

## НАЗЕМНІ МОХИ (*BRYOPHYTA*) ЯК ІНДИКАТОРИ РЕКРЕАЦІЙНИХ ВПЛИВІВ НА ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ (НА ПРИКЛАДІ ЯВОРІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ)

МАРИНА ЄВГЕНІВНА РАГУЛІНА

РАГУЛІНА М. Є. Наземні мохи (*Bryophyta*) як індикатори рекреаційних впливів на лісові екосистеми (на прикладі Яворівського національного природного парку) // Наукові основи збереження біотичної різноманітності. – 2010. – Том 1(8), № 1. – С. 117-124. – ISSN 2220-3087.

За даними бріофлористичних досліджень 2007-2009 рр., проведених на території Яворівського НПП, було оцінено рівень рекреаційного навантаження на лісові екосистеми за реакцією наземних мохів. Слабкий розвиток мохового покриву (менше 1%) у зоні суворого заповідання є важливою ознакою природного стану широколистяних лісів (умовно не порушена екосистема). Раптове збільшення видового різноманіття, зміни структури та вкриття мохового килиму в зонах регульованої рекреації свідчать про збільшення рекреаційного навантаження до середнього (помірного) рівня. Помітне зменшення чисельності мохів і заміщення лісових видів невибагливими рудералами в зоні стаціонарної рекреації діагностують незворотність дигресивних змін.

**Ключові слова:** наземні мохи, біоіндикатори, лісові екосистеми, ступінь антропопресії

Збільшення кількості та площ національних природних парків в Україні є важливим кроком у переході до сталого розвитку. Як відомо, національні парки створюють для охорони природи та організації рекреаційної діяльності. Закон України “Про природно-заповідний фонд України” (1992) передбачає, що створення умов для організованого туризму, відпочинку та інших видів рекреаційної діяльності слід проводити з дотриманням режиму охорони природних комплексів та об’єктів. Теоретично це можливо у випадку оптимального функціонального зонування (Смирнова, Чижова, 1976).

Функціональні зони Яворівського національного природного парку (ЯНПП), створеного у 1998 році, організовані таким чином, що більша частина площі парку припадає на зону регульованої рекреації. Також на території ЯНПП влаштовано кілька стаціонарних відпочинкових зон, які щороку відвідують численні туристи. Безперечно, це зумовлює необхідність розробки та впровадження сучасних методик і критеріїв оцінки інтенсивності антропогенного впливу на екосистеми парку.

Відомо, що під впливом рекреації зазнають змін усі компоненти природних комплексів. Передусім страждає рослинний покрив, насамперед – наземний ярус, що найбільш потерпає від втоптування та вогнищ. Першими очевидними ознаками початку дигресивних змін є ушкодження ґрунтово-рослинного покриву. Оскільки всі компоненти взаємопов’язані, то окремі індикатори дають змогу оцінити вплив, якого зазнає природний комплекс загалом (Сюмак, 2007).

Бріофіти є надзвичайно чутливими компонентами фітоценозів, які добре діагностують навіть незначні зміни фізико-хімічних параметрів середовища, які часто не відображаються на рівні судинних рослин (Баишева, 2007). Тому, саме мохоподібні нерідко використовують як ефективні індикатори антропогенних змін у лісах (Мальшева, 1978, 1983, 2002; Frego, 2007; Haeussler, MacDonald, Gachet et al., 2007; Malmivaara-Lämsä, 2008).

Метою роботи було визначення інтенсивності антропопресії у різних за функціональним призначенням зонах Яворівського НПП за реакцією мохового покриву (у межах буково-дубового лісу з домішкою сосни).

### **Матеріали та методика досліджень**

Матеріали для роботи збирали протягом вегетаційних сезонів 2007-2009 рр. на території Яворівського національного природного парку в межах широколистяного лісу (класу *Quercus-Fagetum* Br.-Bl. et Vlieger).

Для оцінки антропогенного впливу на моховий покрив лісових екосистем було закладено дві трансекти (в околицях населених пунктів Лелехівка та Верещиця Яворівського р-ну Львівської обл.), що об'єднували ділянки з різною інтенсивністю рекреаційного навантаження у різних за функціональним призначенням зонах парку: зоні суворого заповідання, регульованої та стаціонарної рекреації.

Трансекта мала таку структуру: умовно непорушений ліс → “коридор” уздовж стежок у зонах регульованої рекреації (10 м завширшки) → периферія та “ядро” зон стаціонарної рекреації.

Дослідження видового різноманіття бріофітів у досліджуваних зонах проводили з використанням методу флористичного обліку оселищ (*floristic habitat sampling method*) (Newmaster, Belland, Arsenault et al., 2005). Виділяли 5 груп мікрооселищ: наземні (вкритий підстилкою та відслонений лісовий ґрунт, стежки, борти доріг), епіксильні (деревний відпад), епіфітні (стовбури живих дерев), епіризні (окоренки та скелетне коріння живих дерев) та антропогенні (згарища, штучні субстрати).

Життєві форми бріофітів (екобіоморфи) визначали за системою Гаймінгайма-Робертсона у модифікації М. Ф. Бойка (Бойко, 1999).

Назви таксонів наведено згідно з “Чеклістом мохоподібних України” (Бойко, 2008).

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

#### Наземний моховий покрив зони суворого заповідання.

За результатами спостережень, досліджені ліси заповідної зони, які не зазнають або мало зазнають рекреаційного тиску, відзначаються надзвичайно слабким розвитком мохового покриву (менше 1% проективного вкриття).

Інтенсивність розвитку наземного мохового покриву в досліджуваній зоні визначається наявністю вільного від підстилки субстрату, що відслонюється природним чином унаслідок рийної діяльності тварин, вітровалу дерев та ерозійних процесів на схилах ярів.

На природних відслоненнях ґрунту в заповідній зоні парку було знайде-

но лише 7 видів мохів (*Atrichum undulatum* (Hedw.) P. Beauv., *Polytrichastrum formosum* (Hedw.) G. L. Sm., *Dicranum scoparium* Hedw., *Plagiomnium cuspidatum* (Hedw.) T. J. Kop., *P. rostratum* (Schrad.) T. J. Kop., *P. undulatum* (Hedw.) T. J. Kop. та *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp.).

Знайдені на природних ґрунтових відслоненнях мохи – це звичайні лісові види, що відзначаються відсутністю чіткої субстратної спеціалізації (у межах дослідженої зони вони також траплялися в епіризних та епідісильних мікромісцевиростаннях). Висока екологічна пластичність зазначених видів зумовлює їхню високу активність у процесах самовідновлення різного роду ушкоджень природного наземного покриву.

Зазначені види представлені життєвими формами високої дернини, дендроїду та шорсткого килимка. Високодернинні, дендроїдні та шорсткокилимкові форми є типово лісовими бріоекотіоморфами, індикаторами евтрофних мезофітних місцевиростань (Gimingham, Birse, 1957), характерних для листопадних лісів неморальної зони.

Зауважимо, що мінімальна представленість епігейної групи у широколистяних лісах є важливою діагностичною ознакою непорушеного лісу, у якому за нормальних умов поширення наземних бріофітів лімітовано потужними шаром підстилки.

Таким чином, діагностовані за станом наземного мохового покриву буково-дубові ліси заповідної зони ЯНПП можуть бути визначені як умовно непорушені (без видимих ознак антропогенних ушкоджень).

#### Наземний моховий покрив зон регульованої рекреації.

За умов слабого рекреаційного навантаження у досліджених лісах з'являється помітна мережа стежок, ґрунт на яких частково вивільняється від підстилки. Поза стежками рослинний та ґрунтовий покрив, як правило, немає жодних слідів ушкодження.

Відслонений субстрат на стежках (особливо у маргінальних частинах) швидко колонізують мохи: проективне вкриття мохового килиму збільшується пропорційно до збільшення площі відслонень, проте ніколи не перевищує 2-3%.

На ґрунті стежок знайдено *Plagiomnium affine* (Blandow ex Funck) T. J. Kop., *Abietinella abietina* (Hedw.) M. Fleisch., *Thuidium delicatulum* (Hedw.) Schimp., *Brachythecium salebrosum* (Web. et Mohr.) B., S. et G., *Brachytheciastrum velutinum* (Hedw.) Ignatov & Huttunen, *Pseudoscleropodium purum* (Hedw.) M. Fleisch. та ті ж види, що й на відслоненнях заповідної частини парку (загалом 13 видів). Жодних ознак ушкодження мохових дернин унаслідок витоптування виявлено не було.

Зазначені види представлені життєвими формами високої дернини, дендроїду, плетива, шорсткого та гладенького килимка. Розширення спектра життєвих форм, з одного боку, є наслідком збільшення видового різноманіття наземного покриву через наявність вільних оселищ. З іншого боку – поява гладкокилимкових (*Brachytheciastrum velutinum*) та плетивних форм (*Abietinella abietina* та *Thuidium delicatulum*), що зазвичай тяжіють до ксеро-мезофітних місцевиростань (Gimingham, Birse, 1957), може вказувати на деяку ан-

тропогенно-спричинену ксерофітизацію мікрокліматичних умов досліджених ділянок, головним чином через збільшення інтенсивності інсоляції унаслідок розрідження підліску.

Відомо, що виявлені на стежках види, представлені дендроїдною, високодернистою, шорскоклимковою та плетивною бріоекобіоморфами є стійкими до збою середньої інтенсивності, але уникають ділянок з надто ущільненим субстратом (Studlar, 1980, 1983; Малышева, 1983). Це дає підставу стверджувати, що в Яворівському НПП організація рекреаційної діяльності шляхом планування сталих туристичних маршрутів (так званих екологічних стежок) на ділянках буково-дубових лісостанів не завдає помітної шкоди екосистемам парку, у тому числі не створює надмірного навантаження на ґрунт. Як профілактичний захід може бути рекомендовано регулювання потоку відвідувачів з метою запобігання надмірного механічного навантаження на стежки.

#### Наземний моховий покрив зон стаціонарної рекреації.

У разі середнього за інтенсивністю рекреаційного навантаження (периферія зон стаціонарної рекреації), площа, вивільнена від підстилки, збільшується до 10-15%, що спричинює подальше розростання наземних мохів, проективне вкриття яких досягає 3-5%.

Загалом на стежках та обабіч доріг у лісі було знайдено 23 види мохів: *Atrichum undulatum*, *Polytrichum commune* Hedw., *P. juniperinum* Hedw., *Polytrichastrum formosum*, *Dicranum scoparium*, *Dicranella heteromalla* (Hedw.) Schimp., *Bryum capillare* Hedw., *Plagiomnium cuspidatum*, *P. rostratum*, *P. undulatum*, *Abietinella abietina*, *Thuidium delicatulum*, *T. tamariscinum* (Hedw.) Schimp., *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske, *Brachythecium rutabulum*, *B. salebrosum*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Oxyrrhynchium hians* (Hedw.) Loeske, *Pseudoscleropodium purum*, *Hypnum cupressiforme* Hedw., *Plagiothecium nemorale* (Mitt.) A. Jaeger, *P. undulatum* (Hedw.) Schimp. і *Rhytidiadelphus triquetrus* (Hedw.) Warnst.

Різке збільшення чисельності мохів у наземних місцевиростаннях спричинило й помітне розширення екобіоморфологічного спектра: моховий покрив на досліджених ділянках був представлений усіма типами життєвих форм (рис.).

Зауважимо, що види, не притаманні ділянкам заповідного лісу, відмічені не були. Мохи, що заселили свіжі відслонення, в умовах непорушеного лісу були сконцентровані головним чином у епіризних мікромісцевиростаннях (види епігейної групи та субстрат-неспецифічні види). Облігатно епіфітні чи епіксільні види, які можуть з'являтися у наземних місцевиростаннях за умов раптової появи великих площ відслонень унаслідок послаблення конкурентних зв'язків з боку наземних видів (Малышева, 1983; Malmivaara-Lämsä, 2008), на ділянках дослідженої зони були відсутні.

Таким чином, репарантами природних та антропогенних ушкоджень наземного покриву є висококонкурентні, типово лісові види мохів, що свідчить про добру опірність досліджених лісів до рекреаційних порушень середньої інтенсивності та їх високу потенційну спроможність до швидкого самовідновлення ушкоджених ділянок.

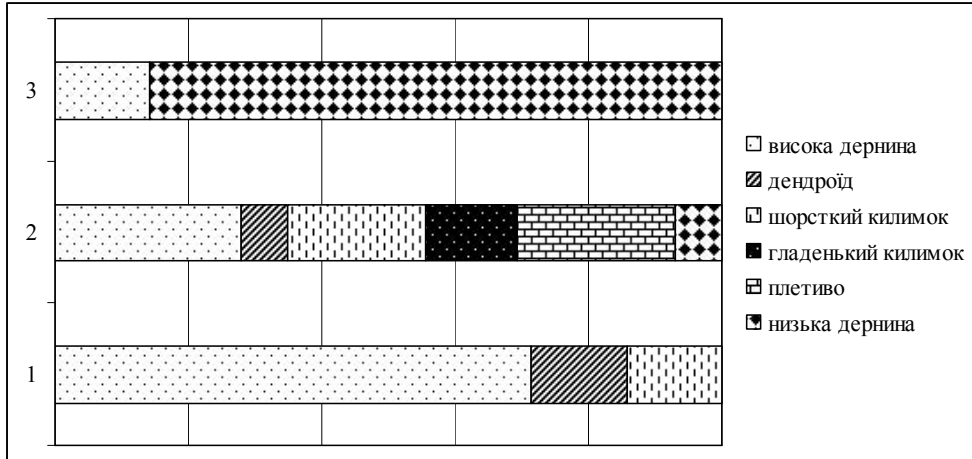


Рис. Зміни спектра життєвих форм (%) наземних мохів під впливом рекреаційного навантаження: 1 – зона суворого заповідання; 2 – зона регульованої рекреації; 3 – зона стаціонарної рекреації.

Найбільші зміни в моховому покриві буково-дубових лісів у межах ЯНПП зумовлює облаштування стаціонарних відпочинкових зон. Ущільнення ґрунту й висока інтенсивність збою на стежках та в місцях відпочинку призводить до випадання з мохового покриву більшості лісових видів: на вибитих ділянках залишається лише *Atrichum undulatum*, що відрізняється підвищеною резистентністю до механічних ушкоджень і здатний колонізувати навіть сильно ущільнені лісові ґрунти (Studlar, 1980, 1983).

Натомість, на ділянках, переущільнений субстрат яких вже не спроможний задовольняти життєві потреби лісових мохів, масово з'являються невивагливі рудеральні види: *Leptobryum pyriforme* (Hedw.) Wils., *Ceratodon purpureus* (Hedw.) Brid., *Trichodon cylindricus* (Hedw.) Schimp., *Ditrichum pallidum* (Hedw.) Hampe, *Pohlia nutans* (Hedw.) Lindb. і *Funaria hygrometrica* Hedw.

Ці види мохів, зазвичай, заселяють різноманітні ґрунтові відслонення та штучні субстрати не характерні для непорушених ділянок лісу (Studlar, 2007). У рекреаційних лісах Фінляндії *Pohlia nutans* є антропофілічним видом, який з'являється лише на інтенсивно експлуатованих ділянках (Malmivaara-Lämsä, 2008). Також цей вид разом із *Ceratodon purpureus*, *Dicranella heteromalla* було відзначено в приміських лісах Підмосков'я на термінальних стадіях рекреаційної дигресії (Мальшева, 1983). Усім зазначеним видам притаманні піонерні властивості, зокрема, здатність до активного статевого й вегетативного розмноження (Мальшева, 2002).

Деякі з перелічених видів були знайдені й на субстратах антропогенного походження. Так, *Funaria hygrometrica* утворила рясний покрив на місці колишнього вогнища. На уламку обугленої колоди оселився *Ceratodon purpureus*. Останній вид є найпоширенішим на згарищах усіх природних зон, це навіть відобразилося у його англійській назві – *Fire moss* – “пожежний мох”.

За умов посиленого рекреаційного навантаження значні зміни відбуваються і в екобіоморфологічному спектрі епігейних бріоугруповань: провідне положення посідає посухостійка низькодернинна форма, що діагностує подальшу антропогенно спричинену ксерофітизацію місцевиростань (рис.).

Поява піонерних видів мохів у лісах вважається індикаторною ознакою початку незворотності дигресивних змін. Проте, необхідно відзначити, що деградаційні зміни критичного рівня торкаються лише незначної частини території ЯНПП (зони стаціонарної рекреації), яка за функціональним призначенням передбачає можливість інтенсивної трансформації.

#### Діагностично важливі групи наземних мохоподібних

На основі проведених досліджень можна виділити такі основні діагностично важливі групи наземних мохоподібних листопадних лісів:

- група високоактивних лісових видів, які за умов незначних ушкоджень наземного покриву швидко репарують ґрунтові відслонення. Домінування у наземних місцевиростаннях представників цієї групи (із загальним проективним вкриттям до 5%) є ознакою слабких антропогенних порушень (I-II стадії рекреаційної дигресії).

Представниками цієї групи у буково-дубових лісах Розточчя є *Atrichum undulatum*, *Polytrichastrum formosum*, *Dicranum scoparium*, *Plagiomnium cuspidatum*, *P. rostratum*, *P. undulatum* та *Brachythecium rutabulum*.

- група чутливих лісових видів, які за умови послаблення конкурентного тиску з боку високоактивних видів швидко колонізують вільний субстрат, проте не витримують інтенсивного витоптування. Діагностують середні за ступенем антропогенні порушення (II-III стадії рекреаційної дигресії).

Представниками цієї групи є брахітецієві (*Pseudoscleropodium purum*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Oxyrrhynchium hians*), плагіотецієві (*Plagiothecium nemorale*, *P. undulatum*) та туїдієві (*Abietinella abietina*, *Thuidium delicatulum*, *Th. tamariscinum*) мохи.

- група рудеральних видів, які колонізують різного роду антропогенні відслонення та не є компонентами неушкодженого лісового наземного покриву. Діагностують IV стадію рекреаційної дигресії (сильнопорушений ліс).

Представниками цієї групи є *Ceratodon purpureus*, *Dicranella heteromalla*, *Trichodon cylindricus*, *Pohlia nutans*, *Funaria hygrometrica*.

### **Висновки**

Рекреаційна діяльність у межах широколистяних лісів Яворівського НПП чинить значний вплив на наземний моховий покрив, зумовлюючи в ньому серйозні перебудови. Основними проявами реакції епі-гейних обростань на антропогенне втручання є збільшення проективного вкриття та видового різноманіття, масовий перехід епіризних видів до наземних місцевиростань і заміна мезофільних лісових бріофітів невибагливими ксеротолерантними рудералами.

Бріоіндикація з використанням епігейних угруповань показала, що деградаційні зміни критичного рівня торкаються лише незначної частини території Яворівського НПП, яка за функціональним призначенням передбачає можливість інтенсивної трансформації (зони стаціонарної рекреації).

На основі проведених досліджень виділено 3 індикаторні групи наземних мохоподібних антропоізованих лісових екосистем Розточчя, які можуть бути використані для проведення бріологічного моніторингу охоронних та експлуатаційних лісів регіону.

- БАИШЕВА Э. З. Разнообразие мохообразных естественных экосистем: подходы к изучению и особенности охраны // *Успехи современной биологии*. – 2007. – Т. 127, № 3. – С. 326-333.
- БОЙКО М. Ф. Анализ бриофлоры степной зоны Европы. – К.: Фитосоциоцентр, 1999. – 180 с.
- БОЙКО М. Ф. Чекліст мохоподібних України. – Херсон: Айлант, 2008. – 232 с.
- МАЛЫШЕВА Т. В. Использование напочвенного лишайникового и мохового покрова для индикации стадий рекреационной дигрессии сосняков Подмоскovie // *Лишеиноиндикация состояния окружающей среды*. – Таллинн: изд-во АН ЭССР, 1978. – 123 с.
- МАЛЫШЕВА Т. В. Моховой покров в широколиственных лесах // *Антропогенные изменения широколиственных лесов Подмоскovie*. – М.: Наука, 1983. – С. 70-85.
- МАЛЫШЕВА Т. В. Использование мохообразных и лишайников для индикации зоогенных и антропогенных нарушений лесных фитоценозов // *Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга: Междунар. симпозиум по биоиндикаторам*. – Сыктывкар, 2002. – С. 118-119.
- РУБЦОВА А. В. Субстратные группы бриофитов в Удмуртской республике // *Электронный журнал "Исследовано в России"*. – <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2007/055.pdf>.
- СМИРНОВА Э. Д., ЧИЖОВА В. П. Охрана природы рекреационных территорий // *Географические исследования в Москов. ун-те*. – М.: Изд-во Москов. ун-та, 1976. – С. 150-158.
- СЮМАК О. Про необхідність ландшафтно-екологічного підходу до оцінки рекреаційного навантаження в національних парках // *Вісник Львів. ун-ту. Серія географічна*, 2007. – Вип. 34 – С. 269-274.
- FREGO K. A. Bryophytes as potential indicators of forest integrity // *Forest Ecology & Management*, 2007. – Vol. 242, № 1. – P. 65-75.
- GIMINGHAM C., BIRSE E. Ecological studies of growth form in Bryophytes: Correlation between growth form and habitat // *Ecology*. – 1957. – Vol. 45, № 2. – P. 533-545.
- HAEUSSLER S., MACDONALD S. E., GACHET S., BERGERON Y. Understory and epiphytic vegetation as indicators of the ecological integrity of managed forests // *Forest Ecology & Management*. – 2007. – Vol. 242, № 1. – P. 83-91.
- MALMIVAARA-LÄMSÄ M. Effects of recreational use and fragmentation on the understory vegetation and soil microbial communities of urban forests in southern Finland: Academic dissertation. – Faculty of Biodiversity, University of Helsinki, Helsinki (Finland), 2008. – 38 p.
- NEWMASER S. G., BELLAND R. J., ARSENAULT A. et al. The ones we left behind: Comparing plot sampling and floristic habitat sampling for estimating bryophyte diversity

// Diversity & Distributions. – 2005. – Vol. 11, № 1. – P. 57-72.

STUDLAR S. M. Trampling effects on Bryophytes: Trail surveys and experiments // The Bryologist. – 1980. – Vol. 83, № 3. – P. 303-313.

STUDLAR S. M. Recovery of Trampled Bryophyte Communities near Mountain Lake, Virginia // Bulletin of Torrey botanical Club. – 1983. – Vol. 110, № 3. – P. 1-11.

## **НАЗЕМНЫЕ МХИ (*BRYOPHYTA*) КАК ИНДИКАТОРЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ (НА ПРИМЕРЕ ЯВОРОВСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА)**

М. Е. РАГУЛИНА

На основании данных бриофлористических исследований 2007-2009 гг., проведенных на территории Яворовского НПП, был оценен уровень рекреационной нагрузки на лесные экосистемы по реакции наземных мхов. Слабое развитие мохового покрова (меньше 1%) в строго охраняемых зонах является важным признаком естественного состояния широколиственных лесов (условно ненарушенная экосистема). Резкое увеличение видового разнообразия, изменения структуры и покрытия мохового ковра в зонах регулируемого туризма свидетельствуют о возрастании уровня рекреационной нагрузки до среднего (умеренного) уровня. Заметное сокращение численности мхов и замещение лесных видов нетребовательными рудералами в зонах стационарного туризма диагностирует дигрессивные нарушения необратимого уровня.

**Ключевые слова:** наземные мхи, биоиндикаторы, лесные экосистемы, степень антропопрессинга

## **TERRICOLOUS MOSSES (*BRYOPHYTA*) AS INDICATORS OF RECREATION IMPACTS ON FOREST ECOSYSTEMS (IN YAVORIV NATIONAL NATURE PARK)**

M. JE. RAGULINA

Based on results of bryofloristic investigation carried out in 2007-2009 in different functional zones of Yavoriv National Nature Park (YNNP) the response of terricolous mosses to the recreational uses of territory were described. Terricolous moss cover (less than 1%) on protected zone of park was consisting of only 7 common forest species. Weak development of moss cover in broad-leaf stands is important indicative trait of forest integrity. Terricolous moss cover along tourist road (up to 15%) was consisting of 22 forest species, which migrated to soil outcrop from root or dead wood microhabitats. High increase of terricolous moss species number and cover in zones of regulated recreation are characteristic traits of anthropogenic pressure increase (up to moderate levels). On intensively trampled soil in stationary touristic sites were found 7 ruderal species, which are typical for high-disturbed forest and never noted on natural plots.

**Key words:** terricolous mosses, bioindicators, forest ecosystems, anthropogenic pressure level

Надійшла 08.06.2010

Прийнята до друку 10.11.2010

РАГУЛИНА М. Є. Державний природознавчий музей НАН України, вул. Театральна, 18, м. Львів, 79008, Україна; e-mail: funaria@ukr.net

RAGULINA M. JE. State Museum of Natural History NAS of Ukraine, 18 Teatralna St., Lviv, 79008, Ukraine; e-mail: funaria@ukr.net