



УДК 582.29+504.3.054:504.064.3

ЛІХЕНОІНДИКАЦІЯ ЯКОСТІ ПОВІТРЯ ОКОЛИЦЬ СІРКОВИДОБУВНОГО КОМПЛЕКСУ ЗА ІНДЕКСАМИ ЧИСТОТИ АТМОСФЕРИ

М. В. Пірогов, С. О. Волгін

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна,
e-mail: ddd-888@mail.ru*

Під час ліхеноіндикаційного дослідження якості повітря околиць Яворівського державного гірничо-хімічного підприємства „Сірка” у Львівській області здійснено картування забрудненості території за індексом чистоти повітря (ІАР) та модифікованим індексом чистоти повітря (ІАР*). Виявлено 81 вид епіфітних лишайників, для яких обчислено значення показника токсикофобності Q_i , що наведені для 28 найпоширеніших видів. На території досліджень виділено чотири ізотоксичні лишайникові зони. Їх розташування визначають основні джерела забруднення: підприємство „Сірка” й автодороги. Ці джерела також визначають характер поширення індикаторних видів лишайників.

Ключові слова: ліхеноіндикація, забруднення повітря, індекси чистоти повітря, лишайникові зони, індикаторні види.

LICHEN INDICATION OF AIR QUALITY IN THE OUTSKIRTS OF SULPHUR MINING FACTORY WITH THE HELP OF INDEXES OF ATMOSPHERIC POLLUTION

N. V. Pirogov, S. O. Volgin

*Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskiy St., Lviv 79005, Ukraine
e-mail: ddd-888@mail.ru*

During the lichen indication investigation of air quality in the outskirts of the Yavoriv state mining-chemical factory „Sirka” in the Lviv region the mapping of the polluted territory with according to Index of Atmospheric Purity (IAP) and Improved

Index of Atmospheric Purity (IAP18) was made. It was discovered 81 species of epiphytic lichens, for which the meanings of the Ecological Index (Q_j) are calculated and reported for 28 widespread species. At the investigated territory 4 isotoxic lichen zones are established. Their position is determined by the main springs of pollution: „Sirka” factory and highways. These sources of pollution also influence the distribution of the indicator species.

Key words: lichen indication, air pollution, indexes of air purity, lichen zones, indicator species.

ВСТУП

Біоіндикація – це метод оцінки абіотичних і біотичних факторів середовища існування за допомогою біологічних систем. У зв'язку з цим організми чи групи організмів, життєві функції котрих так тісно корелюють з певними факторами, що можуть застосовуватися для їх оцінки, називаються біоіндикаторами [1]. Ліхеноіндикація як один із методів біоіндикації протягом останніх п'ятдесяти років знаходить широке застосування для оцінки забрудненості повітря, зокрема оксидами сірки й азоту, галогеноводнями, простими органічними речовинами, пилом різного походження тощо [7].

Лишайники являють собою симбіотичні асоціації гриба і водорості. Їхня чутливість до забруднення навколишнього середовища обумовлена кількома причинами [20, 23]. Будь-який вплив, що змінює баланс взаємовідносин симбіонтів, впливатиме і на життєздатність усього симбіотичного організму. Чутливість лишайників як біоіндикаторів також пов'язана із низькою здатністю до регенерації після пошкодження, – це зумовлене повільним наростанням внаслідок низької інтенсивності фотосинтезу. Відсутність у лишайників органів водо- і газообміну (продихів і кутикули) є причиною слабкої здатності до авторегуляції та сильної залежності від фізико-хімічних особливостей середовища. Як наслідок, шкідливі речовини з оточуючого середовища легко проникають у таломи лишайників, а через регулярні пересихання та обводнення слані внутрішня концентрація цих речовин може значно перевищувати їх концентрацію у середовищі. Це також пов'язано з відсутністю у лишайників механізмів виділення шкідливих речовин (таких, як листопад у вищих рослин). Значна тривалість життя слані та здатність до асиміляції у зимовий період, коли спостерігається більш інтенсивне забруднення повітря, також зумовлюють чутливість лишайників до забруднення повітря.

Одним із найбільш інформативних ліхеноіндикаційних методів є метод розрахунку екологічних індексів, які відображають стан угруповань епіфітних лишайників [5]. В основу методу покладено визначення епіфітної ліхенофлори досліджуваної території, а також проективного покриття та частоти траплення епіфітних лишайників.

Першими у кінці 60-х років для оцінки якості повітря були запропоновані індекс полеотолерантності Трасса [17], індекс чистоти повітря Ле Бланка та Де Слувера [24] й інші індекси: модифікований індекс чистоти повітря (Herzig, 1986, за [21]), індекс лишайникового різноманіття [19], індекс якості повітря [26] тощо. На наш час індекс полеотолерантності не знайшов широкого застосування

в Україні, оскільки для його обчислення необхідне групування епіфітів у класи полеотолерантності. Така класифікація здійснена лише для деяких територій, а, як зазначає автор індексу [18], ступінь полеотолерантності певного виду для різних територій може суттєво відрізнятись. Для України розподіл лишайників за класами полеотолерантності досі не здійснено.

У ліхеноіндикаційних дослідженнях в Україні найширше використовують індекс чистоти повітря Ле Бланка та Де Слувера [4 – 6, 8] і меншою мірою модифікований індекс чистоти повітря Герціга [3, 21]. Інші популярні у Європі індекси ще не випробувані у нашій країні.

Нами здійснена ліхеноіндикація забруднення атмосферного повітря околиць Яворівського державного гірничо-хімічного підприємства (ЯДГХП) „Сірка” у Львівській області за допомогою індексу чистоти повітря (Index of Atmospheric Purity, IAP) та модифікованого індексу чистоти повітря (Improved Index of Atmospheric Purity, IAP*). Досліджувана територія розташована на захід від Львова. Її загальна площа становить близько 200 км². Північно-східною частиною вона заходить у Розтоцькі ліси, решта території належить до Прикарпаття [2, 16].

Клімат регіону можна охарактеризувати як помірно-континентальний, вологий. Великий вплив на формування мікроклімату мають особливості мікрорельєфу, рослинний покрив та інші фізико-географічні фактори [15]. У регіоні домінують вітри північного та північно-західного напрямків. Вони спричиняють значний вплив вологих мас із Балтики, що, у свою чергу, визначає високу вологість повітря (в середньому 78%), та значні опади (705 мм за рік). Максимум опадів спостерігається у літній період. Середня температура січня для Українського Розточчя становить -4,1°C, липня +17,3°C, середньорічна +7,5°C [16].

Основним джерелом забруднення у регіоні до 1991 року було підприємство „Сірка”. В останній час викиди цього підприємства значно скоротилися, що пов’язане з його закриттям. Але значно зросли викиди від автотранспорту, також з’явилося кілька нових підприємств вільної економічної зони „Яворів”. Загалом на цей час у районі працює 15 підприємств, які здійснюють викиди поллютантів у атмосферу, і лише три з них перебувають поза межами досліджуваного регіону.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Методика проведення ліхеноіндикаційних досліджень достатньо висвітлена у вітчизняній літературі [5, 6, 21]. Індекс чистоти повітря Ле Бланка та Де Слувера розраховується за формулою:

$$IAP = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i \times f_i}{10}, \quad (1)$$

де n – кількість епіфітних видів лишайників або мохів на досліджуваній ділянці, Q_i – екологічний індекс i -го виду (індекс токсикофобності), f_i – комбінований показник покриття-трапляння [24]. Показник Q_i – середня кількість видів, супутніх цьому виду на всіх ділянках описів на гомогенній за ступенем забруднення території. Чим більший цей показник – тим більш токсикофобний досліджуваний вид. Комбінований показник покриття-трапляння (f_i) п’ятибальний: 1 – вид трапляється дуже рідко, тобто на корі менш ніж 1% досліджуваних дерев, або, якщо він

виявлений на більшій кількості форофітів, то з дуже малим покриттям (<1% дослідженої поверхні стовбура); 2 – рідко (1–9% дерев) або з низьким покриттям (1–20% поверхні); 3 – рідко (10–29% дерев) або з середнім покриттям (20–50% поверхні) принаймні на деяких стовбурах; 4 – часто (30–70% дерев) або з високим покриттям (50–100% поверхні) на деяких стовбурах; 5 – дуже часто (71–100% дерев) або з дуже високим покриттям (50–100% поверхні) на більшості стовбурів [21].

Як зазначає Герціг (Herzig, 1986, за [21]), Ле Бланк та Де Слугер використовували у своїй роботі дуже довільні значення показника покриття-трапляння (f_i), який був уведений для спрощення обрахунків, але у більшості випадків він занижував значення загального покриття видів. Для більш об'єктивних оцінок запропонований модифікований індекс чистоти повітря, що визначається за формулою:

$$IAP^* = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{10} \sum_{j=1}^m \frac{a_{ij} \times b_{ij}}{m}, \quad (2)$$

де Q_i – екологічний індекс; n – загальна кількість епіфітних видів на досліджуваній ділянці; a_{ij} – клас покриття i -го виду; b_{ij} – показник частоти трапляння епіфітного лишайника i -го виду з покриттям j -го класу; m – число класів покриття i -го виду.

Збір матеріалу проводили протягом 2005-2006 років з усіх поширених у районі видів дерев: *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Betula pendula* Roth, *Quercus robur* L., *Populus tremula* L., *Populus nigra* L., *Populus italica* (Du Roi) Moench, *Salix alba* L., *Salix* sp., *Acer pseudoplatanus* L., *Acer platanoides* L., *Acer negundo* L.

Досліджувану територію розбили на квадрати розміром від 500×500 м до 5×5 км залежно від рельєфу, типів рослинності, а також рівня заселеності регіону. Усього виділили 53 дослідні ділянки. У кожному квадраті обстежували добре освітлені поодинокі дерева приблизно одного віку до 15 екземплярів кожного виду. У бланк-форму, під час вивчення покриття епіфітних лишайників, вносили назви лишайників і вказували класи їх проективного покриття: 1 клас – до 1%, 2 – 1–20%, 3 – 21–50%, 4 – 51–100%. Окремо складали описи для двох висот – при основі стовбура (0–60 см) і на висоті 60–130 см. Зібрані зразки визначали за визначниками лишайників А.М. Окснера [9, 10] та за деякими іншими роботами [11–13, 25, 27]. Зібрані зразки передано до гербаріїв Львівського національного університету імені Івана Франка, а також Інституту ботаніки імені М. Г. Холодного НАН України.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

У Яворівському районі виявлено 81 вид епіфітних лишайників. У таблиці наведені найбільш поширені види зі значеннями розрахованого для них індексу токсикофобності. Назви лишайників подані за найновішим каталогом лишайників східних Карпат [22].

Серед найпоширеніших видів найбільш токсикостійкими видами виявились: *Opographa rufescens** ($Q_i=4,12$), *Leppraria incana* (4,71), *Scoliciosporum chlorococcum* (4,72), що, разом із *Lecanora conizaoides* (5,36), є індикатором кислотного

* Автори латинських назв лишайників наведені у таблиці.

**Значення індексу токсикофобності найбільш поширених
у Яворівському районі Львівської області епіфітних лишайників ($n \geq 20$)**
**Meaning of Ecological index for widespread species of epiphytic lichens
in Yavoriv district of Lviv region ($n \geq 20$)**

№	Назва лишайника	Індекс токсикофобності, Q_i
1	<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	6,17
2	<i>Caloplaca flavorubescens</i> (Huds.) J.R. Laundon	5,20
3	<i>Candelariella reflexa</i> (Nyl.) Lettau	6,00
4	<i>Candelariella xanthostigma</i> (Ach.) Lettau	6,13
5	<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	6,29
6	<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach. ex Lilj.) M. Choisy.	5,42
7	<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	6,32
8	<i>Lecanora argentata</i> (Ach.) Malme	6,62
9	<i>Lecanora conizaeoides</i> Nyl. ex Crombie	5,36
10	<i>Lecanora hagenii</i> (Ach.) Ach.	6,03
11	<i>Lecanora symmicta</i> (Ach.) Ach.	6,79
12	<i>Lecanora varia</i> (Hoffm.) Ach.	6,37
13	<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) M. Choisy	6,53
14	<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	4,71
15	<i>Melanelia exasperatula</i> (Nyl.) Essl.	7,80
16	<i>Opegrapha rufescens</i> Pers.	4,12
17	<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	6,24
18	<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg	6,60
19	<i>Phaeophyscia orbicularis</i> (Neck.) Moberg	5,26
20	<i>Phlyctis argena</i> (Spreng.) Flot.	5,71
21	<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H. Olivier.	5,48
22	<i>Physcia tenella</i> (Scop.) DC.	7,00
23	<i>Physcia stellaris</i> (L.) Nyl.	6,00
24	<i>Physconia distorta</i> (With.) J.R. Laundon	5,89
25	<i>Physconia grisea</i> (Lam.) Poelt	6,30
26	<i>Scoliosporum chlorococcum</i> (Graewe ex Stenh.) Vezda	4,72
27	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	5,27
28	<i>Xanthoria polycarpa</i> (Hoffm.) Th. Fr. ex Rieber.	6,49

забруднення повітря [5]. До найбільш стійких видів також належать *Phaeophyscia orbicularis* (5,26), *Xanthoria parietina* (5,27), *Physcia adscendens* (5,48), що властиві еутрофікованій корі (разом з *Lecanora hagenii* (6,03) та *Physcia stellaris* (6,0)) [5]. *Caloplaca flavorubescens*, що також є токсикотолерантним видом, має досить низьке значення індексу токсикофобності, що дорівнює 5,2. Серед інших визначених видів епіфітних лишайників токсикотолерантними, тобто із низьким значенням Q_i , виявились: *Hypogymnia physodes*, *Phlyctis argena*, *Physconia distorta* та деякі інші (див. таблицю).

Найбільш чутливі до забруднення, за розрахунками показника токсикофобності Q_i , є *Physcia tenella* ($Q_i=7,0$) та *Melanelia exasperatula* (7,8), а також більш рідкісні види, що не наведені у таблиці: *Pseudoevernia furfuracea* (L.) Zopf, *Physcia aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fűrnr., *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale, *Anaptychia ciliaris* (L.) Körb. ex A. Massal., *Evernia mesomorpha* Nyl. та *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale.

Ізотоксичні лишайникові зони встановлені за значеннями індексу чистоти повітря Ле Бланка та Де Слувера, а також модифікованого індексу чистоти повітря Герціга (див. рисунок). Для узгодження отриманих за допомогою різних індексів даних між собою ми відносили той чи інший досліджуваний квадрат до одної з виділених зон лише у випадку, якщо цей квадрат потрапляє у цю зону за значеннями обох використаних індексів одночасно, в іншому випадку – віднесення здійснювали за індикаторними видами лишайників. Це дозволило більш точно визначити рівень забруднення території. У випадку, якщо на досліджуваній території наявні лише хвойні види (*Pinus sylvestris* та *Picea abies*), ліхеноіндикаційне картування проводилося за принципом, запропонованим нами раніше [14].

Перша ізотоксична лишайникова зона – дуже забруднена. ІАР набуває значень для листяних видів від 0 до 1,0, а для шпилькових від 0 до 0,5, ІАР* – від 0 до 4,0. Ця зона характерна для центральної частини та промислових районів великих міст. На корі трапляються лише види, стійкі до кислотного забруднення атмосфери: зелена водорість *Pleurococcus vulgaris* Neag., з лишайників *Lecanora conizaeoides* та *Scoliosporum chlorococcum*, інші види трапляються рідко [5, 14]. На корі шпилькових видів трапляється *Pleurococcus vulgaris*, рідко наявний лишайник *Lecanora conizaeoides*. У досліджуваному районі ця зона відсутня.

Друга ізотоксична лишайникова зона – середньо забруднена. ІАР набуває значень для листяних видів від 1,1 до 6,0, а для шпилькових – 0,51÷1,4, ІАР* – від 4,1 до 10,0. У районі досліджень до цієї зони віднесені центральна частина м. Яворів, а також територія підприємства „Сірка” із прилеглими територіями (рис.). На корі тополь і кленів трапляються *Phaeophyscia orbicularis* та *Xanthoria parietina*, що мають найбільше покриття, також з'являються *Caloplaca flavorbescens*, *Candelariella reflexa*, *Lecidella elaeochroma*, *Xanthoria polycarpa* та види роду *Lecania* (ці види особливо характерні для кори верб), *Opegrapha rufescens*, *Candelariella xanthostigma* та *Amandinea punctata* (особливо на корі берез). На корі шпилькових видів трапляється водорість *Pleurococcus vulgaris* і лишайники: *Lecanora conizaeoides*, *Hypogymnia physodes* та *Amandinea punctata*.

Третя ізотоксична лишайникова зона – слабо забруднена. ІАР для листяних видів набуває значень від 6,1 до 13,0, а для шпилькових – 1,41÷4,0, ІАР* – від 10,1 до 20,0. До цієї зони віднесено більшу частину досліджуваної території. Фактично, це всі безлісі ділянки. На корі сосен трапляються: *Lecanora conizaeoides*, *Hypogymnia physodes*, *Hypocenomyce scalaris*. Останній вид найчастіше трапляється в основі стовбурів разом із *Cladonia ochrochlora* Florke та *Lepraria incana*, у м. Новояворівську поряд з ними також зростають *Physcia adscendens* та *Xanthoria polycarpa*, трапляються окремі слані *Lecanora symmicta*, *Amandinea punctata*, *Lecanora argentata* та *Phlyctis argena*. На листяних деревах, окрім видів, які знайдені ще у попередній зоні, зібрані також: *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora carpinea* (L.) Vain, *Physcia adscendens*, *Physcia stellaris*, *Physcia tenella* та *Lecanora hagenii*.

Четверта ізотоксична лишайникова зона – незабруднена. IAP для листяних видів набуває значень від 13,1 до 22,0, а для шпилькових – 4,1÷10,0, IAP* – від 20,1 до 40,0. До цієї зони віднесено всі ліси регіону, а також території, що лежать на південь від дороги Львів – Новояворівськ – Яворів і на захід від міста Яворів. На корі листяних дерев стає менше токсикотолерантних видів, зростає проєктивне покриття і частота трапляння таких середньочутливих видів, як *Parmelia sulcata* та *Hypogymnia physodes* [5]. Саме у цій зоні вперше зібрано такі види: *Melanelia exasperatula*, *Evernia prunastri*, *Pseudevernia furfuracea*, *Physconia grisea*, *Melanelia fuliginosa* (Fr. ex Duby) Essl. ssp. *glabrata* (Lamy) Hafellner & Turk ad int., *Vulpicida pinastris* (Scop.) J.-E. Mattsson & M.-J. Lai, *Physconia distorta*, *Physcia aipolia* та *Parmelina tiliacea*. На корі шпилькових видів ростуть *Lecanora allophana* Nyl., *Usnea hirta* (L.) F.C. Weber ex F.H. Wigg. та *Pseudevernia furfuracea* окрім видів, що характерні і для попередніх зон чистоти повітря.

До п'ятої ізотоксичної лишайникової зони віднесено території з мало зміненою ліхенофлорою, природною для даної території. IAP для листяних видів набуває значень, більших від 22,0, а для шпилькових – 10,1÷20,0, IAP* > 40,0. З кори листяних дерев повністю зникають *Lecanora conizaeoides*, *Scoliciosporum chlorococcum*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria parietina* та види роду *Physcia*. *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Melanelia exasperatula*, *Evernia prunastri* та *Pseudevernia furfuracea* мають значне проєктивне покриття на корі листяних



Ізотоксичні лишайникові зони, виділені на підставі значень індексів чистоти повітря IAP та IAP*. II зона: IAP набуває значень для листяних дерев (л.д.) від 1,1 до 6,0; для шпилькових (ш.д.) – 0,51÷1,4; IAP* – від 4,1 до 10,0. III зона: IAP (л.д.) = 6,1÷13,0; IAP (ш.д.) = 1,41÷4,0; IAP* = 10,1÷20,0. IV зона: IAP (л.д.) = 13,1÷22,0; IAP (ш.д.) = 4,1÷10,0; IAP* = 20,1÷40,0. V зона: IAP (л.д.) > 22,0; IAP (ш.д.) = 10,1÷20,0; IAP* > 40,0

Isotoxic lichen zones selected for meaning of Indexes of Atmospheric Purity IAP and IAP*. II zone: IAP for deciduous trees (d.t.) to acquire meaning from 1.1 to 6.0; for coniferous trees (c.t.) – 0.51÷1.4; IAP* – from 4.1 to 10.0. III zone: IAP (d.t.) = 6.1÷13.0; IAP (c.t.) = 1.41÷4.0; IAP* = 10.1÷20.0. IV zone: IAP (d.t.) = 13.1÷22.0; IAP (c.t.) = 4.1÷10.0; IAP* = 20.1÷40.0. V zone: IAP (d.t.) > 22.0; IAP (c.t.) = 10.1÷20.0; IAP* > 40.0

дерев. З'являються вперше такі високочутливі до забруднення види, як *Evernia mesomorpha*, *Flavoparmelia caperata*, *Ochrolechia arborea* (Kreyer) Almb., *Ramalina farinacea* (L.) Ach., *Platismatia glauca* (L.) W.L. Culb. & C.F. Culb. та *Pertusaria albescens* (Huds.) M. Choisy & Werner. На корі сосни та ялини вперше з'являються такі види: *Chaenotheca ferruginea* (Turner & Borrer) Mig., *Ch. phaeocephala* (Turner) Th.Fr., *Ch. furfuracea* (L.) Tibell, *Ch. hispidula* (Ach.) Zahlbr., *Ch. trihialis* (Ach.) Th. Fr., *Cladonia fimbriata* (L.) Fr., *Lepraria lobificans* Nyl., *Hypocenomyce* sp. До цієї зони віднесено територію урочища Ярина, що лежить у східній частині Розтоцьких лісів (на заході досліджуваної території).

ВИСНОВКИ

Отже, порівняння значень використаних індексів між собою дозволяє стверджувати, що модифікований індекс чистоти повітря Герціга більш чутливо показує відмінності як проєктивного покриття, так і частоти трапляння епіфітних лишайників. Значення цього індексу виявляються значно більшими, що спрощує процедуру виділення ізотоксичних лишайникових зон. Разом із тим ІАР* значно складніший у розрахунку, ніж індекс Ле Бланка та Де Слувера.

За значеннями обох індексів на досліджуваній території виділено 4 зони чистоти повітря. Ділянки зі сильно забрудненим атмосферним повітрям на досліджуваній території не виявлені. Найбільш забрудненим виявилось повітря в околицях гірничо-хімічного підприємства, а також у центрі Яворова. Більша частина території віднесена до III ізотоксичної лишайникової зони зі слабо забрудненим повітрям. Території з незабрудненим повітрям лежать на захід від міста Яворів і на схід від Новояворівська (Розтоцькі ліси). Найбільш чистим виявилось повітря в урочищі Ярина, тут ростуть види лишайників природної епіфітної флори Розточчя.

Розташування ізотоксичних лишайникових зон вказує на те, що основним джерелом забруднення повітря у районі виступає автотранспорт. Низьке різноманіття видів епіфітних лишайників в околицях підприємства „Сірка”, очевидно, вказує на значні викиди полутантів у минулому, оскільки на сьогодні завод не функціонує. Тим не менше, заселення кори форофітів лишайниками відбувається дуже повільно, що, очевидно, пов'язано, по-перше, зі суттєвою зміною кислотності кори дерев в околицях цього підприємства ще за часів функціонування збагачувального комплексу (сприятливі умови для розвитку лишайників досі не відновились); а, по-друге, зі щорічним зростанням кількості автомобілів у районі. Забруднення повітря від автотранспорту виявляється настільки значним, що відновлення епіфітної ліхенофлори в околицях підприємства відбувається дуже повільно, а подекуди, зокрема у містах і селищах, стає взагалі неможливим, оскільки тут уже досить довгий час саме автотранспорт виступає головним джерелом забруднення повітря.

Ми вносимо щирю подяку працівникам Інституту ботаніки імені М.Г. Холодного Національної Академії наук України і персонально завідувачу відділом нижчих рослин докторові біологічних наук Сергію Яковичу Кондратюку та молодшому науковому співробітникові інституту кандидату біологічних наук Олексію Редченкові за значну допомогу у визначенні зібраних зразків.

1. *Вайнерт Э., Вальтер Р., Ветцель Т. и др. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем.* Москва: Мир, 1988. 348 с.
2. *Заверуха Б.В. Флора Волыно-Подоллии и её генезис.* Киев: Наукова думка, 1985. 192 с.
3. *Зеленко С.Д. Ліхеноіндикаційна оцінка забрудненості повітря м. Чернігова. Укр. ботан. журнал, 1999; 56(1): 64–67.*
4. *Кондратюк С.Я., Кучерявий В.О., Крамарець В.О. Порівняльне ліхеноіндикаційне картування міст України. Укр. ботан. журнал, 1993; 50(4): 74–83.*
5. *Кондратюк С.Я., Кучерявий В.О., Крамарець В.О. та ін. Ліхеноіндикація забруднення повітря у м. Львові. Укр. ботан. журнал, 1991; 48(2): 72–76.*
6. *Кондратюк С.Я., Мартиненко В.Г. Ліхеноіндикація.* Київ; Кіровоград: ТОВ КОД, 2006. 260 с.
7. *Мэннинг У.Дж., Федер У.А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений.* Ленинград: Гидрометеоиздат, 1985. 143 с.
8. *Некрасенко Л.А., Байрак О.М. Аналіз ліхеноіндикаційного картування м. Кременчука. Укр. ботан. журнал, 2002; 60(3): 278–285.*
9. *Окснер А.М. Визначник лишайників УРСР.* Київ: Вид-во АН УРСР, 1937. 341 с.
10. *Окснер А.М. Флора лишайників України: В 2-х т. Т.2. Вип.2.* Київ: Наукова думка, 1993. 541 с.
11. **Определитель лишайников СССР.** Отв. ред. И.И. Абрамов. Вып. 1: Пертузариевые, Леканоровые, Пармелиевые. Ред. вып. М.Ф. Макаревич. Ленинград: Наука, 1971. 412 с.
12. **Определитель лишайников СССР.** Отв. ред. И.И. Абрамов. Вып. 3: Калициевые – Гиалектовые. Ред. вып. К.А. Рассадина. Л.: Наука, 1975. 275 с.
13. **Определитель лишайников СССР.** Отв. ред. И.И. Абрамов. Вып. 4: Веррукариевые – Пилокарповые. Ред. вып. М.Ф. Макаревич. Л.: Наука, 1977. 344 с.
14. *Пірогов М.В., Волгін С.О. Біоіндикаційні дослідження за епіфітною ліхенофлорою шпилькових і листяних дерев на Західній Україні. Наукові основи збереження біотичної різноманітності. Тематичний збірник Інституту екології Карпат НАН України, В. 7. Львів: Ліга-Прес, 2006: 86–91.*
15. **Проект організації території природного заповідника „Розточчя” та охорони його природних комплексів.** Львів: Державний комітет лісового господарства України. Українська державна проектна лісовпорядна експедиція, 2004. 240 с.
16. *Сорока М.І. Флора судинних рослин Українського Розточчя.* Львів: Препринт, 1998. 136 с.
17. *Трасс Х.Х. Анализ лишенофлоры Эстонии: Автореф. дис... д-ра биол. наук.: 094.* Тарту, 1968. 80 с.
18. *Трасс Х.Х. Биоиндикация состояния атмосферной среды городов. Экологические аспекты городских систем.* Минск: Наука і техника, 1984: 96–109.
19. *Asta J., Erhardt W., Ferretti M. et al. Mapping lichen diversity as an indicator of environmental quality. Monitoring with Lichens – Monitoring Lichens.* Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 2002: 273–279.
20. *Enns K. Assessment of the use of lichens as biomonitoring tools in the Athabasca Oil Sands Region.*
http://www.wbea.org/html/land/teemreports/2001-lichens_for_biomonitoring.pdf. 2001. 49 p.
21. *Kondratyuk S.Ya. Lichen indication mapping of air pollution in Ukraine. Uкр. Botan. Zhurnal, 1994; 51(2/3): 148–152.*
22. *Kondratyuk S.Ya., Popova L.P., Lackovičová A., Pišút I. A catalogue of Eastern Carpathian Lichens.* Kiev; Bratislava: М.Н. Kholodny Institute of Botany, 2003. 264 p.

23. *Kunze M.* Emittentenbezogene Flechtenkartierung auf Grund von Frequenzuntersuchungen. **Oecologia (Berlin)**, 1972; 9: 123–133.
24. *LeBlanc F., De Sloover J.* Relation between industrialization and the distribution and growth of epiphytic lichens and mosses in Montreal. **Can. J. Bot**, 1970; 48: 1485–1496.
25. *McCune B.* **Key to the lichen genera of the Pacific Northwest**. Corvallis: Oregon State University, 2004. 79 p.
26. Veränderungen des Bestandes an Flechten zur Ermittlung der Luftqualität. **Arbeitsmateriale 27: Handreichung zum Indikator**. Karlsruhe: Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg, 2005. 30 S.
27. *Wetmore C.* **Key to the lichens of Minnesota**. St. Paul, Minnesota: University of Minnesota, 2005. 92 p.

Одержано: 18.04.2008