

УДК 582.32:574.21

## БРІОІНДИКАЦІЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ У МІСТІ ЛЬВОВІ ТА НА ЙОГО ОКОЛИЦЯХ

**З. Мамчур**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Грушевського 4, Львів, 79005, Україні  
e-mail: z\_mamchur@franko.lviv.ua*

Наведено результати індикаційних досліджень за допомогою епіфітних мохоподібних. На підставі обчислення індексу чистоти повітря та бріоіндикаційного картування виявлено й окреслено чотири зони забруднень. З'ясовано залежність між видовим складом, частотою трапляння, проективним покриттям епіфітної бріофлори та рівнем забруднення повітря. Визначено індикаторні види для кожної із зон. Виконано порівняння з ліхеноіндикаційними даними.

*Ключові слова:* біоіндикація, епіфітні мохоподібні, бріоіндикаційне картування, індекс чистоти повітря, Львів.

Криптоіндикаційні методи оцінки стану атмосферного середовища набули загального визнання, їхнє застосування дає змогу вирішувати екологічні проблеми. Ці методи мають декілька позитивних ознак, зокрема біоіндикаційні дані відображають багаторічний стан атмосферного повітря, допомагають оцінити токсичність поллютантів, а не лише їхні інтегральні концентрації, а повторні дослідження біоіндикації дають уявлення про динаміку стану забруднення міст та інших населених пунктів [ 2, 6, 11, 12, 20, 21, 25, 31].

Сьогодні за допомогою ліхено- та бріоіндикаційних методів складені карти забруднення повітря більш ніж для 100 міст світу. У 90-х роках ХХ ст. виконано ліхеноіндикаційну оцінку ступеня забруднення атмосферного повітря в містах Західної України, зокрема у Львові [5]. Ефективність ліхеноіндикації підтверджено численними зарубіжними та вітчизняними працями. Водорості як біоіндикатори використовують зрідка, значно більшу увагу приділяють мохоподібним [4, 7, 17, 18].

Мохоподібним властиві не менш цінні діагностичні ознаки, ніж лишайникам, у них навіть є певні переваги: в умовах сильного забруднення у місті лишайники бувають сильно пригніченими і мають настільки низьку частоту трапляння, що діагностика стає неможливою, тоді як урбанofільні мохи добре ростуть у таких умовах [1, 3, 10, 13, 16, 28–30, 32–34]. Крім того, деякі види мохоподібних особливо чутливі до негативного впливу речовин, які забруднюють атмосферу, що теж є вигідним під час біоіндикації.

Одне з чільних місць посідають епіфітні мохоподібні, які завдяки специфічності мінерального живлення, широкому спектру реакцій на поллютанти дають змогу охопити різні рівні забруднення [8, 9, 14, 22].

Львів належить до міст із високою щільністю населення, розвиненою промисловістю, потужним автотранспортом. Проблема забруднення атмосферного повітря у Львові є актуальною, тому метою наших досліджень було виявлення ізотоксичних зон на території міста й околиць на підставі індикаційних властивостей епіфітних мохоподібних.

Об'єкт наших досліджень – епіфітні мохоподібні зелених насаджень Львова й околиць. Завдання полягало у визначенні залежності між видовим складом, частотою трапляння, проективним покриттям виявлених груп видів епіфітних мохоподібних і рівнем

забруднення та обчислення індексу чистоти повітря (ІЧП) для зелених насаджень міста Львова та його околиць.

Видовий склад епіфітної бріофлори досліджували маршрутним методом; для визначення проективного покриття епіфітів використовували модифікований метод Н. Корнєвої [19], частоту трапляння мохоподібних в епіфітних обростаннях визначали за модифікованим методом К. Раункієра [19]. Для виявлення бріоіндикаційних зон користувалися індексом чистоти повітря [25]

$$\text{ІЧП} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i f_i}{10},$$

де  $Q_i$  – екологічний індекс певного виду, або індекс токсифобності;  $f_i$  – комбінований показник покриття–трапляння;  $n$  – кількість видів.

На підставі обчислення значень ІЧП для кожного конкретного зеленого насадження та сполучення ізолініями точок з близькими показниками отримали ізотоксичні бріоіндикаційні зони. Ізотоксичні бріоіндикаційні зони розмежовували за подібними граничними значеннями ІЧП (ІЧП = 0–0,9 – сильно забруднена; ІЧП = 1,0–4,9 – середньо забруднена; ІЧП = 5,0–10,0 – слабо забруднена; ІЧП > 10 – незабруднена зони).

У результаті наших досліджень у складі епіфітних обростань зелених насаджень Львова й околиць виявлено 64 види мохоподібних, що належать до двох класів (Marchantiopsida – 6, Bryopsida – 58 видів).

Мохоподібні, які трапляються на корі дерев, екологічно неоднорідні. Крім облигатних епіфітів (39,9%), обмежених у поширенні корою живих дерев, на стовбурах, а особливо при їхній основі, поселяються факультативні епіфіти (60,1%), які часто ростуть і на інших субстратах. Епіфітні мохові обростання на поодиноких деревах та в скверах розвинені слабо, у парках і лісопарках – ліпше. У цих обростаннях можна виділити такі панівні види: *Leskea polycarpa*, *Pylaisia polyantha*, *Amblystegium serpens*, *A. varium*, *Bryum capillare*, *Orthotrichum affine*, *O. pumilum*, *Brachythecium salebrosum*, *Hypnum pallescens*, *H. cupressiforme* (табл. 1). Вони формують стійкі обростання, решта видів трапляються у вигляді невеликих плям і домішок. Від основи стовбурів уверх суцільний покрив підіймається найчастіше на висоту 40–80 см, рідше 100–120 см, вище епіфіти зафіксовані у вигляді окремих дернинок.

На підставі аналізу частоти трапляння, проективного покриття та кількості місцезнаходжень епіфітних мохоподібних, з використанням ІЧП виділено чотири зони забруднення повітря у Львові та на околицях: сильно забруднена, середньо забруднена, слабо забруднена та незабруднена (рисунок; табл. 2).

Перша зона (I) сильнозабруднена (ІЧП = 0–0,4). Вона охоплює, головню, центральну частину міста (форофіти на площах Франка, Петрушевича, Кропивницького та Галицькій, проспекті Свободи), а також насадження поблизу промислових підприємств і міських автотрас з інтенсивним транспортним рухом (вул. Хмельницького, Шевченка, Стрийська) (див. рисунок). Епіфітних мохоподібних у цій зоні часто нема, дуже зрідка трапляються один-два види токсикотолерантних мохів (*Leskea polycarpa*, *Pylaisia polyantha*), які здатні рости в індустриальних районах із високим рівнем забруднення (див. табл. 2).

Друга зона, середньозабруднена, відповідно, розділена на зону зелених насаджень уздовж автотрас (ІЧП = 1,2–2,9) та на зону скверів, внутрішньоквартальних насаджень і парків (ІЧП = 1,6–4,8). Серед форофітів тут переважають *Populus alba* L., *P. nigra* L., *Acer platanoides*

Таблиця 1

Розподіл епіфітних мохоподібних у різних бріоіндикаційних зонах м. Львова та околиць

Вид	Бріоіндикаційна зона				
	сильно забруднена	середньо забруднена		слабко забруднена	незабруднена
	I	IIa	IIб	III	IV
<i>l</i>	2	3	4	5	6
<i>Metzgeria furcata</i> (L.) Dumort.	-	-	-	+	+
<i>Lophocolea heterophylla</i> (Schrad.) Dumort.	-	-	-	+	+
<i>Ptilidium pulcherrimum</i> (Weber.) Vain.	-	-	-	-	+
<i>Radula complanata</i> (L.) Dumort.	-	-	-	+	+
<i>Porella platyphylla</i> (L.) Pfeiff.	-	-	-	-	+
<i>Frullania dilatata</i> (L.) Dumert.	-	-	-	-	+
<i>Dicranella heteromalla</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	-	-	+
<i>Dicranum scoparium</i> Hedw.	-	-	-	+	+
<i>D. viride</i> (Sull. & Lesq.) Lindb.	-	-	-	-	+
<i>D. montanum</i> Hedw.	-	-	-	+	+
<i>Ceratodon purpureus</i> (Hedw.) Brid.	-	+	-	+	-
<i>T. ruraliformis</i> (Besch.) Grout	-	+	-	-	-
<i>T. virescens</i> (De Not.) De Not.	-	-	+	-	+
<i>T. subulata</i> Hedw.	-	-	-	+	+
<i>Didymodon acutus</i> (Brid.) K. Saito	-	+	-	+	-
<i>D. rigidulus</i> Hedw.	-	+	-	-	-
<i>Bryoerythrophyllum recurvirostrum</i> (Hedw.) Chen	-	-	+	-	+
<i>Pohlia nutans</i> (Hedw.) Lindb.	-	-	+	+	+
<i>Bryum capillare</i> Hedw.	-	+	+	+	+
<i>B. caespiticium</i> Hedw.	-	+	+	+	+
<i>B. argenteum</i> Hedw.	-	+	-	-	-
<i>Rhodobryum roseum</i> (Hedw.) Limpr.	-	-	-	-	+
<i>Rhizomnium punctatum</i> (Hedw.) T. Kop.	-	-	-	+	+
<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T. Kop.	-	-	-	+	+
<i>P. affine</i> (Bland.) T. Kop.	-	-	-	+	+
<i>P. rostratum</i> (Schrad.) T. Kop.	-	-	-	-	+
<i>Orthotrichum speciosum</i> Nees	-	+	+	+	+
<i>O. affine</i> Brid.	-	-	+	-	+
<i>O. obtusifolium</i> Brid.	-	-	+	+	-
<i>O. anomalum</i> Hedw.	-	-	-	+	+
<i>O. cupulatum</i> Brid.	-	-	+	-	+
<i>O. stramineum</i> Hornsch. ex Brid.	-	-	+	-	-
<i>O. patens</i> Bruch ex Brid.	-	-	-	+	-
<i>O. pumilum</i> Sw.	+	+	+	+	+
<i>O. diaphanum</i> Brid.	-	+	+	+	-
<i>Homalia trichomanoides</i> (Hedw.) Brid.	-	-	-	+	+
<i>Leskea polycarpa</i> Hedw.	+	+	+	+	+
<i>Pseucaleskeella nervosa</i> (Brid.) Nyh.	-	+	+	+	+
<i>Pterigynandrum filiforme</i> Hedw.	-	-	-	-	+
<i>Anomodon viticulosus</i> (Hedw.) Hook. & Tayl.	-	-	-	-	+
<i>A. attenuatus</i> (Hedw.) Hub.	-	-	-	-	+
<i>Amblystegium serpens</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	+	+	+	+
<i>A. varium</i> (Hedw.) Lindb.	-	+	+	+	+
<i>A. subtile</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	-	-	+

Закінчення табл. 1

1	2	3	4	5	6
<i>Brachythecium salebrosum</i> (Web.&Mohr) B., S. & G.	-	+	+	+	+
<i>B. rutabulum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	-	+	+
<i>B. velutinum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	+	+	+	+
<i>B. populeum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	+	+	+
<i>B. starkei</i> (Brid.) B., S. & G.	-	-	-	-	+
<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.) Sande Lac.	-	-	-	-	+
<i>E. striatum</i> (Hedw.) Schimp.	-	-	-	-	+
<i>Plagiothecium denticulatum</i> (Hedw.) B., S. & G.	-	-	-	+	+
<i>P. curvifolium</i> Schlieph. ex Limpr.	-	-	-	-	+
<i>P. laetum</i> B., S. & G.	-	-	-	+	+
<i>P. cavifolium</i> (Brid.) Iwats.	-	-	-	+	-
<i>P. nemorale</i> (Mitt.) Jaeg.	-	-	-	+	+
<i>P. succulentum</i> (Wils.) Lindb.	-	-	-	-	+
<i>Herzogiella seligeri</i> (Brid.) Iwats.	-	-	-	-	+
<i>Callicladium haldanianum</i> (Grev.) Crum	-	-	-	+	-
<i>Pylaisia polyantha</i> (Hedw.) Schimp.	+	+	+	+	+
<i>Platygyrium repens</i> Brid.	-	+	+	+	+
<i>Homomallium incurvatum</i> (Brid.) Loeske	-	+	+	+	+
<i>Hypnum pallescens</i> (Hedw.) P. Beauv.	-	-	-	+	+
<i>H. cupressiforme</i> Hedw.	-	-	+	+	+

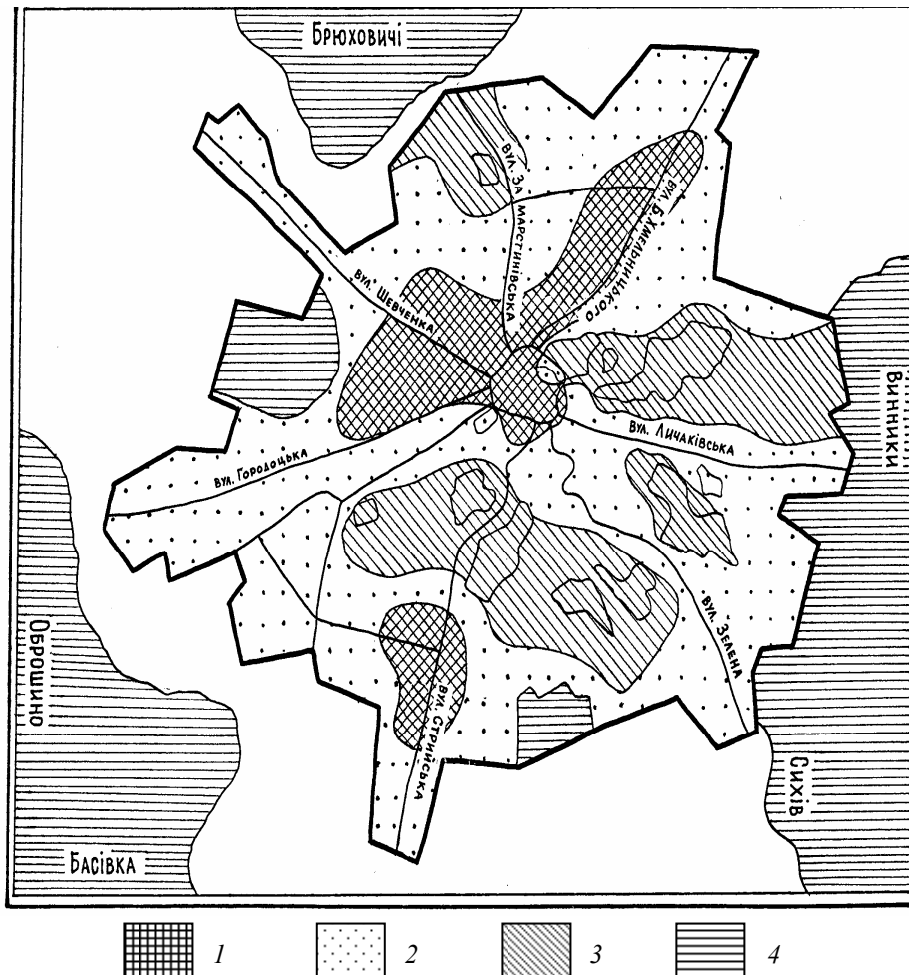
П р и м і т к а . Видові назви печіночних мохів наведені за системою, прийнятою у "Hepatics of Europe including the Azores and annotated list of species, with synonyms from the recent literature" [27], листяних – за "Mosses of Europe and the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature" [24].

*L.*, *A. pseudoplatanus* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill. Епіфітним мохоподібним у цих умовах властиві видова бідність (28 видів) та незначне проективне покриття.

Епіфіти примагістральних насаджень відрізняються як за якісним, так і за кількісним складом від епіфітної бріофлори скверів. Мохи, які перебувають під безпосереднім впливом забруднення від автомобільного транспорту, часто втрачають зелене забарвлення листків і стебел (*Amblystegium serpens*, *Platygyrium repens*), у них зменшується кількість генеративних органів і дещо збільшується кількість органів вегетативного розмноження (листородні виводкові тільця *Orthotrichum diaphanum*, *O. pumilum*, виводкові гілочки *Platygyrium repens*). У невеликих зелених насадженнях (сквери на площі Святого Юра, на вул. Городоцькій, Підвальній, Просвіти), окрім зазначених вище видів, з'являються *Bryum capillare*, *Amblystegium varium*, *Brachythecium salebrosum*. Вищі показники видового різноманіття, частоти трапляння, проективного покриття мають парки Личаківський та ім. Івана Франка.

Загалом для зелених насаджень цієї зони характерна відсутність високочутливих та переважання стійких до забруднення видів (*Leskea polycarpa*, *Pylaisia polyantha*, *Platygyrium repens*, *Amblystegium serpens*, *A. varium*) (див. табл. 1, 2). Це токсикотолерантні епіфітні мохи, які є еврибіонтами в умовах розвитку процесів індустріалізації й урбанізації: кількість місцезростань, частота трапляння і проективне покриття їх збільшуються в урбанізованих районах порівняно з природними фітоценозами.

Крім токсикотолерантних, ми виявили і групу яскраво виражених середньочутливих видів, для яких характерне рівномірне розміщення локалітетів і приблизно однакові показники частоти трапляння та проективного покриття в умовах як полі-, ев-, мезогеме-



Ізотоксичні бріоіндикаційні зони на території м. Львова та його околиць: 1 – сильно забруднена; 2 – середньо забруднена; 3 – слабо забруднена; 4 – незабруднена.

робних, так і мезо- й олігогемеробних ступенів окультуреності [23]. У різних зонах забруднення ці показники не є настільки відмінними, як для токсикотолерантних чи для високочутливих видів. До групи середньочутливих видів належать *Brachythecium velutinum*, *Hypnum cupressiforme*, *Orthotrichum speciosum*, *O. pumilum*.

Третя зона (III) – слабкозабруднена (ІЧП = 5,3–9,8). Вона охоплює великі зелені насадження: парки та міські лісопарки. У лісопарках Погулянка, "Залізна Вода", Снопківський переважає вид *Fagus sylvatica* L. (епіфітні мохоподібні через гладкість кори слабо колонізують цей вид форофіту), тому там низький ступінь видового розмаїття епіфітної бріофлори.

Угруповання, представлені переважно видами *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Quercus robur* L., а також вкрапленнями *Robinia pseudoacacia* L., *Tilia cordata*, *Populus alba*, *P. nigra*, *Fraxinus excelsior* (сквер на вул. Замарстинівській, парки "Піщані озера",

Таблиця 2

Характеристика бріоіндикаційних зон забруднень повітря у Львові та його околицях

Ізотоксична бріоіндикаційна зона	Характеристика зони	Мохи-індикатори	ІЧП
Сильно забруднена I	Високий ступінь антропогенного впливу, умови відповідають полігемеробним ступеням окультуреності [10]; поодинокі трапляються токсикотолерантні види	<i>Leskea polycarpa</i> , <i>Pylaisia polyantha</i>	0–0,9
Середньо забруднена II	Умови, які відповідають полі-, евмезогемеробним ступеням; наявні токсикотолерантні, нема високочутливих видів;		
IIa	а) насадження вздовж автотрас – три–п'ять видів	<i>Amblystegium serpens</i> , <i>A. varium</i> , <i>Platygyrium repens</i>	1,2–2,9
IIб	б) сквери – трапляються чотири–дев'ять видів	<i>Orthotrichum affine</i> , <i>O. pumilum</i> , <i>Brachythecium salebrosum</i> , <i>Hypnum cupressiforme</i>	1,6–4,8
Слабко забруднена III	Умови ев-, мезо-, інколи олігогемеробних ступенів; висока частка середньо чутливих видів	<i>Brachythecium velutinum</i> , <i>Orthotrichum diaphanum</i> , <i>O. anomalum</i> , <i>Plagiothecium curvifolium</i> , <i>P. nemorale</i> , <i>Hypnum pallescens</i>	5,3–9,8
Незабруднена IV	Умови мезо-, олігогемеробного ступенів; наявні чутливі до забруднення види	<i>Homalia trichomanoides</i> , <i>Anomodon viticulosus</i>	11,4–25,6

Стрийський, Культури і відпочинку ім. Б.Хмельницького, Студентський, Високий Замок, Шевченківський гай, Личаківське кладовище) мають значно більшу кількість епіфітних мохоподібних (13–25 видів). Поряд із токсикотолерантними та деякими середньочутливими видами, характерними для другої зони, тут трапляються *Radula complanata*, *Lophocolea heterophylla*, *Metzgeria furcata*, *Dicranum montanum*, *Plagiothecium laetum*, *P. denticulatum*, *P. cavifolium*, *P. nemorale*, *Brachythecium rutabulum*, *V. populeum*, *Orthotrichum obtusifolium*, *O. anomalum*, *O. patens*, *O. pumilum*, *O. diaphanum* (див. табл. 1). Загалом у цій зоні знайдено 38 видів епіфітів.

Четверта зона (IV) – незабруднена (ІЧП = 11,4–25,6). Вона розташована у межах лісопарків і лісів на околицях міста (лісопарки "Зубрівський", Білогорща, ліси Сихівський, Винниківський, Брюховицький) та дещо далі від Львова (Басівський, Оброшинський ліс) (див. рисунок). Тут простежується зменшення антропогенного впливу, що позитивно позначається на розвитку епіфітної бріофлори: видовий склад сягає 53 видів, з'являються високочутливі види *Homalia trichomanoides*, *Anomodon viticulosus*, *A. attenuatus*, хорологічні та геоботанічні показники (частота трапляння, проективне покриття) яких виявляють чітко виражену антропофобну реакцію. Токсикотолерантні

види мають значно нижче значення частоти трапляння і проективного покриття, ніж у попередніх зонах.

На підставі ліхенологічних досліджень у м. Львові, С.Я. Кондратюк та інші виділили чотири ліхеноіндикаційні зони, місцезонашування яких, головню, збігається з бріоіндикаційними зонами [5]. Наприклад, дуже забрудненою зоною, згідно з цими дослідженнями, є центральнo-північна частина міста, де сконцентровані промислові об'єкти, та невелика ділянка на заході. Середньо забруднена ліхеноіндикаційна зона оточує центральну частину і займає досить значну площу міста. Слабко забруднена зона, яка охоплює великі зелені насадження та зелені коридори, розташована у південній та східній частинах міста. Четверта зона, незабруднена, – на околицях міста. Як бачимо, межі зон сильного і середнього забруднення, визначені за допомогою епіфітних мохоподібних і лишайників, збігаються майже на 70%. Це ще раз підтверджує необхідність проведення спільних індикаційних досліджень.

Отже, своєрідні кліматичні умови та різні ступені антропогенного пресу в центрі міста й на околицях створили певні умови для розвитку епіфітних мохоподібних. За умов зменшення площ зелених масивів та внаслідок інтенсивного розвитку транспорту простежується загальне зменшення частоти трапляння, проективного покриття, кількості місцезнаходжень епіфітних мохоподібних аж до зникнення видів. Аналіз отриманих даних підтверджує висновок про необхідність створення як мережі парків і скверів у центральній частині міста Львова, так і лісозахисних смуг довкола міста і промислових підприємств.

1. *Вірченко В.М.* Епіфітні бріофіти зеленої зони м.Львова // Актуальні проблеми вивчення фітобіоти західних регіонів України: Тези доп. наук. конф. Львів, 1991. С. 24–26.
2. *Горшков В.В.* Влияние атмосферного загрязнения окисламы серы на эпифитный лишайниковый покров северотаежных сосновых лесов // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 144–159.
3. *Калда А.О.* О распространении эпифитных мхов в промышленных районах северной Эстонии // Лесоводственные исследования. 1983. Т. 18. № 1. С. 67–76.
4. *Канукене Л.Р., Тамм К.Э.* Мхи как индикаторы загрязнения атмосферного воздуха // Индикация природных процессов и среды. Вильнюс, 1976. С. 42–44.
5. *Кондратюк С.Я., Кучерявий В.О., Крамарець В.О.* та ін. Ліхеноіндикація забруднення повітря у м. Львові // Укр. ботан. журн. 1991. Т. 48. № 2. С. 72–76.
6. *Лийв С.Э.* Влияние городской среды на распространение лишайников // Тез. докл. V конф. по споровым растениям Ср. Азии и Казахстана. Ашхабад, 1974. С. 217–218.
7. *Мальшева Т.В.* Использование мохообразных и лишайников для индикации антропогенных и зоогенных нарушений лесных фитоценозов // Современные проблемы биоиндикации и биомониторинга: Междунар. симпозиум по биоиндикаторам. Сыктывкар, 2001. С. 118–199.
8. *Мамчур З.І.* Епіфітні мохоподібні промислових міст Львівської області: Автореф. дис. ... канд. біол. наук. К., 1997. 21с.
9. *Мамчур З.І.* Епіфітні мохоподібні м.Львова й околиць // Укр. ботан. журн. 1998. Т. 55. № 3. С. 279–287.

10. Мамчур З.И., Демкив О.Т. Анализ эпифитных обрастаний парков города Львова // Бриология в СССР, ее достижения и перспективы: Конф., посвящ. 90-летию со дня рождения А.С. Лазаренко. Львов, 1991. С. 143–147.
11. Мартин Ю.Л. Биогеохимическая индикация загрязнения среды при помощи споровых растений // Изв. АН ЭССР. Сер. биол. 1985. Т. 34. № 1. С. 1–15.
12. Мэннинг У.Д., Федер У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 142 с.
13. Парибок Т.А., Сазыкина Н.А. и др. Мхи как индикаторы загрязнения среды металлами в сравнении с другими растениями // Биогеохимические аспекты криптоиндикации. Таллинн, 1982. С. 5–18.
14. Рыковский Г.Ф. Эпифитные мхи как экологическая группа экстремальных местобитаний // Проблемы бриологии в СССР. Л.: Наука, 1989. С. 190–201.
15. Слуга З.А. Влияние городской среды на бриофлору в зеленых массивах г. Москвы // Вестн. Москов. ун-та. 1996. Сер. 16. № 2. С. 153–429.
16. Тамм К.Э. Эпифитные бриофиты как индикаторы загрязнения воздуха в Таллинне // Флора и группировки низших растений в природных и антропогенных экстремальных условиях среды. Таллинн, 1984. С. 203–220.
17. Трасс Х.Х. Классы полевотолерантности лишайников и экологический мониторинг // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 1985. № 7. С. 122–137.
18. Трасс Х.Х. Трансплантационные методы лишайноиндикаций // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. 1985. № 8. С. 140–144.
19. Улычна К.О., Гапон С.В., Кулык Т.Г. К методике изучения эпифитных моховых обрастаний // Проблемы бриологии в СССР. Л.: Наука, 1989. С. 201–206.
20. Bargagli R., Monaci F., Borghini F. et al. Mosses and lichens as biomonitors of trace metals. A comparison study on *Hypnum cupressiforme* and *Parmelia caperata* in a former mining district in Italy // Environ. Pollut. 2002. Vol. 116. N 2. P. 279–287.
21. Barkman I.I. The influence of air pollution on bryophytes and lichens // Air Pollution. Proc. Congr. on influence of air pollution on plants and animals. 1969. P. 197–209.
22. Buch H. Über die Wasser- und Mineralstoffversorgung der Moose // Soc. Sci. Fenn. Comm. Biol. 1945 (pub. 1947). Bd. 9. S. 1–61.
23. Blume H.-P., Sukopp H. Ökologische Bedeutung anthropogener Bodenveränderungen. Schriftenr. Vegetationskunde. 1976. 10. S. 75–90.
24. Corley M.F.V., Crundwell A.C., Dull R. et al. Mosses of Europa and the Azores; an annotated list of Species, with synonyms from the recent literature // J. Bryol. 1981. Vol. 11. P. 609–689.
25. De Sloover J., LeBlanc F. Mapping of atmospheric pollution on the basis of lichen sensitivity // Proc. Symp. Recent Adv. for Tropical Ecology. 1968. P. 42–56.
26. Grodzinska K. Mosses as bioindicators of heavy metal pollution in Polish national parks // Water, Air and Soil Pollution. 1978. Vol. 9. P. 83–97.
27. Grolle R. Hepatics of Europe including the Azores; an annotated list of species, with synonyms from the recent literature // J. Bryol. 1983. Vol. 12. N 3. P. 403–459.
28. LeBlanc F. & De Sloover J. Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal // Rev. Canad. Biol. 1970. Vol. 48. P. 1485–1496.



29. *Maschke J.* Moose als Bioindikatoren von Schwermetall Immissionen // *Bryophyt. Biblioth.* 1981. Bd. 22. S. 15–21.
30. *Rao D.N.* Responses of bryophytes to air pollution // *Bryophyte Ecol.* London, New York, 1982. P. 445–471.
31. *Schubert R.* Bioindikation in terrestrischen Ökosystemen. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991. S. 116–201.
32. *Soria A., Ron M.* Datos para el conocimiento de la flora briologica urbana de la ciudad de Logroño // *Anales Jard. Bot. Madrid.* 1990. Vol. 46. P. 427–432.
33. *Steinnes E.* A critical evaluation of the use naturally growing moss to monitor the deposition of atmospheric metals // *Sci. Total environ.* 1995. Vol. 77. P. 243–249.
34. *Taoda H.* Mapping of atmospheric pollution in Tokyo based upon epiphytic bryophytes // *Jap. J. Ecol.* 1972. Vol. 22. P. 125–133.

### **BRYOINDICATION OF AIR POLLUTION OF LVIV CITY AND SURROUNDINGS**

**Z. Mamchur**

*Ivan Franko National University of Lviv  
Hrushevskogo Str., 4, 79005 Lviv, Ukraine,  
e-mail: z\_mamchur@franko.lviv.ua*

The results of indication studies of epiphytic bryoflora are presented. Four isotoxis zones are divided and mapped using the atmosphere purity index (IAP). The connection between species composition, frequency of occurrence, cover of epiphytic mosses and degree of air pollution is determined. The indicator species for every zone are identified. The comparison of bryological and lichenogical is presented.

*Key words:* bioindication, epiphytic mosses, bryoindicational mapping, atmosphere purity index, Lviv.

Стаття надійшла до редколегії 15.02.2005

Прийнята до друку 18.03.2005