

УДК 574.24

**КОРА *ROBINIA PSEUDOACACIA* L. І ТАЛОМ ЕПІФІТНОГО ЛИШАЙНИКА
HYPOGYMNIA PHYSODES (L.) NYL. ЯК ІНДИКАТОРИ ЗАБРУДНЕННЯ
АТМОСФЕРИ М. МЕЛІТОПОЛЯ**

К. Дядькова¹, Н. Романюк²

¹Мелітопольський державний педагогічний університет
імені Богдана Хмельницького
вул. Леніна, 20, Мелітополь 72300, Україна

²Львівський національний університет імені Івана Франка
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна
e-mail: biofr@franko.lviv.ua

Досліджено можливість використання для біогеохімічної індикації антропогенного забруднення повітря м. Мелітополя епіфітного лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. та кори *Robinia pseudoacacia* L. Визначали абсолютні концентрації Cu, Pb, Zn, Cd, Co, Mn, Fe у таломі *Hypogymnia physodes* та їхні нормалізовані щодо алюмінію величини. Отримані результати свідчать про невисокий рівень забруднення повітря паркових зон м. Мелітополя. Виявлено значне підвищення концентрації міді у зразках лишайника, відібраного поблизу промислового підприємства «Автоцветлит», що вказує на збагачення викидів підприємства цим металом. Встановлено, що кора акації *Robinia pseudoacacia* малоприматна для біогеохімічного моніторингу. Це, можливо, пов'язано з невисоким рівнем забруднення повітря м. Мелітополя і нижчою, порівняно з лишайником, чутливістю цього об'єкта як біоіндикатора.

Ключові слова: біоіндикація, атмосферне забруднення, важкі метали, лишайник *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl, кора *Robinia pseudoacacia* L., м. Мелітополь.

Історично так склалося, що високий рівень урбанізації в нашій країні (8,95% території) поєднується з високим рівнем індустріалізації [2]. Запорізька обл. і м. Мелітополь у т.ч., разом з Донецькою, Дніпропетровською та Кіровоградською областями належить до одного із трьох основних регіонів техногенного забруднення України [1] і є актуальним об'єктом дослідження.

Лишайники ще з кінця XIX ст. використовують для біомоніторингу забруднення атмосфери хімічними елементами [15]. За понад столітню історію використання лишайників для моніторингу накопичився значний обсяг наукової літератури. Пасивне поглинання вологи і елементів живлення з повітря робить елементний склад лишайників відображенням хімічного складу атмосфери. Відтак, концентрація хімічних елементів у таломі безпосередньо залежить від рівня забруднення [5, 10]. Використання кори дерев для біомоніторингу атмосферного забруднення, започатковане в 70-х роках XX ст., поки що досить обмежене [6, 11, 13]. Хоча у місцях, де лишайники відсутні через несприятливі природні умови чи надмірне забруднення атмосфери, використання саме кори дерев для біомоніторингу має перспективи, про що свідчить низка публікацій [7, 12, 14, 16, 17]. Зокрема, до дерев-біоіндикаторів забруднення металами належать *Betula pendula* Roth., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill., *Populus nigra* sp. *italica* та значно поширена *Robinia pseudoacacia*.

Метою даного дослідження було вивчення можливості використання кори акації *Robinia pseudoacacia* L. й епіфітного лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. для оцінки рівнів атмосферного забруднення в межах урбоєкосистеми м. Мелітополя.

Об'єкти і методи досліджень

Зразки кори акації та лишайника відбирали в межах м. Мелітополя і замських ділянок із різним ступенем техногенного навантаження. Відповідно до розташування основних джерел забруднення атмосфери, кору акації відбирали у центрі міста з інтенсивним рухом автотранспорту – вул. Ломоносова, перехрестя вул. **Ломоносова та бульв. 30-річчя Перемоги**, біля точок локального забруднення – ОАО Мелітопольський завод «Автоцветлит», міське сміттєзвалище с. Зелене (10 м і 100 м від звалища), за містом – с. Новобогданівка та у парковій зоні центру міста – територія Інституту зрошувального садівництва ім. М.Ф. Сидоренка УААН. Оскільки лишайник *Hypogymnia physodes* належить до видів середньо чутливих до рівня забруднення атмосфери, його виявлено та відібрано лише у відносно чистому районі міста – на території Інституту зрошувального садівництва ім. М. Ф. Сидоренка УААН, у приміській зоні – Лісопарк, Старо-Бердянське лісництво – та в точці локального забруднення – підприємство «Автоцветлит».

Зразки відбирали приблизно на висоті 1,50 м від поверхні ґрунту в **7–10-кратній** повторності. Для аналізу вмісту хімічних елементів використовували очищений від залишків кори талом лишайника та верхній шар кори товщиною 0,5-1 мм разом із частинками пилу, що накопичилися на її шорсткій поверхні. Зразки повітряно-сухого рослинного матеріалу озолювали за температури 450°C. Отриману золу розчиняли в HNO_3 [4]. Cu, Pb, Zn, Cd, Co, Mn, Fe визначали атомно-абсорбційним методом на спектрофотометрі C115M1 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 [3].

Результати і їхнє обговорення

Кора виступає як «депо» тих хімічних елементів, які поглинає дерево. Зазвичай, концентрації металів у корі значно вищі, ніж у трав'яному покриві, за винятком біогенних елементів, зокрема магнію [1, 8, 9]. Порівняно з підстилкою, вона більшою мірою акумулює кобальт, нікель, свинець, стронцій, ванадій, цинк.

У ході проведених досліджень виявлено, що за абсолютними концентраціями кора акації накопичує дещо більше хімічних елементів на одиницю маси, ніж лишайник (рис. 1, 2). Вищий вміст **Co, Zn, Pb, Cd, Al, Mn, Fe** виявлено у зразках кори, відібраних у центральній частині міста з інтенсивним рухом автотранспорту і на відстані 10 м від сміттєзвалища. Однак слід брати до уваги, що концентрація хімічних елементів формується як за рахунок складової антропогенного походження, так і внаслідок вивітрювання гірських порід. Щоб відокремити природну складову від антропогенної, розраховують не абсолютні концентрації елементів, а їхні нормалізовані значення щодо елементів-літофілів – Al, Ti, Sc [18–21]. Відповідно, ми нормалізували вміст важких металів у корі *Robinia pseudoacacia* щодо вмісту алюмінію. Унаслідок здійснення відповідних перерахунків помітної різниці у накопиченні металів корою залежно від рівня забрудненості атмосфери не виявлено (рис. 1). Вміст металів у корі фонових районів міста – територія Інституту зрошувального садівництва УААН, і за містом – с. Новобогданівка, не відрізнявся від вмісту в районах інтенсивного техногенного навантаження – центр міста з інтенсивним рухом автотранспорту, сміттєзвалище, підприємство «Автоцветлит». Хоча нормалізовані значення вмісту металів певною мірою краще корелювали з рівнем техногенного навантаження, якщо порівнювати їх із абсолютними концентраціями металів.

Концентрації хімічних елементів у таломі *Hypogymnia physodes* були нижчими, порівняно з корою *Robinia pseudoacacia* (рис. 2). Водночас, на відміну від кори акації, у таломі лишайника виявлено чітку залежність абсолютного вмісту хімічних елементів від рівня техногенного навантаження. Найвищий вміст Pb, Cd, Zn, Cu, Al, Fe зафіксовано у зразках

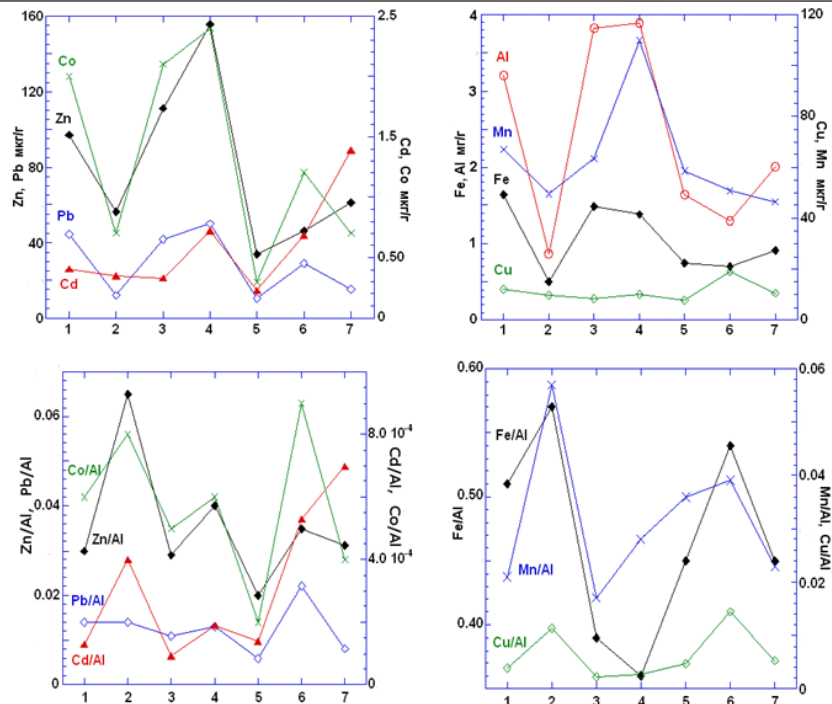


Рис. 1. Вміст хімічних елементів і їхня нормалізація щодо Al у корі акації *Robinia pseudoacacia* Л. м. Мелітополя Запорізької обл., листопад 2010 р.: 1 – територія Інституту зрошуваного садівництва ім. М.Ф. Сидоренка УААН, центр міста; 2 – ВАТ Мелітопольський завод «Автоцветлит»; 3 – перехрестя вул. Ломоносова та бульв. 30-річчя Перемоги; 4 – центр міста, вул. Ломоносова; 5 – с. Новобогданівка; 6 – міське сміттєзвалище с. Зелене, 10 м; 7 – міське сміттєзвалище с. Зелене, 100 м.

міста, тоді як у лишайниках, відібраних у замиській зоні, – лісництво, лісопарк, вміст елементів був помітно нижчим. Окремо слід розглянути дані з визначення вмісту елементів у зразках, відібраних безпосередньо біля підприємства «Автоцветлит», процес виробництва якого пов'язаний з використанням кольорових металів. Вміст Pb, Cd, Zn, Al, Fe, Mn у цих зразках не відрізнявся від аналогічних показників фонових районів замиської зони. Це закономірно, оскільки підприємство розташоване за містом. Водночас концентрація Cu у таломі була в 4–8 разів вищою, порівняно зі зразками інших районів. Очевидно, це явище є відображенням специфіки виробництва, яке пов'язане з використанням міді, а відповідно, і забрудненими нею викидами.

Ми також нормалізували вміст важких металів у таломі *Hypogymnia physodes* щодо вмісту алюмінію. Характер розподілу Pb, Cd, Cu не відрізнявся від розподілу, виявленого на основі абсолютних концентрацій (рис. 2). Нормалізовані щодо Al величини для Fe, Mn, Zn не дають підстав твердити про техногенне походження цих металів у таломі лишайника *Hypogymnia physodes*. А тому збагачення металами зразків із районів з більшим техногенним навантаженням не є результатом простої зміни кількості осадженої або поглинутої таломом речовини, а наслідком збагачення опадів металами техногенного походження. Відповідність вмісту хімічних елементів щодо рівня техногенного забруднення у випадку лишайника *Hypogymnia physodes* виявилася контрастнішою, порівняно з даними, отриманими для кори *Robinia pseudoacacia*.

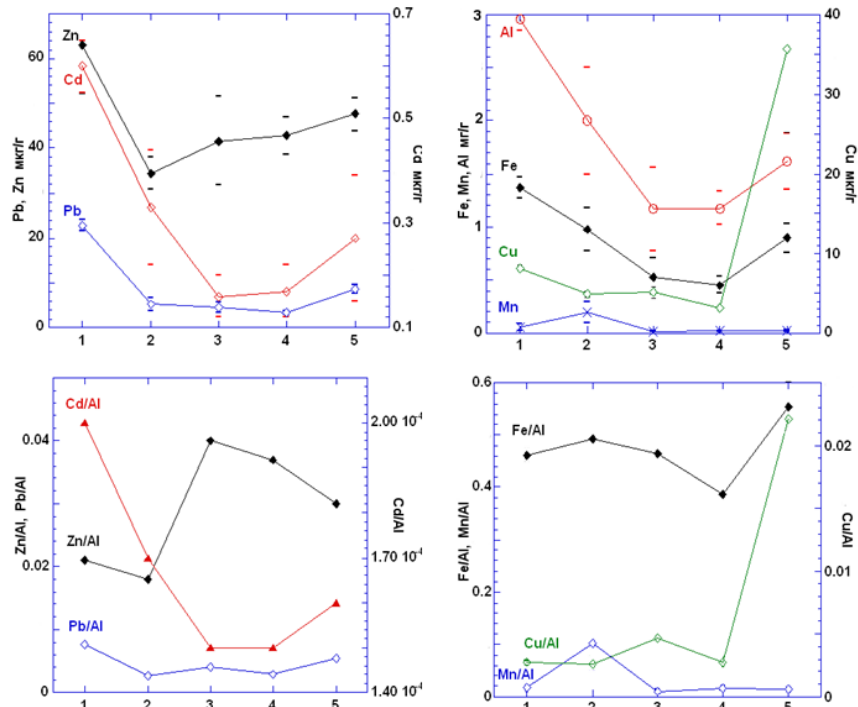


Рис. 2. Вміст хімічних елементів і їхня нормалізація щодо Al у таломі епіфітного лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. м. Мелітополя Запорізької обл., листопад 2010 р.: 1 – територія Інституту зрошуваного садівництва ім. М.Ф. Сидоренка УАН, центр міста; 2 – Старо-Бердянське лісництво, 18 квартал; 3 – Старо-Бердянське лісництво, 10 квартал; 4 – Лісопарк; 5 – ВАТ Мелітопольський завод «Автоцветлит».

На підставі отриманих результатів встановлено можливість обмеженого використання для біогеохімічної індикації антропогенного забруднення повітря м. Мелітополя епіфітного лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. Абсолютні концентрації металів у таломі *Hypogymnia physodes* та їхні нормалізовані щодо алюмінію значення у паркових зонах міста та за містом незначно відрізняються, що загалом свідчить про невисокий рівень забруднення важкими металами повітря паркових зон м. Мелітополя. Виявлено значне підвищення концентрації міді та її нормалізованого щодо алюмінію показника у зразках лишайника, відібраного поблизу промислового підприємства «Автоцветлит», що свідчить про збагачення викидів підприємства цим металом.

Кора акації *Robinia pseudoacacia* L. малоприсаєтна для біогеохімічного моніторингу, що, можливо, пов'язано з невисоким рівнем забрудненості повітря м. Мелітополя і нижчою, порівняно з лишайником, чутливістю цього об'єкта як біоіндикатора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Парпан В. І., Шпарик Ю. С., Миленка М. М. та ін. Оцінка техногенного впливу на стан природних екосистем методами інтегрального моніторингу та біогеохімічної індикації лісів на прикладі Івано-Франківської області // Наук. вісн. Нац. ун-ту біоресурсів і природокористування України: Зб. наук. пр. 2009. № 139. С. 115–120.
2. Тютюнник Ю. Г. Идентификация, структура и классификация ландшафтов урбанизированных территорий // География и природ. ресурсы. 1991. № 3. С. 22–28.

3. Практикум по агрохимии / Под ред. В.Г. Минеева. М: Изд-во МГУ, 1989. 304 с.
4. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. М: Гидрометеиздат, 1981. 70 с.
5. *Bargagli R.* Lichens as Biomonitors of Airborne Trace Elements. In R. Bargagli (Ed.) Trace Elements in Terrestrial Plants. 1998. Springer-Verlag and R. G. Landes Company.
6. *Barnes D., Hamadah M. A., Ottaway J.* The lead, copper and zinc content of tree rings and bark // The Science of Total Environment. 1976. N 5. P. 63–67.
7. *Bruin de M. and Hackenitz E.* Trace element concentrations in epiphytic lichens and bark substrate // Environ. Pollut. 1986. N 11. P. 153–160.
8. *Böhm P., Wolterbeek H., Verburg T.* et al. The use of tree bark for environmental pollution monitoring in the Czech Republic // Environ. Pollut. 1998. N 102. P. 243–250.
9. *El-Hazan T., Al-Omari H., Jiries A.* et al. Cypress tree (*Cupressus semervirens* L.) bark as an indicator for heavy metal pollution in the atmosphere of Amman city, Jordan // Environ. Pollut. 2002. N 28. P. 513–519.
10. *Garty J.* Lichens as Biomonitors for Heavy Metal Pollution, In B. Markert (Ed.), Plants As Biomonitors, 1993, VCH, Weinheim, New York, Basel, Cambridge. P. 193–263.
11. *Haertel O.* In: Monitoring of Air Pollutants by Plants – Methods and Problems, L. Steubing and H.-J. Jäger (Eds), Dr. W. Junk Publishers, the Hague, 1982. P. 137.
12. *Kuang Y., Zhou G., Wen D., Liu S.* Heavy metals in bark of *Pinus massoniana* (Lamb.) as an indicator of atmospheric deposition near a smeltery at Qujiang, China // Environ. Sci. Pollut. Research. 2007. N 14. P. 270–275.
13. *Kuik P., Wolterbeek H. T. H.* Factor-analysis of trace-element data from tree-bark samples in the Netherlands // Environ. Monit. Assess. 1994. Vol. 32. N 3. P. 207–226.
14. *Loppi S., Nelli L., Ancora S.* et al. Passive monitoring of trace elements by means of tree leaves, epiphytic lichens and bark substrate // Environ. Monit. Assess. 1996. Vol. 45. P. 81–88.
15. *Nylander W.* Les Lichens Du Jardin De Luxemburg / W. Nylander // Bull. Bot. France. 1866. Vol. 13. P. 364–372.
16. *Pacheco M. G., Freitas M. C., Barros L. I. C.* et al. Investigating Tree Bark as an Air-Pollution Biomonitor by Means of Neutron Activation Analysis // J. Radioanalytical and Nuclear Chem. 2001. Vol. 249. No. 2. P. 327–331.
17. *Santamaria J. M., Martín A.* Tree bark as a biondicador of air pollution in Navarra, Spain // Water, Air and Soil Pollution. 1997. Vol. 98. P. 381–387.
18. *Shotyk W.* Natural and anthropogenic enrichments of arsenic through three Canadian ombrotrophic sphagnum bog profiles. In: Nriagu JO, editor. Arsenic in the environment; Part 1: cycling and characterisation. New York: John Wiley and Sons Inc. 1994. P. 381–401.
19. *Shotyk W., Cheburkin A. K., Appleby P. G.* et al. Two thousand years of atmospheric arsenic, antimony and lead deposition recorded in an ombrotrophic peat bog profile, Jura Mountains, Switzerland // Earth Planet Sci. Lett. 1996. 145. P. 1–7.
20. *Weiss D., Shotyk W., Cheburkin A. K.* et al. Atmospheric lead deposition from 12 400 to ca 2000 yrs BP in a peat bog profile, Jura Mountains, Switzerland // Water Air Soil Pollut. 1997. Vol. 100. P. 311–324.
21. *Weiss D., Shotyk W., Appleby P. G.* et al. Atmospheric Pb deposition since the Industrial Revolution recorded by five Swiss peat profiles: enrichment factors, fluxes, isotopic composition, and sources // Environ. Sci. Technol. 1999. Vol. 33. P. 1340–1352.

Стаття: надійшла до редакції 30.12.10

доопрацьована 16.02.11

прийнята до друку 17.02.11

THE BARK OF *ROBINIA PSEUDOACACIA* L. AND THALLI OF EPIPHYTIC LICHEN *HYPOGYMNIA PHYSODES* (L.) NYL. AS INDICATORS OF ATMOSPHERIC POLLUTION OF MELITOPOL**K. Dyadkova¹, N. Romanyuk²**¹*Bohdan Khmelnytsky State Pedagogical University of Melitopol
20, Lenin St., Melitopol 72300, Ukraine*²*Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskiyi St., Lviv 79005, Ukraine
e-mail: biofr@franko.lviv.ua*

The possibility of use for biogeochemical indication of the air anthropogenic pollution of Melitopol of epiphytic lichen *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. and bark of *Robinia pseudoacacia* L. were studied. Determined absolute concentrations of Cu, Pb, Zn, Cd, Co, Mn, Fe in thalli of *Hypogymnia physodes* and their normalized values to aluminum. These indicate a low level of air pollution park zones of Melitopol. A marked increase of the copper concentration in lichen samples near the selected industrial enterprise "Avtotsvetlyt", indicate enrichment of this metal emissions. Revealed that little use of bark *Robinia pseudoacacia* for biogeochemical monitoring, possibly associated with low air pollution of Melitopol and lower compared with lichen, the bioindicative sensitivity of this object.

Key words: bioindication, atmospheric pollution, heavy metals, lichen *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl, bark *Robinia pseudoacacia* L., Melitopol.

КОРА *ROBINIA PSEUDOACACIA* L. И ТАЛЛОМ ЭПИФИТНОГО ЛИШАЙНИКА *HYPOGYMNIA PHYSODES* (L.) NYL. КАК ИНДИКАТОРЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ Г. МЕЛИТОПОЛЯ**Е. Дядькова¹, Н. Романюк²**¹*Мелитопольский государственный педагогический университет имени
Богдана Хмельницкого**ул. Ленина, 20, Мелитополь 72300, Украина*²*Львовский национальный университет имени Ивана Франко
ул. Грушевского, 4, Львов 79005, Украина
e-mail: biofr@franko.lviv.ua*

Исследована возможность использования для биогеохимической индикации антропогенного загрязнения воздуха г. Мелитополя эпифитного лишайника *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. и коры *Robinia pseudoacacia* L. Определяли абсолютные концентрации Cu, Pb, Zn, Cd, Co, Mn, Fe в талломе *Hypogymnia physodes* и нормализовали их относительно алюминия. Полученные данные свидетельствуют о невысоком уровне загрязнения воздуха парковых зон г. Мелитополя. Обнаружено значительное повышение концентрации меди в образцах лишайника, отобранного вблизи промышленного предприятия «Автоцветлит», что указывает на обогащение выбросов предприятия этим металлом. Установлено, что кора акации *Robinia pseudoacacia* малоприспособна для биогеохимического мониторинга, что, возможно, связано с невысоким уровнем загрязненности воздуха г. Мелитополя и более слабой, по сравнению с лишайником, чувствительностью этого объекта как биоиндикатора.

Ключевые слова: биоиндикация, атмосферное загрязнение, тяжелые металлы, лишайник *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl, кора *Robinia pseudoacacia* L., г. Мелитополь.