4.2.7.1), які утворюють розріджений плямистий покрив з ПІВ до 50%.

Таблиця 4.2.7.1

**Просторовий розподіл мохоподібних на вапнякових відслоненнях
Волино-Поділля та Передкарпаття**

Види	Оселища					
	a	b	c	d	e	f
1	2	3	4	5	6	7
<i>Encalypta streptocarpa</i>		+	+			+
<i>Funaria hygrometrica</i>	+			+	+	
<i>Grimmia anodon</i>					+	
<i>Grimmia pulvinata</i>					+	
<i>Schistidium apocarpum</i>					+	
<i>Seligeria calcarea</i>					+	
<i>Fissidens taxifolius</i>		+		+		+
<i>Fissidens dubius</i>		+				+
<i>Fissidens minutulus</i>					+	
<i>Ceratodon purpureus</i>	+					
<i>Dicranella heteromalla</i>	+					
<i>Aloina rigida</i>	+				+	
<i>Barbula convoluta</i>	+				+	
<i>Barbula unguiculata</i>	+			+	+	
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i>					+	
<i>Didymodon fallax</i>	+	+			+	
<i>Didymodon vinealis</i>	+				+	
<i>Didymodon spadiceus</i>					+	
<i>Didymodon tophaceus</i>					+	
<i>Didymodon rigidulus</i>					+	
<i>Pseudocrossidium hornschurchianum</i>	+					
<i>Syntrichia ruralis</i>	+	+				+
<i>Tortula muralis</i>	+				+	
<i>Orthotrichum cupulatum</i>					+	
<i>Orthotrichum diaphanum</i>					+	
<i>Bryum argenteum</i>	+				+	
<i>Bryum caespiticium</i>	+	+			+	
<i>Bryum capillare</i>					+	
<i>Bryum kunzei</i>					+	
<i>Bryum pallescens</i>		+				
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>			+			+
<i>Plagiomnium rostratum</i>			+			+

(Продовж. табл. 4.2.7.1)

1	2	3	4	5	6	7
<i>Plagiomnium medium</i>			+			
<i>Amblystegium serpens</i>			+		+	+
<i>Amblystegium radicale</i>				+		
<i>Campyliadelphus chrysophyllus</i>			+			+
<i>Cratoneuron filicinum</i>				+		+
<i>Drepanocladus aduncus</i>				+		
<i>Hygroamblystegium varium</i>						+
<i>Hydrohypnum luridum</i>						+
<i>Leskea polycarpa</i>						+
<i>Abietinella abietina</i>		+	+			+
<i>Thuidium assimile</i>			+			
<i>Thuidium delicatulum</i>		+	+			+
<i>Thuidium tamariscinum</i>			+			
<i>Rhynchostegium murale</i>			+		+	
<i>Oxyrrhynchium hians</i>		+				
<i>Kindbergia praelonga</i>			+			
<i>Sciuro-hypnum populeum</i>						+
<i>Sciuro-hypnum plumosum</i>						+
<i>Sciuro-hypnum reflexum</i>						+
<i>Sciuro-hypnum starkei</i>						+
<i>Brachythecium albicans</i>		+	+		+	
<i>Brachythecium campestre</i>		+				
<i>Brachythecium glareosum</i>		+	+			
<i>Brachythecium rutabulum</i>			+			+
<i>Brachythecium rivulare</i>				+		
<i>Brachythecium salebrosum</i>			+			
<i>Brachytheciastrum velutinum</i>			+			+
<i>Homalothecium lutescens</i>		+				
<i>Homalothecium sericeum</i>						+
<i>Calliergonella cuspidata</i>		+		+		+
<i>Calliergonella lindbergii</i>			+			+
<i>Campylophylum calcareum</i>		+				
<i>Ctenidium molluscum</i>			+			+
<i>Hypnum cupressiforme</i>			+			+
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>		+	+			+
<i>Leucodon sciuroides</i>						+
<i>Isohtecium alopecuroides</i>						+
Всього видів: 69	13	17	21	8	25	28

Примітки: осипища (а), пологі схили з трав'яною (б) та деревною рослинністю (с), вологі ділянки на днищах (д), відслонені брили (е), брили з прошарком органіки (ф).

Переважають щільнодернні форми, представники яких краще пристосовані для життя на рухливому субстраті [17]. Видова композиція різниться на осипищах з різним типом наповнювача: на супіщаному наповнювачі домінують *Ceratodon purpureus* та *Syntrichia ruralis*, які утворюють рясні моновидові обростання або *Bryum caespiticiu*m з домішкою *B. argenteu*m; на суглинковому наповнювачі оселяються *Barbula unguiculata* та *Dicranella heteromalla*. На вапняковому дрібноземі панують базифільні представники *Pottiaceae* (фоновими є *Didymodon fallax* або *D. vinealis*), до колоній яких нерідко долучаються *Funaria hygrometrica*, *Pseudocrossidium horns*chuchianum, *Aloina rigida*, *Barbula convoluta*, *B. unguiculata*.

На щербенистих пологих схилах із трав'яною рослинністю (ВТВ-3,4,5) знайдено 17 видів мохоподібних. Серед травостою фоновими є представники родини *Brachytheciaceae* (*Brachythecium campestre*, *B. albicans* або *Homalothecium lutescens*). Міждернинні ділянки заселяють дрібні щільнодернинні мохи (*Didymodon fallax*, *Bryum caespiticiu*m, *B. pallescens*). Слабкозадерновані ділянки заселяють *Encalypta streptocarpa*, *Fissidens taxifolius*, *F. dubius*, *Abietinella abietina*, *Thuidium delicatulum*, *Rhytidiadelphus squarrosus*, *Campylophyllum calcareum*, які щільно обростають уламки породи, утворюючи пухкий покрив з ПВ до 75%.

На пологих схилах із деревною рослинністю (ВТВ-1,2) відмічено 21 вид мохоподібних. На світлих схилах, порослих *Pinus silvestris* та *Robinia pseudoacacia*, типовими є ксеро-мезофільні представники родин *Thuidiaceae* (*Abietinella abietina*, *Thuidium assimile*, *T. delicatulum*, *T. tamariscinum*), *Brachytheciaceae* (*Rhynchostegium murale*, *Brachythecium albicans*, *B. glareosum*, *Brachytheciastrum velutinum*) та *Hypnaceae* (*Hypnum cupressiforme*, *Ctenidium molluscum*). Рідше трапляються *Encalypta streptocarpa*, *Plagiomnium cuspidatum*, *P. rostratum*, *Amblystegium serpens*, *Campyliadelphus chrysophyllus* та *Rhytidiadelphus squarrosus*. Моховий покрив є щільнішим на сильнокам'янистих ділянках (до 90% ПВ), серед травостою мохова дернина є менш розвиненою (ПВ до 50%).

Під щільним наметом широколистяних порід, на великому камінні, що підноситься над шаром опаду, поширюються види роду *Plagiomnium*, також *Brachythecium rutabulum*, який часто є фоновим, *B. salebrosum*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Kindbergia praelonga*, *Calliergonella lindbergii*, *Hypnum cupressiforme*. Моховий покрив має вигляд окремих розмежованих плям із ПВ 5-15%.

На вологих ділянках (ВТВ-4) знайдено 8 видів мохів. Стаціонарні водоймища на днищах кар'єрів рясно облямовують зарості *Drepanocladus aduncus* та *Calliergonella cuspidata*. На зануреному у воду камінні трапляються *Cratoneuron filicinum* та *Brachythecium rivulare*. Вологі пониження з тимчасовими водоймищами заселяють *Funaria hygrometrica*, *Dicranella heteromalla* та *Barbula unguiculata*.

На відслонених брилах та стінках (ВТВ-1,2,3,4,5) відмічено 25 видів мохів. Найпоширенішими є епілітні та широкої екології види родин *Pottiaceae* (*Aloina rigida*, *Barbula* sp., *Didymodon* sp., *Bryoerythrophyllum recurvirostrum*), *Grimmiaceae* (*Grimmia* sp., *Schistidium apocarpum*), *Orthotrichaceae* (*Orthotrichum cupulatum*, *O. diaphanum*), *Bryaceae* (*Bryum argenteum*, *B. caespiticium*, *B. kunzei*), що виростають поодинокими дернинками чи подушками, які скупчуються у заглибинах мікрорельєфу, з ПВ до 5%.

Зрідка на бічних затінених стінках оселяються *Seligeria calcarea* та *Fissidens minutulus*, які утворюють сильно розріджені обростання. З бокоплідних видів на свіжосколотих брилах знайдено лише 3 види: *Brachythecium albicans* та *Rhynchostegium murale* (на освітлених поверхнях) та *Amblystegium serpens* (у затінку), пагони яких були дуже міцно приєднані до субстрату.

Значна кількість видів мохоподібних – 28, поширених у ВТВ, тяжіє до оселення на породі, вкритій шаром органіки (ВТВ-1,2,5). На освітлених ділянках типовими є *Encalypta streptocarpa*, *Syntrichia ruralis*, *Campyliadelphus chrysophyllus*, *Abietinella abietina*, *Homalothecium sericeum* та

Hypnum cupressiforme; на затінених – *Brachytheciastrum velutinum*, *Brachythecium rutabulum*, *Sciuro-hypnum populeum*, *Amblystegium serpens* та *Plagiomnium cuspidatum*. Інтенсивність розвитку мохового покриву залежить від мікрорельєфу відслонень: горизонтальні уступи, зазвичай, суцільно обростають мохами, тоді як на стрімких стінках мохоподібні оселяються лише у тріщинах породи.

Всього на досліджуваних ВТВ відмічено 69 видів мохоподібних, що належать до 42 родів 19 родин. Найширше представлені родини *Brachytheciaceae* (16 видів), *Pottiaceae* (12 видів), *Amblystegiaceae* (7 видів), *Bryaceae*, *Hypnaceae* (по 5 видів), *Thuidiaceae* (4 види), *Grimmiaceae*, *Fissidentaceae* та *Plagiomniaceae* (по 3 види). Розподіл провідних родин у флористичному спектрі відображає специфіку локальних умов ВТВ (через високі положення родин *Brachytheciaceae*, *Pottiaceae*, *Bryaceae* та *Amblystegiaceae*, характерне для аридних зон) та вплив нативної флори, представленої неморальними родинами (*Hypnaceae*, *Thuidiaceae*, *Fissidentaceae*, *Plagiomniaceae*). Таким чином, аналізована бріофлора репрезентує у регіоні досліджень помірно ксерофітизований варіант зональної (неморальної) флори.

4.3. Порівняльна оцінка бріофлор техногенних відслонень

Порівняння таксономічного складу та структури парціальних бріофлор техногенних відслонень Волино-Поділля та Передкарпаття виявило їхні характерні риси, зумовлені екологічними умовами техногенних екосистем, а також встановило їх близькість до нативної бріофлори регіону.

За контроль (N) було взято бріофлору природних буково-дубових лісів фітоценотичного союзу *Fagion sylvaticae* R.Tx. et Diem. 1936 в межах Яворівського національного природного парку (додаток Б), яка за складом відповідає типовому неморальному варіанту сильвапалеарктичного типу

бріофлор з пануванням родин *Brachytheciaceae* (11 видів), *Dicranaceae*, *Amblystegiaceae* (по 6 видів) *Bryaceae* (5 видів) та високим положенням неморальнолісових родин *Thuidiaceae*, *Plagiomniaceae*, *Plagiotheciaceae* та *Hypnaceae* (по 4 види) [108].

Найбільш спорідненою із нативною виявилась бріофлора глинистих техногенних відслонень (ГТВ) ($K_s = 0,69$), що наближається до неморального варіанту сильвапалеарктичних бріофлор (табл. 4.3.1). Так, найбагатше в обох флорах представлені родини *Brachytheciaceae*, *Dicranaceae*, *Amblystegiaceae* та *Bryaceae* (рис. 4.3.1). Також, із варіаціями у ранжуванні, аналогічною є композиція 10 провідних родин флористичного спектра.

Відмінності між нативною та аналізованою бріофлорами проявляються через незначне зменшення видового багатства та зростання індексу ксерофітизації (від 5,0 до 10,5 %). Також спостерігається збільшення частки участі полізональних родин *Ditrichaceae* та *Funariaceae*, репрезентованих піонерними видами, натомість, спадає частка сильванічних родин *Hypnaceae*, *Thuidiaceae* та *Plagiotheciaceae*.

Бріофлора піщаних техногенних відслонень (ПТВ) за своїм складом значно відрізняється від зональної ($K_s = 0,46$) і є відносно неї помітно ксерофітизованою ($I_{\text{хер}} = 13,7$ проти 7,5). Це може бути як ознакою її природної специфіки, а саме – екологічних преференцій тайгових видів мохоподібних, що виявляють ознаки ксероморфності, так і наслідком техногенного втручання, що позначились на ході регенераційних процесів у відновлюваній екосистемі.

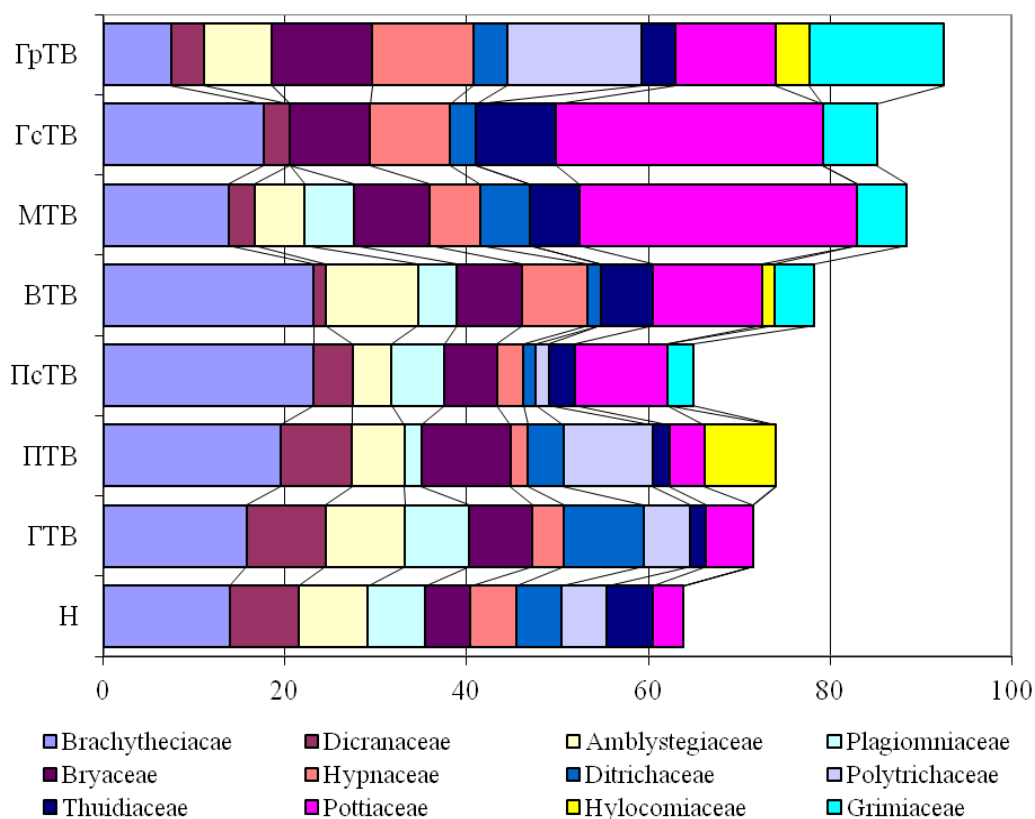
За флористичною композицією бріофлора піщаних відслонень тяжіє до бореального варіанту бріофлор сильвапалеарктичного типу. Верхні позиції спектра у ній посідають родини *Dicranaceae*, *Bryaceae*, *Polytrichaceae*, *Amblystegiaceae*, *Hylocomiaceae*, *Sphagnaceae*, що є аналогічним до розподілу у флористичному спектрі, притаманного бріофлорам тайгової зони [1].

**Порівняння природної та техногенних парціальних бріофлор
Волино-Поділля та Передкарпаття**

БРІОФЛОРИ								
	Н	ГТВ	ПТВ	ПсТВ	ВТВ	МТВ	ГпТВ	ГрТВ
N	79	57	51	69	69	36	34	27
I_{xer}	5,0	10,5	13,7	18,8	23,1	36,1	38,2	40,7
K_s	1	0,69	0,46	0,48	0,40	0,28	0,23	0,23
Провідні родини (положення у спектрі)								
<i>Brachytheciaceae</i>	1	1	1	1	1	2	2	4-6
<i>Dicranaceae</i>	2-3	2-4	3-5	5-8	↓	↓	↓	↓
<i>Amblystegiaceae</i>			6-7	5-8	3	5-10	-	6-7
<i>Bryaceae</i>	4	5-6	3-5	3-4	4-5	3-4	3-5	3-5
<i>Hypnaceae</i>	5-11	↓	↓	5-8	4-5	5-10	3-5	3-5
<i>Pottiaceae</i>		7-10	8-9	2	2	1	1	3-5
<i>Ditrichaceae</i>		2-5	8-9	↓	↓	5-10	↓	↓
<i>Polytrichaceae</i>		7-10	2	↓	-	↓	-	1-2
<i>Plagiomniaceae</i>		5-6	↓	3-4	↓	5-10	-	-
<i>Plagiotheciaceae</i>		↓	-	9-10	7-8	-	-	-
<i>Thuidiaceae</i>		↓	↓	↓	6	5-10	3-5	↓
<i>Hylocomiaceae</i>	↓	↓	3-5	-	↓	-	-	↓
<i>Sphagnaceae</i>	↓	-	6-7	-	-	-	-	-
<i>Funariaceae</i>	↓	7-10	↓	↓	↓	3-4	↓	↓
<i>Grimmiaceae</i>	↓	-	-	↓	7-8	5-10	6	1-2
<i>Encalyptaceae</i>	↓	-	-	9-10	↓	↓	↓	-
Тип флори	СП _н		СП _б	ПдП				ПнП

Примітки: Н – нативна бріофлора, ГТВ – бріофлора глинистих відслонень, ПТВ – бріофлора піщаних відслонень, ПсТВ – бріофлора пісковикових відслонень, ВТВ – бріофлора вапнякових відслонень, МТВ – бріофлора мергелевих відслонень, ГпТВ – бріофлора гіпсових відслонень, ГрТВ – бріофлора гравійних відслонень;

N – число видів у флорі; **I_{xer}** – індекс ксерофітизації, **K_s** – коефіцієнт спорідненості нативної та відповідної техногенної флори, ↓ – ранг родини є меншими за 10, - родина відсутня або представлена 1 видом; ■ – діагностичні для визначення типу бріофлор родини; СП_н – сільвапалеарктичний тип флори (н – неморальний варіант, б – бореальний), ПдП – південнопалеарктичний, ПнП – північнопалеарктичний.



Примітка: позначення як у табл. 4.3.1.

Рис. 4.3.1. Порівняння флористичних спектрів провідних родин природної та техногенних бріофлор Волино-Поділля та Передкарпаття

Значущість антропогенного чинника у становленні бріофлори ПТВ проявляється також через лідируюче положення у ній антропотолерантної родини *Brachytheciaceae*, яка зі значним відривом посідає першу позицію.

Кам'янисті відслонення вважаються найменш сприятливими як для рекультивації, так і для природного заростання [134]. Багатство та структура локалізованих тут бріофлор різняться в залежності від ступеня антропогенної трансформації середовища, умовами якого визначається їх становлення та тривалість періоду самовідновлення.

Спільними для флористичної структури усіх аналізованих бріофлор кам'янистих відслонень (за винятком гравійних) виявились лідируючі позиції родин *Brachytheciaceae*, *Pottiaceae* та *Bryaceae* (див. рис. 4.3.1), що є специфічною ознакою бріофлор південнопалеарктичного типу [20].

Порівняно із нативною флорою, в аналізованих флорах спадає частка участі бореальних видів через зниження рангу родин *Dicranaceae* та *Polytrichaceae*. Натомість, помітно посилюються позиція ксеротермофільних родин. Так, родина *Pottiaceae* переміщується у першу трійку, а *Grimmiaceae* й *Encalyptaceae* потрапляють у десятку провідних родин.

Найтісніше пов'язаною із нативною флорою, з-поміж бріофлор усіх типів кам'янистих техногенних відслонень, виявились бріофлора пісковикових відслонень (ПсТВ) ($K_s = 0,48$) та дещо слабше – вапнякових (ВТВ) ($K_s = 0,40$). Очевидно, це пояснюється тим, що екологічні умови старих вапнякових та пісковикових каменярень з тривалим регенераційним посттехногенним періодом (понад 100 років) є сприятливими для оселення мохоподібних через високу насиченість гетерогенними мікронішами, з відповідними для певних екологічних груп бріобіонтів умовами виростання. Локалізовані тут бріофлори також виявились найбагатшими за видовим складом з-поміж інших техногенних бріофлор на аналізованих техногенних відслоненнях.

Хоча пріоритетні положення родин *Brachytheciaceae*, *Pottiaceae*, *Bryaceae*, *Amblystegiaceae* (позиції 1-4) надають бріофлорам ПсТВ та ВТВ характерних рис південних флор, проте в них виразно проявляються зональні ознаки через високі ранги родин *Plagiomniaceae*, *Dicranaceae*, *Hypnaceae*, *Thuidiaceae* та *Plagiotheciaceae*. Обидві флори є помітно ксерофітизованими відносно зонального варіанту ($I_{\text{хер}} = 18,8$ та $23,1$ відповідно). Це дає підставу охарактеризувати бріофлори пісковикових та вапнякових відслонень як неморалізовані синантропні відміни бріофлор, що тяжіють до південнопалеарктичного типу.

Схожа структурна організація характерна і для бріофлор пісковикових каменярень у Готингені (Німеччина) [228] та вапнякової каменярни у Дорсеті (Велика Британія) [164]. В них найвищі позиції посідають родини *Brachytheciaceae*, *Pottiaceae* та *Bryaceae* та добре представлені *Dicranaceae*,

Amblystegiaceae, *Hypnaceae* та *Plagiomniaceae*. Подібність флористичної композиції географічно розмежованих бріофлор піщовикових та вапнякових каменярень може свідчити про наявність певних усталених рис, визначених схожістю локальних умов кам'янистих відслонень неморально-лісової зони Європи, що зазнали техногенного втручання.

Необхідно зазначити, що відсутність відомостей щодо видового складу природних літофільних бріофлор регіону унеможливорює однозначну інтерпретацію отриманих даних. Виявлена специфіка аналізованих бріофлор може бути як наслідком антропогенних впливів, що позначились на ході регенераційних процесів, так і проявом природних особливостей місцевиростань, які у непорушеному стані у регіоні досліджень є осередками петрофільних флорокомплексів інтразонального типу.

Натомість, бріофлори мергелевих та гіпсових відслонень (МТВ та ГпТВ) виявляють слабкий зв'язок із нативною флорою ($K_s = 0,28$ та $0,23$ відповідно) та є доволі бідними (36 та 34 види відповідно). У їхньому складі зі значним відривом переважає аридна родина *Pottiaceae*, наступні позиції посідають мультизональні *Brachytheciaceae* та *Bryaceae*. Зональний компонент у спектрі провідних родин репрезентують *Hypnaceae* та *Thuidiaceae*. Характерними рисами аналізованих бріофлор є зростання частки участі літофільної родини *Grimmiaceae*, що потрапляє до першої десятки родинного спектра. Обидві флори мають яскраво виражений ксерофільний характер ($I_{\text{xer}} = 36,1$ та $38,2$).

Таким чином, бріофлори, які розвиваються за умов посушливих «техногенних пустищ» гіпсових та мергелевих кар'єрів, можна означити як крайні, найбільш антропогенно трансформовані, аридизовані відміни неморальнолісових бріофлор, у яких через невідповідність локальних умов потребам представників нативної флори регіону дуже слабо простежуються зональні риси.

Бріофлора гравійних відслонень (ГрТВ) характеризується найслабшим зв'язком із природною флорою ($K_s = 0,23$) та найнижчим видовим багатством

(27 видів). З-поміж інших техногенних бріофлор вона виділяється найвищим ступенем ксерофітизації ($I_{\text{хер}} = 40,7$) та специфічною структурою флористичного спектра (див. табл. 4.2.1 та рис. 4.2.1.). Приоритетні позиції (1-4) у ній посідають родини *Polytrichaceae*, *Grimmiaceae*, *Bryaceae*, *Pottiaceae*, що споріднює її з природними флорами північнопалеарктичного типу, приурочених до тундрової зони північної Палеарктики із суворими умовами виростання. Досліджувані гравійні кар'єри відзначаються значною сухістю та незначною трофічністю ґрунтових субстратів, а також широкою амплітудою коливання добових температур на поверхні відслонень, що і обумовлює особливості її флористичної композиції. Вірогідно, оригінальність складу бріофлори ГрТВ та її слабкий зв'язок із нативною бріофлорою в цьому випадку визначаються не стільки рівнем антропопресингу, як специфікою локальних умов. Відомо, що опанування мохоподібними галькових наносів природного та техногенного походження є помітно сповільненим та ускладненим процесом [42, 182, 212].

Аналізуючи вибірку техногенних бріофлор, можна помітити, що їхній зв'язок із зональною флорою слабшає із погіршенням умов зволоження в екотопах досліджуваних технокомплексів через заміщення вологолюбних видів, притаманних сильвапалеарктичним флорам (контрольна бріофлора є на 45% мезофільною) невибагливими ксеротолерантними мохоподібними. Це відбувається, головню, за рахунок зменшення частки участі родин *Polytrichaceae*, *Dicranaceae*, *Plagiomniaceae*, *Plagiotheciaceae* та зростання репрезентативності родин *Pottiaceae*, *Bryaceae*, *Grimmiaceae* та *Encalyptaceae* (рис 4.3.1.).

Тенденція послаблення ступеня спорідненості (K_s) із нативною флорою зі зростанням індексу ксерофітизації ($I_{\text{хер}}$) відповідної техногенної бріофлори (див. табл. 4.3.1) достовірно описується оберненою лінійною залежністю (рис. 4.3.2.). і підтверджує найслабшу ступінь спорідненості нативної бріофлори з бріофлорою ГрТВ з найвищим індексом ксерофітизації.

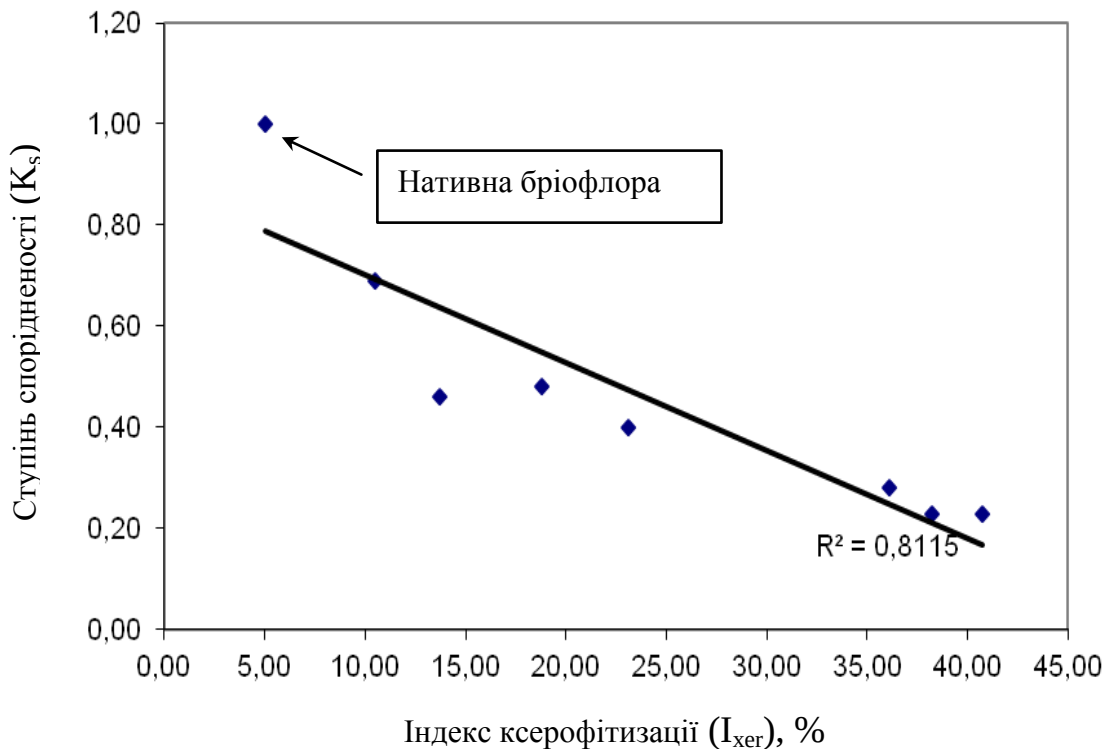


Рис. 4.3.2. Залежність ступеня спорідненості природної та техногенних бріофлор (K_s) від ступеня їхньої ксерофітизації (I_{xer})

Також зі зростанням ступеня ксерофітизації зменшується видове багатство техногенних флор, оскільки для більшості мохів, як для пойкилогідричних організмів, значна посушливість оселищ є лімітуючим фактором щодо їхнього поширення (бріофлора ГрТВ). Ця закономірність достовірно описується оберненою лінійною залежністю (рис. 4.2.3.).

Отже, успішність відновлення мохового покриву техногенних комплексів за зональним типом визначається, насамперед, їх сприятливістю для оселення бріобіонтів за фактором зволоження. В мезоекотопах формуються флори, близькі до природних регіональних аналогів сильвапалеарктичного типу, тоді як за умов недостатнього зволоження – ксерофітизовані деривати, що прямують до південно- або північнопалеарктичного типів флор.

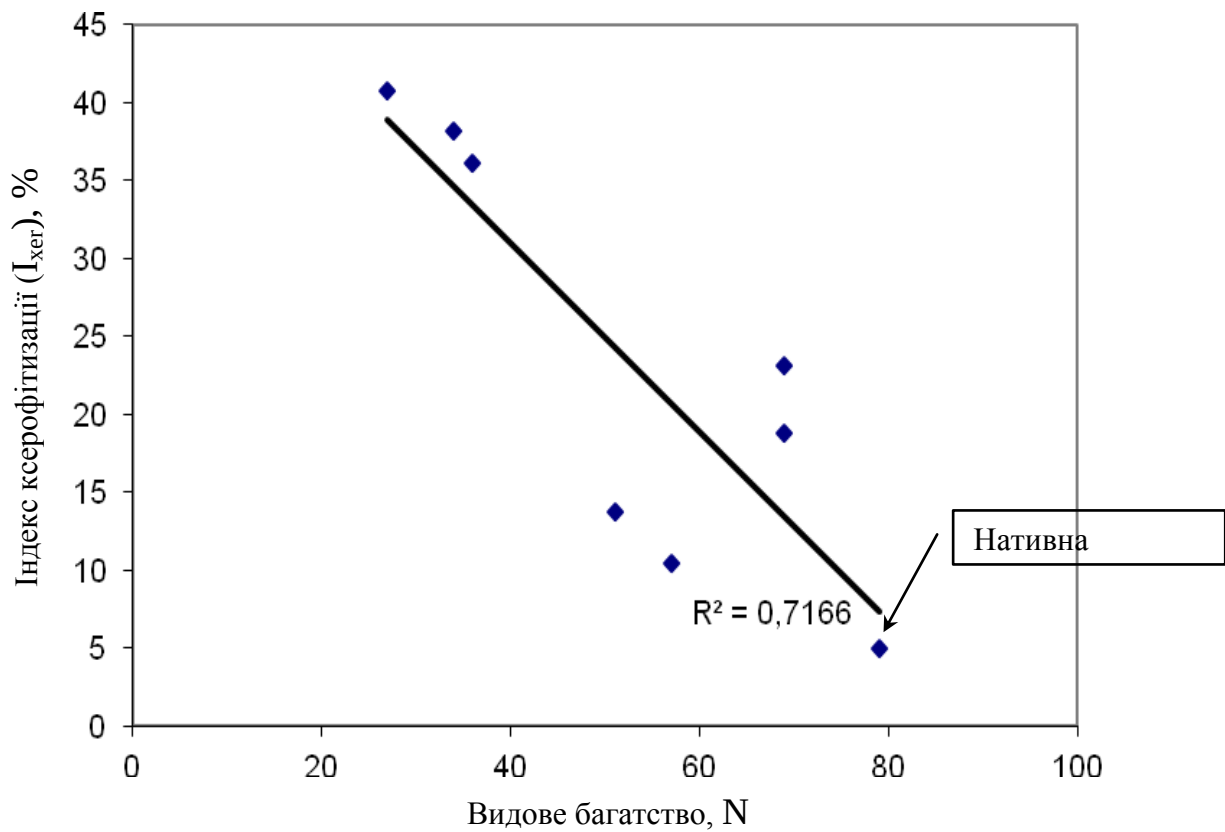
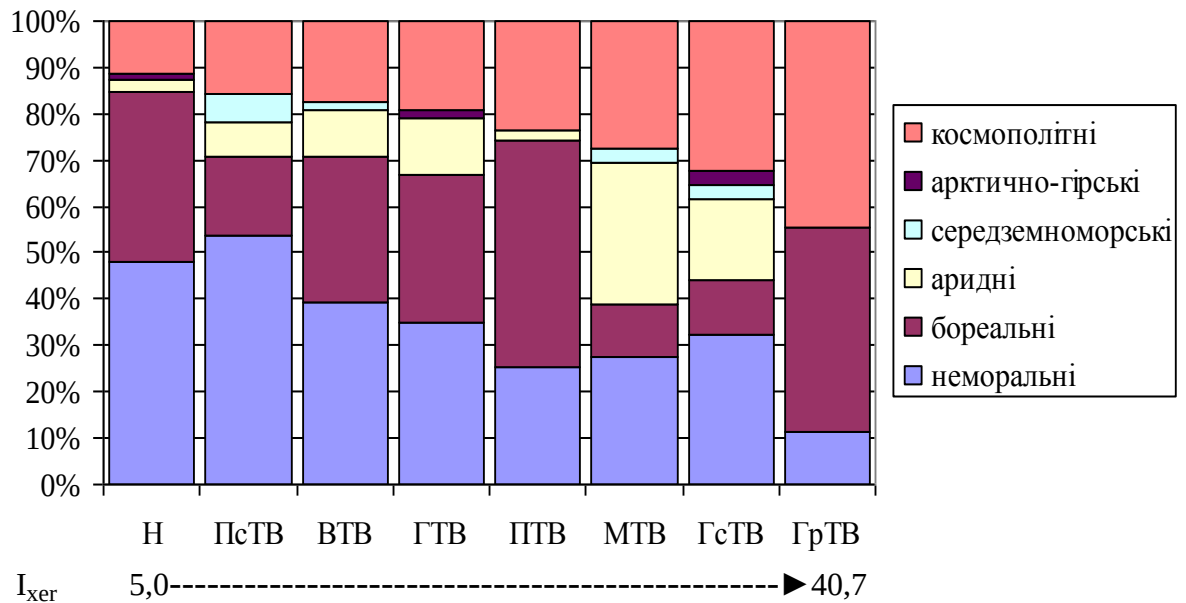


Рис. 4.3.3. Залежність видового багатства природної та техногенних бріофлор (N) від ступеня їхньої ксерофітизації (I_{xer})

Аналіз розподілу географічно-еволюційних елементів досліджуваних бріофлор в градієнті ксерофітизації показав закономірності змін їхньої структури (рис. 4.3.4). Так, у вибірці аналізованих флор за зростанням ступеня ксерофітизації (I_{xer}) можна виділити такі три типи:

- з переважанням неморальних та бореальних видів;
- з переважанням аридних та космополітних видів;
- з переважанням бореальних та космополітних видів.

До флор із переважанням неморально-бореальних видів належить природна флора буково-дубових лісів Розточчя, а також найтісніше споріднені із нею ($K_s = 0,4-0,69$) техногенні бріофлори глинистих, піщаних, пісковикових та вапнякових відслонень.



Примітка: позначення як у табл. 4.2.1.

Рис. 4.3.4. Зміна спектрів географічно-еволюційних елементів природної та техногенних бріофлор Волино-Поділля та Передкарпаття в градієнті ксерофітизації

Ці флори формуються на техногенних відслоненнях з мезофільними умовами, відповідних до екологічних преференцій мохоподібних зональних елементів ($I_{xer} = 5,0-23,1\%$).

До флор із переважанням аридних та космополітних видів належать ксеротолерантні ($I_{xer} = 36,1-38,2$) техногенні бріофлори мергельних і гіпсових відслонень. Ці відміни розвиваються в умовах посушливих «техногенних пустищ», несприятливих для оселення видів зональних елементів і є слабо пов'язані із нативною флорою (K_s 0,28-0,23). До флор з переважанням аридних та бореальних видів належить специфічна ксерофільна ($I_{xer} = 40,7$) бріофлора гравійних відслонень.

Зі зростанням ступеня ксерофітизації в аналізованих флорах зростає частка участі космополітних видів, що достовірно описується прямою лінійною залежністю (рис. 4.3.5).

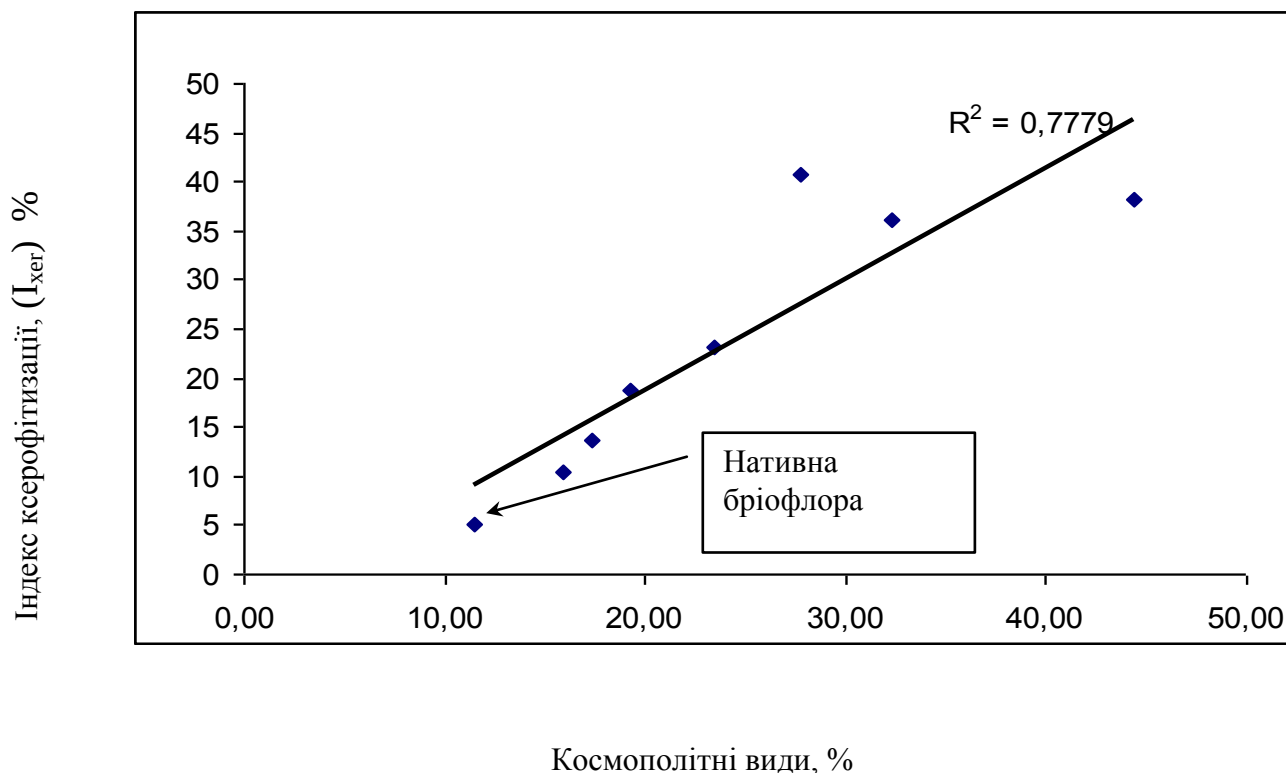


Рис. 4.3.5. Зростання участі космополітних видів в градієнті ксерофітизації бріофлор

Отримані дані щодо специфіки складу та структури досліджуваних бріофлор підтверджуються кластерним аналізом їхніх видових композицій, який дозволяє виділити 4 відносно незалежні групи (рис. 4.3.6):

1. бріофлору глинистих відслонень (гілка 1) сільвапалеарктичного типу із переважанням мезофільних неморальних видів;
2. бріофлору піщаних відслонень (гілка 2) сільвапалеарктичного типу із переважанням мезофільних бореальних видів;
3. групу бріофлор, що формуються в умовах екстремальних екоотопів:
 - споріднені бріофлори гіпсових (гілка 3) та мергелевих (гілка 4) відслонень південнопалеарктичного типу із переважанням ксерофільних аридних та космополітних видів;
 - бріофлору гравійних відслонень (гілка 5) північнопалеарктичного типу із переважанням бореальних та космополітних видів;

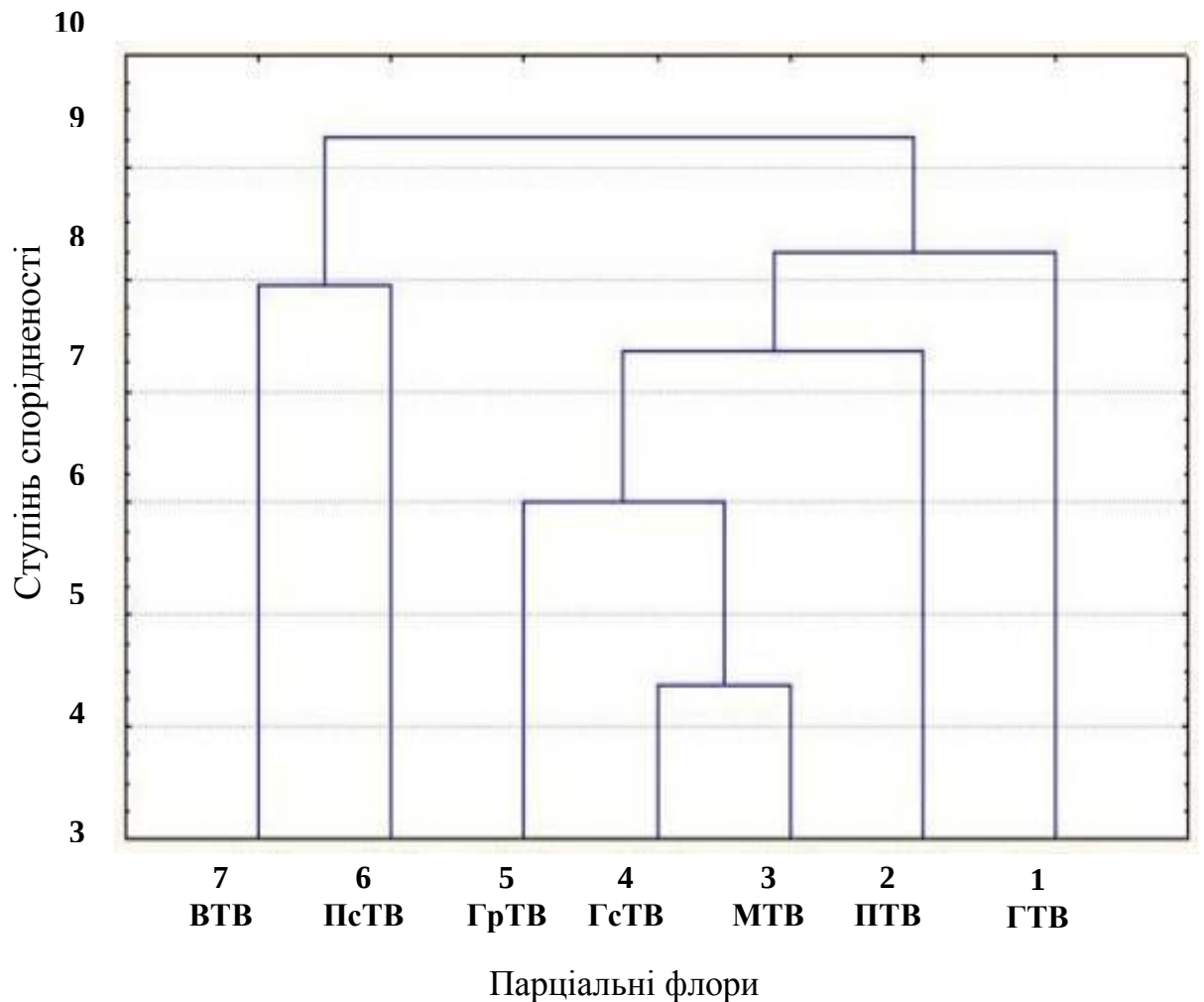


Рис. 4.3.6. Дендрограма флористичної спорідненості парціальних бріофлор техногенних відслонень Волино-Поділля та Передкарпаття

4. групу бріофлор каменярень з тривалим періодом регенерації, яка об'єднує бріофлори пісковикових (гілки 6) та вапнякових (гілка 7) відслонень, південнопалеарктичного типу із переважанням ксеромезофільних неморальних видів.

Таким чином, дослідженим бріофлорам притаманні риси специфічного складу та структури, обумовлені як особливостями їхніх місцевиростань, так і впливом зональних умов. Спрямованість генезису окремих парціальних бріофлор регіону визначається як ступенем антропогенної трансформації середовища, так і локальними умовами техновідслонень, насамперед, умовами зволоження субстрату. За своєю структурою проаналізовані техногенні бріофлори є різною мірою

синантропізованими дериватами природних аналогів сільва-, південно- чи північнопалеарктичного типів, що мають для регіону досліджень зональну, екстра- або інтразональну приуроченість.

Техногенне втручання у природні екосистеми суттєво впливає на склад і структуру спонтанних бріофлор, що формуються за умов трансформованих екотопів. Основними негативними наслідками антропопресингу є втрата зональної специфіки, збіднення видового багатства, а також ксерофітизація та космополітизація техногенних бріофлор відносно природних аналогів. Це відповідає загальним тенденціям змін у рослинному покриві внаслідок її синантропізації [27]. Найбільш вразливими в умовах трансформованих екосистем виявляються неморальні види, що пов'язано із локальною ксерофітизацією місцевиростань та посилення ролі антропотолерантних широкоареальних видів бріобіонтів, адаптованих до нестабільного середовища.

РОЗДІЛ 5

ТЕНДЕНЦІЇ САМОВІДНОВЛЕННЯ ПОКРИВУ МОХОПОДІБНИХ НА ТЕХНОГЕННИХ ВІДСЛОНЕННЯХ

Покрив мохоподібних на техногенних відслоненнях починає відновлюватись відразу після припинення видобувних робіт із появою рудеральних видів бріобіонтів, які формують піонерні угруповання (асоціації). Вже на самому початку самовідновлення мохового покриву стає помітною його структурованість, яка виявляється, насамперед, у неоднорідності просторової будови, що спричинюється як взаємовідносинами видів в угрупованні, так і впливом чинників зовнішнього середовища.

Оскільки характерні риси регенераційних бріоугруповань визначаються, насамперед, специфікою едафотопів їх оселищ, що було показано раніше, вважаємо за доцільне розглянути особливості становлення мохового покриву на найбільш поширених у досліджуваних регіонах техногенних відслоненнях – глинистих, піщаних та кам'янистих через виділення відповідно трьох типів сукцесій: аргіло- (ArS), псамо- (PsS) та літофільної (LS), кожен з яких охарактеризуємо окремо нижче.

5.1. Сукцесія мохового покриву на глинистих техногенних відслоненнях

Глиняні кар'єри заселяються мохами вже на 1-2 рік після припинення експлуатації. Молоді ділянки (ГТВ-1,2) характеризуються нестабільністю водного режиму впродовж вегетаційного періоду: двома сезонами підвищеної вологості навесні і восени, та літнім, відносно сухим, сезоном.

Тому заселення ГТВ мохоподібними розпочинається з утворення колоній видів, пристосованих до нестабільного режиму зволоження.

Першопоселенцями I стадії аргілофільної сукцесії є ефемерні короткоживучі види, що проходять усі стадії життєвого циклу впродовж кількох місяців та переживають несприятливі періоди у вигляді численних спор: *Riccia glauca*, *R. ciliata*, *Pleuroidium subulatum*, *Physcomitrium pyriforme*, *P. eurystomum*, *Funaria hygrometrica*, *Tortula modica*, *T. truncata*. Типовим компонентом піонерних бріоугруповань ГТВ на I стадії сукцесії є також сланевий печіночник *Marchantia polymorpha*, здатний переживати посушливі сезони у стані криптобіозу та витримувати тривале висушування до повітряно-сухого стану, а за сприятливих умов – швидко поширюватися на значні площі («ксероталоїдний синдром» [49,192]). Молоді ділянки ГТВ також колонізують невибагливі види багаторічних верхоплідних мохів – *Barbula unguiculata*, *Dicranella varia*, *D. heteromalla*, *D. cerviculata*, *Ceratodon purpureus*. Важливим пристосуванням до життя за умов нестійкого гідрорежиму для цих мохів є ріст щільною дерниною, яка забезпечує ефективне накопичення та збереження атмосферної вологи на рівні колонії [18].

На 3-5 рік на молодих ГТВ формуються піонерні угруповання союзу *Funarion hygrometricae* Hadac in Klika ex v. Ньбсхманн 1957 класу *Barbuletea unguiculatae* Mohan 1978, які тяжіють до відслонених глинистих субстратів рудералізованих місцевиростань, схильних до поверхневого застою води [145]:

– *Pottietum truncatae* v. Krus. 1945 (*Tortula truncata*, *Riccia glauca*, *B. argenteum*, *Barbula unguiculata*);

– *Funarietum hygrometricae* (Gams 1927) Engel 1949 (*Funaria hygrometrica*, *Ceratodon purpureus*, *Marchantia polymorpha*, *Bryum argenteum*).

Покрив набуває вигляду великих (до кількох метрів у діаметрі) плям із загальним ПВ 5-25% (табл. 5.1.1).

Таблиця 5.1.1

**Блок-схема перебігу аргілофільної сукцесії мохового покриву на техногенних відслоненнях
Волино-Поділля та Передкарпаття**

Стадія сукцесії	Тривалість, роки	Просторовий розподіл та проективне вкриття, %	Життєві цикли, статеві типи та способи розмноження, %		Біоморфологічна структура: біоморфи, %		Синтаксони та їх характерні види
I	1-5	Окремі колонії ПВ 5 – 25	- однодомні ○ - однодомні ● - дводомні ● - статевий - пропагулами	61,5 7,7 30,8 100,0 38,4	- низька дернина: - нещільна - щільна - таломний килим	38,4 30,7 30,9	Ass. <i>Funarietum hygrometricae</i> Engel 1949 ▪ <i>Funaria hygrometrica</i>, <i>Marchantia polymorpha</i> Ass. <i>Pottietum truncatae</i> v. Krus. 1945 ▪ <i>Tortula truncata</i>, <i>Riccia glauca</i> ▪ <i>Barbula unguiculata</i>
↓							
II	5-15	Нерівномірно-плямистий покрив ПВ 25-50	- однодомні ○ - однодомні ● - дводомні ● - статевий - вегетативний - пропагулами	5,6 27,7 66,7 94,4 5,6 55,5	- низька дернина - щільна - висока дернина - шорсткий килим - гладкий килим - плетиво - дендроїд	5,5 38,9 16,6 5,5 11,1 22,2	Ass. <i>Pogonato urnigeri-Atrichetum undulati</i> v. Krus. 1945 ▪ <i>Atrichum undulatum</i>, <i>Pogonatum urnigerum</i> ▪ <i>Pohlia nutans</i> Ass. <i>Pellietum epiphyllae</i> Schade 1923 ▪ <i>Pellia epiphylla</i> ▪ <i>Dicranella heteromalla</i>
↓							
III	15-50	Зімкнений покрив ПВ 50-95	- однодомні ● - дводомні ● - статевий - вегетативний - пропагулами	50,0 50,0 75,0 25,0 25,0	- низька дернина - щільна - висока дернина - шорсткий килим - гладкий килим - плетиво - дендроїд	10,0 30,0 30,0 20,0 5,0 5,0	Ass. <i>Brachythecietum salebroso-albicantis</i> ▪ <i>Brachythecium salebrosum</i> ▪ <i>Oxyrrhynchium hians</i>
↓							
IV	>50	Диференціація субстратних груп: ЕГ, ЕР, ЕФ, ЕК Зменшення наземного покриву до ПВ 5-10	- однодомні ● - дводомні ● - статевий - вегетативний - пропагулами	47,6 52,4 63,6 36,4 19,1	- низька дернина - щільна - висока дернина - шорсткий килим - гладкий килим - плетиво - дендроїд	9,1 36,3 27,2 9,1 13,6 4,7	Ass. <i>Brachythecio salebroso-Amblystegietum juratzkani</i> (Sjog. ex Marst. 1987) Marst. 1989 ▪ <i>Brachythecium salebrosum</i>, <i>Amblystegium juratzkanum</i>, <i>B. velutinum</i> Ass. <i>Brachythecio-Hypnetum cupressiformis</i> Norr. 1969 ▪ <i>Bryum capillare</i>, <i>Amblystegium serpens</i>, <i>Brachythecium rutabulum</i>, <i>Hypnum cupressiforme</i>

Примітка: ○ – однорічні (ефемерні) види, ● – багаторічні; ЕГ – епігейна субстратна група, ЕР – епіризна, ЕФ – епіфітна, ЕК – епіксільна.

Для всіх зазначених видів характерне регулярне спороношення, що забезпечує їх ефективне поновлення у випадку загибелі материнської колонії. Додатковим механізмом, що підтримує високу життєвість мохоподібних в екстремальних умовах, є їх здатність до утворення спеціалізованих органів вегетативного розмноження [214, 234]. Здатність до утворення структур спеціалізованого вегетативного розмноження притаманна п'ятьом із 14 зафіксованих видів мохоподібних (38,4%).

Поступовий розвиток трав'яного покриву до 15-25% ПВ певним чином стабілізує глинистий субстрат, запобігаючи його розмиву та зсувам, та створює сприятливі умови для подальшого розвитку мохового покриву. На ранньому етапі розвитку мохового покриву (I стадія сукцесії), за умов просторового розмежування колоній окремих видів, конкуренція між видами мінімальна. При подальшому розростанні різновидові дернини починають контактувати між собою, і слабші компоненти (насамперед ефемерні види, дрібні акрокарпики та печіночники) елімінуються з покриву.

На II стадії аргілофільної сукцесії (ГТВ-1,2) піонерні види поступово витісняють *Atrichum undulatum*, *Distichium capillaceum*, *Ditrichum flexicaule*, *Trichodon cylindricus*, *Bryum argenteum*, *B. caespiticium*, *Fissidens taxifolius*, *Leptobryum pyriforme*, *Pohlia nutans*, *Blasia pusilla*, *Pellia epiphylla* та *Aneura pinguis*. Утворюється нерівномірно-плямистий покрив із загальним ПВ до 50%. Поширення набувають просторово відокремлені, моно- або полідомінантні пост-піонерні бріоугруповання союзу *Dicranellion heteromallae* (Philippi 1956) Philippi 1963 класу *Pogonato-Dicranelletea heteromallae* Ньбсманн 1975: що тяжіють до слабогумусованих помірнозволожених місцевиростань на глинистих субстратах:

- *Pogonato urnigeri-Atrichetum undulati* v. Krusenstjerna 1945 (*Atrichum undulatum*, *Pogonatum urnigerum*, *Pohlia nutans*, *Dicranella heteromalla*);
- *Pellietum epiphyllae* Schade 1923 (*Pellia epiphylla*, *Atrichum undulatum*, *Dicranella heteromalla*).

У спектрі життєвих форм досліджуваних бріоугруповань на II стадії

сукцесії найширше представлені щільно-, високодерниста та таломнокилимкова біоморфи (38,9, 16,6 та 22,2% відповідно), що підтверджує їх ксеромезофільний характер.

За розподілом статевих типів, у бріоугрупованнях переважають дводомні види (66,7%). Для переважної більшості зазначених видів характерним є регулярне спороношення (94,4%); більше половини видів відзначаються потенційною здатністю до утворення спеціалізованих органів нестатевого розмноження (55,5%), що є запорукою швидкого росту і розселення колоній.

Подальші зміни у структурі бріоугруповань індукуються, окрім внутрішніх чинників міжвидової взаємодії, і впливом трав'яного ярусу, який, досягнувши помітного розквіту, стає головним середовищеформуючим фактором для мохів, що опиняються під його наметом. Ущільнення травостою понад 25% ПВ, змінює умови освітлення у епігейному ярусі та сприяє утриманню вологи у поверхневих шарах субстрату. Термоксерофільні піонерні бріоугруповання, що почали своє формування за умов нестачі вологи та інтенсивного освітлення, поступово заміщуються тіньовитривалими ксеромезофільними мохами.

На ділянках 10-15 річного віку, під наметом трав'яних рослин з'являються перші бокоплідні мохи – *Brachythecium salebrosum* та *Oxyrrhynchium hians*.

На III стадії аргілофільної сукцесії (ГТВ-1,2,3) моховий покрив за панування представників родини *Brachytheciaceae* (*Brachythecium salebrosum* у супроводі *Oxyrrhynchium hians*, *Eurhynchium striatum*, *Brachytheciastrum velutinum*) практично змикається і досягає 85-95% ПВ. Поширення набувають пост-піонерні лучні бріоугруповання союзу *Ceratodonto-Polytrichion piliferi* (Waldheim 1947) v. Ньбсхманн 1967, що тяжіють до затінених помірнозволожених місцевиростань на слабогумусованих глинистих субстратах, зокрема, асоціація *Brachythecietum salebroso-albicantis* Gillet 1986.

Переважають види шорсткокилимкової біоморфи (30,0%), плагіотропні зорієнтовані пагони яких легко поширюються поміж стебел трави та відмерлих решток, а також високодернні види (30,0%), здатні проростати крізь шар трав'яного відпаду.

Розподіл статевих типів представлений рівними частками одно- та дводомних видів (по 50,0%); превалюючим способом розмноження є статеве (75,0%), чверть видів є пропагулоносними (25,0%).

У випадку подальшого загушення трав'яного покриву, сформованого високорослими довгокореневищними злаками, зокрема, *Calamagrostis epigeios*, умови існування мохового килиму стають вкрай несприятливими (ГТВ-3). Утворення значної маси відпаду призводить до поступового зникнення бріофітів. Найдовше лишаються життєздатними дернини крупних видів – *Brachythecium salebrosum* або *B. mildeanum*, пагони яких здатні пробиватися крізь шар відмерлих рослинних решток.

Формування чагарниково-деревного ярусу на IV стадії аргілофільної сукцесії спричинює подальші перебудови складу та структури мохового килиму. Лучні ксеромезофільні геліофіти поступово заміщуються тіньовитривалими лісовими мезофілами. Поява нових типів субстрату, придатних для оселення бріофітів (кора живих дерев, деревний відпад тощо) сприяє появі нових видів мохоподібних та їх активному розселенню, а також диференціації їх субстратних груп.

На ділянках віком близько 70-80 р. (ГТВ-4,5), де у природний спосіб поновилась деревна рослинність, види у бріоугрупованнях розподілені між 4 субстратними групами: епіфітною, епідкільною, епігейною та епіризною.

Стовбури дерев колонізують переважно субстрат-неспецифічні види широкої екології – *Bryum capillare*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Amblystegium serpens* та *Hypnum cupressiforme*. На мертвій деревині знайдено лише 2 евритопні види – *Amblystegium serpens* та *Hypnum cupressiforme*. Натомість, специфічно-епідкільних видів, зокрема печіночників, відмічено не було. Збільшення потужності листяного опаду та формування шару підстилки

спричинює перехід епігейних мохів на окоренки дерев. Внаслідок перебудови епігейного покриву поступово формується епіризна група, представниками якої є *Bryum capillare*, *Hypnum cupressiforme*, *Amblystegium serpens*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Dicranum polysetum*. На ділянках, вкритих шаром підстилки 1-3 см, залишаються лише поодинокі дернини високорослих мохів *Polytrichastrum formosum*, *Plagiomnium cuspidatum* та *Brachythecium rutabulum*, ПВ яких не перевищує 5-10%. Поступове зменшення проективного вкриття мохів впродовж сукцесії є закономірним явищем, яке свідчить про самовідновлення посттехногенної екосистеми. Відомо, що слабкий розвиток епігейних угруповань, лімітований потужним шаром підстилки, є характерною ознакою природного стану листопадних лісів [76].

Усі ідентифіковані угруповання IV стадії сукцесії належать до союзу *Bryo-Brachythecion* Lec. 1975 em. Marst. 1987, приналежного до класу *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis* Mohan 1978 em. Marstaller 1985, характерного для затінених сціо-мезоевтрофних місцевиростань неморально-лісової зони Європи:

– *Brachythecio-Hypnetum cupressiformis* Norr. 1969 (*Bryum capillare*, *Amblystegium serpens*, *Brachythecium rutabulum*, *Hypnum cupressiforme*, *Dicranum scoparium*);

– *Brachythecio salebrosi-Amblystegietum juratzkani* (Sjog. ex Marst. 1987) Marst. 1989 (*Brachythecium salebrosum*, *B. velutinum*, *Amblystegium serpens*, *A. juratzkanum*, *Plagiomnium affine*).

Зазначені обростання не є просторово відмежованими і трапляються у складі усіх 4 субстратних груп, що свідчить про їх слабку функціональну диференціацію. Очевидно, що регенераційний період виявився недостатньо тривалим для появи спеціалізованих епіксильних та епіфітних угруповань, які є чутливими до антропогенних впливів і тісно залежать від мікрокліматичних умов, притаманних старовіковим лісам, а відтак вважаються індикаторами стабільних умов оселищ [174, 181].

За розподілом статевих типів у бріоугрупованнях на IV стадії сукцесії переважають дводомні мохи (52,4%), для більшості видів є характерним регулярне статеве розмноження (63,6%). Зростання частки однодомних видів з повним поліспорогонічним регенераційним циклом (від 7,7-27,7% на I-II стадіях до 46,7-50,0% на III-IV), які є менш витривалими у порівнянні з дводомними та нестійкі до дії антропогенного тиску [20], є важливою ознакою первинної стабілізації умов ГТВ у процесі їх саморегенерації.

Серед життєвих форм на IV стадії переважають біоморфи високої дернини (36,6%) та шорсткого килиму (27,2%), які є індикаторами евтрофних мезофітних місцевиростань, притаманних широколистяним деревостанам неморальної зони Європи [148, 149].

Отже, формування на термінальних ланках аргілофільної серії бріоугруповань класу *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis*, топічно приуроченого до неморально-лісової рослинності класу *Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 em Klika з високою часткою однодомних видів та переважання мезофільних біоморф, є свідченням поступового відновлення фітокомпоненту пост-техногенних екосистем із глинистими субстратами за зональними типом.

5.2. Сукцесії мохового покриву на піщаних техногенних відслоненнях

Основним лімітуючим чинником, що обмежує поселення мохів на нещодавно розкритих піщаних відслоненнях, є рухомість їх ґрунтових субстратів. В сухому стані піски рихлі, сипкі і безструктурні, що значно утруднює закріплення мохових дернин. Зазвичай, мохи оселяються там, де пісок попередньо хоча б частково зчеплений трав'яними рослинами (ПВ 5-15%), хоча за умов незначного ухилу поверхні можуть колонізувати і незадерновані ділянки.

На ініціальному етапі псамофільної сукцесії (І стадія) на свіжих піщаних відслоненнях (ПТВ-1,2,3) оселяються рудеральні види *Ceratodon purpureus*, *Polytrichum piliferum*, *P. juniperinum* та *Syntrichia ruralis*, які формують псамо-ксерофільну піонерну асоціацію *Polytrichetum piliferi* Klika 1931, приналежну до союзу *Ceratodonto-Polytrichion piliferi* (Waldheim 1947) v. Ньбсхманн 1967 класу *Ceratodonto-Polytrichetea piliferi* Mohan 1978. Покрив мохоподібних піщаних відслонень на І стадії сукцесії komponується різнорозмірними моновидовими плямами зі спорадичними вкрапленнями інших видів та сягає 25% ПВ (табл. 5.2.1.).

Завдяки розгалуженню підземних стolonів, що утворюють своєрідну «сітку», політрихові мохи ефективно закріплюють субстрат та швидко утворюють великі, до кількох метрів у діаметрі, плями. Потужність ризоїдної повсті у *P. juniperinum* та *P. piliferum* може досягати глибини 10 та 6 см відповідно, тоді як надземні частини їх дернин рідко перевищують у висоту 3-5 см. Роль *P. piliferum*, як первинного агента закріплення рухомих схилів, була доведена під час досліджень біотичних факторів стабілізації природних піщаних відкосів берегів озера Мічіган (США) [202]. На прикладі піщаного кар'єру у штаті Нью-Джерсі (США), також було показано, що рясно пронизаний ризоїдами шар субстрату під колоніями *P. juniperinum* та *P. piliferum* відіграє важливу роль як первинний осередок концентрації міксоміцетів та інших представників ґрунтової мікробіоти [151].

Піонерні мохи *Ceratodon purpureus* та *Syntrichia ruralis* ефективно закріплюють рухомий субстрат завдяки швидкому утворенню щільних дернин, стійких до механічних розривів. Відомо, що ці мохоподібні беруть активну участь у формуванні ксеро-псамофільних угруповань антропогенно-відслонених піщаних арен Німеччини [235] та сходу України [17].

Більшість видів піонерних бріоугруповань ПТВ на І стадії сукцесії представлено біоморфою щільної дернини (43,0%), яка найкраще пристосована до існування на рухомому субстраті та найбільш ефективна щодо збереження вологи у посушливих умовах.

Таблиця 5.2.1

**Блок-схема перебігу псамофільної сукцесії мохового покриву на техногенних відслоненнях
Волино-Поділля та Передкарпаття**

Стадія сукцесії	Тривалість, роки	Просторовий розподіл та проективне вкриття, %	Життєві цикли, статеві типи та способи розмноження, %		Біоморфологічна структура: біоморфи, %		Синтаксони та їх характерні види
I	1-5	Сильнорозріджений (фрагментований) покрив ПВ 5-25	- однодомні ○ - двodomні ● - статевий - пропагулами	28,5 71,5 100,0 71,5	- низька дернина: -нещільна -щільна - висока дернина	28,5 57,3 14,2	Ass. <i>Polytrichetum piliferi</i> Klika 1931 <i>Ceratodon purpureus</i> <i>Polytrichum piliferum</i> <i>P. juniperinum</i>
↓							
II	5-15	Нерівномірно-плямистий покрив ПВ 25-50	- однодомні ○ - однодомні ● - двodomні ● - статевий - вегетативний - пропагулами	7,1 7,1 85,8 85,8 14,2 57,1	- низька дернина: -нещільна -щільна - висока дернина - шорсткий килим - гладкий килим	7,1 50,2 28,5 7,1 7,1	Ass. <i>Polytrichetum juniperini</i> v. Krus. 1945. <i>Polytrichum juniperinum</i> <i>Ceratodon purpureus</i> <i>Pohlia nutans</i>
↓							
III	15-50	Зімкнений покрив ПВ 60-75	- однодомні ● - двodomні ● - статевий - вегетативний - пропагулами	29,4 70,6 52,9 47,1 35,2	- низька дернина -щільна - висока дернина - шорсткий килим - гладкий килим - дендроїд	17,6 29,4 35,2 11,7 5,8	Ass. <i>Brachythecietum albicantis</i> Gaume 1931 <i>Brachythecium albicans</i> <i>Syntrichia ruralis</i> Ass. <i>Brachythecietum salebroso-albicantis</i> Gillet 1986 <i>B. albicans</i> <i>B. salebrosum</i>
↓							
IV	>50	Диференціація субстратних груп: ЕГ, ЕР, ЕК. Зростання ПВ наземного покриву до 85-90	- однодомні ● - двodomні ● - статевий - вегетативний - пропагулами	39,7 69,3 50,0 50,0 11,5	- низька дернина -щільна - висока дернина - висока подушка - шорсткий килим - гладкий килим - плетиво - дендроїд	3,8 23,1 3,8 23,1 19,3 23,1 3,8	Ass. <i>Pleurozietum schreberi</i> Wiñp. 1930 <i>Pleurozium schreberi</i> <i>Dicranum scoparium</i> <i>Hylocomium splendens</i> <i>Polytrichastrum formosum</i>, <i>Pseudoscleropodium purum</i>

Примітка: ○ – однорічні види, ● – багаторічні; ЕГ – епігейна субстратна група, ЕР – епіризна, ЕК – епіксылна.

У спектрі статевих типів переважають витривалі дводомні види (71,5%). Усім видам притаманне регулярне спороношення: дві третини видів є пропагулоносними. Такі особливості репродуктивних циклів забезпечують високу життєвість ініціальних бріоугруповань в екстремальних умовах молодих ПТВ.

Виявлено, що моховий килим на схилах, зазвичай, є досить неоднорідним за будовою. У ньому простежуються контури окремих фрагментів, які різняться за щільністю, а також сліди колишніх розривів дернини, що з часом затягнулися за рахунок радіального розростання колоній мохів. Очевидно, мохові обростання періодично виявляються частково зруйнованими в результаті зсування схилів. Проте фрагментація дернин не призводить до загибелі колоній, а навпаки, сприяє їх подальшому розселенню. Відомо, що не лише фрагмент дернини, але й будь-який уривок тіла моху, потрапивши в сприятливі умови, може дати початок новому клону шляхом утворення вторинної протонеми [200]. На стрімких піщаних осипищах під гребенем кар'єру такі лабільні бріоугруповання можуть існувати тривалий час. Так, моховий покрив старих осипищ віком понад 50 років (ПТВ-3,4), за складом і структурою є ідентичний тому, який щойно сформувався на молодих відслоненнях.

За умов закріплення піщаного субстрату трав'яними рослинами, на II стадії псамофільної сукцесії до формування мохового килиму долучаються інші види верхоплідних мохів – *Atrichum undulatum*, *Leptobryum pyriforme*, *Bryum argenteum*, *B. caespiticium*, *B. creberrimum*, *Pohlia nutans*. Моховий покрив, складений різнорозмірними змішаними колоніями, досягає 25-50% ПВ. Домінантну позицію в угрупованнях поступово переймає *Polytrichum juniperinum*. З'являються перші представники плеврокарпних мохів – *Oxyrrhynchium hians* та *Brachythecium albicans*. Натомість, слабкоконкурентний піонерний вид *Ceratodon purpureus* поступово елімінується з покриву. В результаті цих перебудов формуються псамофільні

угруповання *Polytrichetum juniperini* v. Krus. 1945, що тяжіють до геліо-ксеромезофільних місцевиростань [145].

Ксеромезофільний характер молодих бріоугруповань ПТВ підтверджується розподілом біоморф за переважанням щільно- та високо дернинних форм (52,2% та 28,5% відповідно).

За розподілом статевих типів переважають дводомні мохи (85,7%); більшість видів розмножується статеві (85,7%), половина видів є здатними до утворення пропагул. Поєднання у циклах відтворення статевих, спеціалізовано-вегетативного та неспеціалізовано-вегетативного (шляхом фрагментації дернин) типів розмноження та ріст щільною дерниною є характерними ознаками ініціальних бріоугруповань відкритих пісків, які забезпечують їх виживання в умовах рухомого субстрату.

Поступовий розвиток трав'яного покриву до 25-50% ПВ, що сприяє утриманню вологи в епігейному ярусі, а також накопичення шару відпаду спричиняє випадання з мохового килиму ксерофільних верхоплідних видів, які залишаються лише на ділянках з розрідженим травостоєм, та індукує вселення мезофільних бокоплідних видів. На III стадії псамофільної сукцесії (ПТВ-1,3,4) моховий килим рясно розростається та стає практично суцільним, досягаючи 85% ПВ. Його основу формують представники родини *Brachytheciaceae* (*Brachythecium albicans*, *B. campestre*, *B. salebrosum*, *Homalothecium lutescens*, *Cirriphyllum piliferum*, та *Oxyrrhynchium hians*). Утворюються геліо-ксеромезофільні угруповання *Brachythecietum albicantis* Gaume 1931 або мезофільні *Brachythecietum salebroso-albicantis* Gillet 1986, що тяжіють до оліготрофних піщаних субстратів під лучною рослинністю [145].

У спектрі біоморф на III стадії сукцесії домінують помірно вологолюбні шорсткокилимкові (35,2%) та високодернні біоморфи (29,4%), що є свідченням поступової мезофітизації оселищ.

Переважаючим статевим типом на цій стадії є дводомний (70,6%). Половині видів (52,9%) притаманне регулярне спороношення, третини (35,2%) – здатність до утворення пропагул.

Поступовий розвиток на ПТВ деревного ярусу з участю *Pinus silvestris* та незначною домішкою листяних порід спричинює заміщення лучних видів мохів лісовими. На IV стадії псамофільної сукцесії (ПТВ-1,4) наземний моховий покрив поволі змикається, досягаючи 75-85% ПВ. З'являються лісові види *Hylocomium splendens* та *Pleurozium schreberi*, які вважаються індикаторами термінальних стадій демутаційних сукцесій у тайгової зони [9]. Також ці види були відмічені у складі бріоугруповань старих піщаних кар'єрів Ленінградської області (Росія) [185] та АР Комі (Росія) [47].

Щодо диференціації субстратних груп зауважено, що на термінальних етапах псамофільної серії мохоподібні у бріоугрупованнях формують обростання трьох типів: епігейні, епіризні та епіксільні.

Під наметом дерев формуються епігейні бріоугруповання за домінування *Dicranum scoparium* у супроводі *D. polysetum*, *Hylocomium splendens* та *Pleurozium schreberi*, до яких долучаються *Polytrichastrum formosum* та *Pseudoscleropodium purum*. Ці види є характерними для ацидофільних наземних бріоасоціацій класу *Hylocomietea splendentis* Gillet 1986:

- *Scleropodietum* Gams 1927 (*Pseudoscleropodium purum*);
- *Pleurozietum schreberi* Wisniewski 1930 (*Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum scoparium*, *D. polysetum*);
- *Cirriphylo piliferi-Eurhynchietum striati* Gillet 1986 (*Cirriphyllum piliferum*, *Eurhynchium striatum*);
- *Rhytidiadelphum triquetrum-squarrosi* Gillet 1986 (*Rhytidiadelphus squarrosus*, *R. triquetrus*).

Епіризну та епіксільну групи на IV стадії сукцесії формують субстрат-неспецифічні види листяних мохів та печіночників. На окоренках дерев були відмічені широкопоширені види – *Amblystegium serpens*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Pohlia nutans*, *Ceratodon purpureus*, *Cephaloziella rubella* та *Radula complanata*, на уламках кори – *Ceratodon purpureus* та *Hypnum cupressiforme*. На стовбурах дерев мохові обростання знайдено не було. Відсутність

антропофобних облігатно епіфітних та епіксільних мохів, на пізніх стадіях заростання ПТВ, вірогідно, є наслідком їх техногенного походження. Епіризно-епіксільні обростання належать до угруповань союзу *Bryo-Brachythecion* Lec. 1975 em. Marst. 1987.

За розподілом статевих типів на IV стадії сукцесії переважають дводомні види – 69,3%. Половині видів притаманне регулярне спороношення, частка пропагулоносною групи становить 11,5%. Висока частка дводомних видів, що відтворюється виключно вегетативним способом, є характерною рисою бріоугруповань флорокомплексів екстразонального типу [20], у яких як азональні (в нашому випадку – бореальні), так і зональні (неморальні) види знаходяться поза оптимумом своїх екологічних преференцій, що спричиняє спрощення їх життєвого циклу через випадання найбільш енергоємної фази. Відомо, що більшість бореальних видів, поширених у неморальній зоні, є стерильними [199].

Домінуючими життєвими формами на IV стадії сукцесії є плетиво, шорсткий килим та висока дернина (по 23,1%), що відповідає типовому біоморфологічному розподілу мезоксерофільних бріоугруповань соснових лісів бореальної зони [149].

Отже, псамофільна сукцесія на досліджуваних техногенних відслоненнях завершується формуванням екстразональних ксеромезофільних бріоугруповань союзів *Pleurozion schreberi* Wisn. 1930, *Rhytidiadelphion squarrosi* (Waldheim 1944) Gillet 1986 та *Eurhynchion striati* Waldheim 1944, класу мохової рослинності *Hylocomietea splendentis* Gillet 1986, топічно підпорядкованого класу сільвабореальної рослинності *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939, у яких переважають дводомні види із скороченим вегетативним життєвим циклом. За цими ознаками моховий покрив досліджуваних піщаних відслонень наближається до природних аналогів бореальної рослинності, що свідчить про високу регенераційну спроможність пост-техногенних екосистем із піщаними субстратами щодо саморегенерації за екстразональним типом.

5.3. Сукцесії мохового покриву на кам'янистих техногенних відслоненнях

Моховий покрив свіжих рухлякових схилів кам'янистих відслонень (в якості модельних було обрано вапнякові кар'єри) починає розвиватися з утворення поодиноких колоній з ПВ до 5%. На I стадії літофільної сукцесії (ВТВ-3,5) найбільш поширені мохові обростання за домінування *Bryum caespiticium* у супроводі *B. argenteum* або *Didymodon fallax*, до яких домішуються *Barbula unguiculata*, *B. convoluta*, *Tortula muralis*, *Aloina rigida*, *Dicranella heteromalla*, *Funaria hygrometrica* та *Ceratodon purpureus*, які оселяються як на дрібноземі, так і на уламках породи, не надаючи помітної переваги певному субстрату. За участю зазначених видів формуються піонерні бріоугруповання союзу *Grimmaldion fragrantis* Їм. et Над. 1944 (табл. 5.3.1) Типовими є асоціації *Aloinetum rigidae* Stod. 1937, *Barbuletum convolutae* Над. et Їм. 1944 та *Didymodonto vinealis-Tortuletum muralis* Privitera, Puglisi 1996, приурочені до геліо-ксерофільних місцевиростань на відслонених або слабкозадернованих карбонатних субстратах.

Провідною екоморфою на молодих ВТВ є життєва форма щільної дернини (77,7%), найкраще пристосована до існування на сухому рухомому субстраті.

У статевому спектрі бріоугруповань на I стадії сукцесії переважають дводомні види (66,7%); більшості видів притаманне регулярне спороношення (77,7%) та здатність до утворення пропагул (77,7%), що є запорукою виживання колоній.

На стрімких схилах покрив часто є сильно фрагментованим внаслідок зсуву ґрунтових мас. Під стінками кар'єрів на рухомих осипищах такі піонерні угруповання можуть існувати впродовж невизначено довгого часу, ефективно реконструюючи ушкоджену дернину за рахунок швидкого поновлення шляхом поєднання статевого та нестатевого розмноження.

Таблиця 5.3.1

**Блок-схема формування мохового покриву на вапнякових відслоненнях
Волино-Поділля та Передкарпаття (літофільна серія)**

Стадія сукцесії	Період, роки	Просторовий розподіл та проективне вкриття, %	Репродуктивні цикли: статеві типи та типи розмноження, %		Біоморфологічна структура: біоморфи, %		Синтаксони <i>Характерні види синтаксонів</i>
I	1-5	Сильно розріджений фрагментований покрив ПВ 5-25	- однодомні ○ - однодомні ● - дводомні ● - статевий - вегетативний - пропагулами	22,2 11,1 66,7 88,9 11,1 77,7	- низька дернина: -нещільна -щільна	22,3 77,7	All. <i>Grimmaldion fragrantis</i> Їм. et Had. 1944 ▪ <i>Aloina rigida</i>, <i>Barbula unguiculata</i> ▪ <i>Barbula convoluta</i>, <i>Pseudocrossidium hornschurchianum</i> ▪ <i>Tortula muralis</i>, <i>Didymodon vinealis</i> ▪ <i>Bryum caespitium</i>
↓							
II	5-25	Нерівномірно- плямистий покрив ПВ 25-50	- однодомні ○ - однодомні ● - дводомні ● - статевий - вегетативний - пропагулами	12,6 12,6 74,8 81,3 18,7 84,6	- низька дернина: -нещільна -щільна - висока дернина	12,6 81,2 6,2	Ass. <i>Encalypto streptocarpha</i> - <i>Fissidentetum dubii</i> Neumayr 1971 ▪ <i>Fissidens dubius</i>, <i>F. taxifolius</i> ▪ <i>Encalypta streptocarpa</i> ▪ <i>Didymodon fallax</i>
↓							
III	25-75	Рівномірно- слабкозімкнений покрив ПВ 60-75	- однодомні ● - дводомні ● - статевий - вегетативний - пропагулами	39,1 60,9 39,1 60,9 26,0	- низька дернина -щільна - висока дернина - шорсткий килим - гладкий килим - плетиво	17,3 17,3 21,8 21,8 21,8	Ass. <i>Homalothecietum lutescentis</i> Gillet 1986 prov. ▪ <i>Homalothecium lutescens</i> Ass. <i>Brachythecietum glareosi</i> Demaret 1944 ▪ <i>Brachythecium glareosum</i> ▪ <i>Encalypta streptocarpa</i>
↓							
IV	>75	Слабка диференціація субстратних груп: ЕГ, ЕЛ Зростання ПВ наземного покриву до 85-99	- однодомні ● - дводомні ● - статевий - вегетативний - пропагулами	44,9 55,1 41,4 58,6 17,2	- низька дернина -щільна - висока дернина - шорсткий килим - гладкий килим - плетиво	3,4 13,7 24,1 24,1 34,4	Ass. <i>Ctenidietum mollusci</i> Stef. 1941 ▪ <i>Ctenidium molluscum</i>, ▪ <i>Hypnum cupressiforme</i>, <i>Campylophylum calcareum</i> Ass. <i>Abietinellum abietinae</i> Stod. 1937 ▪ <i>Abietinella abietina</i> ▪ <i>Campyliadelphus chrysophyllus</i> ▪ <i>Thuidium delicatulum</i>, <i>T. tamariscinum</i>

Примітка: ○ – однорічні види, ● – багаторічні; ЕГ – епігейна субстратна група, ЕЛ – епілітн

Закріплення схилів завдяки формуванню трав'яного ярусу та розростання мохової дернини на II стадії літофільної сукцесії (ВТВ-3,4,5) сприяє вселенню нових видів мохоподібних, таких як *Encalypta streptocarpa*, *Fissidens taxifolius*, *F. dubius*, *Bryum pallescens* тощо. Окремі колонії мохів поступово зникаються, утворюючи неоднорідну дернину з ПВ 25-50%. Поширення набуває пост-піонерна асоціація *Encalypto streptocarpace* - *Fissidentetum dubii* Neumayr 1971 (*Encalypta streptocarpa*, *Fissidens dubius*, *F. taxifolius*, *Didymodon fallax*), яка тяжіє до геліо-ксерофільних місцевиростань на слабогумусованих карбонатних субстратах.

За розподілом статевих типів на II стадії переважають дводомні види (74,8%). Превалюючим типом розмноження є статеве (68,8%). Більшості видів притаманна здатність до утворення спеціалізованих органів вегетативного розмноження (84,6%).

У екоморфологічному спектрі бріоугруповань домінують бріофіти, представлені посухостійкою формою щільної дернини (81,2%).

Подальший розвиток судинного компоненту створює сприятливі умови для розростання мохової дернини. Висока кам'янистість субстрату перешкоджає змиканню трав'яного ярусу у його прикореневій зоні, що суттєво знижує конкурентний тиск судинних стосовно бріобіонтів. Натомість, його достатньо щільний намет (до 50%) створює передумови для вселення мезофільних видів.

Щільно обростаючи уламки породи, мохи поступово формують суцільний пухкий килим до 75%. На III стадії літофільної сукцесії (ВТВ-3,4,5) панують представники родин *Brachytheciaceae* (*Brachythecium glareosum*, *B. albicans* або *Homalothecium lutescens*) та *Thuidiaceae* (*Abietinella abietina*, *Thuidium delicatulum*), до яких долучаються такі види, як *Encalypta streptocarpa*, *Fissidens taxifolius*, *Abietinella abietina*, *Thuidium delicatulum*, *Rhytidiadelphus squarrosus*, *Campylophylum calcareum* *Calliergonella cuspidata* та інші. Формуються умовно-стабілізовані лучні геліо-термофільні угруповання за переважанням плеврокарпних мохів, приурочені до

карбонатних субстратів. Поширення набувають бріоасоціації *Homalothecietum lutescentis* Gillet 1986 prov. (*Homalothecium lutescens*, *Abietinella abietina*, *Campyliadelphus chrysophyllus*) або *Brachythecietum glareosi* Demaret 1944 (*Brachythecium glareosum*, *Encalypta streptocarpa*, *Fissidens taxifolius*), приналежні до порядку *Ctenidietalia mollusci* Hadac & Smarda in Klika & Hadac 1944.

Провідна частина спектру біоморф представлена рівними частками плетивних, гладенько- та шорсткокилимкових форм (по 21,8%), що є відображенням поступової мезофітизації оселищ.

За розподілом статевих типів у бріоугрупованнях переважають дводомні види (60,9%). Більшість видів розмножується виключно вегетативним шляхом (60,9%), що є важливим пристосуванням до жорстких умов виростання через редукцію енергоємної статевої фази життєвого циклу. Здатність до утворення пропагул притаманна близько чверті видів (26,0%).

Слабкий розвиток деревної рослинності за домінування *Robinia pseudoacacia*, намет якої не дає інтенсивного затінення, не викликає кардинальних змін у екофлористичному складі бріоугруповань. До формування мохового покриву на IV стадії літофільної сукцесії (ВТВ-1,2) долучаються представники родин *Brachytheciaceae*, *Thuidiaceae*, *Amblystegiaceae* та *Hypnaceae*: *Kindbergia praelonga*, *Thuidium assimile*, *T. tamariscinum*, *Ctenidium molluscum*, *Campylophylum calcareum*, *Sanionia uncinata* тощо. Поширення набувають умовно-стабілізовані ксеро-мезофільні бріоугруповання, що тяжіють до помірно затінених місцевиростань на карбонатних субстратах. Типовими асоціаціями на термінальній стадії сукцесії на техногенних вапнякових відслоненнях є *Ctenidietum mollusci* Stef. 1941 (*Ctenidium molluscum*, *Hypnum cupressiforme*, *Campylophylum calcareum*) та *Abietinellum abietinae* Stod. 1937 (*Abietinella abietina*, *Thuidium delicatulum*, *T. tamariscinum*, *Homalothecium lutescens*, *Campyliadelphus chrysophyllus*) з порядку *Ctenidietalia mollusci* Hadac & Smarda in Klika & Hadac 1944.

У біоморфологічному спектрі на IV стадії сукцесії провідне положення зберігають мезофільні життєві форми плетива (34,4%), гладенького та шорсткого килимів (по 30,4%). Переважаючим статевим типом є дводомний (55,1%), типом розмноження – неспеціалізоване вегетативне (58,6%), пропагулоносними є 17,2% видів.

Щодо субстратного розподілу видів на термінальній стадії літофільної сукцесії було зауважено, що мохові обростання були слабо диференційованими: ті ж самі види оселялись на ґрунті та уламках брил (епігейно-епілітна група). Специалізованих представників облігатно-епіфітної та епіксильної групи знайдено не було. Це є відображенням як специфіки місцевиростань кам'янистих відслонень, до яких найкраще адаптуються евритопні та спеціалізовані епілітні види, так і відносно нетривалим періодом відновлення досліджуваних відслонень, який виявився недостатнім для відтворення умов, необхідних для оселення видів, що тяжіють до непорушених деревостанів.

Таким чином, перебіг літофільної сукцесії на вапнякових техногенних відслоненнях завершується утворенням ксеро-мезофільних бріоасоціацій порядку *Ctenidietalia mollusci* Hadac & Smarda in Klika & Hadac 1944, приурочених до виходів карбонатних порід та підпорядкованим наскельній рослинності класу *Asplenietea rupestris* Br.-Bl. 1939 in Meier et Br.-Bl. 1934, у яких переважають дводомні види із скороченим вегетативним життєвим циклом. За цими ознаками самовідновлюваний фітокомпонент пост-техногенних екосистем із кам'янистими карбонатними субстратами наближається до природних аналогів, приурочених у досліджуваних регіонах до рослинності інтразонального типу.

5.4. Загальні особливості перебігу сукцесій мохового на техногенних відслоненнях

Закономірності становлення мохового покриву на досліджуваних техногенних відслоненнях простежуються через зміни його окремих характеристик за часовим градієнтом. Кожна стадія регенераційної сукцесії може бути охарактеризована за видовим складом, чисельністю, біоморфологічною структурою відповідних серійних угруповань, їх субстратною диференціацією та особливостями репродуктивних циклів.

Впродовж перебігу сукцесії спостерігається закономірна зміна видового складу мохової рослинності, що обумовлює приналежність окремих серійних бріоугруповань до різних синтаксонів (союзів та асоціацій).

Зокрема, мохова рослинність ініціальної, піонерної стадії (I) представлена бріоугрупованнями, що тяжіють до різного роду порушених місцевиростань, в тому числі і антропогенних, із відслоненими субстратами, позбавленими рослинності. Розпочинається з появи поодиноких колоній рудеральних видів мохоподібних, що мають вигляд просторово відокремлених плям з загальним проективним вкриттям від 5 до 25%. Відбувається паралельно до стадії формування піонерних угруповань судинних рослин, або дещо передуює їй.

На пост-піонерній сукцесійній стадії (II) поширення набувають бріоасоціації, топічно приурочені до слабкозадернованих місцевиростань. Утворюється нерівномірно-плямистий полівидовий покрив за панування верхоплідних видів бріофітів, з проективним вкриттям від 25 до 50%.

На стабілізаційній сукцесійній стадії (III) вони заміщуються мезоксерофільними, бріоугрупованнями з ПВ до 95%, за характером поширення прив'язані до епігейного ярусу лучно-степової рослинності помірно зволжених місцевиростань на слабкогумусованих субстратах. Відбувається одночасно з формуванням трав'яного ярусу судинної рослинності (злакової або різнотравної).

Для термінальної стадії сукцесії (IV) характерна стабілізація видового складу мохового покриву із пануванням сціотолерантних, субстратно-диференційованих бріоугруповань, що тяжіють до непорушених природних місцевиростань. За часом збігається з формуванням чагарниково-деревного ярусу судинної рослинності.

Зокрема, кінцевою ланкою аналізованих типів сукцесій є бріоугруповання наступних союзів мохової рослинності:

- *Bryo-Brachythecion* класу *Frullanio dilatatae-Leucodontetea sciuroidis*, приуроченого до неморальнолісової рослинності *Quercus-Fagetum* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 em Klika (аргілофільний варіант);
- *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphium squarrosi* та *Rhytidiadelphium squarrosi* класу *Hylocomietea splendentis*, приуроченого до класу бореальнолісової рослинності *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939 (псамофільний варіант);
- *Abietinellum* Giac. ex Neum. 1971 та *Ctenidium mollusci* Stef. 1941, класу *Ctenidietea mollusci* Grgic 1980, приуроченого до інтразональної петрофільної рослинності на виходах карбонатних порід (літофільний варіант).

Також виявлено, що у процесі формування мохового покриву посттехногенних екосистем регіону відбувається зростання його видового різноманіття від 7-9 видів в угрупованнях ініціальних стадії до 22-29 видів на термінальних стадіях всіх типів серій (табл. 5.4.1). Це відбувається, насамперед, за рахунок збільшення гетерогенності мікрокліматичних умов оселищ через розвиток верхніх ярусів рослинності впродовж сукцесії та появи нових субстратів, придатних для оселення мохів (стовбури дерев, відмерла кора).

Щодо диференціації субстратних груп мохів впродовж сукцесії, помічено, що на ранніх етапах розвитку мохового покриву бріоугруповання представлені евритопними видами. Ці види заселяють наземні оселища, формуючи епігейну групу.

Динаміка змін видового різноманіття бріоугруповань Волино-Поділля та Передкарпаття впродовж відновних сукцесій (кількість видів)

Тип сукцесії	Стадії сукцесії			
	I	II	III	IV
аргілофільна	13	18	20	22
псамофільна	7	14	17	26
літофільна	9	16	23	29

Перехідні бріоугруповання проміжних стадій відновних сукцесій (II-III стадії) також представлені виключно епігейними видами, ценотично приурочених до наземного ярусу лучно-степової рослинності. Поступове розширення спектра оселищ, придатних для бріобіонтів, призводить до поступової диференціації субстратних груп. Так, на термінальних стадіях аргілофільної серії відбувається вичленування із епігейного покриву епіризної групи видів, а також формування епиксильної та епіфітної груп видів. Термінальні бріоугруповання псамосерії представлені субстратними групами епігейних, епіричних та епиксильних мохів, а угруповання літофільної серії – епігейною та епілітною групами.

Слабка диференціація та відсутність чутливих до антропогенних впливів облігатно епіфітних та епиксильних видів на пізніх стадіях заростання досліджуваних відслонень свідчить про невідповідність умов регенераційних екосистем своїм природним аналогам, які не зазнавали антропогенного втручання. Вірогідно, що регенераційний період виявився недостатньо тривалим для їх повного відновлення. Адже переважання невибагливих видів широкої екології є характерною рисою синантропних фітокомплексів в цілому [102, 130].

Щодо розподілу біоморф за сукцесійними стадіями, було помічено, що ініціальні колонії мохоподібних на I стадії представлені, головним чином, однорічними нещільнодернинними або багаторічними щільнодернинними

життєвими формами (табл. 5.4.2), які якнайкраще пристосовані до виживання у жорстких умовах посушливих «техногенних пустищ»: перші – за рахунок прискореного проходження життєвого циклу, другі – завдяки ефективним анатомо-морфологічним пристосуванням щодо збереження вологи.

На II стадії сукцесії на всіх типах відслонень провідне положення зберігає щільнодернинна біоморфа, тоді як слабкоконкурентні ефемери поступово елімінуються з покриву через його ущільнення. Зростає роль ксеро-мезофільної морфогрупи через збільшення частки високодернинних видів та появу гладенько- та шорсткокилимкових форм, що свідчить про покращення умов місцевиростань за фактором зволоження.

На III стадії сукцесії провідну позицію перебирають вологолюбні плеврокарпні гладенько- та шорсткокилимкова біоморфи, що є відображенням поступової мезофітизації наземних оселищ за рахунок зімкнення трав'яного ярусу, що зменшує інтенсивність випаровування в поверхневих шарах ґрунту.

Таблиця 5.4.2

Динаміка змін біоморфологічної структури бріоугруповань Волино-Поділля та Передкарпаття у перебігу відновних сукцесій (min-max, %)

Тип життєвої форми	Стадії сукцесії			
	I	II	III	IV
низька нещільна дернина	22,3-38,4	0-7,1	–	–
низька щільна дернина	30,7-77,7	38,9-81,2	10,0-17,6	3,4-9,1
висока дернина	0-14,2	0-28,5	0-28,5	13,7-36,3
гладенький килим	–	0-11,1	11,7-21,8	9,1-24,1
шорсткий килим	–	0-7,1	21,8-35,2	23,1-27,2
плетиво	–	–	5,0-21,8	13,6-34,4

Примітка: – відсутність у серійних угрупованнях видів певної групи

У бріоугрупованнях IV стадії під наметом деревної рослинності участь ксероморфних мохоподібних стає мінімальною, ядро угруповань формують мезофільні шорсткокилимкові та плетивні види. Отже, впродовж відновних сукцесій мохового покриву на досліджуваних техногенних відслоненнях, відбувається заміщення ініціальних ксерофільних угруповань за панування верхоплідних видів на мезофільні, сформовані бокоплідними мохами.

Щодо розподілу за сукцесійними стадіями статевих типів та способів розмноження, які визначають репродуктивні стратегії видів угруповання, виявлено, що на початках формування мохового покриву (I-II стадії) у ньому переважають моноспорогонічні однокімнатні види зі скороченим життєвим циклом або поліспорогонічні двокімнатні види зі змішаним вегетативно-статевим циклом, у якому об'єднано усі типи розмноження: статеве, вегетативне неспеціалізоване та вегетативне спеціалізоване (табл. 5.4.3.).

Таблиця 5.4.3

Динаміка змін репродуктивних стратегій в бріоугрупованнях Волино-Поділля та Передкарпаття впродовж відновних сукцесій (min-max, %)

Статеві типи та способи розмноження	Стадії сукцесії			
	I	II	III	IV
Моноспорогонічний життєвий цикл				
однокімнатний	22,2-61,5	5,6-12,6	—	—
статеве розмноження	22,2-61,5	5,6-12,6	—	—
Поліспорогонічний життєвий цикл				
однокімнатний	7,1-11,1	5,6-27,7	29,4-50,0	39,7-47,6
двокімнатний	30,8-71,5	66,7-85,8	50,0-85,8	52,4-69,3
статеве розмноження	88,9-100	68,8-94,4	39,1-75,0	41,4-63,6
вегетативне неспеціалізоване	0-11,1	5,6-14,2	25,0-60,9	36,4-58,6
вегетативне спеціалізоване	38,4-77,7	55,5-84,6	25,0-35,2	11,5-19,1

Примітка: — - відсутність у серійних угрупованнях видів певної групи

Отже, виживання бріоугруповань за жорстких екологічних умов, на ранніх етапах їх формування забезпечується двома шляхами: добором ефемерних видів із прискореним перебігом життєвого циклу та суперфертильних видів, які одночасно реалізують у циклі весь діапазон форм відтворення.

В подальшому, на III-IV сукцесійних стадіях, в досліджуваних бріоугрупованнях поступово зростає частка високочутливих до антропогенних чинників однодомних багаторічних видів, які тяжіють до непорушених природних місцевиростань [20], що є важливою ознакою первинної стабілізації умов техногенних екосистем у процесі їх саморегенерації.

Пріоритетним типом розмноження однодомних видів стає статеве розмноження, дводомних – неспеціалізоване вегетативне. Участь видів зі здатністю до утворення спеціалізованих структур нестатевого розмноження поступово знижується до 11,5-19,1%, і наближається до частки пропагулоносної групи у складі природних бріоугруповань сільванічних зон Євразії та Північної Америки (17 та 15% відповідно) [200, 227].

Отже, у динаміці перебігу відновних сукцесій мохового покриву на досліджуваних техногенних відслоненнях виявлено наступні закономірності:

- послідовне заміщення ініціальних бріоугруповань, характерних для різного роду порушених місцевиростань пост-піонерними лучними бріоугрупованнями та стабілізованими бріоасоціаціями, які є константними складовими неморально-бореальнолісового або лучно-петрофільного типів природної рослинності;
- поступове зростанням видового різноманіття;
- диференціація субстратних груп;
- заміна геліофільно-ксерофільних бріоугруповань, сформованих верхоплідними мохами на сціотолерантні мезофільні (аргіло- та псамофільний варіанти) або ксеромезофільні (літосерія) бріоугруповання;

- заміщення піонерних короткоживучих та суперфертильних видів багаторічними видами, що тяжіють до непорушених ценозів та зменшення частки пропагулоносних видів.

Загалом, механізм перебігу відновних сукцесій мохового покриву на досліджуваних техногенних відслоненнях відповідає моделі самосприяння (фацилітації) Конела-Слейтієра [160], яка передбачає, що кожна існуюча на певній стадії група видів створює сприятливі умови для оселення наступної, яка поступово витісняє попередню в результаті конкуренції за ресурси, що було показано раніше на прикладі штучно індукованих демутаційних змін мохового покриву у лісах Данії [185].

Таким чином, можна стверджувати, що моховий покрив техногенних відслонень у досліджуваних регіонах успішно самовідновлюється природним чином та розвивається у напрямку до своїх природних аналогів.

Процеси синантропізації мохового покриву проявляються через слабку диференціацію субстратних груп та відсутність антропофобних субстрат-специфічних видів, зокрема облігатно-епіксильних представників класу *Marchantiopsida* та облігатно-епіфітних представників класу *Bryopsida*, притаманних непорушеним старовіковим деревостанам.

РОЗДІЛ 6

РОЛЬ МОХОПОДІБНИХ У СТАБІЛІЗАЦІЇ СЕРЕДОВИЩА ТЕХНОГЕННО ЗМІНЕНИХ ЕКОСИСТЕМ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ ТА ПЕРЕДКАРПАТТЯ

Важлива роль мохоподібних як піонерних рослин у природних екосистемах загальновідома [162, 201, 227]. Бріобіонти виконують низку важливих функцій в межах своїх оселищ: накопичують та зберігають вологу [146, 183], змінюють кислотність субстрату [191], підвищують вміст доступного рослинам азоту та вуглецю [230], запобігають водній та вітровій ерозії ґрунту [207], ініціюють ґрунтотвірні процеси [152, 153, 157, 190], сприяють утворенню облігатних та факультативних асоціацій з різними групами мікробо- [193, 205] і зообіоти [177, 222], сприяють сукцесіям угруповань судинних рослин [152] тощо.

Вірогідно, виявлені закономірності мають справджуватись і для техногенних екосистем, у яких мохоподібні є невід'ємними компонентами регенераційних фітокомплексів. Окремі дослідження, присвячені становленню мохового покриву на техногенних об'єктах, показали, що розвиток мохової дернини підвищує вміст вологи, вуглецю та азоту в підстиляючому субстраті [213], сприяє проростанню депонованого у ґрунті насіння [166] та зменшує інтенсивність водної та вітрової ерозії [210, 216].

6.1. Участь мохоподібних у стабілізації температурного мікрорежиму техногенних відслонень

Моховий покрив виконує роль термоізоляційного шару на поверхні ґрунту: низька теплопровідність мохових дернин сприяє збереженню тепла у

поверхневому шарі субстрату при раптовому зниженні температури повітря у зимовий період та зменшує його нагрівання у жарку пору року.

Дослідження, проведені на модельних піщаних відслоненнях техногенного походження (ПТВ-1), показали, що у спекотні дні (серпень) дернини піонерного моху *Ceratodon purpureus* завжди нагріваються менше поверхні незадернованого субстрату (Грунтовий шар – ГШ_{0-5см}). Водночас, у шарі ґрунтового субстрату (ГШ_{5-10см}) зафіксована температура була вищою під моховими дернинами, аніж на ділянках, де моховий покрив відсутній (табл. 6.1.1). На загал, різниця температур між шарами 0-5см та 5-10см у мохових колоніях є у два-три рази меншою за різницю температур на оголених ділянках.

Таблиця 6.1.1

**Температурні режими ґрунтових субстратів Волино-Поділля та
Передкарпаття на оголених та вкритих мохом ділянках різних стадій
регенерації (денна температура, °C)**

Шар ґрунтового субстрату	I стадія		II – III стадії		IV стадія	
	ОС	МД	ОС	МД	ОС	МД
Літній період (серпень 2009)						
П	33,7		28,8			
ГШ _{0-5см}	42,1	34,2	36,0	28,4	31,7	28,9
ГШ _{5-10см}	20,8	21,9	19,2	20,1	21,3	22,7
Зимовий період (грудень 2008)						
П	- 2,0					
ГШ _{0-5см}	0,0	0,8	0,4	1,3	1,1	2,2
ГШ _{5-10см}	1,6	2,1	1,8	2,3	2,8	5,1

Примітки: П – приземний шар повітря; ГШ_{0-5см} – поверхневий шар субстрату/мохової дернини; ГШ_{5-10см} – підповерхневий шар субстрату; ОС – оголений субстрат; МД – мохова дернина.

Особливо добре протекторна властивість мохового покриву виявляється на ранніх етапах ренатуралізації техногенних відслонень. За умов прямої інсоляції, моховий покрив зберігає суттєво нижчу температуру, ніж поверхня оголеного субстрату (за температури повітря 33,7°C ця різниця становить 7,9-7,6°C). Таким чином, моховий покрив суттєво звужує температурний діапазон поверхневого, біологічно активного, шару субстрату техногенних відслонень у спекотний літній період. Це позитивним чином відбивається на функціонуванні комплексів ґрунтової біоти та життєвості депонованого у ґрунті насіння, які ізолюють від дії екстремальних температур.

Також показано, що після різкого зниження температури повітря (грудень), температура мохових дернин та підстиляючого шару (ГШ_{0-5см} і ГШ_{5-10см}) залишається вищою за температуру ґрунту оголеної ділянки. У дернині піонерного угруповання із *Ceratodon purpureus* зафіксована температура, приблизно на 3°C вища за температуру повітря та на 1°C вища за температуру поверхні відслоненого субстрату. Зростання потужності мохової дернини покращує її термоізоляційні властивості: найбільша позитивна амплітуда температури повітря та шарів ГШ_{0-5см} і ГШ_{5-10см} (4,2 та 7,1°C відповідно) (див. табл. 6.1.1) була зафіксована під потужними дернинами пірчастого моху *Pleurozium schreberi* на термінальній стадії регенерації піщаних техновідслонень. Отже, мохова дернина запобігає надмірному охолодженню ґрунту в зимовий період, зберігаючи тепло у поверхневому шарі субстрату. Це сприяє виживанню озимих та ранньовесняних видів трав'яних рослин.

Таким чином, моховий покрив, виконуючи роль термоізоляційного шару на поверхні ґрунту, вирівнює добові та сезонні екстремуми (як «плюсові», та і «мінусові») ходу температур, що певною мірою полегшує протікання регенераційних процесів завдяки формуванню мікрооселищ з особливими гідро-терморезжимами, сприятливих для різних груп біоти.

6.2. Участь мохоподібних у стабілізації водного мікрорежиму техногенних відслонень

У природних екосистемах наземний моховий покрив сприяє накопиченню й збереженню вологи у верхніх шарах ґрунту [56, 89].

Дослідження показали, що на ранніх етапах відновлення техногенних відслонень (ПТВ-1), у сухий літній період, зволоженість поверхневого шару піщаного субстрату (визначена за польовою вологістю), як оголеного, так і вкритого моховим килимом ($\Gamma\text{Ш}_{0-5\text{см}}$), є мізерною і не перевищує 0,75%. Водночас, вміст вологи в ґрунті під моховими дернинами ($\Gamma\text{Ш}_{5-10\text{см}}$) був у 7 разів більшим за її вміст, зафіксований на відповідній глибині у субстраті незадернованих ділянок (табл. 6.2.1).

Таблиця 6.2.1.

Польова вологість (%) оголених та вкритих мохом ґрунтових субстратів Волино-Поділля та Передкарпаття на різних етапах регенерації техногенних відслонень (серпень 2009)

Шар ґрунтового субстрату	I стадія		II-III стадії		IV стадія	
	ОС	МД	ОС	МД	ОС	МД
$\Gamma\text{Ш}_{0-5\text{см}}$	0,32	0,75	0,35	0,61	10,5	25,5
$\Gamma\text{Ш}_{5-10\text{см}}$	0,45	3,21	2,04	4,22	13,2	26,8

Примітки: ОС – оголений субстрат; МД – мохова дернина, решта позначень – як у табл. 6.1.1

Це є можливим через високу поглинаючу здатність ризоїдної повсті мохів, яка ефективно утримує вологу у поверхневому шарі ґрунтового субстрату. В процесі розвитку мохового покриву його акумулятивна роль зростає. На IV стадії регенерації відслонень моховий покрив забезпечує до 26% польової вологості на всю глибину біологічно активного шару техноґрунту (рис. 6.2.1). Так, добре розвинені дернини пірчастого моху *Pleurozium schreberi* з потужністю підземної частини 5-7 см, утримували в 30 разів більше вологи, ніж дернини піонерних бріофітів.

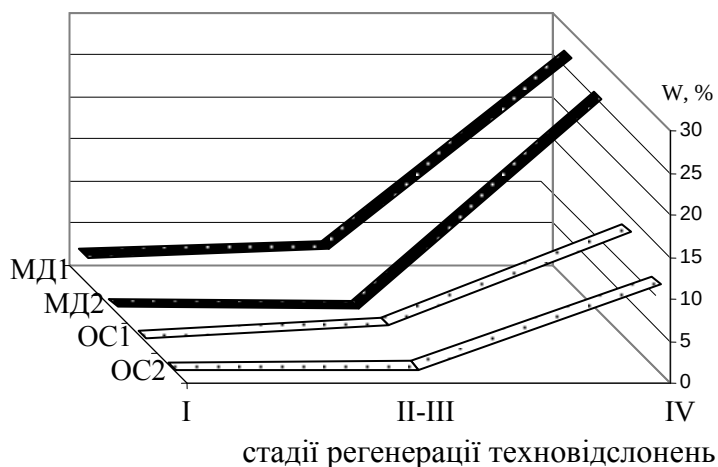


Рис. 6.2.1 Зміни польової вологості субстрату (%) на різних стадіях регенерації техногенних відслонень

Позначення: OC1 – поверхня оголеного субстрату; OC2 – приповерхневий шар оголеного субстрату (5-10 см); MD1 – поверхня мохової дернини; MD2 – підстеляючий мохову дернину шар субстрату (5-10 см)

Такий ефект, окрім безпосереднього зростання з віком товщини шару ризоїдної повсті дернини, забезпечується і комплексним розвитком складових регенераційних фітокомплексів: поступове ущільнення намету судинних рослин з часом суттєво зменшує інтенсивність випаровування з епігейного ярусу.

Зазначимо, що значення повної вологоємності для пар проб «оголений субстрат-мохова дернина» на певних етапах регенерації є дуже подібними (табл. 6.2.3), що вказує на приблизно однакову кількість води, яку ці субстрати потенційно здатні утримувати в собі завдяки своїм фізичним властивостям. В той же час фактичний вміст води досліджених пар зразків різнився у 2-5 разів (табл. 6.2.1), бо через високу гігроскопічність тканин бріофіти набагато ефективніше, ніж незадернований субстрат, зберігають поглинуту воду, а отже, у сухий період виявляються помітно вологішими. Це стає особливо помітним у разі розвитку потужної дернини, що здатна консервувати у собі значні об'єми води.

Повна вологоємність (%) оголених та вкритих мохом ґрунтових субстратів Волино-Поділля та Передкарпаття на різних етапах регенерації техногенних відслонень (серпень 2009)

Шар ґрунтового субстрату	I стадія		II-III стадії		IV стадія	
	ОС	МД	ОС	МД	ОС	МД
ГШ _{5-10см}	32,6	36,2	32,9	38,7	75,1	86,8

Примітки: позначення – як у табл. 6.1.2

На деастрованих площах задержування поверхні мохоподібними та депонування води на глибину корененасиченого шару підвищує доступність поживних речовин для рослин, забезпечує проростання насіння та підтримує життєздатність проростків. Формування запасу активної води також є важливою передумовою для повноцінного функціонування ґрунтової мікробо- та зообіоти.

Таким чином, розвиток мохового покриву на поверхні відслонених субстратів підвищує їх водоутримуючу здатність і сприяє ранньому прояву середовищних функцій техноґрунтів.

6.3. Участь мохоподібних у процесах ініціального ґрунтоутворення

Відомо, що в природних екосистемах мохоподібні є одними з чинників ґрунтоутворення, які приймають участь у збагаченні ґрунтів азотом і вуглецем [152, 165, 186, 191].

Наші дослідження показали, що мохоподібні, оселяючись на рухомому субстраті техногенних піщаних відслонень, механічно фіксують його, рясно пронизуючи ризоїдами. Вже через 3-5 років під дерниною піонерних бріоугруповань за участю *Ceratodon purpureus*, *Bryum caespiticium* та *B. argenteum* виявляються перші ознаки ґрунтоутворення, які візуалізуються за

малопотужним (2-3 см) органно-акумулятивним шаром сірувато-бурого кольору (ПТВ-2,4,5). До появи мохового покриву щойно розриті субстрати представляють собою недиференційовану безструктурну товщу піску білясо-сірого кольору з включеннями уламків вапняків. Вміст гумусу у зародковому органно-акумулятивному горизонті під моховою дерниною становив 0,49-0,58%, тоді як у незадернованому, свіжорозкритому субстраті (стартова «нульова» стадія) – лише 0,06-0,14% (табл. 6.3.1).

Таблиця 6.3.1

Зміни вмісту гумусу та значення рН ґрунтового субстрату відповідно до стадії відновної сукцесії на піщаних техногенних відслоненнях Волино-

Поділля та Передкарпаття

Стадія сукцесії	Період відновлення, роки	ПВ мохового покриву, %	Вміст гумусу, %	Значення рН*
0	0	0	0,06-0,14	7,75
I	1-5	< 5-15	0,49-0,58	7,57
II	5-25	15-25	0,85-1,45	7,10
III	25-50	25-50	2,61-3,98	6,6

Примітки: * – водне

Потужність ризоїдної повсті у широко розповсюджених видів на I-II сукцесійних стадіях сягала у низькодернинних мохів (*Ceratodon purpureus* та *Bryum caespiticiun*) – 3-5 см, у високодернинних (*Polytrichum juniperinum*) – 6-9 см.

В процесі розвитку угруповань бріофітів збагачення субстрату гумусом продовжує зростати. Вже на II стадії ренатуралізації техновідслонень вміст гумусу у поверхневому шарі техноґрунту становив 0,85-1,45%, а III стадії – досягнув 2,61-3,98%. На поверхні недиференційованої ґрунтової товщі утворився шар, збагачений органікою, складений слабо- та середньорозкладеними рештками (головним чином, продуктами відмирання

мохової дернини та частково-привнесеним опадом судинних рослин) і рясно переплетений ризоїдами. Потужність гумусового горизонту під моховими дернинами 10-15 річного віку збільшується до 7-8 см, а сам субстрат набуває нестійкої великогрудкуватої структури. Вміст гумусу під дернинами мохоподібних на техновідслоненнях з тривалістю регенерації 15-20 років зростає більш ніж у 30 разів порівняно з його вмістом у не задернованому субстраті на «нульовій» стадії і наближається до значень гумусованості, притаманних зональним ґрунтам [31].

Також мохоподібні відчутно впливають на актуальну кислотність ґрунтового субстрату своїх мікрооселищ. Через специфічні властивості продуктів метаболізму мохові дернини здатні змінювати хімічну реакцію субстрату в бік підкислення [87]. Так, реакція ґрунтового розчину (водне рН) ризоїдального шару моху *Ceratodon purpureus* у піонерному угрупованні (І стадія) відрізнялась від реакції незаселеного субстрату та становила 7,57 проти 7,75.

Надалі значення рН продовжувало спадати і під добре розвиненими дернинами *Thuidium erectum* на III стадії досягло значення 6,6. Тобто, кислотність змінилася від середньолужної до нейтральної. Індукована мохоподібними зміна реакції середовища субстратів піщано-карбонатних відслонень має важливе значення для активації механізмів гуміфікації органічної речовини в них. Відомо, що лужне середовище (значення рН вище 8) є лімітуючим фактором для функціонування більшості ґрунтової мікробіоти, задіяної у гумусоутворенні та перешкоджає утворенню гумусових кислот [41]. За таких умов первинна органіка нагромаджується на поверхні ґрунту і її залучення до процесів ґрунтоутворення значною мірою утруднюється. Широкі межі толерантності мохоподібних до хімізму субстрату дозволяють їм формувати на карбонатомісних породах рясні обростання і, тим самим, полегшувати протікання ґрунотвірних процесів. Знижуючи значення рН, моховий покрив на початкових етапах

грунтоутворення на карбонатних субстратах відіграє роль "консерванту" органічних сполук у поверхневих шарах ґрунту.

Зростання вмісту гумусу в досліджуваних піщано-карбонатних субстратах тісно корелює зі спаданням значення рН, що описується поліноміальною залежністю

$$y = 0,1896x^2 - 0,8331x + 7,8097$$

з рівнем апроксимації $R^2 = 0,9704$, де y – значення рН, а x – вміст гумусу (рис. 6.3.1).

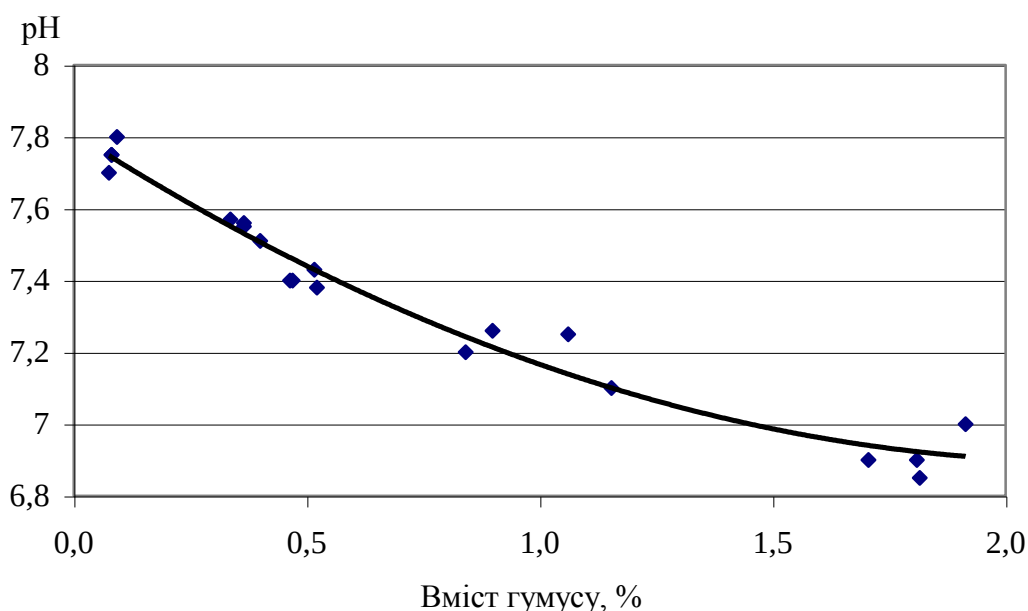


Рис. 6.3.1. Зміни рівня рН та вмісту гумусу під моховою дерниною у техноґрунтах кар'єрних комплексів із видобутку пісків Волино-Поділля та Передкарпаття

Подальшу участь бріоугруповань у генезисі техноґрунтів не досліджували, оскільки поступове ущільнення верхніх за відношенням до мохового покриву ярусів рослинності обумовило відсутність просторово відокремлених мохових угруповань та унеможливило експериментальне вичленування сфер впливу окремих груп фітобіоти на субстрат на пізніших етапах регенерації техногенних відслонень.

Таким чином, колонізація техногенних відслонень представниками бріобіоти стабілізує показники водного та температурного мікрорежимів у поверхневих шарах ґрунтових субстратів. Формування мозаїки оселищ з м'яким мікрокліматом створює сприятливі передумови для розвитку рослинного покриву та ґрунтової біоти. Регуляторні та протекторні властивості мохового покриву є добре вираженими та виявляються від початків його становлення.

Заселяючи техногенні відслонення, мохоподібні чинять комплексну дію на процеси первинного педогенезу: ініціюють процеси первинного оструктурювання у профілі техноґрунту, нагромаджують органічну речовину та виступають у ролі ацидифікаторів поверхневого шару субстрату в межах своїх місцевиростань.

Отже, формування покриву мохоподібних на техногенних відслоненнях позитивним чином впливає на перебіг відновних сукцесій через системну трансформацію умов середовища на рівні їх оселищ.

РОЗДІЛ 7

МОХОПОДІБНІ ЯК ІНДИКАТОРИ ПЕРЕБІГУ ПРОЦЕСІВ САМОВІДНОВЛЕННЯ У ТЕХНОГЕННИХ ЕКОСИСТЕМАХ ТА ЇХНЄ ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ

Процеси техногенної трансформації, інтенсивність яких за останні десятиріччя суттєво зросла, визначили особливу актуальність у розробці підходів щодо можливостей повернення посттехногенних площ до повноцінного функціонування. У зв'язку з цим виникла нагальна потреба пошуку ефективних біоіндикаторів стану самовідновлюваних екосистем, які достатньо адекватно прогнозують напрямки та інтенсивність регенераційних процесів. Визначена нами специфіка складу бріокомпоненту техногенних відслонень різного типу і віку дає підставу для використання мохоподібних в якості індикаторів стану регенераційних техногенних екосистем та оцінки їх спроможності щодо самовідновлення.

Використовуючи дані флористичного, аут- та синекологічного аналізів бріорізноманіття техногенних екосистем, можна визначити рівень антропопресингу на певному етапі їхнього відновлення та спрогнозувати спрямованість регенераційних сукцесій до певних природних аналогів.

7.1. Основні підходи бріоіндикації та критерії оцінки стану техногенних екосистем

Мохоподібні дуже чутливо реагують на зміни стану довкілля, що відбуваються під дією як природних, так і антропогенних чинників. Ці зміни можна діагностувати на різних рівнях: аутоекологічному – за наявністю у моховому покриві видів бріобіонтів із певними вимогами щодо якості

середовища, синекологічному – за екологічними перевагами угруповань, фітоценотичному – за змінами видових та екологічних спектрів ценофлор відносно еталонного варіанту [43]. Проведення комплексної багаторівневої індикації певних об'єктів дає можливість найбільш точної оцінки їх стану.

Аутекологічний підхід базується на положенні, що присутність особин окремих видів-індикаторів інформує про якість їхнього місцевиростання за відношенням до визначених чинників середовища. Нас, насамперед, цікавили види з різною чутливістю до дії антропогенного фактора, придатні для діагностування стану екосистеми за ступенем порушення.

Так, індикаторами ініціальних стадій відновних сукцесій (I) є рудеральні космополітні види *Funaria hygrometrica*, *Ceratodon purpureus*, *Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum* та *B. caespiticium*, відмічені на всіх типах досліджуваних відслонень. Окрім перелічених, специфічними для відслонень із глинистими субстратами піонерними видами є *Riccia glauca*, *Tortula truncata*, *Dicranella varia*, із піщаними – *Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*, із кам'янистими – *Tortula muralis*, *Grimmia pulvinata* та *Schistidium apocarpum*. Ці види є представниками антропофільної групи та діагностують сильно порушені місцевиростання (табл.7.1.1)

Індикаторами перехідних стадій відновних сукцесій (II-III) на досліджуваних техновідслоненнях є види мохоподібних, топічно пов'язані із трав'яними угрупованнями (лучними, лучно-степовими, петрофільними тощо). Спільними для всіх типів відслонень видами бріобіонтів, які характерні для перехідних угруповань, є *Atrichum undulatum*, *Abietinella abietina*, *Oxyrrhynchium hians*, *Brachythecium glareosum*, *B. salebrosum* та *Hypnum cupressiforme*. Видами, що тяжіють до оселення на глинистих субстратах, є *Brachythecium mildeanum*, піщаних – *Brachythecium albicans*, кам'янистих – *Thuidium delicatulum* та *Rhynchostegium murale*. Ці види є представниками антропотолерантної групи та є характерними для слабо- та середньо порушених місцевиростань.

Таблиця 7.1.1

Розподіл індикаторних видів мохоподібних за стадіями і типами відновних сукцесій

Тип субстрату	глинистий / суглинковий	піщаний / супіщаний	кам'янистий
Тип сукцесії	аргілофільна	псамофільна	літофільна
Стадія сукцесії	Види мохоподібних та їх екологічна характеристика		
I	Інцертотрофічні, оліготрофічні, геліотрофічно-ксеротрофічні антропофілії види: <i>Funaria hygrometrica</i> , <i>Ceratodon purpureus</i> , <i>Barbula unguiculata</i> , <i>Bryum argenteum</i> та <i>B. caespiticium</i>		
	ксеро-мезотрофічні види: ▪ <i>Funaria hygrometrica</i> ▪ <i>Tortula truncata</i> ▪ <i>Dicranella varia</i>	ксеротрофічні види: ▪ <i>Polytrichum piliferum</i> ▪ <i>P. juniperinum</i>	екстраксеротрофічні види: ▪ <i>Tortula muralis</i> ▪ <i>Grimmia pulvinata</i> ▪ <i>Schistidium apocarpum</i>
II- III	Інцертотрофічні, оліготрофічні, геліотрофічні, ксеромезотрофічні антропопотолерантні види: <i>Atrichum undulatum</i> , <i>Abietinella abietina</i> , <i>Oxyrrhynchium hians</i> , <i>Brachythecium glareosum</i> , <i>B. salebrosum</i> та <i>Hypnum cupressiforme</i>		
	Мезотрофічні види:	Ксеромезотрофічні види:	
	▪ <i>Brachythecium mildeanum</i>	▪ <i>Brachythecium albicans</i>	▪ <i>Thuidium delicatulum</i> ▪ <i>Rhynchostegium murale</i>
IV	Мезотрофічні, мезотрофічні, геліо-сціотрофічні антропофобні види		
	Нейтротрофічні види: ▪ <i>Plagiomnium undulatum</i>	Ацидотрофічно-мезотрофічні види: ▪ <i>Hylocomium splendens</i> ▪ <i>Pleurozium schreberi</i> Ацидотрофічно-гідротрофічні види: ▪ <i>Sphagnum fimbriatum</i> , ▪ <i>S. flexuosum</i> , ▪ <i>S. squarrosum</i>	Базитрофічні види: ▪ <i>Campylophylum calcareum</i> Нейтротрофічні види: ▪ <i>Preissia quadrata</i> , <i>Herzogiella seligeri</i> , <i>Anomodon attenuatus</i> , <i>Homalothecium sericeum</i> , <i>Leucodon sciuroides</i> , <i>Isoetes alopeuroides</i> ,
Напрямок сукцесії	зональний	екстразональний	інтразональний

Індикаторами термінальної стадії відновних сукцесій на досліджуваних техногенних відслоненнях є види, приурочені до місцевиростань зі сталим екологічним режимом. Для оселищ силванічної зони це види бріобіонтів, фітоценотично приурочені до лісової рослинності. На старих глинистих та піщаних кар'єрах було знайдено мохоподібні, що є індикаторами умовно-непорушених широколистяних – *Plagiomnium undulatum*, та хвойних – *Hylocomium splendens* і *Pleurozium schreberi*, лісів. На вологому днищі піщаного кар'єру відмічено види сфагнів – *Sphagnum fimbriatum*, *S. flexuosum*, *S. squarrosum*, які вважаються індикаторами мезо-евтрофних боліт. Ці види належать до антропофобної групи, представники якої тяжіють до природних непорушених оселищ.

На кам'янистих відслоненнях з найбільш тривалим періодом відновлення (близько 150 років) було відмічено види, які вважаються індикаторами екологічної зв'язаності місцевиростань («ecological continuity» [5, 174]) та є вкрай антропофобними. Так, серед представників цієї групи на відслоненнях пісковикових каменярень було знайдено *Preissia quadrata*, *Herzogiella seligeri*, *Anomodon attenuatus*, *Rhizomnium punctatum*, *Brachythecium plumosum*; на вапнякових відслоненнях – *Homalothecium sericeum*, *Campylophylum calcareum*, *Leucodon sciuroides*, *Isohtecium alopecuroides*, що свідчить про успішне самовідновлення порушених ділянок.

Отже, групи мохоподібних, що відрізняються за екологічними потребами та чутливістю до дії антропогенного фактору, можуть бути використані в якості індикаторів перебігу процесів самовідновлення у техногенно-порушених екосистемах, як це було показано на прикладі кар'єрних комплексів із видобутку будівельних матеріалів на Волино-Поділлі та Передкарпатті.

Під час бріоіндикаційних досліджень важливо приділяти увагу не тільки окремим видам мохоподібних, але і їх групам, види у яких екологічно та еволюційно взаємопов'язані. Дослідження, проведені на рівні угруповань, суттєво зменшують елемент випадковості та підвищують достовірність

отриманих даних [9]. Синекологічний підхід заснований на змінах синтаксонів із різними екологічними вимогами вздовж градієнту певного фактору та врахування їхнього сукцесійного статусу, що виражає просунутість угруповань від піонерної до клімаксової стадії.

За нашими спостереженнями, на синтаксономічному рівні зменшення інтенсивності антропопресингу у регенераційній екосистемі проявляється через:

- витіснення ініціальних бріоасоціацій, характерних для різного роду порушених оселищ, стабілізованими бріоугрупованнями неморально- та бореальнолісового, лучно-степового та петрофільного типів природної рослинності;
- збільшення видового багатства угруповання;
- заміну евритопних видів субстрат-специфічними представниками та диференціація субстратних груп;
- заміщення у складі бріоугруповань аридних ксероморфних видів (представлених життєвими формами низької нещільної та щільної дернини та низької подушки) мезоморфними видами (представлених життєвими формами високої дернини, високої подушки, гладенького та шорсткого килимків, повсті та дендроїду), які визначають характер зональних угруповань;
- заміну стрес-толерантних малорічних ефемерних однодомних та суперфертильних дводомних видів антропофобними багаторічними одно- та дводомними мохами з повними поліспорогонічними чи скороченими вегетативними життєвими циклами, які тяжіють до непорушених місцевиростань.

Спрямованість сукцесій регенераційного бріокомпоненту техногенної екосистеми до певних природних аналогів може бути спрогнозована, починаючи від 2-5 річного періоду його відновлення. Основні діагностичні ознаки серійних бріоугруповань на кожному з етапів формування мохового покриву наведено у блок-схемах у розділі 5 (див. табл. 5.1.1, 5.2.1 та 5.3.1).

Під час фітоценотичної індикації списки мохоподібних досліджуваних об'єктів (ценофлори, локальні, парціальні флори) порівнюються із еталонними за видовим складом (зональними) бріофлорами. Відхилення у флористичній композиції будь-якої ділянки свідчить про зміни стану екосистеми під впливом антропопресії та дозволяють визначити її напрямок та інтенсивність [23, 26].

Природна бріофлора регіонів Волино-Поділля та Передкарпаття, приурочена до зони широколистяних лісів, належить до неморального варіанту сільвапалеарктичного типу, топічно пов'язаного із лісовою рослинністю союзу *Fagion sylvaticae* R.Tx. et Diem. 1936.

За нашими спостереженнями (підрозділ 4.3), зростання антропогенного навантаження під впливом техногенезу на кар'єрних комплексах Волино-Поділля та Передкарпаття проявляється через наступні зміни еколого-флористичної структури мохового покриву:

- збільшення у флорах частки участі представників аридної родини *Pottiaceae* та полізональних родин *Funariaceae*, *Bryaceae*, *Ditrichaceae* та *Brachytheciaceae*;
- спадання частки участі представників неморально-лісових родин *Mniaceae*, *Plagiomniaceae*, *Hypnaceae*, *Thuidiaceae* та *Plagiotheciaceae*, а також бореально-лісових родин *Dicranaceae*, *Sphagnaceae* та *Polytrichaceae*;
- зменшення частки участі антропофобних представників печіночників (Marchantiophyta); індекс видової чисельності пар відділів Marchantiophyta / Bryophyta (n_{Mar} : n_{Bry}) для природної бріофлори регіону досліджень становить 1:4;
- зменшення частки участі гігрофільних антропофобних сфагнових мохів (Sphagnopsida). Індекс видової чисельності пар класів Sphagnopsida / Bryopsida (n_{Sph} : n_{Bry}) для нативної бріофлори дорівнює 1: 13;
- зменшення видового багатства бріофлори;
- поступову ксерофітизацію парціальних бріофлор відносно зонального

варіанту, що діагностується через зростання індексу ксерофітизації (від 5,0 % для нативного варіанту до 40,7 % для флори ГрТВ).

Загалом досліджувані кар'єри будівельних матеріалів характеризуються нетоксичними, потенційно родючими ґрунтовими субстратами, що належать до природних ґрунтоутворюючих порід регіону, або є близькими до них. За умов саморегенерації у посттехногенний період ці відслонення розвиваються за зональним, екстра- чи інтразональним типом та відновлюють свої екологічні функції природним шляхом. На них формуються техноґрунти, близькі до природних аналогів [29, 31]. Регенераційні бріоугруповання самовідновних відслонень є синантропними варіантами зональної чи екстразональної мохової рослинності, підпорядкованої класам неморальної, бореальної або петрофільної судинної рослинності (*Querco-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger in Vlieger 1937 em Klika, *Vaccinio-Piceetea* Br.-Bl. 1939 та *Asplenietea rupestris* Br.-Bl. 1939 in Meier et Br.-Bl. 1934 відповідно).

За тривалістю періоду відновлення (від ініціальних до термінальних угруповань) досліджувані відслонення можуть бути розділені на дві групи:

- швидковідновні (глинисті та піщані кар'єри), які проходять усі сукцесійні стадії за 50-75 років;
- повільновідновні (кам'янисті), строк відновлення яких є більшим за 100 років.

Отже, як показав комплексний аналіз бріокомпоненту техногенних відслонень Волино-Поділля та Передкарпаття, досліджувані кар'єри із видобутку будівельних матеріалів можуть бути визначені як самовідновні. За відсутності заходів фіторекультивациї такі відслонення здатні успішно регенерувати за рахунок внутрішнього потенціалу посттехногенної екосистеми.

7.2. Созологічна оцінка бріорізноманіття техногенних екосистем Волино-Поділля та Передкарпаття

Поширення окремих видів бріобіоти в трансформованих екосистемах визначається як межами їхньої толерантності до рівня антропогенного впливу, так і наявністю потенційних оселищ, придатних для заселення мохоподібними. Завдяки високій екологічній пластичності, бріобіоти успішно адаптуються до умов техногенних комплексів, опановуючи навіть ті субстрати, які не мають аналогів у природі, наприклад, вугільні терикони або сірчані родовища. Проте найбільш сприятливими для колонізації мохоподібними є техногенні відслонення, аналогічні природним утворам – брили, кам'янисті осипи, піщані арени тощо. В умовах інтенсивного скорочення площ природних місцевиростань такі антропогенні оселища нерідко відіграють роль важливих осередків підтримання різноманіття регіональної бріобіоти та збереження загрожуваних видів [156, 171, 188, 217, 228].

Аналіз поширення видів в межах досліджуваних відслонень Волино-Поділля та Передкарпаття показав, що більша частина видів за частотою трапляння належить до категорії рідкісних (знайдених менш ніж у 3-х локалітетах) – 108 видів (67,0 %). Це майже всі представники печіночників та сфагнів, що відрізняються високою чутливістю до антропогенного впливу [21], а також представники антропофобних (*Leucodontaceae*, *Lembophyllaceae*, *Anomodontaceae*, *Cinclidiaceae*, *Leucobryaceae*) та слабко синантропізованих (*Plagiotheciaceae*, *Mniaceae*, *Seligeriaceae* та *Encalyptaceae*) родин [22].

Серед рідкісних за частотою трапляння мохоподібних, приуроченими до одного типу відслонень, відмічено 79 видів, решта 29 – траплялись на 2-3 типах відслонень. Найбільш специфічною виявилась бріофлора піщаних відслонень – в її складі відмічено 26 видів мохоподібних (37,6%), які не виявлено в інших типах досліджуваних кар'єрів. Це *Conocephalum conicum*,

Preissia quadrata, *Lophocolea bidentata*, *Encalypta ciliata*, *Dicranum montanum*, *D. tauricum*, *Didymodon acutus*, *D. ferrugineus*, *Tortula aestiva*, *T. subulata*, *Orthotrichum anomalum*, *Mnium marginatum*, *M. stellare*, *Rhizomnium punctatum*, *Amblystegium confervoides*, *Pseudoleskeella nervosa*, *Anomodon attenuatus*, *Rhynchostegium confertum*, *Cirriphyllum crassineurum*, *Sciurohypnum flotovianum*, *Campylophylum sommerfeltii*, *Pylaisia polyantha*, *Herzogiella seligeri*, *Plagiothecium curvifolium*, *P. cavifolium* та *Platygyrium repens*.

Специфічними для вапнякових відслонень є 17 видів мохоподібних (24,6 %): *Grimmia anodon*, *Fissidens minutulus*, *Didymodon spadiceus*, *D. tophaceus*, *Pseudocrossidium hornschruchianum*, *Orthotrichum cupulatum*, *Bryum pallescens*, *Cratoneuron filicinum*, *Hydrohypnum luridum*, *Kindbergia praelonga*, *Sciurohypnum starkei*, *S.-h. reflexum*, *Thuidium assimile*, *T. tamariscinum*, *Campylophylum calcareum*, *Leucodon sciuroides* та *Isothecium alopecuroides*; для піщаних – 15 видів (29,3 %): *Cephaloziella rubella*, *Radula complanata*, *Sphagnum fimbriatum*, *S. flexuosum*, *S. squarrosum*, *Polytrichum commune*, *Leucobryum glaucum*, *Filonotis fontana*, *Bryum creberrimum*, *Rhodobryum roseum*, *Aulacomnium palustre*, *Pseudoscleropodium purum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi* та *Rhytidiadelphus triquetrus*; для глинистих – 13 видів мохоподібних (22,8 %): *Riccia glauca*, *R. ciliata*, *Blasia pusilla*, *Aneura pinguis*, *Pogonatum urnigerum*, *Distichium capillaceum*, *Ditrichum flexicaule*, *Trichodon cylindricus*, *Dicranella cerviculata*, *Plagiomnium affine*, *Hygroamblystegium humile*, *Leptodictium riparium* та *Brachythecium mildeanum*.

Найменш специфічними виявились бріофлори мергелевих (2 види / 5,5 % – *Phascum cuspidatum* та *Bryum funkii*), гіпсових (3 види / 8,8 % – *Fissidens bryoides*, *Tortella tortuosa* та *Thuidium recognitum*) та гравійних (3 види / 11,1 % – *Polytrichum strictum*, *Racomitrium canescens* та *Schistidium strictum*) відслонень.

До мохоподібних зі спорадичним поширенням (4-9 локалітетів) належить 36 видів (22,3 %). Більшість з них – спеціалізовані види, оселення

яких обмежено 2-3 типами субстратів. Головно, це представники псамофільної (*Polytrichum juniperinum*, *P. piliferum*, *Brachythecium albicans*), літофільно-базифільної (*Encalypta streptocarpa*, *Aloina rigida*, *Didimodon rigidulus*, *Bryoerythrophyllum recurvirostrum*) та гігрофільної (*Drepanocladus aduncus*, *Bryum dichotomum*, *Climacium dendroides*) екологічних груп. Частота трапляння цих видів на техногенних відслоненнях відображає характер їхнього поширення у природі. Також до цієї групи належать види, які тяжіють до природних оселищ і є помірно адаптованими до трансформованих місцевиростань (наприклад, лісові види *Discanum scoparium*, *Plagiomnium undulatum*, *Brachythecium rutabulum*).

За ступенем толерантності до антропогенного впливу та характером поширення на техногенних відслоненнях перелічені категорії видів можуть бути віднесені до евентапофітів. Ці види тяжіють до непорушених природних оселищ і лише зрідка трапляються в антропізованих місцевиростаннях, головню, з тривалим пост-техногенним періодом. Із них 36 видів на техногенних відслоненнях було відмічено вперше, отже, вони є новими для синантропної фракції бріофлори України (див. додаток Б).

Широко поширеними на досліджуваних відслоненнях виявились 19 видів мохоподібних (11,8 %). Із них 10 видів трапляються часто (10-19 локалітетів): *Atrichum undulatum*, *Grimmia pulvinata*, *Schistidium apocarpum*, *Tortula muralis*, *Syntrichia ruralis*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Amblystegium serpens*, *Rhynchostegium murale*, *Brachythecium salebrosum*, *Calliergonella cuspidata*. Звичайними (більше 20 локалітетів) є 9 видів: *Funaria hygrometrica*, *Ceratodon purpureus*, *Barbula unguiculata*, *Bryum argenteum*, *Bryum caespitium*, *Abietinella abietina*, *Oxyrrhynchium hians*, *Brachythecium glareosum* та *Hypnum cupressiforme*. Ці мохоподібні є найбільш антропоотолерантними, екологічно пластичними видами, без визначеної топічної та субстратної приуроченості. Вони належать до групи геміапофітів, які однаково успішно заселяють як природні, так і антропізовані оселища.

Раритетна фракція досліджуваної бріофлори включає 20 видів

бріобіонтів – 2 печіночників та 18 брієвих мохів (12,4 %), що охороняються на різних рівнях. З них два види – *Physcomitrium eurystomum* та *Amblystegium radicale* занесено до Червоної книги бріофітів Європи [211], 18 видів є регіонально-рідкісними для Розточчя-Опілля або для неморально-лісової зони України в цілому [25, 42, 106], один – новий для Розточчя-Опілля та Передкарпаття.

Фітоценотично виявлені види мохоподібних приурочені до наступних синтаксонів мохової рослинності:

Physcomitrium eurystomum – ефемер, відмічений на глинистих (ГТВ-2) та мергелевих (МТВ-1) відслоненнях у складі піонерної асоціації *Pseudephemero nitidi-Physcomitrietum eurystomi* Marst. 1989 разом із *Pleurocladus subulatum*, *Phascum cuspidatum*, *Riccia glauca*;

Amblystegium radicale (ВТВ-3) – знайдений на вологому вапняковому відслоненні у складі базифільно-гігрофільної асоціації *Cratoneuretum filicini* Poelt 1954 разом із *Brachythecium rivulare*, *Cratoneuron filicinum*, *Drepanocladus aduncus*;

Pellia epiphylla – знайдена на слабкоздернованих схилах глинистих кар'єрів (ГТВ-1,3) та піщаних відслоненнях з шаром суглинково-дрібноземного наповнювача (ПсТВ-4). Трапляється у складі пост-піонерної бріоасоціації *Pellietum epiphyllae* Schade 1923 із *Conocephalum conicum*, *Dicranella heteromalla*, *D. varia* та *Atrichum undulatum*;

Cephaloziella rubella – виявлена на піщаному кар'єрі (ПТВ-1) у складі безрангового піонерного угруповання союзу *Ceratodonto purpurei* - *Polytrichion piliferi* (Waldheim 1947) von Hübschmann 1967 у дернині *Ceratodon purpureus*;

Pogonatum urnigerum – відмічений на слабкоздернованих схилах глинистих відслонень (ГТВ-4) у складі пост-піонерної бріоасоціації *Pogonato urnigeri-Atrichietum undulati* v. Krus. 1945 разом із *Atrichum undulatum*, *Pohlia nutans*, *Dicranella heteromalla*;

Encalypta streptocarpa – знайдена на кам'янистих відслоненнях (ВТВ-3,4,5, ПсТВ-1,5, МТВ-1,3, ГпТВ-1,3) у складі літофільних бріоугруповань, що тяжіють до оселення на слабогумусованих карбонатних субстратах, найчастіше – у складі асоціації *Encalypto streptocarpace* - *Fissidentetum dubii* Neu 1971 разом із *Fissidens dubius*, *F. taxifolius*, *Didymodon fallax*;

Ditrichum flexicaule (ГТВ-5) та *Trichodon cylindricus* (ГТВ-2), відмічені на глинистому субстраті, є компонентами пост-піонерної бріоасоціації *Pellietum epiphyllae* Schade 1923, де трапляються разом із *Pellia epiphylla*, *Dicranella heteromalla*, *D. varia* та *Atrichum undulatum*;

Dicranum tauricum – новий для областей Розточя-Опілля вид, знайдений на пісковикових відслоненнях старої каменярні (ПсТВ-1) у складі бріоасоціації *Dicranetum taurici* Neu 1963 разом із *Dicranum montanum*, *Hypnum cupressiforme*;

Didymodon tophaceus – відмічений на вапняковому відслоненні (ВТВ-4) у складі базифільної асоціації *Didymodonetum tophacei* (Boros 1968) van den Dunk 1972;

Pseudocrossidium hornschruchianum (ВТВ-5) – знайдений у складі піонерної базифільної асоціації *Barbuletum convolutae* Hadáč & Šmarda 1944, разом із *Barbula convoluta*, *Barbula unguiculata* та *Aloina rigida*;

Amblystegium confervoides (ПсТВ-2,3) – відзначений у складі асоціації *Brachythecio rutabuli* - *Hypnetum cupressiformis* Nörr 1969 разом із *Hypnum cupressiforme*;

Cratoneuron filicinum (ВТВ-3) – відмічений у складі базифільно-гігрофільної асоціації *Cratoneuretum filicini* Poelt 1954 разом із *Brachythecium rivulare* та *Drepanocladus aduncus* та разом із *Hydrohypnum luridum* (ВТВ-3) – у складі асоціації *Cratoneuro-Hydrohypnetum luridi* Geißler 1976 того ж порядку;

Rhynchostegium confertum (ПсТВ-1) – знайдений на пісковиковому відслоненні у складі асоціації *Homalothecio sericei-Porelletum platyphyllae* Storm ex Duda 1951, із *Homalothecium sericeum* та *Rhynchostegium murale*;

Cirriphyllum crassineurum (ПсТВ-1,2,3) – відмічений на відслоненнях пісковикових каменярень у складі угруповань порядку *Neckeretalia complanatae*, зокрема *Brachythecietum populei* Philippi 1962 разом із *Sciuro-hypnum populeum* та *Eurhynchiastrum pulchelum*;

Sciuro-hypnum flotovianum (ПсТВ-2) – виявлений на пісковиковому відслоненні у складі безрангового угруповання союзу *Rhynchostegion muralis* Gillet 1986 разом із *Rhynchostegium murale* та *Hypnum cupressiforme*;

Sciuro-hypnum plumosum (ПсТВ-1, ВТВ-1) – знайдений на відслоненнях пісковикових та вапнякових каменярень у складі асоціації *Brachythecietum plumosi* von Krusenstjerna 1945 ex Philippi 1956;

Sciuro-hypnum starkei та *Sciuro-hypnum reflexum* (ВТВ-2) – відмічені на вапнякових відслоненнях старої каменярні у складі асоціації *Brachythecietum reflexo - starkii* (Philippi 1983) Julve 2005 разом із *Hypnum cupressiforme* та *Amblystegium serpens*.

В цілому, раритетні види мохоподібних, знайдені на досліджуваних техногенних відслоненнях, є компонентами 2 безрангових угруповань та 14 асоціацій, приналежних до 13 союзів 10 порядків 8 класів мохової рослинності (табл. 7.2.1).

Найбільше загрожуваних видів мохоподібних виявлено на відслоненнях пісковикових каменярень (10). В оселищах вапнякових каменярень знайдено 7 раритетних видів, глиняних кар'єрів – 6, мергелевих – 2 види, гіпсових та піщаних – по 1 виду.

Отже, найбільше природоохоронне значення мають відслонення старих каменярень із видобутку пісковиків, де формується найбільш специфічна за складом бріофлора та зосереджено 50% видів раритетної фракції досліджуваних техногенних відслонень. Відслонення пісковикових каменярень із тривалим періодом регенерації і близькими до природних аналогів екологічними умовами (ПсТВ-1,3), відповідають оселищу «Карбонатних скельних стін з хазмофітною рослинністю», що входить до переліку оселищ європейської природоохоронної мережі «Natura 2000» [110].

**Фітоценотична приуроченість раритетних видів мохоподібних
техногенних відслонень Волино-Поділля та Передкарпаття**

Види	Синтаксони
1	2
<i>Physcomitrium eurystomum</i>	Клас <i>Funarietea hygrometricae</i> von Hübschm. 1957 Порядок <i>Funarietalia hygrometricae</i> v. Hübschm. 1957 Союз <i>Physcomitrellion patentis</i> von Hübschm. 1957 <u>Асоціація</u> <i>Pseudephemerio nitidi-Physcomitrietum eurystomi</i>
<i>Cephaloziella rubella</i>	Клас <i>Ceratodonto purpurei - Polytrichetea piliferi</i> v. Hübschm. 1967 Порядок <i>Polytrichetalia piliferi</i> v. Hübschm. 1967 Союз <i>Ceratodonto - Polytrichion piliferi</i> v. Hübschm. 1967 <u>Угрупування</u> із <i>Ceratodon purpureus</i>
<i>Pseudocrossidium hornschuchianum</i>	Клас <i>Barbuletea unguiculatae</i> v. Hübschm. 1967 Порядок <i>Barbuletalia unguiculatae</i> v. Hübschm. 1960 Союз <i>Mannion fragrantis</i> Šmarda & Hadáč 1944 <u>Асоціація</u> <i>Barbuletum convolutae</i>
<i>Pellia epiphylla</i> <i>Ditrichum flexicaule</i> <i>Trichodon cylindricus</i> <i>Pogonatum urnigerum</i>	Клас <i>Pogonato aloidis - Dicranelletea heteromallae</i> v. Hübschm. 1967 Порядок <i>Dicranelletalia heteromallae</i> Philippi 1963 Союз <i>Pellion epiphyllae</i> Marstaller 1984 <u>Асоціація</u> <i>Pellietum epiphyllae</i> Союз <i>Pogonation urnigeri</i> von Krusenstjerna 1945 <u>Асоціація</u> <i>Pogonato urnigeri-Atrichietum undulati</i>
<i>Dicranum tauricum</i> <i>Amblystegium confervoides</i> <i>Sciuro-hypnum starkei</i> <i>S. reflexum</i>	Клас <i>Lepidoziea reptantis</i> (Hertel 1974) Marst. 1984 Порядок <i>Lophocoletalia heterophyllae</i> Barkman 1958 Союз <i>Tetraphidion pellucidae</i> v. Krusenstjerna 1945 <u>Асоціація</u> <i>Dicranetum taurici</i> Neu 1963 Порядок <i>Hypnetalia cupressiformis</i> Ježek & Vondraček 1962 Союз <i>Bryo flaccidi - Brachythecion salebrosi</i> Lecoq 1975 <u>Асоціація</u> <i>Brachythecio rutabuli - Hypnetum cupressiformis</i> <u>Асоціація</u> <i>Brachythecietum reflexo - starkii</i>
<i>Amblystegium radicale</i> <i>Cratoneuron filicinum</i> <i>Didymodon tophaceus</i> <i>Cratoneuron filicinum</i> <i>Hydrohypnum luridum</i> <i>Sciuro-hypnum plumosum</i>	Клас <i>Platyhypnidio riparioidis - Fontinalietea antipyreticae</i> Philippi 1956 Порядок <i>Palustrielletalia commutatae</i> Gillet prov. in Julve 1992 Союз <i>Palustriellion commutatae</i> Koch 1928 <u>Асоціація</u> <i>Cratoneuretum filicini</i> <u>Асоціація</u> <i>Didymodonetum tophacei</i> Союз <i>Platyhypnidion riparioidis</i> Philippi 1956 <u>Асоціація</u> <i>Cratoneuro-Hygrohypnetum luridi</i> Порядок <i>Brachythecietalia plumosi</i> Philippi 1956 Союз <i>Brachythecio rivularis - Racomitrium acicularis</i> Herz. 1943 <u>Асоціація</u> <i>Brachythecietum plumosi</i>

1	2
<i>Encalypta streptocarpa</i>	Клас <i>Ctenidietea mollusci</i> von Hübschmann 1967 ex Grgic 1980 Порядок <i>Ctenidietalia mollusci</i> Hadáč & Šmarda Союз <i>Trichostomiom crispuli</i> Marst. 1979 <u>Асоціація <i>Encalypto streptocarpae</i> - <i>Fissidentetum dubii</i></u>
<i>Rhynchostegium confertum</i> <i>Cirriphyllum crassineurum</i> <i>Sciuro-hypnum</i> <i>flotovianum</i>	Клас <i>Neckeretea complanatae</i> Marst. 1986 Порядок <i>Neckeretalia complanatae</i> Ježek & Vondraček 1962 Союз <i>Neckerion complanatae</i> Klika & Hadáč 1944 <u>Асоціація <i>Homalothecio sericei</i>-<i>Porelletum platyphyllae</i></u> <u>Асоціація <i>Brachythecietum populei</i></u> Союз <i>Rhynchostegion muralis</i> Gillet 1986 <u>Угрупування із <i>Rhynchostegium murale</i></u>

Таким чином, техногенні відслонення можуть відігравати важливу роль у підтриманні регіонального флористичного різноманіття та у збереженні рідкісних видів мохоподібних *in situ*. Однак, лише деякі із досліджених нами відслонень розташовані на території об'єктів природно-заповідного фонду України (Яворівський національний природний парк – ГТВ-4, ВТВ-2; комплексна пам'ятка природи загальнодержавного значення «Гора Вапнярка» – ВТВ-1; лісовий заказник «Чортова Скеля» – ПсТВ-1, регіонально-ландшафтний парк «Знесіння» – ПсТВ-4; пам'ятка садово-паркового мистецтва місцевого значення «Парк Снопківський» – ГТВ-5).

Зважаючи на наявність значного числа раритетних видів, потенційно спроможних заселяти техногенно трансформовані оселища, ціла низка антропогенних відслонень регіону досліджень, насамперед, старих каменярень, заслуговує на надання їм природоохоронного статусу і може бути рекомендована до включення у природно-заповідний фонд України у статусі заповідних урочищ, пам'яток природи або елементів регіональної екомережі (в якості відновних територій) тощо. Також ці об'єкти мають історичну цінність і можуть становити інтерес як регіональні пам'ятки гірничовидобувної діяльності XIX-XX ст.

ВИСНОВКИ

На підставі виконаного дисертаційного дослідження визначено функціональну роль мохового покриву у ренатуралізації техногенно змінених екосистем Волино-Поділля та Передкарпаття, складено інтегральні схеми екологічних сукцесій бріобфонтів у різних типах оселищ і зроблено наступні висновки:

1. Під впливом техногенезу у структурі мохового покриву формуються окремі типи синантропних відмін, різною мірою споріднених із зональною бріофлорою. Основні екофлористичні та синтаксономічні характеристики мохового покриву техногенних відслонень репрезентують тенденції його формування за умов природного відновлення та свідчать про значну функціональну роль бріобіонтів у регенерації техногенно порушених екосистем.

2. Техногенні відслонення Волино-Поділля та Передкарпаття заселяє 161 вид мохоподібних (Bryobionta), що належать до 88 родів 39 родин 4 класів, з яких до відділу Marchantiophyta належить 11 видів 10 родів 9 родин, до відділу Bryophyta – 150 видів 77 родів 30 родин. З них новими для синантропної фракції бріофлори України є 36 видів мохоподібних.

3. За своєю екофлористичною структурою досліджувана бріофлора є ксерофітизованим синантропним варіантом природних бріофлор сильвапалеарктичного типу. Домінування у флористичному спектрі родин *Brachytheciaceae*, *Potticeae*, *Bryaceae* та *Amblystegiaceae* надає досліджуваній бріофлорі характерних рис бріофлор південно-палеарктичного типу, на які накладаються зональні ознаки через високі позиції родин *Plagiomniaceae*, *Mniaceae*, *Dicranaceae*, *Hypnaceae* та *Plagiotheciaceae*.

4. Залежно від конкретних екологічних умов, парціальні бріофлори окремих техногенних комплексів відрізняються за структурою та складом:

- бріофлора глинистих техногенних відслонень є найтісніше спорідненою із зональною та наближається до природних аналогів неморально-сильвапалеарктичних бріофлор;

- бріофлора піщаних відслонень відновлюється за екстразональним типом та прямує до бріофлор бореально-сильвапалеарктичного типу;

- бріофлори піщаних та вапнякових відслонень поєднують риси аридних та неморальних бріофлор, що дає підставу охарактеризувати їх як помірно ксерофітизовані (петрофільні) відміни зональних бріофлор.

- бріофлори мергелевих, гіпсових та гравійних кар'єрів є крайніми, найбільш антропогенно трансформованими синантропними варіантами неморальних бріофлор, у яких дуже слабо простежуються зональні риси;

5. Впродовж становлення мохового покриву на досліджуваних техногенних відслоненнях відбувається послідовна зміна його екофлористичної структури через:

- поступове зростання видового різноманіття;
- диференціацію субстратних груп;
- заміну геліофільно-ксерофільних бріоугруповань сціотолерантними мезофільними бріоугрупованнями;
- заміщення піонерних короткоживучих та суперфертильних видів багаторічними видами.

6. Екологічні сукцесії мохового покриву закономірно простежуються на різних типах техногенних субстратів від формування ініціальних бріоугруповань до становлення стабілізованих бріоасоціацій, як константних складових неморально-бореальнолісового або лучно-петрофільного типів природної рослинності Волино-Поділля та Передкарпаття.

7. Колонізація техногенних відслонень представниками бріобіоти стабілізує показники водного та температурного мікрорежимів у поверхневих шарах ґрунтових субстратів: підвищує їх водоутримуючу здатність, вирівнює добові та сезонні екстремуми ходу температур.

8. Заселяючи техногенні відслонення, мохоподібні чинять комплексну дію на процеси первинного педогенезу:

- сприяють механічній фіксації рухомих часток;
- нагромаджують органічну речовину;
- ацидифікують поверхневий шар лужних субстратів в межах своїх оселищ.

9. Види та синтаксони мохоподібних є цінними інтегральними індикаторами стану самовідновлюваних екосистем. Основні критерії бріоіндикаційної оцінки базуються на системному аналізі змін структури мохового покриву впродовж його становлення на досліджуваних техногенних відслоненнях на аутоекологічному (за індикаторними видами), синекологічному (за індикаторними синтаксонами) та фітоценотичному (за змінами парціальних бріофлор відносно еталонної) рівнях.

10. На основі аналізу бріокомпоненту досліджувані техногенні екосистеми Волино-Поділля та Передкарпаття за здатністю до природного відновлення визначені як самовідновні. Вони характеризуються нетоксичними, потенційно родючими ґрунтовими субстратами, що належать до природних ґрунтоутворюючих порід регіону, або є близькими до них. За умов саморегенерації у посттехногенний період ці відслонення еволюціонують за зональним, екстра- чи інтразональним типом та відновлюють свої екологічні функції природним шляхом.

11. Техногенні відслонення Волино-Поділля та Передкарпаття за соцологічними критеріями мохового покриву виступають вагомим чинником підтримання регіонального бріорізноманіття та збереження рідкісних видів та угруповань мохоподібних. Такі техногенні оселища можуть бути рекомендовані як відновні території для включення в структуру регіональної екомережі. Найбільше природоохоронне значення мають оселища старих пісковикових та вапнякових каменярень, на яких зосереджено 80% видів раритетної фракції бріофлори техногенних відслонень.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамова А.Л. Таксономическая структура бриофлор СССР / А.Л. Абрамова, И.И. Абрамов // Новости систематики низших растений. – Л.: Наука, 1977. – Т. 14. – С.191-200.
2. Альпех Й. Про природні багатства, розташування і забудову міста, людей та їх основні заняття / Й. Альпех // Львів. Leopoldis. Lwow. Lemberg. Genius Loci.: Часопис. – Львів: Ї, 2003. – № 29. – С. 26-29.
3. Андрусак М. З минулого Знесіння / М. Андрусак – Львів: Просвіта, 1992 – 23 с.
4. Андрущенко Г.О. Грунти західних областей УРСР / Г. О. Андрущенко – Львів-Дубляни: Вільна Україна, 1970. – 295 с.
5. Анищенко Л.Н. Биоразнообразие мохового покрова лесных и других биогеоценозов района хвойно-широколиственных лесов и перспективы его использования в фитоиндикации экосистем района хвойно-широколиственных лесов европейской части РФ (по исследованиям в Брянской области): автореф. дис. на соиск. ученой степени доктора с.-х. наук: 03.00.16 / Л.Н. Анищенко – Брянск, 2009. – 35 с.
6. Антропогенні зміни біогеоценотичного покриву в Карпатському регіоні / [за ред. М.А. Голубця] – К.: Наук. думка, 1994. – 170 с.
7. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв // Е.В. Аринушкина – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 487 с.
8. Афанасьев Д. Я. Рослинність УРСР. Природні луки / Д.Я. Афанасьев. – К.: Наук. думка, 1968. – 256 с.
9. Баишева Э.З. Разнообразие мохообразных естественных экосистем: подходы к изучению и особенности охраны / Э.З. Баишева // Успехи современной биологии. – 2007. – Т. 127, № 3. – С. 316-333.
10. Баїк О. Вплив іонів свинцю на фізіолого-біохімічні показники мохів / О. Баїк, О. Щербаченко // Вісн. Львів. ун-ту. Сер.: Біол. – Львів., 2009. – Вип. 50. – С. 144-150.

11. Балух О.В. Субстратні групи листяних мохів Яворівського національного природного парку / О.В. Балух, М.Є. Рагуліна // Наукові основи збереження біотичної різноманітності: м-ли VIII наукової конференції молодих учених (Львів, 5-6 листопада 2007 р.). – Львів: Манускрипт, 2007. – С. 36-38.
12. Баранов В.І. Хіміко-мінералогічний склад порід відвалу вугільних шахт ЦФЗ «Львівобленерго» та їх вплив на проростання насіння / В.І. Баранов, І.Б. Книш // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку: м-ли V міжнар. наук. конф. (Донецьк, 24-26 вересня 2007р.). – Донецьк, 2007. – С. 36-37.
13. Бачура Ю.М. Особенности заселения отвалов фосфогипса почвенными водорослями и мохообразными / Ю.М. Бачура, О.М. Храмченкова, В.А. Собченко // Актуальні проблеми ботаніки та екології: м-ли I міжнар. конф. молодих учених, Кам'янець-Подільський (13-16 серпня 2008 р.). – Київ, 2008. – С. 20-21.
14. Бачурина А.Ф. Печеночники и мхи Украины и смежных территорий. Краткий определитель / А.Ф. Бачурина, Л.Я. Партика – К.: Наук. думка, 1979. – 204 с.
15. Башуцька У.Б. Антропогенно-природні сукцесії рослинності дегазованих ландшафтів Червоноградського гірничопромислового району: автореф. дис... канд. с.-г. наук: 06.03.01 / У.Б. Башуцька; Укр. держ. лісотехн. ун-т. – Л., 2004. – 17 с.
16. Башуцька У.Б. Сукцесії рослинності породних відвалів шахт Червоноградського гірничопромислового району / У.Б. Башуцька // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку: м-ли V міжнар. наук. конф. (Донецьк, 24-26 вересня 2007 р.). – Донецьк, 2007. – С. 40-44.
17. Бойко М.Ф. Инициальные стадии демутации биогеоценозов Нижнеднепровских песков / М.Ф. Бойко // Биогеоценологические исследования на Украине. – Львов, 1984. – С. 119-120.
18. Бойко М.Ф. Многоуровневость регуляции водного режима у степного мха *Tortula ruralis* / М.Ф. Бойко // Бриолихеноиндикационные исследования в СССР. – Апатиты: изд-во Кольского филиала АН СССР, 1986. – С. 19-23.

19. Бойко М.Ф. Мохообразные начальных стадий первичных сукцессий на субстратах антропогенного происхождения / М.Ф. Бойко // Экология. – 1991б. – № 2. – С. 21-25.
20. Бойко М.Ф. Анализ бриофлоры степной зоны Европы / М.Ф. Бойко – К.: Фитосоциоцентр, 1999а. – 180 с.
21. Бойко М.Ф. Мохообразные в ценозах степной зоны Европы – Херсон: Айлант, 1999б. – 160 с.
22. Бойко М.Ф. Синантропна бриофлора України / М.Ф. Бойко // Чорноморськ. бот. журн. – 2005. – Вип. 1, № 2. – С. 24-32.
23. Бойко М. Ф. Мохоподібні як індикатори стану степових екосистем / М. Ф. Бойко // Заповідні степи України. Стан та перспективи їх збереження: м-ли міжнар. наук. конф. (Асканія-Нова, 18-22 вересня 2007 р.). – Асканія-Нова, 2007. – С.10.
24. Бойко М.Ф. Чекліст мохоподібних України / М.Ф. Бойко – Херсон: Айлант, 2008. – 232 с.
25. Бойко М.Ф. Червоний список мохоподібних України. Рідкісні та зникаючі види мохоподібних України / М.Ф. Бойко. – Херсон: Айлант, 2010а. – 94 с.
26. Бойко М.Ф. Характеристика мохоподібних як індикаторів стану навколишнього середовища / М.Ф. Бойко // Чорноморськ. бот. журн. – 2010б. – Т. 6, № 1. – С. 35-40.
27. Бурда Р.И. Антропогенная трансформация флоры / Р.И. Бурда – Киев: Наук. думка, 1991. – 168 с.
28. Вірченко В.М. Пропагулоносні полії (Bryaceae, Musci) у флорі України / В.М. Вірченко // Укр. ботан. журн. – 1995. – Т. 52, № 4. – С. 495-501.
29. Вовк О.Б. Оцінка екологічного стану ґрунтів урботехноекосистем Розточчя та Опілля / О.Б. Вовк // Наук. зап. Держ. природозн. музею. – Львів, 2000. – Т. 15. – С. 139-146.
30. Вовк О.Б. Функціональна спроможність антропогенних ґрунтів / О.Б. Вовк // Агрохімія і ґрунтознавство. – Харків, 2002. – С. 26-29.

31. Вовк О.Б. Динамічні тенденції розвитку техногенних ґрунтів / О.Б. Вовк // Наук. вісник НЛТУУ: Зб. наук.-техн. праць. – Львів: НЛТУУ. – 2007. – 17.7. – С. 36-46.
32. Вуйчик В.В. Львівський державний історико-архітектурний заповідник: Екскурсія по місту / В.В. Вуйчик – Львів: Каменярь, 1979. – 128 с.
33. Гапон С.В. Методичні рекомендації по вивченню мохів та лишайників у природі / С.В. Гапон, О.М. Байрак, Т.Г. Строгаль Т.Г. – Полтава, 1990. – С. 7-12.
34. Гапон С.В. Стан вивчення мохової рослинності в Україні та особливості її класифікації / С.В. Гапон // Укр. ботан. журн. – 2004. – Т. 61, № 2. – С. 60-67.
35. Гаськевич О.В. Структура ґрунтового покриву Гологоро-Кременецького горбогір'я / О.В. Гаськевич, С.П. Позняк. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2007. – 208 с.
36. Геоморфология Украинской ССР: [учеб. пособие] / [под ред. И.М. Рослого]. – К.: Высш. школа, 1990. – 287 с.
37. Глухов О.З. Бріюіндикація техногенного забруднення навколишнього середовища південного сходу України / О.З Глухов, О.В. Машталер. – Донецьк: Вебер, 2007. – 156 с.
38. Голеусов П.В. Ренатурация техногенно нарушенных земель / П.В. Голеусов // Экология ЦЧО РФ. – 2002. – № 2 (9). – С. 121-124.
39. Гришина Л.А. Гумусообразование и гумусное состояние почв / Л.А. Гришина. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 242 с.
40. Данилків І.С. Видовий склад епіфітних мохів в умовах забруднення цементного заводу / І.С. Данилків, О.Т. Демків, З.І. Мамчур // Укр. ботан. журн. – 1993. – Т. 50, № 6. – С. 67-70.
41. Данилків І.С. Мохоподібні Українського Розточчя / І.С. Данилків, О.В. Лобачевська, З.І. Мамчур [та ін.] – Львів, 2002. – 320 с.
42. Дегтева С.В. Восстановление растительности на отвалах россыпных месторождений Приполярного Урала / С.В. Дегтева, М.Д. Рубцов, Г.А. Симонов // Экология. – 1991. – № 2. – С. 36-44.
43. Дідух Я.П. Основи біоіндикації. – К.: Наук. думка, 2012. – 334 с.

44. Добровольский І.А. Характер і напрямки сингенезису в техногенних екотопах Кривбасу / І.А. Добровольский, В.І. Шанда, Н.В. Гаєва // Укр. ботан. журн. – 1979. – Вип. 36, № 6. – С. 524-527.
45. Екологічний атлас Львівщини / [за ред. Б.М. Матолича]. – Львів: Державне управління охорони навколишнього природного середовища в Львівській області, 2007. – 69 с.
46. Екологічний атлас України / [гол. редактор Л.Г. Руденко]. – К.: Центр екологічної освіти та інформації, 2009. – 332 с.
47. Железнова Г.В. Мохообразные антропогенных местообитаний в Коми АССР / Г.В. Железнова // Влияние антропогенных факторов на флору и растительность Севера: Тр. Коми филиала АН СССР. – № 108. – Сыктывкар, 1990. – С. 15-27.
48. Заверуха Б.В. Флора Волино-Подолли и ее генезис / Б.В. Заверуха – К.: Наук. думка, 1985. – 192 с.
49. Зеров Д.К. Про поширення ксеротермофільних печіночників на території Української РСР / Д.К. Зеров // Укр. ботан. журн. – 1955. – Т. 12, № 3 – С. 91-96.
50. Іванов Є.А. Вплив гірничовидобувної промисловості на регіональні геокомплекси Львівської області / Є.А. Іванов // Ландшафт як інтегруюча концепція ХХІ сторіччя: Зб. наук. праць. – К., 1999. – С. 287-290.
51. Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій / Є. Іванов. – Львів: Вид. центр ЛНУ імені І. Франка, 2007. – 334 с.
52. Іванов Є. Геокадастрові дослідження гірничопромислових територій / Є. Іванов. – Львів: Вид. центр ЛНУ імені І. Франка, 2009. – 372 с.
53. Іванов-Костецький С.О. Генеза промисловості Львова у феноменальному часовому, просторовому, дійовому і архітектурному вимірах / С.О. Іванов-Костецький // Традиції та новації у вищій архітектурно-художній освіті: Зб. наук. пр. – Харків: ХДАДМ, № 1, 2, 3/2008. – С. 204-208.
54. Игнатов М.С. Флора мхов средней части европейской России. Т. 1.: Sphagnaceae – Hedwigiaceae / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова. – Москва: КМК., 2003. – С. 1-608.

55. Игнатов М.С. Флора мхов средней части европейской России. Т. 2.: Fontinaliaceae – Amblistegiaceae / М.С. Игнатов, Е.А. Игнатова. – Москва: КМК., 2004. – С. 609-944.
56. Ипатов В.С. Микроклимат моховых и лишайниковых синузий в сосняке зеленомошно-лишайниковом / В.С. Ипатов, Т.Н. Тархова // Экология. – 1982. – № 4. – С. 27.
57. История городов и сел Украинской ССР. Львовская область / [под ред. Д.А. Яремчука]. – К.: Главная редакция УСЭ, 1978. – 795 с.
58. Кияк Н.Я. Морфо-фізіологічна адаптація моху *Bryum argenteum* Hedw. до нафтового забруднення середовища / Н.Я. Кияк // Зб. тез IV-го відкритого з'їзду фітобіологів Причорномор'я (Херсон, 19 січня 2011 р.). – Херсон: Айлант, 2011. – С. 16.
59. Кияк Н.Я. Роль бріофітного покриву у ренатуралізації техногенних субстратів на території видобутку сірки / Н.Я. Кияк, О.Л. Баїк // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. Біол. – 2012. – Вип. 59. – С. 114-121.
60. Колесников Б.Н. Методы изучения биогеоценозов в техногенных ландшафтах / Б.Н. Колесников, Л.В. Моторина // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. – М.: Наука, 1978. – С. 5-21.
61. Коржнев М.М. Концептуальні основи поліпшення стану довкілля гірничовидобувних регіонів України / М.М. Коржнев, В.С. Міщенко, В.М. Шестопалов та ін. – К.: РВПС України НАНУ, 2000. – 75 с.
62. Косець М.І. Нарис лісової рослинності Львівської області УРСР / М.І. Косець // Ботан. журн. АН УРСР. – 1953. – 10, № 4. – С. 75-85.
63. Крип'якевич І.П. Історичні проходи по Львові / І.П. Крип'якевич – Львів: Каменяр, 1991. – 167 с.
64. Кузярін О.Т. Мохоподібні (Marchantiophyta, Bryophyta) території торфовища «Білогорща» (Розточчя) / О.Т. Кузярін // Наук. зап. Держ. природозн. музею. – Львів, 2010а. – Вип. 26. – С. 113-122.

65. Кузярін О.Т. Бріофлора вугільних відвалів Львівсько-Волинського гірничопромислового регіону / О.Т. Кузярін // Біологічні студії, 2013. – Т. 7, № 1. – С. 105-114.
66. Кучерявий В.П. Сади і парки Львова / В.П. Кучерявий. – Львів : Світ, 2008. – 340 с.
67. Кучерявий В.П. Фітоценотична структура сосняків Малого Полісся / В. П. Кучерявий, К.С. Брунець, Р. І. Мисяк та ін. // Наук. вісн. НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2010. – Вип. 20.14. – С. 18-21.
68. Лазаренко А.С. Определитель листовых мхов Украины / А.С. Лазаренко. – К.: Изд-во АН УССР, 1956а. – 466 с.
69. Лазаренко А.С. Основні засади класифікації ареалів листяних мохів Радянського Далекого Сходу / А.С. Лазаренко // Укр. ботан. журн. – 1956б. – Т. 13, № 1 – С. 31-40.
70. Лещух Р.Й. Геологічна практика на Поділлі і в Українських Карпатах: [Навчально-методичний посібник] / Р.Й. Лещух, В.Г. Пащенко, Р.М. Смишко – Львів: Вид. центр ЛНУ імені І. Франка, 2004. – 244 с.
71. Лисецкий Ф.Н. Экологические аспекты воспроизводства почвенно-растительного покрова в нарушенных горнодобывающей промышленностью ландшафтах / Ф.Н. Лисецкий, П.В. Голеусов, Н.С. Кухарук [и др.] // Исследовано в России: [Электронный научный журнал]: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2005/217.pdf>
72. Лобачевська О.В., Улична К.О., Демків О.Т. Особливості відновлення і вегетативного розмноження *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) Кор. (Mniaceae, Bryopsida) / О.В. Лобачевська, К.О. Улична, О.Т. Демків // Укр. ботан. журн. – 1986. – 46, № 3. – С. 30-34.
73. Лобачевська О.В. *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. – новий адвентивний вид моху для флори України / О.В. Лобачевська, Р.Р. Соханьчак // Укр. ботан. журн., 2010. – Т. 67, № 3 – С. 432-437.

74. Лобачевська О.В. Мохоподібні породних відвалів Червоноградського гірничопромислового району / О.В. Лобачевська // Чорноморськ. ботан. журнал, 2012. – Т. 8, № 1. – С. 67-76.
75. Лобачевська О.В. Репродуктивна стратегія мохоподібних на девастрованих територіях видобутку сірки (Львівська область) / О.В. Лобачевська // Укр. ботан. журн., 2012. – Т. 69, № 3. – С. 406-416.
76. Малышева Т.В. Моховой покров в широколиственных лесах // Антропогенные изменения широколиственных лесов Подмосковья / Т.В. Малышева – М.: Наука, 1983. – С. 70-85.
77. Малышева Т.В. Использование мохообразных и лишайников для индикации зоогенных и антропогенных нарушений лесных фитоценозов / Т.В. Малышева // Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга: м-лы междунар. симпозиума по биоиндикаторам (Сыктывкар, 16-20 сентября 2002 г.). – С. 118-119.
78. Мамчур З.І. Епіфітні мохоподібні промислових міст Львівської області: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. – К., 1997. – 21 с.
79. Мамчур З.І. Бріоіндикація забруднення повітря у місті Львові та на його околицях / З. І. Мамчур // Вісн. Львів. ун-ту. Сер.: Біол. – 2005. – Вип. 40. – С. 59-67.
80. Мамчур З.І. Урбанofільні епіфітні мохоподібні / З.І. Мамчур // Вісн. Львів. ун-ту. Сер.: Біол. – 2010. – Вип. 54. – С. 115 – 122.
81. Мандзюк В.Б. Лісові рослинні угруповання Гологоро-Кременецького горбогір'я / В.Б. Мандзюк, П.Р. Третяк // Наук. вісн. НЛТУ України. – Львів, 2010. – Вип. 20.12. – С. 46-53.
82. Маринич О.М. Удосконалена схема фізико-географічного районування України / О.М. Маринич, Г.О. Пархоменко, О.М. Петренко, П.Г. Шищенко // Укр. географ. журн. – 2003. – Т. 41, № 1. – С. 16-20.
83. Масловский О.М. Сравнительный анализ субстратных связей бриофлоры Беларуси в системе бриофлор Восточной Европы / О.М. Масловский //

- Ботаника (исследования): Сб. научн. тр. Ин-та эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Вып. 37. – Минск: Право и экономика, 2009. – С. 84-95.
84. Машталер О.В. Видовий склад та особливості розповсюдження мохоподібних на териконниках Донбасу / О.В. Машталер // Екологічні дослідження у промислових регіонах України: м-ли Всеукр. наук.-практ. конф. (Дніпропетровськ, 8-9 листопада 2005 р.). – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2005. – С. 56-57
85. Машталер О.В. Мохоподібні антропогенних комплексів південного сходу України / О.В. Машталер // Сучасні проблеми фізіології та інтродукції рослин: м-ли II Всеукр. наук.-практ. конф. до 80-річчя проф. Долгової Л.Г. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2007. – С. 87.
86. Мельник І. Львівські вулиці і кам'яниці, мури, закамарки, передмістя та інші особливості Королівського столичного міста Галичини / І. Мельник. – Львів: Центр Європи, 2008. – 384 с.
87. Мельничук В.М. Матеріали до визначення рН у листяних мохів / В.М. Мельничук // Наук. зап. Львів. наук.-природозн. музею. – Львів, 1951. – Т. 10. – С. 91-113.
88. Мельничук В.М. Температурний режим мохових дернин / В.М. Мельничук // Укр. ботан. журн., 1956. – Т. 13, № 2. – С. 99-111.
89. Мельничук В.М. Матеріали до вивчення водного режиму листяних мохів / В.М. Мельничук // Укр. ботан. журн., 1957. – Т. 14, № 4 – С. 52-64.
90. Мельничук В.М. Определитель листовых мхов средней полосы и юга европейской части СССР / В.М. Мельничук – К.: Наук. думка. – 1970. – 409 с.
91. Миркин Б.М. Современная наука о растительности / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова, А.И. Соломец. – М.: Логос, 2000. – 213 с.
92. Муха Б.П. Подходы к районированию, генезис и структура ландшафтов Малого Полесья / Б.П. Муха // Физ. география и геоморфология. – 1981. – Вып. 26. – С. 15-20.
93. Оленчук Я.С. Грунти Львівської області / Я.С. Оленчук, А.Г. Николин. – Львів: Каменярь, 1969. – 84 с.

94. Палієнко В.П. Загальне геоморфологічне районування території України / В.П. Палієнко, М.Є. Барщевський, С.Ю. Бортник та ін. // Укр. геогр. журн. – 2004. – № 1. – С. 3-11.
95. Підкова О.М. Літолого-генетична зумовленість формування ґрунтового покриву Розточчя / О.М. Підкова, М.Г. Кіт. – Л. : Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2010. – 246 с.
96. Понятовская В.М. Учет обилия и особенности размещения видов в естественных растительных сообществах // Полевая геоботаника / [под ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина]. – Т. III. – М.-Л.: Наука, 1964. – С. 209-289.
97. Постанова Кабінету Міністрів України "Про Концепцію поліпшення екологічного становища гірничовидобувних регіонів України" від 31.08.99 р. № 1606 // Зведені покажчики нормативних правових актів України. – К.: ФОРУМ. – 2000, № 2. – С. 2027.
98. Практикум по агрохимии / [под ред. В.Г. Минева. – М: Изд-во МГУ, 1989. – 304 с.
99. Практикум по почвоведению / [под ред. И.П. Гречина] – М.: Колос, 1964. – 423 с.
100. Природа Львівської області / [за ред. К.І. Геренчука] – Львів: Вища школа, 1972. – 151 с.
101. Природні ресурси Львівщини / [Матолич Б.М., Ковальчук І.П., Іванов Є.А. та ін.]. – Львів: ПП Лукашук, 2009. – 120 с.
102. Протопопова В.В. Синантропная флора Украины и пути ее развития / В.В. Протопопова – Киев, 1991. – 204 с.
103. Прудникова Л. Ю. Бриоиндикация: городские мхи и использование для диагностики состояния окружающей среды / Л.Ю. Прудникова // Экология. – 2001. – Т. 1. № 1. – С. 55-57.
104. Рабик І.В. Екологічна структура мохоподібних (Bryophyta) Українського Розточчя / І.В. Рабик // Наукові основи збереження біотичної різноманітності: Темат. збі. Ін-ту екології Карпат НАН України. – Вип. 5. – Львів: Ліга-Прес, 2004а. – С. 151-155.

105. Рабик І.В. Мохоподібні (Bryophyta) та антоцеротоподібні (Antocerotophyta) Українського Розточчя / І.В. Рабик, І.С. Данилків // Й.К. Пачоський та сучасна ботаніка: Зб. наук. праць / [відп. ред. Бойко М.Ф.] – Херсон: Айлант, 2004б. – С. 66-73.
106. Рабик І.В. Мохоподібні (Bryophyta) дегастрованих територій сірчаних родовищ / І. В. Рабик, І.С. Данилків // Фальцфейнівські читання: зб. наук. праць за м-лами IV Міжнар. конф. (Херсон, 18-20 травня 2005 р.). – Херсон: Терра, 2005. – Т. 2. – С. 90-94.
107. Рабик І. Структура і динаміка бріофітних угруповань на дегастрованих землях Львівщини (на прикладі відвалу гірничо-хімічного підприємства „Сірка”) / І. Рабик, І. Данилків, О. Щербаченко // Вісн. Львів. ун-ту. Сер.: Біол. – 2010. – Вип. 53 – С. 58-66.
108. Рагуліна М.Є. Мохоподібні (Bryophyta) Яворівського національного природного парку / М.Є. Рагуліна // Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє: м-ли міжнар. наук.-практ. конф. (Гримайлів, 26-28 травня 2010 р.). – Тернопіль: Підручники і посібники, 2010а. – С. 489-490.
109. Рагуліна М.Є. Наземні мохи (Bryophyta) як індикатори рекреаційних впливів на лісові екосистеми (на прикладі Яворівського національного парку) / М.Є. Рагуліна // Наукові основи збереження біотичної різноманітності: Наук. щорічний зб. Ін-ту екології Карпат НАН України. – Т. 1 (8), № 1. – Львів, 2010б. – С. 117-126.
110. Рагуліна М.Є. Созологічна оцінка фітобіотичного та ландшафтного різноманіття лісового заказника «Чортова Скеля» / М.Є. Рагуліна, О.Т. Кузярін, О.Л. Орлов // Актуальні проблеми дослідження довкілля: Зб. наук. праць. – Суми: Винниченко М.Д., 2011. – С. 132-136.
111. Рева М.Л. Утворення рослинного покриву на териконах Донбасу / М.Л. Рева, В.І. Бакланов // Укр. ботан. журн. – 1972. – Вип. 29, № 6. – С. 717-721.
112. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області у 2007 р. / [Державне управління охорони навколишнього

природного середовища у Львівській області]. – Львів: Екологія Львівщини, 2005. – 182 с.

113. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Львівській області у 2010 р. / [Державне управління охорони навколишнього природного середовища у Львівській області]. – Львів: Екологія Львівщини, 2010. – 216 с.

114. Романів П.В. Географо-генетичні особливості фізичного стану ґрунтів Передкарпаття / П.В. Романів, С.П. Позняк. – Л.: Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2010. – 200 с.

115. Рубцова А.В. Субстратные группы бриофитов в Удмуртской республике / А.В. Рубцова // Исследовано в России [электронный журнал] – <http://Zhurnal.apelarn.ru/articles/2007/055.pdf>.

116. Рыковский Г.Ф. Флора Беларуси. – Т.1. Andreaopsida- Bryopsida / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский. – Минск: Тэхналогія, 2004. – 437 с.

117. Рыковский Г.Ф. Флора Беларуси. – Т.2. Hepaticopsida-Sphagnopsida / Г.Ф. Рыковский, О.М. Масловский. – Минск: Беларуская навука, 2009а. – 213 с.

118. Рыковский Г.Ф. Особенности адаптации мохообразных к условиям экзотической среды в эволюционном аспекте / Г.Ф. Рыковский // Ботаника (исследования): Сб. научн. тр. Ин-та эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Вып. 37. – Минск: Право и экономика, 2009б. – С. 96-109.

119. Соломаха В.А. Синтаксономія рослинності України / В.А. Соломаха // Укр. фітоцен. зб. Сер. А. – 1996. – № 4 (5). – 119 с.

120. Сорока М.І. Флора судинних рослин Українського Розточчя / М.І. Сорока. – Львів, 2002. – 136 с.

121. Сорока М.І. Рослинність Українського Розточчя / М.І. Сорока. – Львів: Світ, 2008. – 434 с.

122. Соханьчак Р.Р. Вплив моху *Campylopus introflexus* (Hedw.) Brid. на відновлення техногенних субстратів шахтних відвалів / Р.Р. Соханьчак, О.В. Лобачевська // Біологічні студії. *Studia Biologica*, 2012. – Т. 6, № 1. – С. 101–108.

123. Старченко В.М. Самозаростание нарушенных территорий северных районов Амурской области / В.М. Старченко, И.Г. Борисова // Відновлення порушених природних екосистем: м-ли міжнар. наук. конф. (Донецьк, 7-9 жовтня 2008р.). – Донецьк, 2008. – С. 512-517.
124. Степанів О. Сучасний Львів: Путівник. – Львів: Фенікс / О. Степанів. – 1992. – С. 79.
125. Сумина О.И. Антропогенная динамика растительности и биоразнообразие (формирование растительного покрова на карьерах севера Западной Сибири) / О.И. Сумина, С.В. Чиненко, Е.М. Копцева // Теоретические основы биоразнообразия: м-лы науч. семинара (Санкт-Петербург, 19-20 мая 2000 г.). – [Електронний ресурс]: http://old.de.msu.ru/~vart/db1/biodiv/1_3_terr/1_3_2antrop/file3.2.1.doc
126. Таємниці міста Лева: Книга для читання» / [уклад. О. Волосевич, О. Даниленко]. – Львів: Аверс, 2004. – 356 с.
127. Тимчишин Я. Подорожі по Львівщині. Краєзнавчо-туристичний нарис / Я. Тимчишин, М. Савка, П. Тимошенко. – Львів: Каменяр, 1967. – 384 с.
128. Ткачик В. П. Флора Прикарпаття / В.П. Ткачик – Львів: НТШ, 2000. – 254 с.
129. Толмачев А.И. Методы сравнительной флористики и проблемы флорогенеза / А.И. Толмачев. – Новосибирск: Наука, 1986. – 196 с.
130. Тохтарь В.К. Сравнение локальных флор техногенных территорий Европы / В.К. Тохтарь, А.И. Харкота, Р. Ростанськи и др. // Промышленная ботаника. – Донецк, 2003. – Вып. 3. – С. 7-13.
131. Тохтарь В.К. Формирование флор техногенных экотопов в различных природно-климатических зонах Европы / В.К. Тохтарь // Промислова ботаніка: стан та перспективи розвитку: м-ли Міжнар. наук. конф., Донецьк, 24-26 вересня 2007 р. – Донецьк, 2007. – С. 422-423.
132. Улична К.О. Форми росту мохоподібних Карпатського високогір'я / К.О. Улична // Укр. ботан. журн. – 1970. – 27, № 2. – С. 189-195.

133. Улычна К.О., Гапон С.В., Кулик Т.Г. К методике изучения эпифитных моховых обрастаний / К.О. Улычна // Проблемы бриологии СССР. – Л.: Наука, 1989. – С. 201-206.
134. Хлизіна Н.В. Особливості літофільних сукцесій та їх досліджень / Н.В. Хлизіна // Ґрунтознавство, 2001. – Т. 1, № 1-2. – С. 93-96.
135. Хоркавців Я.Д. Ризоїдальні бульбочки моху *Barbula unguiculata* Hedw. (Pottiaceae) / Я.Д. Хоркавців, К.О. Улична // Укр. ботан. журн. – 1995. – Вип. 52, № 3. – С. 399-403.
136. Чаговець Т. Із спостережень над народним каменярством кінця ХІХ - початку ХХ століть / Т. Чаговець // Зап. Наук. Тов-ва ім. Шевченка. – Т. 230. Праці Секції етнографії та фольклористики. – Львів, 1995. – С. 200-211.
137. Чибрик Т.С. Формирование фитоценозов на нарушенных промышленностью землях (биологическая рекультивация) / Т.С. Чибрик, Ю.А. Елькин. – Свердловск: Изд-во Урал. ун-та, 1991. – 220 с.
138. Шеляг-Сосонко Ю.Р. Степова рослинність Львівської області / Ю.Р. Шеляг-Сосонко, М.П. Жижин, Г.С. Куковиця // Укр.ботан.журн. – 1975. – Т. 32, № 5. – С. 630-638.
139. Шилова И.И. Первичные сукцессии растительности на техногенных песчаных обнажениях в нефтегазодобывающих районах Среднего Приобья / И.И. Шилова // Экология, 1977. – № 6. – С. 5-14.
140. Шмидт В.М. Статистические методы в современной флористике / В.М. Шмидт. – Л.: Из-во Ленингр. ун-та, 1980. – 176 с.
141. Юглічек Л.С. Рослинність східної частини Малого Полісся: автореф. дис... канд. біол. наук: 03.00.05 / Л.С. Юглічек; Ін-т ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України. – К., 2003. – 19 с.
142. Юрцев Б.А. Флора как базовое понятие флористики: содержание, понятия, подходы к изучению / Б.А. Юрцев // Теорет. и методич. пробл. сравнительной флористики. – Л.: Наука, 1987. – С. 13-28.

143. Andreas B.K. Development of a Sphagnum bog on the floor of a sandstone quarry in northeastern Ohio / B.K. Andreas, G.E. Host // The Ohio Journal of Science. – 1983. – Vol. 83, № 5. – P. 246-253.
144. Baischeva E. Z. Bryophyte vegetation of Bashkiria, South Urals / E. Z. Baischeva, A. I. Solometch, E. A. Ignatova // Arctoa. – 1994. – Vol. 3. – P. 139-152.
145. Bardat J. Synopsis bryosociologique pour la France / J. Bardat, J-C. Hauguel // Cryptogamie Bryologie. – 2002. – Vol. 23 – P. 279-343.
146. Beringer J. The representation of arctic soil in the land surface model: the importance of mosses / J. Beringer, H.A. Lynch, F.S. Chapin et al. // Journal of Climate, 2001. – Vol.14, № 15. – P. 3324-3335.
147. Biernachka E. Peat effect on the recultivation of ash dumps from brown and hard coal / E. Biernachka // Peat and and Peatland in the Natural Environment Protection: Proceedings of 5th International Peat Congress (Poznań, September 21-25). – Vol. 1. – Poznan, Poland, 1976. – P. 397-412.
148. Birse E.M. Ecological studies on growth form in Bryophytes, II. / E.M. Birse // Journ.of Ecology. – 1957. – Vol. 45, № 3. – P. 721-733.
149. Birse E.M. Ecological studies on growth form in Bryophytes. III. / E.M. Birse // Journ. of Ecology. – 1958. – Vol. 46, № 1. – P. 9-42.
150. Borgegård S-O. Vegetation development in abandoned gravel pits: effects of surrounding vegetation, substrate and regionality / S-O. Borgegård / Journ. of Vegetation Science. – 1990. – Vol.1, № 5. – P. 675-682.
151. Bowden R.D. Inputs, outputs, and accumulation of nitrogen in an early successional moss (*Polytrichum*) ecosystem / R.D. Bowden // Ecological monographs. – 1991. –Vol. 6, № 12. – P. 207-223.
152. Brasell H.M. Colonization by Bryophytes of burned *Eucalyptus* forest in Tasmania, Australia: changes in biomass and element content / H.M. Brasell, J.P. Mattay // The Bryologist. – 1984. – V. 87, № 4. – P. 302-307.
153. Breen K. The influence of biological soil crusts on soil characteristics along a High Arctic Glacier Foreland, Nunavut, Canada / K. Breen, E. Levesque // Arctic, Antarctic and Alpine Research. – 2008. – V. 40, № 2. – P. 287-297.

154. Brunialti G. Lichens and bryophytes as indicators of old-growth features in Mediterranean forests / G. Brunialti, L. Frati, M. Aleffi et al. // Plant Biosystems. – 2010. – Vol. 144 (1). – P. 221-233.
155. Bryophyte Biology / [eds. B. Goffinet, A. Shaw]. – Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2009. – 565 p.
156. Buryova B. Clonal structure, habitat age, and conservation value of the moss *Philonotis marchica* in Kotouč quarry (Czech Republic) / B. Buryova, Z Hradilek // Cryptogamie Bryologie. – 2006. – Vol. 27, № 3. – P. 375-382.
157. Carter D.W. Soil properties under two moss species in sandy materials of central British Columbia (Canada) / D.W. Carter, J.M. Arocena // Geoderma. – 1999. – V. 98, № 1-3. – P. 157-176.
158. Carvey K. Bryophytes and revegetation of coal spoils in southern Iowa / K. Carvey, D.R. Farrar, D.C. Glenn-Lewin // The Bryologist. – 1977. – V. 80, № 4. – P. 630-637.
159. Chiaffredo M.R. When mosses recreate landscapes on the roof / M.R. Chiaffredo // MCK Environnement and Bryotec Technology, 2004 [Электронный ресурс]: [http:// www.greenroofs.com/archives/gf_feb04.htm](http://www.greenroofs.com/archives/gf_feb04.htm)
160. Connell J.H. Mechanism of succession in natural communities and their role in community stability and organization / J.H. Connell, R.O. Slatyer // The American Naturalist/ – 1977. – Vol.111, № 982. – P. 1119-1144.
161. Convention on conservation of European wildlife and natural habitats. Appendix 1 of May 1999: Strictly protected flora species. – Bern, 1999. – 18 p.
162. Cornelissen J.H. Comparative cryptogam ecology: a review of Bryophytes and Lichens traits that drive biogeochemistry / J.H. Cornelissen, S.I. Lang, N.A. Soudziljovskaja et al. // Annals of Botany. – 2007. – Vol. 99. – P. 987-1001.
163. Dancer W.S. Nitrogen accumulation in kaolin mining wastes in Cornwall: I. Natural communities / W.S. Dancer, J.F. Handley, A.D. Bradshaw // Plant and soil. – 1977. – Vol. 48, № 1. – P. 153-167.
164. Davis B.N. Chalk and limestone quarries as wildlife habitats / B.N. Davis // Environmental Geochemistry and Health. – 1979. – Vol. 1, № 2. – P. 48-56.

165. Davis R.S. Environmental factors influencing decomposition rates in two Antarctic moss communities / R.S. Davis // *Polar Biology*. – 1986. – Vol. 5, № 2. – P. 95-103.
166. Delach, A. The effect of *Polytrichum piliferum* on seed germination and establishment on iron mine tailings in New York / A. Delach, W. Kimmerer // *The Bryologist*. – 2002. – Vol. 105, № 2. – P. 249-255.
167. Delasheras J. Stages of Bryophyte succession after fire in Mediterranean forests (SE Spain) / J. Delasheras, J. Guerra, J.M. Herranz // *International Journal of Wildland Fire*. – 1994. – Vol. 4 (1). – P. 33-44.
168. Drake L.D. Recommendation for rural abandoned mine program (RAMP) in Iowa, USA / L.D. Drake // *Environmental Geochemistry and Health*. – 1983. – Vol. 5, № 1. – P. 15-19.
169. Düll R. Zeigerwerte von Laub- und Lebermoosen / R Düll // *Scripta heobotanica*. – Vol. 18. – P. 175-214.
170. During H.J. Ecological classifications of bryophytes and lichens / H.J. During // *Bryophytes and Lichens in a Changing Environment*. – Oxford: Clarendon Press, 1992. – P. 1-30.
171. Ecological Value of Metalliferous Mining Sites / [Электронный ресурс]: <http://www.cornish-mining.org.uk/story/ecology.htm>
172. Engelman M.H. An analysis of the effects of strip-mining disturbance on bryophyte species diversity / M.H. Engelman, T.E. Weakes // *The Bryologist*. – 1985. – Vol. 88, № 4. – P. 433-349.
173. Field Manual for Describing Terrestrial Ecosystems // *Land Management Handbook*. – Victoria, British Columbia: B.C. Ministry of Forests and B.C. Ministry of Environment, Lands and Parks, 1998. – № 25. – 30 p.
174. Frego K.A. Bryophytes as potential indicators of forest integrity / K.A. Frego // *Forest Ecology & Management*. – 2007. – Vol. 242, № 1. – P. 65-75.
175. Fudali E. Bryophytes of parks and cemeteries of Warszawa town / E. Fudali // *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica*. – 2003. – Vol. 10. – P. 221-240.

176. Fudali E. Influence of city on the floristical and ecological diversity of bryophytes in park and cemeteries / E. Fudali // Biodiv. Res.Conserv. – 2006. – Vol. 1-2. – P. 131-137.
177. Gerson U. Moss-Arthropod Associations / U. Gerson // The Bryologist. – 1969. – Vol. 72, № 4. – P. 495-500.
178. Gimingham C. Ecological studies of growth form in Bryophytes: Correlation between growth form and habitat / C. Gimingham, E. Birse // Ecology. – 1957. – Vol. 45, № 2. – P. 533-545.
179. Groeneveld E.V. *Polytrichum strictum* as a solution to frost heaving in disturbed ecosystems: A case study with milled peatland / E.V. Groeneveld, L. Rochefort // Restoration Ecology. – 2005. – Vol.13, № 1. – P. 74-82.
180. Guggenheim E. Mauerv egetation in der Stadt Zürich / E. Guggenheim // Ber. Geobot. Inst. ETH. – 1992. – H. 58. – S. 164-192.
181. Haeussler S. Understory and epiphytic vegetation as indicators of the ecological integrity of managed forests / S. Haeussler, S.E. MacDonald, S. Gachet et al. // Forest Ecology & Management. – 2007. – Vol. 242, № 1. – P. 83-91.
182. Harper K.A. Natural revegetation on borrow pits and vehicle tracks in shrub tundra, 48 years following construction of the CANOL №1 Pipeline, N.W.T., Canada / K.A. Harper, G.P. Kershaw // Arctic and Alpine Research. – 1996. – Vol. 28, № 2. – P. 163-171.
183. Hinzman L.D. Hydrologic and thermal properties of the active layer in the Alaskan Arctic / L.D. Hinzman, D.L. Kane, R.E. Gieck // Cold Regions Science and Technology. – 1991. – Vol. 19, № 2. – P. 95-110.
184. Hübschmann A. Von Prodr omus der Moosgesellschaften Zentraleuropas / A. Hübschmann // Bryoph. Bibl. – 1996. – Bd. 32. – P. 1-313.
185. Joenje W. Early succession of bryophyte communities on Dutch forest earth banks / W. Joenje, H. During // Lindbergia. – 1988. – Vol. 14, № 1. – P. 40-46.
186. Johansen J.R. Recovery pattern of cryptogamic soil crusts in desert rangelands following fire disturbance / J.R. Johansen, L.L. St.-Clair, B.L. Webb et al. // The Bryologist. – 1984. – V. 87, №3. – P. 238-243.

187. Jones E.W. Bryophytes in Chawley Brick Pit, Oxford / E. W. Jones // *Journal of Bryology*. – 1986. – Vol.14. – P. 347-358.
188. Jukoniene I. The impact of anthropogenic habitats on rare bryophyte species in Lithuania / I. Jukoniene // *Folia Criptogamica Estonia*. – 2008. – Vol. 44. – P. 55-62.
189. Kershaw G.P. Ecological characteristics of 35-year-old crude-oil spills in tundra plant communities of the Mackenzie Mountains, N.W.T. / G.P. Kershaw, L.J. Kershaw // *Canadian J. of Botany*. – 1986. – Vol. 64, № 12. – P. 2935-2947.
190. Kleiner E.F. Soil properties in relation to cryptogamic groundcover in Canyonlands National Park / E.F. Kleiner, F. Edgar, K.T. Harper // *Journal of Range Management*. – 1977. – Vol. 30, № 3. – P. 202-205.
191. Kooijman A.M. The acidification capacity of wetland bryophytes as influenced by simulated clean and polluted rain / A.M. Kooijman, C. Bakker // *Aquatic Botany*. – 1994. – Vol. 48, № 4. – P. 133-144.
192. Kürschner H Life Strategies and Adaptations in Bryophytes from the Near and Middle East / H. Kürschner // *Turkish Journal of Botany*. – 2004. – V. 28. – P. 73-84.
193. Lambert R.L. Nitrogen-Fixing Moss Associations in Subalpine Zone of the White Mountains, New Hampshire / R.L. Lambert, W.A. Reiners // *Arctic and Alpine Research*. – 1979. – V. 11, № 3. – P. 325-333.
194. Lavoie C., Rochefort L. The natural revegetation of a harvested peatland in southern Quebec / C. Lavoie, L. Rochefort // *Écoscience*. – 1996. – Vol. 3, № 1. – P. 101-111.
195. Lavoie, C. Spontaneous revegetation of mined peatlands: a useful restoration tool / C. Lavoie, P. Grosvernier, M. Girard et al. // *Wetlands Ecology and Management*. – 2003. – Vol. 11. – P. 97-107.
196. Li X-N. A study on the bryophytes of Dexing cooper mine in Jiangxi Province, China / X-N. Li, Z. Zhao-hui // *Abstracts of International Bryological Symposium for Prof. Pan-Chien Chen's Centennial Birthday*. – Nanjing: Chinese Botanical Society, 2005. – P. 67.
197. Lissitsina O. Comparison of one-aged pine forests in sand quarries and on non-disturbed territory / O. Lissitsina // *Disturbance processes and their ecological effects:*

Abstracts of 4th International Workshop on Disturbance Dynamics in Boreal Forests (Prince George, British Columbia, 9-14 August 2002). – University of Alberta, Edmonton, Canada, 2002. – P. 69-70.

198. Łomnicki A.M. Geologia Lwowa i okolicy. Atlas geologiczny Galicji / A.M. Łomnicki. – Krakow: PAU, 1897. – 208 s.

199. Longton R. Studies on the reproductive biology of mosses / R. Longton, C. Miles // Journ. of the Hattori Bot. Lab. – 1982. – Vol. 14. – P. 219-240.

200. Longton R.E. Reproductive biology / R.E. Longton, R.M. Schuster // New Manual of Bryology / [ed. R.M. Schuster]. – Nichinan: The Hattori Botanical Laboratory, 1984 – Vol. 1. – P. 386-462.

201. Longton R.E. The role of bryophytes and lichens in terrestrial ecosystems // Bryophytes and Lichens in a Changing Environment / [eds. J.W. Bates and A.M. Farmer]. – Oxford: Clarendon Press, 1992. – P. 32-76.

202. Marsh W.M. Role of moss in slope formations / W.M. Marsh, J.M. Koerner // Ecology. – 1972. – V. 53, № 3. – P. 489-493.

203. Marstaller R. Synsystematische Übersicht über die Moosgesellschaften Zentraleuropas / R. Marstaller // Herzogia. – 1993. – Bd. 9. – P. 513-541.

204. Martínez-Ruiz C. Natural revegetation on topsoiled mining-spoils according to the exposure / C. Martínez-Ruiz, B. Fernández-Santos // Acta Oecologica. – 2005. – Vol. 28. – P. 231-238.

205. Nakatsubo T. Nitrogen-fixing cyanobacteria epiphytic on moss communities in the alpine zone of Mt. Fuji / T. Nakatsubo, S. Ontani // Proc. NIPR Symp. Polar Biol., 1991. – Vol. 4, № 2. – P. 75-81.

206. Newmaster S.G. The ones we left behind: Comparing plot sampling and floristic habitat sampling for estimating bryophyte diversity / S.G. Newmaster, R.J. Belland, A. Arsenault et al. // Diversity and Distributions. – 2005. – Vol. 11, № 1. – P. 57-72.

207. Pan C. Influences of grass and moss on runoff and sediment yield on sloped loess surfaces under simulated rain / C. Pan, Z. Shangguan, T. Lei // Hydrological Processes. – 2006. – V. 20, № 18. – P. 3815-3824.

208. Poulin M. Spontaneous revegetation of mined peatland in eastern Canada / M. Poulin, L. Rochefort, F. Quinty et al. // Canadian Journ. of Botany. – 2005. – Vol. 83, № 5. – P. 539-557.
209. Qui G-L. Mercury and methylmercury in riparian soil, sediments, mine-waste calcines, and moss from abandoned Hg mines in east Guizhou Province, southwestern China / G-L. Qui, X-B. Feng, S-F. Wang et al. // Applied Geochemistry. – 2005. – Vol. 20. – P. 627-638.
210. Rastorfer J.R. Establishvent of Bryophytes on a reclaimed surface mine sites at Goose Lake Prairie State Park, Illinois /J.R. Rastorfer // The Land Reclamation Program. – Argonne, Illinois: Argonne National Laboratory, 1979. – P. 199-214.
211. Red Data Book of Eropean Bryophytes. – Tronheim: Eropean Committee for Conservation of Bryophytes, 1995. – 291 p.
212. Rehounková K. Spontaneous vegetation succession in disused gravel-pits: Role of local and landscape factors / K. Rehounková, K. Prach // Journ. of Vegetation Sciense. – 2006. – Vol. 17, № 5. – P. 583-590.
213. Ringen D. The role of moss in facilitating natural revegetation of metal-contaminating sites during primary succession / [Электронный ресурс]: [http://www.bioed.org/ibscore/journal/Articles_all/1999/IBS.pdf/](http://www.bioed.org/ibscore/journal/Articles_all/1999/IBS.pdf)
214. Risse S. Rhizoid gemma in mosses / S. Risse // Lindbergia – 1987. – Vol. 13, № 3. – P. 111-126.
215. Robert E.C. Natural revegetation of two block-cut mined peatland in eastern Canada / E.C. Robert, L. Rochefort, M. Garneau // Canadian Journ. of Botany, 1999. – Vol. 77, № 3. – P. 447-459.
216. Ross B.A. The role of mosses in reclamation of brine spills in forested areas / B.A. Ross, G.R. Webster, D.H. Vitt // The Journ. of Canadian Petroleum Technology. – 1984. – 23, № 6. – P. 32-36.
217. Ryland K. West Sussex Mineral Sites: A Biodiversity Action Plan / K. Ryland. – Chichester, West Sussex: Environment Group of WS County Council, 2004. – P. 8-9.

218. Sabovljevic M. Zur Moosflora des Königsforstes bei Köln / M. Sabovljevic, J.-P. Frahm // *Notulae Bryologicae Rhenanae: Archive for Bryology*. – 2007. – Vol. 13. – P. 1-4.
219. Salonen V. Effects of fertilization, limiting, watering, and tillage on plant colonization of bare peat surfaces / V. Salonen, M. Laaksonen // *Annales Botanici Fennici*. – 1994. – Vol. 31. – P.29-36.
220. Sanderson E.W. The human footprint and last of the wild / E.W. Sanderson, M. Jaiteh, M.A. Levy et al. // *BioSciens*. – 2004. – Vol. 52, № 10. – P. 891-904.
221. Sanford R.M. Bryophyte diversity in open tallgrass prairies and prairies altered by strip mining / R.M. Sanford, L.T. Stephen // *The central Nebraska loess hills prairie: Proceedings of the 16th North American Prairie Conference* (Kearney, July 26-29 1998). – Kearney, Nebraska, USA, 1999. – № 16. – P. 51-72.
222. Schwarz A.-M. Invertebrates associated with moss communities at Canada Glacier, southern Victoria Land, Antarctica / A.-M. Schwarz, J.D. Green, T.G. Green et al. // *Polar Biology*. – 1992. – V. 13, № 3. – P. 157-162.
223. Seburn D.S. Vegetation response to a subsurface crude oil spill on a subarctic right-of-way, Tulita (Fort Norman), Northwest Territories, Canada / D.S. Seburn, G.P. Kershaw, L.J. Kershaw // *Arctic*. – 1996. – Vol. 49, № 4. – P. 321-327.
224. Sedia E.G. Differtial effects of lichens, mosses, and grasses on respiration and nitrogen mineralization in soils of the New Jersey pineland / E.G Sedia, J.G. Ehrenfeld // *Oecologia*. – 2005. – Vol.144, № 1. –P. 137-147.
225. Shaw J. Effects of metals on growth, morphology, and reproduction of *Ceratodon purpureus* / J Shaw, E. Jules, S.C. Beer // *The Bryologist*. – 1991. – Vol. 94, № 3. – P. 270-277.
226. Smith A. J. The Moss Flora of Britain and Ireland / A. J. Smith – Cambridge: Cambridge Univ. Press, 1978. – 689 p.
227. Smith A. J. Bryophyte Ecology / A. J. Smith. – London, New York: Chapman and Hall, 1982. – 457 p.

228. Thiel H. Lichens and bryophytes on shaded sandstone outcrops used for rock climbing in the vicinity of Gottingen (southern Lower Saxony, Germany) / H. Thiel, T. Spribille // *Herzogia*. – 2007. – Vol. 20. – P. 159-177.
229. Tomlinson S. The ecological equivalence of Quarry floors to alvars / S. Tomlinson, U. Matthes, P.J. Richardson et al. // *Applied Vegetation Science*, 2008. – Vol. 11, № 1. – P. 73-82.
230. Turetsky M. The role of bryophytes in carbon and nitrogen cycling / M. Turetsky // *The Bryologist*. – 2003. – V. 106, № 3. – P. 395-409.
231. Ursic K.A. Revegetation dynamics of cliff faces in abandoned limestone quarries / K.A. Ursic, N.C. Kenkel, D.W. Larson // *Journ. of Applied Ecology*. – 1997. – Vol. 34, № 2. – P. 289-303.
232. Weber H. E. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edn. / H.E. Weber, J. Moravec J., J.-P. Theurillat // *Journ. of Vegetation Science*. – 2000. – Vol. 11. – 739-740.
233. Westhoff V., Maarel E. The Braun-Blanquet approach // *Handbook of vegetation science. Ordination and classification of vegetation* / [ed. W. Junk]. – Hague, 1973. – Vol. 5. – P. 619-726.
234. Whitehouse H. The occurrence of tubers in European mosses / H. Whitehouse // *Trans. Brit. Bryol. Soc.* – Vol. 5. – P. 103-116.
235. Wiegand G. Primary succession in post-mining landscapes of Lower Lusatia / G. Wiegand, B. Felinks // *Ecological Engineering*. – 2001. – Vol. 17, № 2-3. – P. 199-217.
236. Wright J.A., Wright I.R. The changing bryophyte flora of Chawley Brick Pit, Oxford. – 2003 [Электронный ресурс]: <http://www.freespace.virgin.net/frances.watkins/fritillary/chawley/pdf>.
237. Zander R. Propaguliferous *Ceratodon purpureus* in riparian environments / R. Zander, R. Ireland // *The Bryologist*. – 1979. – Vol. 82, № 3. – P. 474-478.
238. Zhao C-H. Studies on the of Shizishan cooper mine on Tongling City, Anhui Province, China / C-H. Zhao, Z. Zhao-hui // *Abstracts of International Bryological Symposium for Prof. Pan-Chien Chen's Centennial Birthday*. – Nanjing: Chinese Botanical Society, 2005. – P. 66.

Додаток А

ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДНИХ ОБ'ЄКТІВ

ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Таблиця А1

Код кар'єру	Розташування	Координати	Період експлуатації	Сучасний статус
1	2	3	4	5
Кар'єри глиняної сировини (ГТВ)				
ГТВ-1	Околиці м. Мостиська, Мостиський р-н	49°47'19" N, 23°10'05" E	3 60 pp. XX ст.	Діючий
ГТВ-2	Околиці с. Ковярі, Миколаївський р-н	49°43'34" N, 24°00'28" E	3 середини XX ст.	Діючий
ГТВ-3	Околиці м. Городок, Городоцький р-н	49°47'44" N, 23°37'01" E	60 pp. XX ст. – 1993 р.	Не діючий
ГТВ-4	Околиці с. Лелехівка, Яворівський НПП Яворівський р-н	49°57'26" N, 23°41'24" E	Кінець XIX – початок XX ст.	Не діючий
ГТВ-5	м. Львів, парк «Снопківський»	49°49'20" N, 24°03'01" E	Кінець XIX – початок XX ст.	Не діючий
Кар'єри піщаної сировини (ПТВ)				
ПТВ-1	Околиці с. Тишиця, Кам'янка-Бузький р-н	50°14'58" N, 24°23'51" E	3 1958 р.	Діючий
ПТВ-2	Околиці с. Глухівець, Миколаївський р-н	49°33'43" N, 24°00'39" E	3 1984р.	Діючий
ПТВ-3	Околиці с. Ясницька, Яворівський р-н	49°55'19" N, 23°50'42" E	3 60 pp. XX ст.	Діючий
ПТВ-4	Околиці с. Лагодів, Золочівський р-н	49°43'09" N, 24°30'25" E	60-90 pp XX ст.	Не діючий
ПТВ-5	Околиці с. Бірки, Яворівський р-н	49°55'36" N, 23°55'37" E	1984 – 1996 pp.	Не діючий

Продовження табл. А1

1	2	3	4	5
Вапнякові каменярні (ВТВ)				
ВТВ-1	Околиці с. Новосілки, Золочівський р-н, г. Вапнярка	49°46'30" N, 24°38'09" E	Середина XIX – початок XX ст	Не діючий
ВТВ-2	Околиці с. Верещиця, Яворівський НПП, Яворівський р-н,	49°46'30" N, 24°38'09" E	Середина XIX – початок XX ст	Не діючий
ВТВ-3	Околиці с. Красів Пустомитівський р-н	49°36'47" N, 23°59'49" E	60-90 рр. XX ст.	Не діючий
ВТВ-4	Околиці с. Затока Яворівський р-н	49°51'11" N, 23°39'16" E	60-90 рр. XX ст.	Не діючий
ВТВ-5	Околиці с. Лозина Яворівський р-н	49°58'50" N, 23°40'34" E	3 середини XIX – початок XX ст	Діючий
Пісковикові каменярні (ПсТВ)				
ПсТВ-1	Околиці с. Лисиничі, лісовий заказник «Чортова Скеля», Пустомитівський р-н	49°49'16" N, 24°07'25" E	Середина XIX – початок XX ст.	Не діючий
ПсТВ-2	Околиці с. Бірки, Яворівський р-н	49°55'14" N, 23°56'00" E	Середина XIX – початок XX ст.	Не діючий
ПсТВ-3	м. Львів, Клепарівський гідропарк	49°51'49" N, 23°59'04" E	Кінець XIX – початок XX ст.	Не діючий
ПсТВ-4	м. Львів, РЛП «Знесіння»	49°50'49" N, 24°02'41" E	Середина – кінець XIX ст.	Не діючий
ПсТВ-5	Околиці смт. Розвадів, Миколаївський р-н	49°30'04" N, 23°58'46" E	Середина – кінець XIX ст.	Не діючий

Продовження табл. А1

1	2	3	4	5
Гіпсові каменярні (ГпТВ)				
ГпТВ-1	Околиці смт. Щирець, Пустомитівський р-н	49°37'39" N, 23°53'27" E	3 кінця XIX ст.	Діючий
ГпТВ-2	Околиці с. Попеляни, Пустомитівський р-н	49°36'58" N, 23°54'43" E	Кінець XIX – початок XX ст.	Не діючий
Кар'єри цементної сировини – мергель (МТВ)				
МТВ-1	Околиці смт. Розвадів, Миколаївський р-н	49°34'14" N, 23°59'02" E	3 60 pp. XX ст.	Діючий
МТВ-2	Околиці с. Потелич, Рава-Руський р-н	50°13'28" N, 24°05'04" E	Кінець XIX – 90 pp. XX ст.	Не діючий
МТВ-3	м. Львів, вул. Богданівська	49°50'31" N, 23°32'33" E	Середина – кінець XIX ст.	Не діючий
Кар'єри з видобутку гравію (ГрТВ)				
ГрТВ-1	Між с. Піщани та с. Ходовиця, Стрийський р-н	49°18'10" N, 23°57'52" E	3 60 pp. XX ст.	Діючий
ГрТВ-2	Околиці с. Верчани, Стрийський р-н	49°17'22" N, 23°55'02" E	3 60 pp. по 90 pp. XX ст.	Не діючий
ГрТВ-3	Околиці с. Зарічне, Жидачівський р-н	49°12'37" N, 24°11'03" E	3 60 pp. по 90 pp. XX ст.	Не діючий

Додаток Б

**СПИСОК ВИДІВ МОХОПОДІБНИХ ТЕХНОГЕННИХ ВІДСЛОНЕНЬ
ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ ТА ПРЕДКАРПАТТЯ**Надвідділ **Briobionta**Відділ **Marchantiophyta****Marchantiaceae**

1. *Marchantia polymorpha* L.
2. *Preissia quadrata* (Scop.) Nees*

Conocephalaceae

3. *Conocephalum conicum* (L.) Underw.*

Ricciaceae

4. *Riccia glauca* L.*
5. *Riccia ciliata* Hoffm.*

Blasiaceae

6. *Blasia pusilla* L.*

Pelliaceae

7. *Pellia epiphylla* (L.) Corda*^R

Aneuraceae

8. *Aneura pinguis* (L.) Dum.

Geocalycaceae

9. *Lophocolea bidentata* (L.) Dumort.*

Cephaloziellaceae

10. *Cephaloziella rubella* (Nees) Warnst.^R

Radulaceae

11. *Radula complanata* (L.) Dumort.*

Відділ **Bryophyta****Sphagnaceae**

- 12. *Sphagnum fimbriatum* Wils.
- 13. *Sphagnum flexuosum* Dozy & Molk.
- 14. *Sphagnum squarrosum* Crome

Polytrichaceae

- 15. *Atrichum undulatum* (Hedw.) P.Beauv.
- 16. *Pogonatum urnigerum* (Hedw.) P.Beauv.^R
- 17. *Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G. Sm.
- 18. *Polytrichum commune* Hedw.
- 19. *Polytrichum juniperinum* Hedw.
- 20. *Polytrichum piliferum* Hedw.
- 21. *Polytrichum strictum* Menz. ex Brid.

Encalyptaceae*

- 22. *Encalypta ciliata* Hedw.*
- 23. *Encalypta streptocarpa* Hedw.*^R
- 24. *Encalypta vulgaris* Hedw.*

Funariaceae

- 25. *Funaria hygrometrica* Hedw.
- 26. *Physcomitrium pyriforme* (Hedw.) Bruch & Schimp.
- 27. *Physcomitrium eurystomum* Sendt.^{RDBE}

Grimmiaceae

- 28. *Grimmia anodon* Bruch & Schimp.*
- 29. *Grimmia pulvinata* (Hedw.) Sm.
- 30. *Racomitrium canescens* (Hedw.) Brid.
- 31. *Schistidium apocarpum* (Hedw.) Bruch & Schimp.
- 32. *Schistidium strictum* (Turn.) Loeske*

Seligeriaceae*

- 33. *Seligeria calcarea* (Hedw.) Bruch & Schimp.*

Fissidentaceae

- 34. *Fissidens taxifolius* Hedw.
- 35. *Fissidens dubius* P.Beauv.*
- 36. *Fissidens pusillus* (Wils.) Milde
- 37. *Fissidens bryoides* P.Beauv.

Ditrichaceae

- 38. *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.
- 39. *Distichium capillaceum* (Hedw.) Bruch & Schimp.*
- 40. *Ditrichum flexicaule* (Schwaegr.) Hampe^R
- 41. *Pleiridium subulatum* (Hedw.) Rabenh.
- 42. *Trichodon cylindricus* (Hedw.) Schimp.^R

Dicranaceae

- 43. *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp.
- 44. *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp.
- 45. *Dicranella varia* (Hedw.) Schimp.
- 46. *Dicranum scoparium* Hedw.
- 47. *Dicranum montanum* Hedw.
- 48. *Dicranum tauricum* (Sull.& Lesq.)^R
- 49. *Dicranum polysetum* Sw.

Leucobryaceae*

- 50. *Leucobryum glaucum* (Hedw.) Ångstr.*

Pottiaceae

- 51. *Aloina rigida* (Hedw.) Limpr.
- 52. *Barbula convoluta* Hedw.
- 53. *Barbula unguiculata* Hedw.
- 54. *Bryoerythrophyllum recurvirostrum* (Hedw.) Chen
- 55. *Didymodon acutus* (Brid.) Saito
- 56. *Didymodon fallax* (Hedw.) Zander
- 57. *Didymodon ferrugineus* (Shimp. ex Besch.) M. Hill
- 58. *Didymodon vinealis* (Brid.) Zander

59. *Didymodon spadiceus* (Mitt.) Limpr.
60. *Didymodon tophaceus* (Brid.) Lisa*^R
61. *Didymodon rigidulus* Hedw.
62. *Phascum cuspidatum* Hedw.
63. *Pseudocrossidium hornschruchianum* (Schultz) Zander^R
64. *Syntrichia ruralis* (Hedw.) F.Weber & Mohr
65. *Tortella tortuosa* (Hedw.) Limpr.*
66. *Tortula modica* Zander
67. *Tortula aestiva* (Schultz) P.Beauv.
68. *Tortula muralis* Hedw.
69. *Tortula subulata* Hedw.
70. *Tortula truncata* (Hedw.) Mitt.

Meesiaceae

71. *Leptobryum pyriforme* (Hedw.) Wils.

Orthotricaceae

72. *Orthotrichum anomalum* Hedw.
73. *Orthotrichum cupulatum* Hoffm. ex Brid.
74. *Orthotrichum diaphanum* Schrad. ex Brid.
75. *Orthotrichum speciosum* Nees

Bartramiaceae

76. *Filonotis fontana* (Hedw.) Brid.

Bryaceae

77. *Bryum argenteum* Hedw.
78. *Bryum dichotomum* Hedw.
79. *Bryum caespiticiu*m Hedw.
80. *Bryum capillare* Hedw.
81. *Bryum funckii* Schwägr.
82. *Bryum creberrimu*m Taylor
83. *Bryum kunzei* Hornsch.
84. *Bryum pallescens* Schleich. ex Schwaegr.

85. *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P. Gaertn. et al.

86. *Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr.*

Mielinchhoferiaceae

87. *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb.

Mniaceae

88. *Mnium marginatum* (Dicks.) P.Beauv.*

89. *Mnium stellare* Hedw.*

Cinclidiaceae

90. *Rhizomnium punctatum* (Hedw.) T. Kop.*

Plagiomniaceae

91. *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. Kop.

92. *Plagiomnium rostratum* (Schrad.) T. Kop.*

93. *Plagiomnium ellipticum* (Brid.) T. Kop.

94. *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) T. Kop.

95. *Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T. Kop.

96. *Plagiomnium medium* (Bruch & Schimp.) T. Kop.*

Aulacomniaceae

97. *Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwaegr.

Climaciaceae

98. *Climacium dendroides* (Hedw.) F. Weber & Mohr

Amblystegiaceae

99. *Amblystegium confervoides* (Brid.) Schimp.*^R

100. *Amblystegium jurazkanum* Schimp.

101. *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp.

102. *Amblystegium radicale* (P. Beauv.) Shimp.^{RDBE}

103. *Campyliadelphus chrysophyllus* (Brid.) R.S.Chopra

104. *Cratoneuron filicinum* (Hedw.) Spruce.*^R

105. *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst.

106. *Hydrohypnum luridum* (Hedw.) Jenn..*^R

107. *Hygroamblystegium humile* (P.Beauv.) Vanderp., Goff. & Hedenäs

- 108. *Hygroamblystegium varium* (Hedw.) Mönk.
- 109. *Leptodictium riparium* (Hedw.) Warnst.
- 110. *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske

Leskeaceae

- 111. *Leskea polycarpa* Hedw.
- 112. *Pseudoleskeella nervosa* (Brid.) Nyh.*

Thuidiaceae

- 113. *Abietinella abietina* (Hedw.) Fleisch.
- 114. *Thuidium assimile* (Mitt.) Jaeg.
- 115. *Thuidium delicatulum* (Hedw.) Schimp.*
- 116. *Thuidium recognitum* (Hedw.) Lindb.
- 117. *Thuidium tamariscinum* (Hedw.) Schimp.*

Brachytheciaceae

- 118. *Pseudoscleropodium purum* (Hedw.) Fleisch.*
- 119. *Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp.
- 120. *Rhynchostegium murale* (Hedw.) Schimp.
- 121. *Rhynchostegium confertum* (Dicks.) Schimp.*^R
- 122. *Cirriphyllum piliferum* (Hedw.) Grout*
- 123. *Cirriphyllum crassineurum* (Taylor.) Loeske & Fleisch.^R
- 124. *Oxyrrhynchium hians* (Hedw.) Loeske
- 125. *Kindbergia praelonga* (Hedw.) Ochyra*
- 126. *Sciuro-hypnum flotovianum* (Sendt.) Ignatov & Huttunen*^R
- 127. *Sciuro-hypnum oedipodium* (Mitt.) Ignatov & Huttunen
- 128. *Sciuro-hypnum plumosum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen*^R
- 129. *Sciuro-hypnum populeum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen
- 130. *Sciuro-hypnum starkei* (Brid.) Ignatov & Huttunen^R
- 131. *Sciuro-hypnum reflexum* (Starke) Ignatov & Huttunen^R
- 132. *Brachythecium albicans* (Hedw.) Schimp.
- 133. *Brachythecium campestre* (H. Müll.) Schimp.
- 134. *Brachythecium glareosum* (Bruch ex Spruce) Schimp.

135. *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp.
136. *Brachythecium rivulare* Schimp.
137. *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp.
138. *Brachythecium salebrosum* (Hoffm. ex F. Weber & Mohr) Schimp.
139. *Eurhynchiastrum pulchellum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen*
140. *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen
141. *Homalothecium lutescens* (Hedw.) Robins.*
142. *Homalothecium philippeanum* (Spruce) Schimp.*
143. *Homalothecium sericeum* (Hedw.) Schimp.

Hypnaceae

144. *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske
145. *Calliergonella lindbergii* (Mitt.) Hedenäs
146. *Campylophylum calcareum* (Crundw. & Nyholm) Hedenäs*
147. *Campylophylum sommerfeltii* (Myrin) Hedenäs
148. *Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt. *
149. *Hypnum cupressiforme* Hedw.
150. *Pylaisia polyantha* (Hedw.) Schimp.

Hylocomiaceae

151. *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp.
152. *Pleurozium schreberi* (Willd. ex Brid.) Mitt.
153. *Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst.
154. *Rhytidiadelphus triquetris* (Hedw.) Warnst. *

Plagiotheciaceae*

155. *Herzogiella seligeri* (Brid.) Iwats.
156. *Plagiothecium curvifolium* Schlieph. ex Limpr. *
157. *Plagiothecium cavifolium* (Brid.) Iwats. *

Pylaisiadelphaceae

158. *Platygyrium repens* (Brid.) Schimp.

Leucodontaceae*

159. *Leucodon sciuroides* (Hedw.) Schwaegr. *

Lembophyllaceae

160. *Isothecium alopecuroides* (Lam. ex Dubois) Isov.*

Anomodontaceae*

161. *Anomodon attenuatus* (Hedw.) Huebener*

Примітки: * – види мохоподібних, нові для синантропної фракції бріофлори України; R – регіонально-рідкісні види, RDBE – види Червоної книги бріофітів Європи.

Додаток В

**СПИСОК ВИДІВ МОХОПОДІБНИХ БУКОВО-ГРАБОВИХ ЛІСІВ
РОЗТОЧЧЯ
(Яворівський Національний природний парк)**

Надвідділ **Briobionta**

Відділ **Marchantiophyta**

Marchantiaceae

162. *Marchantia polymorpha* L.

Conocephalaceae

163. *Conocephalum conicum* (L.) Underw.
164. *Plagiochilla asplenoides* (L.) Dumort.

Scapaniaceae

165. *Scapania nemorosa* (L.) Grolle

Geocalycaceae

166. *Lophocolea bidentata* (L.) Dumort.

Cephaloziellaceae

167. *Cephaloziella rubella* (Nees) Warnst.

Radulaceae

168. *Radula complanata* (L.) Dumort.

Porellaceae

169. *Porella platyphylla* (L.) Pfeiff.

Frullaniaceae

170. *Frullania dilatata* (L.) Dumort.

Відділ **Bryophyta****Polytrichaceae**

- 171. *Atrichum undulatum* (Hedw.) P.Beauv.
- 172. *Pogonatum urnigerum* (Hedw.) P.Beauv.
- 173. *Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G. Sm.
- 174. *Polytrichum piliferum* Hedw.

Funariaceae

- 175. *Funaria hygrometrica* Hedw.

Fissidentaceae

- 176. *Fissidens taxifolius* Hedw.

Ditrichaceae

- 177. *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid.
- 178. *Distichium capillaceum* (Hedw.) Bruch & Schimp.
- 179. *Ditrichum flexicaule* (Schwaegr.) Hampe
- 180. *Trichodon cylindricus* (Hedw.) Schimp.

Dicranaceae

- 181. *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp.
- 182. *Dicranella varia* (Hedw.) Schimp.
- 183. *Dicranum scoparium* Hedw.
- 184. *Dicranum montanum* Hedw.
- 185. *Dicranum polysetum* Sw.
- 186. *Dicranum fuscescens* Smith.

Pottiaceae

- 187. *Barbula unguiculata* Hedw.
- 188. *Tortula modica* Zander
- 189. *Tortula truncata* (Hedw.) Mitt.

Meesiaceae

- 190. *Leptobryum pyriforme* (Hedw.) Wils.

Orthotricaceae

- 191. *Orthotrichum cupulatum* Hoffm. ex Brid.
- 192. *Orthotrichum diaphanum* Schrad. ex Brid.
- 193. *Orthotrichum spesiosum* Nees.

Bryaceae

- 194. *Bryum capillare* Hedw.
- 195. *Bryum creberrimum* Taylor
- 196. *Bryum pseudotriquetrum* (Hedw.) P. Gaertn. et al.
- 197. *Rhodobryum roseum* (Hedw.) Limpr.

Mielinchhoferiaceae

- 198. *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb.
- 199. *Pohlia cruda* (Hedw.) Lindb.

Cinclidiaceae

- 200. *Rhizomnium punctatum* (Hedw.) T. Kop.

Plagiomniaceae

- 201. *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. Kop.
- 202. *Plagiomnium rostratum* (Schrad.) T. Kop.
- 203. *Plagiomnium undulatum* (Hedw.) T. Kop.
- 204. *Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T. Kop.
- 205. *Plagiomnium medium* (Bruch & Schimp.) T. Kop.

Climaciaceae

- 206. *Climacium dendroides* (Hedw.) F. Weber & Mohr

Neckeraceae

- 207. *Neckera complanata* (Hedw.) Hub.
- 208. *Homalia trichomanoides* (Hedw.) Brid.

Amblystegiaceae

- 209. *Amblystegium confervoides* (Brid.) Schimp.
- 210. *Amblystegium jurazkanum* Schimp.
- 211. *Amblystegium serpens* (Hedw.) Schimp.
- 212. *Drepanocladus aduncus* (Hedw.) Warnst.

213. *Hygroamblystegium varium* (Hedw.) Mönk.

214. *Sanionia uncinata* (Hedw.) Loeske

Leskeaceae

215. *Leskea polycarpa* Hedw.

216. *Pseudoleskeella nervosa* (Brid.) Nyh.

Thuidiaceae

217. *Abietinella abietina* (Hedw.) Fleisch.

218. *Thuidium delicatulum* (Hedw.) Schimp.

219. *Thuidium assimile* (Mitt.) Jaeg.

220. *Thuidium tamariscinum* (Hedw.) Schimp.

Anomodontaceae

221. *Anomodon attenuatus* (Hedw.) Huebener

Brachytheciaceae

222. *Pseudoscleropodium purum* (Hedw.) Fleisch.

223. *Eurhynchium striatum* (Hedw.) Schimp.

224. *Eurhynchiastrum pulchelum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen

225. *Oxyrrhynchium hians* (Hedw.) Loeske

226. *Sciuro-hypnum populeum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen

227. *Brachythecium glareosum* (Bruch ex Spruce) Schimp.

228. *Brachythecium mildeanum* (Schimp.) Schimp.

229. *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp.

230. *Brachythecium salebrosum* (Hoffm. ex F. Weber & Mohr) Schimp.

231. *Eurhynchiastrum pulchelum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen

232. *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen

Hypnaceae

233. *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske

234. *Calliergonella lindbergii* (Mitt.) Hedenäs

235. *Ctenidium molluscum* (Hedw.) Mitt.

236. *Hypnum cupressiforme* Hedw.

Plagiotheciaceae

- 237. *Herzogiella seligeri* (Brid.) Iwats.
- 238. *Plagiothecium curvifolium* Schlieph. ex Limpr.
- 239. *Plagiothecium nemorale* (Mitt.) Jaeg.
- 240. *Plagiothecium undulatum* (Hedw.) B., S. et G.

Додаток Г

ТЕМПЕРАТУРА ПОВІТРЯ, ТЕХНОГРУНТУ ТА МОХОВОЇТ ДЕРНИНИ НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ВІДНОВНОЇ СУКЦЕСІЇ

Таблиця Г1

Максимальна денна температура, °С

Літній період (серпень, 2009)

Умовний горизонт	Стадія сукцесії	М	σ	v	m=3	P
П	I	33,7	0,163	0,004	0,094	0,280
П	II-IV	28,7	0,163	0,005	0,094	0,328
ОС _{0-5см}	I	42,1	0,124	0,002	0,072	0,171
МД _{0-5см}		34,23	0,205	0,006	0,118	0,346
ОС _{5-10см}		20,8	0,163	0,007	0,094	0,453
МД _{5-10см}		21,9	0,081	0,003	0,047	0,215
ОС _{0-5см}	II-III	36,0	0,124	0,003	0,072	0,200
МД _{0-5см}		28,4	0,163	0,005	0,094	0,332
ОС _{5-10см}		19,2	0,163	0,008	0,094	0,491
МД _{5-10см}		20,1	0,163	0,008	0,094	0,496
ОС _{0-5см}	IV	31,7	0,244	0,007	0,141	0,446
МД _{0-5см}		28,8	0,124	0,004	0,072	0,250
ОС _{5-10см}		21,3	0,286	0,013	0,165	0,776
МД _{5-10см}		22,7	0, 205	0,009	0,118	0,522

Примітки: М – середнє арифметичне, σ – середнє квадратичне відхилення, v – коефіцієнт варіації, m – середня похибка середнього арифметичного, P – показник точності; П – приземний шар повітря, ОС_{0-5см} – поверхневий шар ґрунту 0-5 см, ОС_{5-10см} – поверхневий шар ґрунту 5-10 см, МД_{0-5см} – мохова дернина 0-5 см, МД_{5-10см} – ризоїдальний шар мохової дернини 5-10 см.

Таблиця Г2

Мінімальна денна температура, °C

Зимовий період (грудень, 2009)

Умовний горизонт	Стадія сукцесії	М	σ	v	m=3	P
П	I-IV	-2,0	0,124	0,061	0,072	3,541
ОС _{0-5см}	I	0,0	0,080	0	0,047	0
МД _{0-5см}		0,8	0,081	0,102	0,047	5,891
ОС _{5-10см}		1,6	0,081	0,051	0,047	2,949
МД _{5-10см}		2,1	0,124	0,058	0,072	3,371
ОС _{0-5см}	II-III	0,4	0,047	0,128	0,027	7,431
МД _{0-5см}		1,3	0,124	0,093	0,072	5,407
ОС _{5-10см}		1,8	0,081	0,045	0,047	2,622
МД _{5-10см}		2,3	0,124	0,053	0,072	3,089
ОС _{0-5см}	IV	1,1	0,124	0,116	0,072	6,758
МД _{0-5см}		2,2	0,163	0,074	0,094	4,290
ОС _{5-10см}		2,8	0,081	0,029	0,047	1,685
МД _{5-10см}		5,1	0,081	0,016	0,047	0,925

Примітки: позначення як в табл. Г1.

Додаток Д

**ПОЛЬОВА ВОЛОГІСТЬ ОГОЛЕНИХ ТА ВКРИТИХ МОХАМИ
ТЕХНОГРУНТІВ НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ВІДНОВНОЇ СУКЦЕСІЇ**

Таблиця Д1

Літній період (серпень, 2009)

Умовний горизонт	Стадія сукцесії	М	σ	v	$m=3$	Р
ОС _{0-5см}	I	0,32	0,016	0,051	0,009	2,949
МД _{0-5см}		0,75	0,020	0,027	0,011	1,590
ОС _{5-10см}		0,45	0,008	0,018	0,004	1,048
МД _{5-10см}		3,21	0,012	0,003	0,007	0,228
ОС _{0-5см}	II-III	0,35	0,009	0,027	0,005	1,572
МД _{0-5см}		0,61	0,020	0,335	0,011	1,936
ОС _{5-10см}		2,04	0,020	0,010	0,011	0,583
МД _{5-10см}		4,22	0,016	0,004	0,009	0,223
ОС _{0-5см}	IV	10,5	0,368	0,035	0,212	2,033
МД _{0-5см}		25,5	0,368	0,014	0,212	0,835
ОС _{5-10см}		13,2	0,205	0,051	0,118	0,897
МД _{5-10см}		26,8	0,244	0,009	0,141	0,528

Примітки: М – середнє арифметичне, σ – середнє квадратичне відхилення, v – коефіцієнт варіації, m – середня похибка середнього арифметичного, Р – показник точності; П – приземний шар повітря, ОС_{0-5см} – поверхневий шар ґрунту 0-5 см, ОС_{5-10см} – поверхневий шар ґрунту 5-10 см, МД_{0-5см} – мохова дернина 0-5 см, МД_{5-10см} – ризоїдальний шар мохової дернини 5-10 см.

Додаток Е

**ВМІСТ ГУМУСУ ТА ЗНАЧЕННЯ РН У ТЕХНОГРУНТАХ ПІД
МОХОВОЮ ДЕРНИНОЮ НА РІЗНИХ СТАДІЯХ ВІДНОВНОЇ
СУКЦЕСІЇ**

Таблиця Е1

Вміст гумусу

Стадія сукцесії	М	σ	v	$m=3$	Р
трансекта 1					
0	0,06	0,012	0,220	0,007	12,722
I	0,49	0,054	0,111	0,031	6,457
II	0,85	0,094	0,111	0,054	6,403
III	2,61	0,132	0,051	0,076	2,925
трансекта 2					
0	0,14	0,136	0,012	0,007	5,275
I	0,58	0,028	0,049	0,016	2,819
II	1,45	0,122	0,084	0,071	4,864
III	3,98	0,345	0,087	0,199	5,007

Таблиця Е2

Значення рН

Стадія сукцесії	М	σ	v	$m=3$	Р
0	7,75	0,083	0,011	0,048	0,618
I	7,57	0,174	0,023	0,101	1,331
II	7,10	0,131	0,018	0,075	1,070
III	6,64	0,074	0,011	0,043	0,641

М – середнє арифметичне, σ – середнє квадратичне відхилення, v – коефіцієнт варіації, m – середня похибка середнього арифметичного, Р – показник точності.

Додаток Є

**ПОШИРЕННЯ МОХОПОДІБНИХ НА МОДЕЛЬНИХ КАРСЬНИХ
КОМПЛЕКСАХ ВОЛИНО-ПОДІЛЛЯ ТА ПЕРЕДКАРПАТТЯ**

Таблиця Є1

ВИДИ МОХОПОДІБНИХ	ЧТ	Кар'єрні комплекси																													
		ГТВ					ПТВ					ВТВ					ПсТВ					МТВ			ГрТВ			ГсТВ			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
<i>Marchantia polymorpha</i>	sp	+	+	+			+		+																						
<i>Preissia quadrata</i>	rar																+		+		+										
<i>Conocephalum conicum</i>	rar																+		+												
<i>Riccia glauca</i>	rar	+	+	+																											
<i>R. ciliata</i>	un			+																											
<i>Blasia pusilla</i>	rar	+	+	+																											
<i>Pellia epiphylla</i>	rar	+		+																											
<i>Aneura pinguis</i>	rar	+	+	+																											
<i>Lophocolea bidentata</i>	un																+														
<i>Cephaloziella rubella</i>	un						+																								
<i>Radula complanata</i>	un						+																								
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	un						+																								
<i>S. flexuosum</i>	un						+																								
<i>S. squarrosum</i>	un						+																								
<i>Atrichum undulatum</i>	fq	+	+	+	+	+	+		+	+							+		+		+				+		+				
<i>Pogonatum urnigerum</i>	un				+																										
<i>Polytrichastrum formosum</i>	rar				+		+																								
<i>Polytrichum commune</i>	un						+																								
<i>P. juniperinum</i>	sp						+		+	+															+	+	+				
<i>P. piliferum</i>	sp						+		+	+															+	+	+				
<i>P. strictum</i>	un																								+						
<i>Encalypta ciliata</i>	un																			+											
<i>E. streptocarpa</i>	sp													+	+	+	+				+	+		+				+	+		
<i>E. vulgaris</i>	rar																+				+										
<i>Funaria hygrometrica</i>	com	+	+	+			+	+	+		+			+	+	+		+		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Physcomitrium pyriforme</i>	rar	+		+																			+								
<i>P. eurystomum</i>	rar		+																			+									
<i>Grimmia anodon</i>	rar															+															
<i>G. pulvinata</i>	fq													+	+	+	+	+		+	+	+		+	+			+	+		
<i>Racomitrium canescens</i>	rar																								+		+				
<i>Schistidium apocarpum</i>	fq													+	+	+	+	+		+	+	+		+				+	+		

Продовження таблиці Є1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
<i>Brachythecium glareosum</i>	com	+	+	+				+	+	+				+	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+	+	+	
<i>B. mildeanum</i>	un			+																									
<i>B. rivulare</i>	rar	+			+																								
<i>B. rutabulum</i>	sp	+	+	+		+							+				+		+	+									
<i>B. salebrosum</i>	fq	+	+	+		+		+	+	+	+				+	+				+	+								
<i>Eurhynchiastrum pulchellum</i>	rar				+												+		+										
<i>Brachytheciastrum velutinum</i>	sp	+		+		+				+	+					+	+	+	+										
<i>Homalothecium lutescens</i>	sp								+		+				+	+			+		+		+	+					+
<i>H. philippeanum</i>	rar																+				+								
<i>H. sericeum</i>	sp													+			+	+			+							+	
<i>Calliergonella cuspidata</i>	fq	+		+											+							+	+		+	+	+	+	+
<i>C. lindbergii</i>	rar											+	+																
<i>Campylophylum calcareum</i>	rar													+		+													
<i>C. sommerfeltii</i>	un																		+										
<i>Ctenidium molluscum</i>	rar												+												+				
<i>Hypnum cupressiforme</i>	com	+	+	+	+	+				+			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pylaisia polyantha</i>	rar																	+		+									
<i>Hylocomium splendens</i>	un						+																						
<i>Pleurozium schreberi</i>	rar						+			+																			
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	sp							+		+	+				+	+									+		+		
<i>R. triquetris</i>	un						+																						
<i>Herzogiella seligeri</i>	un																		+										
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	un																+												
<i>P. cavifolium</i>	un																		+										
<i>Platygyrium repens</i>	un																	+											
<i>Leucodon sciurioides</i>	un											+																	
<i>Isothecium alopecuroides</i>	un												+																
<i>Anomodon attenuatus</i>	rar																+		+										

Примітки: ЧТ – частота трапляння, un – одиничний (1 місцезнаходження), rar – рідкісний (2-3 місцезнаходження), sp – спорадичний (4-9 місцезнаходжень), fq – частий (10-19 місцезнаходжень), com – звичайний (більше 20 місцезнаходжень), позначення техногенних відслонень кар'єрних комплексів – як у табл. А1.