

**ІНДИКАЦІЯ ЕПІФІТНИМИ ЛИШАЙНИКАМИ *HYPOGIMNIA PHYSODES* (L.) NYL. ТА *XANTHORIA PARIETINA* (L.) TH. FR. СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ АТМОСФЕРИ ЗЕЛЕНИХ ЗОН М. ЛЬВОВА**

**Л. Андриющенко<sup>1</sup>, Н. Романюк<sup>1</sup>, В. Козловський<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна

e-mail: biofr@franko.lviv.ua

<sup>2</sup>Інститут екології Карпат НАН України

вул. Козельницька, 4, Львів 79026, Україна

e-mail: vkozlovskyy@gmail.com

Досліджено вміст Cu, Pb, Zn, Cd, Mn, Fe, Al у лишайниках *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. та *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr., відібраних у різних паркових зонах м. Львова та його околиць. Абсолютні концентрації металів у таломі лишайників і їхні нормалізовані відносно алюмінію значення свідчать про відсутність забруднення повітря паркових зон м. Львова важкими металами, можливе незначне забруднення повітря свинцем зелених зон у центральній частині міста.

*Ключові слова:* біоіндикація, важкі метали, *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.

Історія використання лишайників для оцінки стану атмосферного повітря налічує вже понад 150 років [3]. Разом із класичними (криптоіндикаційними) методами ліхено- та бріоіндикації, коли на основі даних щодо просторового поширення видів та їх угруповань складаються карти забруднення, в останні кілька десятиліть часто застосовується біогеохімічна індикація, яка ґрунтується на кореляційній залежності між концентрацією хімічних елементів у повітрі та їхнім вмістом у мохах і лишайниках. *Hypogymnia physodes* входить у групу середньочутливих, а *Xanthoria parietina* – стійких до атмосферного забруднення видів лишайників. Обидва види використовують для біогеохімічної індикації досить часто, як у фонових районах, так і в умовах техногенного забруднення [8, 9, 11].

Метою роботи було оцінити рівні забруднення важкими металами атмосфери зелених зон м. Львова з використанням вказаних лишайників і встановити їхню залежність від інтенсивності техногенного навантаження.

**Об'єкти і методи досліджень**

Зразки було відібрано у кожній із виділених раніше ізотоксичних зон міста [4, 5], за винятком зони I, де лишайників виявлено не було, у 5-кратній повторності не ближче, ніж 50 метрів від автодоріг (табл. 1).

Таблиця 1

Місця відбору зразків лишайників, м. Львів, березень-квітень 20011 р.

Лишайник	Ізотоксичні зони та місця відбору зразків			
	I	II	III	IV
<i>Hypogymnia physodes</i>		Парк імені Івана Франка	Стрийський парк Парк "Залізна Вода" Парк "Сокіл"	Сихівський житловий масив (ліс)
<i>Xanthoria parietina</i>		Парк імені Івана Франка вул. Кавказька вул. Левандівська	Стрийський парк вул. Медової Печери (парк)	Брюховичі (ліс) Винники (ліс)

Зразки повітряно-сухого рослинного матеріалу озолювали за температури 450°C. Отриману золу розчиняли в HNO<sub>3</sub> [6]. Cu, Pb, Zn, Cd, Mn, Fe визначали атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі С115М1 у пропан-бутановому полум'ї з використанням дейтерієвого коректора неселективної абсорбції. Визначення проводили у трьох повторностях. Відносна похибка за P=95% не перевищувала 7%. Вміст Al визначали колориметрично з алюміноном [7].

### Результати і їхнє обговорення

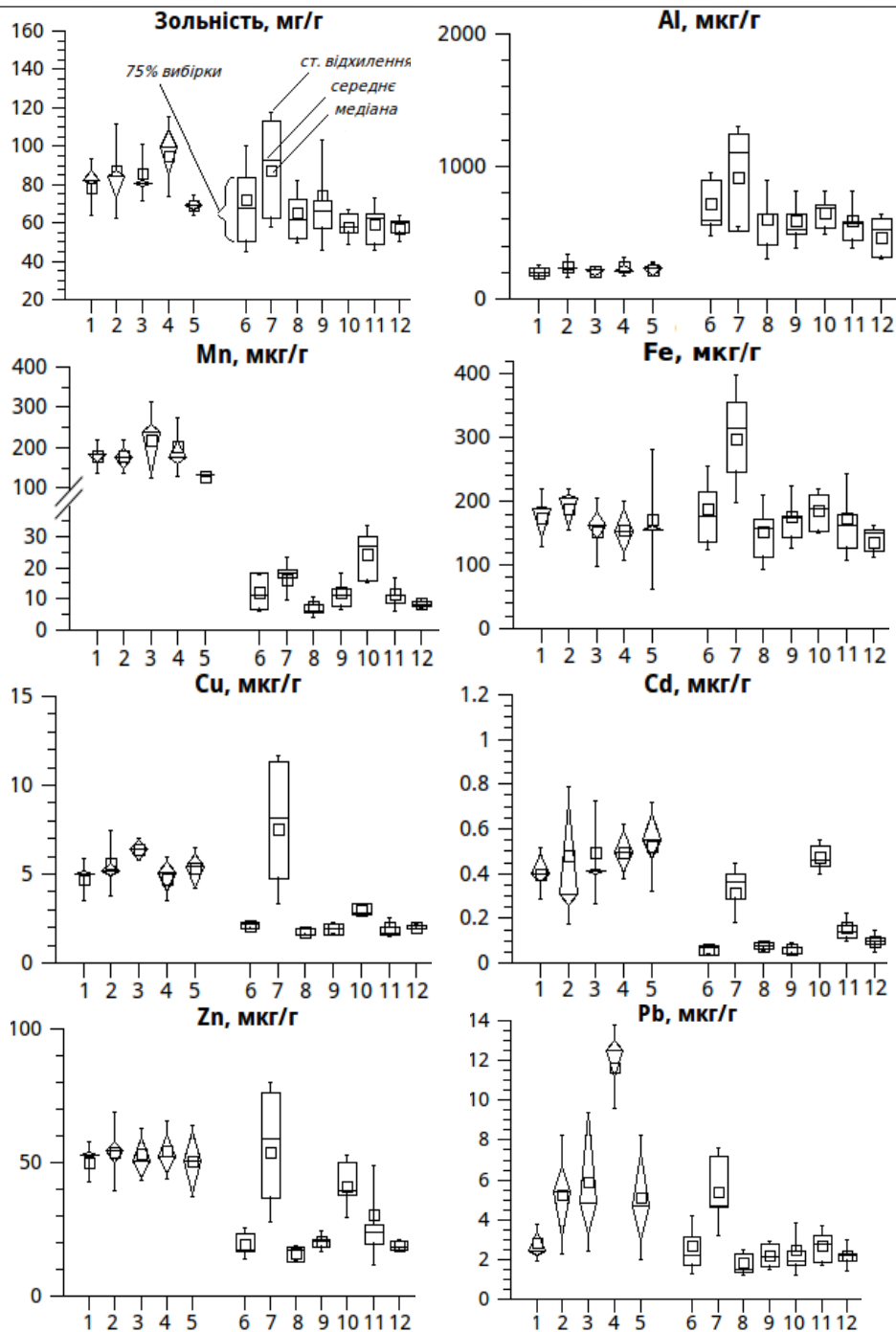
На основі криптоіндикаційних методів у Львові було проведено відповідні ліхено- [4] та бріоіндикаційні [5] дослідження. Незважаючи на 15-річний проміжок часу між ними та використання рослин різних систематичних груп, виділені авторами ізотоксичні ліхено- або бріоіндикаційні зони на території м. Львова збігаються майже на 70%. Сильно забруднена зона (I), відповідно до цих досліджень, охоплює центральну-північну частину міста з інтенсивним транспортним рухом і промисловими об'єктами; середньозабруднена зона (II) у центральній частині міста; слабкозабруднена зона (III), яка охоплює великі зелені насадження та зелені коридори, розташована у південній і східній частинах міста; незабруднена (IV) – у межах лісопарків і лісів на околицях Львова.

Неповне просторове перекривання виділених зон може зумовлюватися зміною структури джерел забруднень початку 90-х, порівняно з початком століття. Так, саме в 90-х роках припинили або суттєво сповільнили роботу більшість великих промислових підприємств м. Львова, а з початку 2000-х кількість автотранспортних викидів у місті невпинно зростає. На сьогодні найбільший відсоток викидів припадає на підприємства теплоенергетичного комплексу міста (понад 30%) й автотранспорт (понад 50%) [2]. Треба відзначити суттєву зміну хімічного складу цих викидів завдяки повній забороні ввезення і продажу етильованого бензину (містить тетраетилсвинець) в Україні з січня 2003 р. Також сприятливою для навколишнього середовища є заборона використовувати сполуки кадмію при виробництві шин. Однак ймовірним залишається забруднення цинком, який замінив кадмій у шинах і який використовують у мастилах (масова частка 0,05–0,12%), марганцем і залізом, які часто використовують як присадки у пальному [1].

За результатами проведених досліджень (див. рисунок) встановлено, що вміст хімічних елементів у таломі *Hypogymnia physodes* різних ізотоксичних зон, за винятком Pb у зразках з парку імені Івана Франка (зона II) та Mn і Fe у зразках зі Стрийського парку (зона III), статистично не відрізняється. Концентрація хімічних елементів (Fe, Pb, Cu, Cd, Zn) у таломі *Xanthoria parietina* виявилася найвищою у зразках, відібраних у Стрийському парку (зона III) та парку імені Івана Франка (Cu, Cd, Zn) (зона II).

Що стосується високих концентрацій хімічних елементів у таломі лишайників, відібраних у парку імені Івана Франка, то отримані результати закономірні з огляду на значне техногенне навантаження у центрі м. Львова. Щодо зразків зі Стрийського парку, то, на перший погляд, високий вміст хімічних елементів з точки зору забруднення важко пояснити. Однак слід брати до уваги те, що концентрація хімічних елементів у таломі лишайника формується як за рахунок складової антропогенного походження, так і внаслідок природних процесів. Щоб відокремити природну складову від антропогенної, використовують не абсолютні концентрації елементів, а їхні нормалізовані значення щодо елементів-літофілів – Al, Ti, Sc.

Відповідно, нормалізовані щодо алюмінію значення вмісту важких металів (табл. 2) у лишайниках II зони, за винятком Pb у *Hypogymnia physodes*, не вищі, ніж у зонах зі слабким техногенним навантаженням. Те ж стосується і зразків зі Стрийського парку, де нормалізовані значення одні з найнижчих. Перевищення вмісту свинцю (як абсолютної концентрації металу, так і нормалізованого значення) у таломі *Hypogymnia physodes* з парку імені Івана Франка може бути наслідком колишнього використання етильованого бен-



Вміст хімічних елементів у таломі лишайників *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. (1 – Стрийський парк, 2 – парк “Залізна вода”, 3 – ліс, Сихівський житловий масив, 4 – парк імені Івана Франка, 5 – парк “Сокол”, вул. В. Великого) та *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. (6 – парк, вул. Медової печери, 7 – Стрийський парк, 8 – ліс, с. Брюховичі, 9 – ліс, с. Винники, 10 – парк імені Івана Франка, 11 – парк, вул. Кавказька, 12 – парк, вул. Левандівська) зелених зон м. Львова, березень-квітень 2011 р., n=5.

зину. Слід відзначити, що зафіксоване перевищення невисоке. Відповідно до літературних даних, лише більш ніж дворазове відносно контролю перевищення нормалізованих значень вмісту важких металів вважають спричиненим антропогенним впливом [10].

Таблиця 2

Нормалізовані відносно алюмінію (співвідношення Me/Al) значення вмісту важких металів у лишайниках зелених зон м. Львова

Місце відбору	Zn/Al	Cd/Al	Pb/Al	Cu/Al	Fe/Al	Mn/Al
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.						
1 Стрийський парк	0,270	0,0027	0,015	0,025	0,88	0,896
2 Парк "Залізна вода"	0,229	0,0018	0,017	0,023	0,87	0,859
3 Ліс, Сихівський житловий масив	0,276	0,0023	0,027	0,032	0,85	1,103
4 Парк ім. І. Франка	0,219	0,0018	0,050	0,018	0,54	0,844
5 Парк "Сокіл", вул. В.Великого	0,218	0,0025	0,018	0,024	0,91	0,561
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.						
6 Парк, вул. Медової печери	0,065	0,0004	0,007	0,005	0,33	0,013
7 Стрийський парк	0,027	0,0001	0,003	0,003	0,28	0,013
8 Ліс, с. Брюховичі	0,061	0,0003	0,006	0,009	0,32	0,015
9 Ліс, с. Винники	0,030	0,0002	0,004	0,003	0,27	0,013
10 Парк ім. І. Франка	0,039	0,0001	0,005	0,004	0,34	0,022
11 Парк, вул. Кавказька	0,057	0,0006	0,004	0,004	0,29	0,034
12 Парк, вул. Левандівська	0,035	0,0002	0,003	0,004	0,30	0,019

Отже, за результатами проведених досліджень, забруднення атмосферного повітря важкими металами (Cu, Pb, Zn, Cd, Mn, Fe) зелених зон м. Львова не виявлено, за винятком центральної частини міста, де можливе незначне забруднення Pb, і, ймовірно, зелених насаджень першої ізотоксичної зони, де використаних у дослідженні видів лишайників виявлено не було.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Васильев Г. А., Птюшкин А. Н., Пиенин В. Н. Химическое загрязнение земельного отвода под строительство кольцевой автомобильной дороги вокруг г. Санкт-Петербурга. // Жизнь и безопасность. 2002. № 3. С. 270–274.
2. Екологічний паспорт Львівської області. Львів: Державне управління охорони навколишнього природного середовища у Львівській області, 2007. 142 с.
3. Кондратюк С. Я. Індикація стану навколишнього середовища України за допомогою лишайників. К.: Наук. думка, 2008. 336 с.
4. 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
5. Мамчур З. Бріоіндикація забруднення повітря у місті Львові та на його околицях // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2005. Вип. 40. С. 59–67
6. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. М: Гидрометеоздат, 1981. 70 с.
7. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. М: Изд-во МГУ, 1989. 304 с.
8. Brunialti G., Frati L. Biomonitoring of nine elements by the lichen *Xanthoria parietina* in Adriatic Italy: a retrospective study over a 7-year time span // The Science of Total Environment. 2007. Vol. 387. Is. 1–3. P. 289–300.
9. Jeran Z., Jacimovic R., Batic F., Mavsar R. Lichens as integrating air pollution monitors // Environmental Pollution. 2002. Vol. 120. Is. 1. P. 107–113.
10. Olivia S. R., Espinosa A. J. F. Monitoring of heavy metals in topsoils, atmospheric particles and plant leaves to identify possible contamination sources // Microchem. J. 2007. Vol. 86. Is. 1. P. 131–139.

11. Scerbo R., Ristori T., Possenti L. et al. Lichen (*Xanthoria parietina*) biomonitoring of trace element contamination and air quality assessment in Pisa Province (Tuscany, Italy) // The Science of Total Environment. 2002. Vol. 286. Is. 1–3. P. 27–40

Стаття: надійшла до редакції 01.09.11

доопрацьована 18.10.11

прийнята до друку 26.10.11

**INDICATION WITH EPYPHYTIC LICHENS *HYPOGIMNIA PHYSODES* (L.) NYL. AND *XANTHORIA PARIETINA* (L.) TH. FR. A HEAVY METALS AIR POLLUTION LEVELS IN PARK AREAS OF LVIV CITY**

**L. Andruschenko<sup>1</sup>, N. Romanyuk<sup>1</sup>, V. Kozlovskyy<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Ivan Franko National University of Lviv  
4, Hrushevskiy St., Lviv 79005, Ukraine  
e-mail: biofr@franko.lviv.ua*

<sup>2</sup>*Institute of Ecology of the Carpathians of NAS of Ukraine  
4, Kozelnytska St., Lviv 79026, Ukraine  
e-mail: vkozlovskyy@gmail.com*

Contents of Cu, Pb, Zn, Cd, Mn, Fe, Al in the lichens *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. and *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. were estimated. Absolute concentrations of metals in thalli of lichens and their normalized values relative to aluminum indicate the absence of air pollution with heavy metals in the majority of Lviv park areas, whereas slight air pollution with Pb is possible in green areas of the city central zone.

*Key words:* bioindication, heavy metals, *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.

**БИОИНДИКАЦИЯ ЭПИФИТНЫМИ ЛИШАЙНИКАМИ *HYPOGYMNIА PHУ-SODES* (L.) NYL. И *XANTHORIA PARIETINA* (L.) TH. FR. СОСТОЯНИЯ ЗАГРЯЗ-НЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ АТМОСФЕРЫ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН Г. ЛЬВОВА**

**Л. Андрющенко<sup>1</sup>, Н. Романюк<sup>1</sup>, В. Козловский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Львовский национальный университет имени Ивана Франко  
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина  
e-mail: biofr@franko.lviv.ua*

<sup>2</sup>*Институт экологии Карпат НАН Украины  
ул. Козельницкая, 4, Львов 79026, Украина  
e-mail: vkozlovskyy@gmail.com*

Исследовано содержание Cu, Pb, Zn, Cd, Mn, Fe, Al в лишайниках *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. и *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr. Абсолютные концентрации металлов в талломе и их нормализованные относительно алюминия значения свидетельствуют об отсутствии загрязнения тяжелыми металлами воздуха большинства зеленых зон г. Львова, незначительное загрязнение возможно в центральной части города.

*Ключевые слова:* биоиндикация, тяжелые металлы, *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Xanthoria parietina* (L.) Th. Fr.