

Ліхеноіндикація стану атмосферного повітря в місті Васильків Київської області

Ніна В. ШЕРШОВА

Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна
nina.s.kiev@gmail.com

Shershova N.V. **Lichen indication of air quality in Vasylykiv town (Kyiv Region).** Ukr. Bot. J., 2018, 75(2): 143–148.

M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine
2 Tereshchenkivska Str., Kyiv 01004, Ukraine

Abstract. As a result of the conducted survey, 39 species of epiphytic lichens were identified in the town of Vasylykiv (Kyiv Region) including 18 indicator species. Five of these lichen species are indicators of particulate (dust) and acid pollution, three species have high sensitivity and 10 species – medium sensitivity to air pollution. Indicators of dust and acid pollution were found on trees along highways, near industrial enterprises, in private housing. Distribution of indicators with high and medium sensitivity is confined to the remnants of oak forests and old abandoned apple orchards in the eastern part of the town. Medium-sensitive species were also found in a birch grove in the southern part of the town and on the trees in a cantonment in its northern part. In the central part of the town, lichen indicators with high and medium sensitivity have not been found. Based on the analysis of the obtained data, maps of lichen distribution were made. On the basis of calculation of the air purity index of LeBlanc and De Sloover, the town area has been subdivided into three isotoxic zones corresponding to different levels of pollution. The zone with an average level of pollution occupies about 25% of the entire territory of the town. The slightly polluted zone occupies about 60% of the town area. Uncontaminated sites occupy the least area (almost 20%) and are located on the outskirts. Our study shows that low values of the indices and, accordingly, the unsatisfactory state of atmospheric air in the first zone is due to the cumulative influence of several factors, among which the most important are rugged terrain, road and rail transport, as well as the lack of green areas in this part of the Vasylykiv urban settlement.

Keywords: air purity index, indicator species, fruticose lichens, foliose lichens, polluted zone, relatively clean zone, clean zone

Вступ

Постійне збільшення забруднення атмосферного повітря – одна з найважливіших екологічних проблем сьогодення, оскільки токсичні речовини, потрапляючи в людський організм, викликають різні захворювання (Pystun, Kochubeu, 2012).

З цієї причини все більш поширеними стають методи біоіндикації, серед яких найпопулярнішим є метод ліхеноіндикації (Hromakova, 2005; Kondratyuk, Martynenko, 2006; Kondratyuk, 2008; Shershova, 2016, 2017a, b). Він передбачає використання в якості індикаторів стану повітря різних груп лишайників, що мають неоднаковий ступінь чутливості до забруднення атмосферного повітря (Kondratyuk, 1999a). Цей метод дешевий у використанні та і надає можливість оцінити стан навколишнього середовища в ретроспективі (Kondratyuk, Virchenko, 1991; Kondratyuk, 2006; Шершова, 2017).

Починаючи з 2014 р. нами були розпочаті дослідження в малих містах та селищах міського типу (смт) Київської області (Shershova, 2016,

© Н.В. ШЕРШОВА, 2018

Shershova, 2017a, b). Були показані основні закономірності розподілу епіфітних індикаторних видів лишайників, складені списки видів епіфітних лишайників для кожного населеного пункту та карти їхнього поширення та проведено ліхеноіндикаційне зонування ізотоксичних зон.

Упродовж 2016–2017 рр. були проведені дослідження в місті Васильків Київської області. Місто розташоване на відстані 25 км на південь від Києва, його площа становить 29,6 кв. км. Станом на 01.01.2015 р. Васильків посідає сьоме місце серед малих міст Київської області за кількістю населення. Територією міста протікає кілька струмків, що впадають в р. Стугна, у центральній частині Василькова знаходяться два ставки. Рельєф території міста досить пересічений, велика частина міста знаходиться в долині Стугни. Клімат Василькова помірно континентальний, м'який, з достатнім зволоженням, м'якою зимою і теплим літом. Середня річна кількість опадів становить близько 550 мм, максимальна – влітку, переважають західні вітри (Likarchuk, 2001).

Територією міста проходять залізниця (на ній розташована залізнична станція Васильків-2), два

територіальних автомобільних шляхи (Васильків–Глеваха (Т-10-23) і Васильків–Княжичі–Лука–Гореничі (Т-10-38).

В місті Васильків сьогодні працює близько 15 підприємств. Більшість з них належать до харчової та легкої галузей промисловості (<https://vasilkov.flagma.ua/kompanii-k.html/>).

Матеріали та методи

Матеріалами для роботи слугували описи лишайникових угруповань на пробних ділянках і власні ліхенологічні збори, здійснені впродовж 2016–2017 рр. Всього на території міста було закладено 28 пробних ділянок, на яких за маршрутним методом досліджено близько 250 дерев різних видів та зроблено 28 описів. Для цього були обрані такі види дерев: *Tilia cordata* Mill., *Quercus robur* L., *Pinus sylvestris* L., *Malus domestica* Borkh., *Populus alba* L., *Acer platanoides* L., *Acer campestre* L., *Betula* sp., *Prunus domestica* L.

Вивчення лишайникового покриву відбувалося на прямостоячих, не затінених деревах, переважно з південного боку стовбура, від його основи до двох метрів над рівнем ґрунту (Hromakova, 2005).

У дослідженні використовували стандартну класифікацію індикаторних видів, яка запропонована для великих міст України (Kondratyuk, 2008). Частоту трапляння кожного виду визначали як відношення кількості дерев, де було виявлено даний вид, до загальної кількості всіх досліджених дерев на ділянці. Після обробки отриманих даних було виділено три класи частоти трапляння: до 10%; 10–30%; понад 30% (Shershova, 2016, 2017a, b).

Отримані результати статистично обробляли за допомогою програми Microsoft Excel 2010. Для складання карт і візуалізації просторового розміщення отриманих результатів був використаний повнофункціональний пакет 3D візуалізації карт і поверхневого моделювання Surfer 10. Фіксування GPS-координат відбувалося з використанням програми My GPS Coordinates 1.74.

Для кількісної оцінки забруднення повітря використовували класичний індекс чистоти повітря ЛеБлана і Де Слоовера (IAP) (Kondratyuk, 2008; Shershova, 2016, 2017a, b).

Результати та обговорення

У результаті проведених польових досліджень у місті Васильків виявлено 39 видів епіфітних лишайників. Серед них 18 видів є індикаторними

(5 видів лишайників – індикатори пилового й кислотного забруднення, 3 види з високою чутливістю до забруднення повітря, 10 – із середньою).

До індикаторів пилового і кислотного забруднення належать наступні види: *Lecanora conizaeoides* Nyl. ex Crombie, *L. hagenii* (Ach.) Ach., *Lepraria incana* (L.) Ach., *Phaeophyscia orbicularis* (Necker) Moberg і *Xanthoria parietina* (L.) Beltr. (рис. 1).

Lecanora conizaeoides належить до ацидофільних видів, цей лишайник характерний для сильно змінених внаслідок діяльності людини природних ландшафтів (Kondratyuk, Beznis, 1990). *Lecanora hagenii* – до групи індикаторів забруднення атмосфери пилом, як і *Phaeophyscia orbicularis*, і *Xanthoria parietina*. *Lepraria incana* – ацидофільний вид лишайника, який є звичайним для досить кислих субстратів (Kondratyuk, 2008).

Місцезнаходження *Lecanora conizaeoides* зафіксовано на північному сході міста, на деревах поблизу птахофабрики та траси Васильків–Глеваха. Знахідки *Phaeophyscia orbicularis* з високою й середньою частотою трапляння локалізуються переважно в насадженнях поблизу автомобільних шляхів та уздовж відрізка траси, яка проходить містом і характеризується високою інтенсивністю руху транспорту. *Lecanora hagenii* була знайдена на деревах-форофітах, що ростуть уздовж траси, на виїзді в напрямку Києва. Ще одне місцезнаходження цього лишайника також приурочено до насаджень поблизу автомобільного шляху (рис. 1). *Lepraria incana* має високу частоту трапляння в сосновому лісі неподалік від автомобільної траси на Київ, а також в південно-східній частині міста, в соснових насадженнях на межі приватного сектора і лісу. Крім того, цей лишайник був знайдений в змішаному листяному лісі на заході Василькова. *Xanthoria parietina* має високу та середню частоту трапляння на насадженнях в північно-східній частині, в районі хлібозаводу, в західній частині, де розташований масив приватного сектора, у військового містечка та уздовж автомобільної траси на сході міста (рис. 1).

Лишайники-індикатори з високою чутливістю до забруднення повітря (кущисті) у Василькові представлені всього трьома видами: *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach. і *Usnea hirta* (L.) Weber ex F.H. Wigg. (рис. 2).

Два з трьох видів кущистих лишайників (*Ramalina pollinaria* та *Usnea hirta*) траплялись

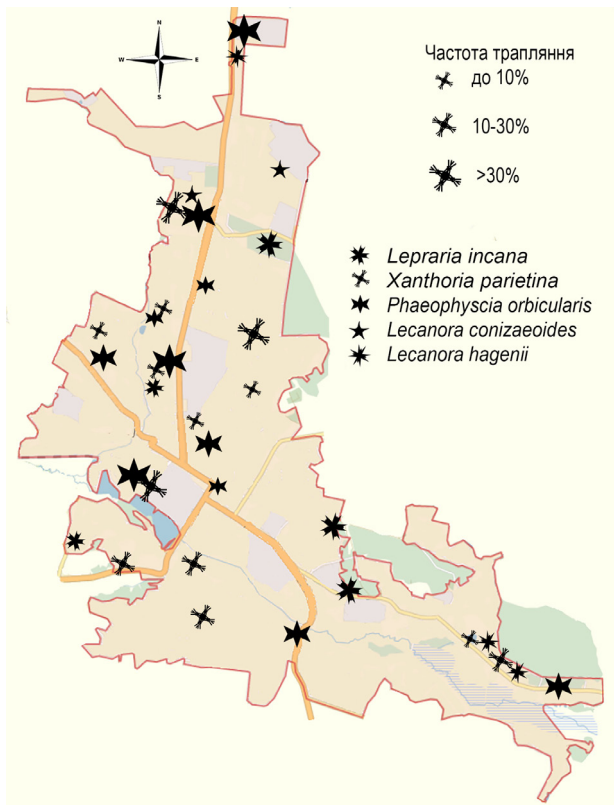


Рис. 1. Поширення видів-індикаторів кислотного й пилового забруднення в місті Васильків

Fig. 1. Distribution of indicator species which indicate acidic and dust pollution in Vasylykiv town

тільки на ділянках, розташованих у залишках діброви посеред масиву приватного сектора в східній частині міста. Там само спостерігаються досить високе проективне покриття і частота трапляння третього виду – *Evernia prunastri*. Цей вид лишайника досить часто траплявся в старих занедбаних колгоспних яблуневих садах на північній частині міста, менше – в березовому гаю на невеликій височині в західній його частині.

Листуваті лишайники із середньою чутливістю представлені значно більшою кількістю видів (рис. 3). До них входять наступні види: *Flavoparmelia caperata* (L.) Ach., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav., *Melanelixia subaurifera* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch, *M. glabra* (Schaer.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch., *Melanohalea exasperatula* (Nyl.) O. Blanco, A. Crespo, Divakar, Essl., D. Hawksw. & Lumbsch, *M. glabrata* (Lamy) Essl., *Parmelia sulcata* Taylor, *Parmelina tiliacea*

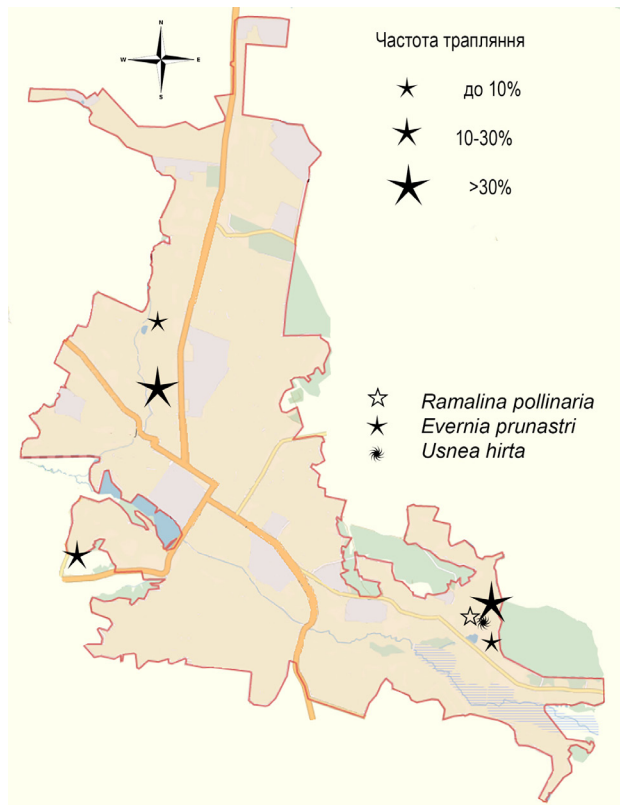


Рис. 2. Поширення кушистих лишайників-індикаторів з високою чутливістю до забруднення повітря в місті Васильків

Fig. 2. Distribution of highly sensitive fruticose lichen indicator species in Vasylykiv town

(Hoffm.) Hale, *Pleurosticta acetabulum* (Neck.) Elix & Lumbsch.

Найбільш поширеними ці види лишайників виявилися на трьох основних ділянках Василькова. Це вже згадані вище залишки діброви в східній частині міста, старі яблуневі сади та насадження берези (*Betula* sp.). Також листуваті лишайники були знайдені в північно-західній частині міста, зокрема, у військовому містечку, у насадженнях на виїзді з міста в напрямку Києва. В центральній частині міста, що знаходиться в долині р. Стугна, ці лишайники не були знайдені.

У результаті обробки отриманих результатів та розрахунків індексу чистоти повітря ЛеБлана і Де Слоовера в місті Васильків було виявлено три ліхеноіндикаційні зони, які значною мірою корелюють з даними поширення лишайників-індикаторів (рис. 4).

Середньозабруднена ліхеноіндикаційна зона займає площу приблизно 7,4 кв. км, тобто 25%

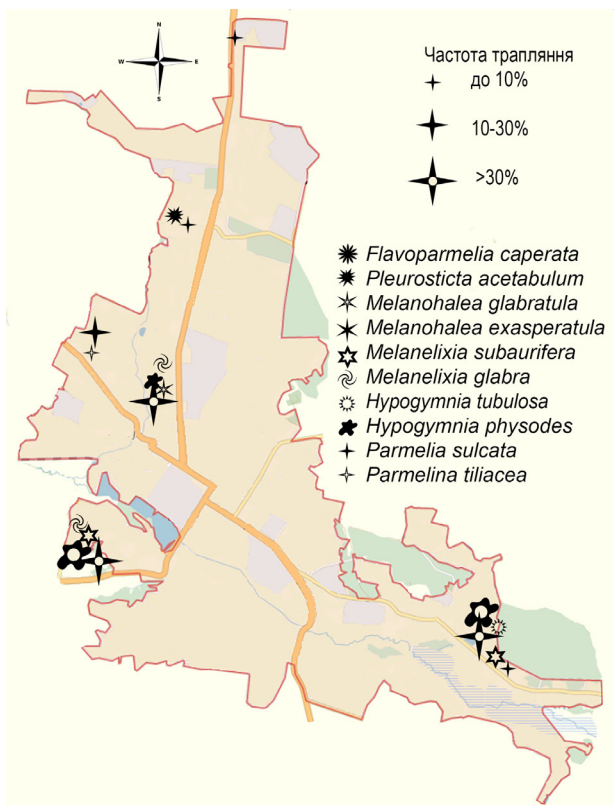


Рис. 3. Поширення листуватих лишайників із середньою чутливістю до забруднення атмосферного повітря в місті Васильків

Fig. 3. Distribution of moderately sensitive foliose lichen indicator species in Vasylykiv town

усієї території Василькова. Значна її частина знаходиться в долині р. Стугна, а саме в центральній і частково південній частинах міста, через які проходить кілька автомобільних шляхів з різною інтенсивністю руху транспорту. Крім того, в межах цієї зони містяться основні промислові підприємства міста.

У межах цієї зони не були знайдені лишайники-індикатори із середньою і високою чутливістю, але тут зафіксовані лишайники-індикатори пилового забруднення атмосфери. Так, на пробних ділянках насаджень уздовж траси Т-10-23 неодноразово був виявлений *Phaeophyscia orbicularis* з частотою трапляння близько 30%. Можна припустити, що одним з основних джерел забруднення на цих ділянках є автомобільний транспорт, що негативно впливає на стан атмосферного повітря (Lozhkin, 2003). Забруднене повітря застоюється в частині міста, що знаходиться в долині річки, тому частота трапляння індикатора забруднення повітря пилом тут досить висока. Той самий

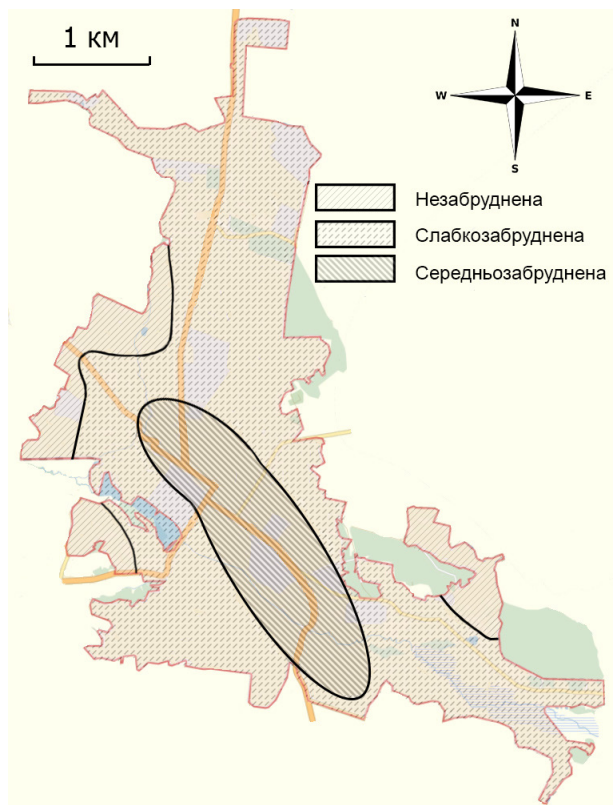


Рис. 4. Зони різних рівнів забруднення повітря в місті Васильків на основі індексу чистоти повітря ЛеБлана і Де Слоовера (ІЧП)

Fig. 4. Zones of different levels of air pollution in Vasylykiv town based on index of atmospheric purity by LeBlanc & De Sloover (IAP)

індикатор був знайдений і поруч, в частині міста, де розташовуються найбільші промислові підприємства Василькова.

На пробних ділянках поблизу промислових підприємств був знайдений вид-індикатор забруднення пилом *Xanthoria parietina* з частотою трапляння вище 30%. У насадженнях на пробних ділянках уздовж автомобільного шляху частота його трапляння становить до 10%.

Слабкозабруднена зона займає площу приблизно 60% території міста. В її межах розташований великий масив приватного сектора, багатоквартирні будинки та кілька невеликих промислових підприємств. Цю зону перетинає залізнична гілка, що веде на ст. Здоровка і Васильків-1, а також кілька автомобільних шляхів.

Тут присутні не тільки лишайники-індикатори пилового й кислотного забруднення, а й види з високою і середньою чутливістю до забруднення атмосфери. Так, у старих яблуневих садах представлена *Evernia prunastri* з частотою трапляння

понад 30%. Серед листоватих лишайників тут трапляються *Hypogymnia physodes*, *Melanelixia glabra*, *Melanohalea glabratula* і *Parmelia sulcata*.

Незабруднена ліхеноіндикаційна зона найменша – близько 20% території всього міста. Ділянки цієї зони розташовуються на окраїнах Василькова в його північно-західній і південно-східній частинах.

Найбільші за площею ділянки знаходяться на північному заході і в південно-східній частині міста на невеликих пагорбах, де циркуляція атмосферного повітря краще, ніж у центрі міста. Ймовірно, це є основною причиною того, що тут повітря відносно чисте.

У цій зоні спостерігається найменша кількість лишайників-індикаторів пилового забруднення. На межі міста були зроблені поодинокі знахідки *Lecanora hagenii* і знахідки *Xanthoria parietina* в невеликій кількості. Разом із тим, порівняно з іншими зонами, тут налічується найбільша кількість індикаторів, чутливих до забруднення атмосферного повітря. Основна кількість всіх індикаторів з високою чутливістю зосереджена на ділянці в південно-східній частині міста. Більшість листоватих лишайників-індикаторів з середньою чутливістю зосереджені на південному сході й південному заході, за винятком локації слабкозабрудненої зони, що розташована в старих яблуневих садах. Там були зроблені знахідки одного виду куцистих лишайників і чотирьох видів листоватих.

Висновки

Результати проведеного дослідження показали, що найбільш забруднені ділянки в місті Васильків розташовані в долині р. Стугна в центрі міста. Основна частина Василькова віднесена до слабкозабрудненої зони, а незабруднена зона виявлена лише на околицях.

На нашу думку, низькі значення індексів і відповідно незадовільний стан атмосферного повітря в цій частині міста пояснюються кумулятивним впливом відразу декількох факторів. Серед них на першому місці – складний рельєф міста, на другому – вплив автомобільного та залізничного транспорту, і, нарешті, недостатня кількість зелених масивів, які могли б частково компенсувати забруднення атмосфери.

Подяка

Автор висловлює подяку доктору біологічних наук, професору С.Я. Кондратюку (Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного) за допомогу в підготовці статті.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- Hromakova A.V. *Lishayniki: metodicheskie rekomendatsii po spetskursu Likhologiiya dlya studentov biologicheskogo fakulteta*. Kharkov: Izd-vo Khark. nats. univ., 2005, 36 pp. [Громакова А.В. *Лишайники: методические рекомендации по спецкурсу "Лихология" для студентов биологического факультета*. Харьков: Изд-во Харьк. нац. ун-та, 2005, 35 с.].
- Kondratyuk S.Y., Beznis N.H. *Ukr. Bot. J.*, 1990, 47(1): 33–35. [Кондратюк С.Я., Безніс Н.Г. Особливості поширення токсикотолерантного лишайника *Lecanora conizaeoides* на Україні. *Укр. бот. журн.*, 1990, 47(1): 33–35].
- Kondratyuk S.Y., Virchenko V.M. *Otsinka antropogennoi porushenosti fitotsenoziv zelenykh zon mist za dopomohoyu lyshaynykiv ta mokhiv*. Lviv, 1991, 131 pp. [Кондратюк С.Я., Вірченко В.М. *Оцінка антропогенної порушеності фітоценозів зелених зон міст за допомогою лишайників та мохів*. Львів, 1991, 135 с.].
- Kondratyuk S.Y. *Indykatsiya stanu navkolishnogo sereдовища Ukrainy za dopomohoyu lyshaynykiv*. Kyiv: Naukova Dumka, 2008, 336 pp. [Кондратюк С.Я. *Індикація стану навколишнього середовища України за допомогою лишайників*. Київ: Наук. думка, 2008, 336 с.].
- Kondratyuk S.Y., Martynenko V.H. *Likhenoindykatsiya*. Kirovohrad: TOV Kod, 2006, 260 pp. [Кондратюк С.Я., Мартиненко В.Г. *Ліхеноіндикація*. Кіровоград: ТОВ "Код", 2006, 260 с.].
- Likarchuk I.L. *Kyivschinoznavstvo: posibnyk dlya vchytelya*. Kyiv: Yeshke O.M., 2001, 295 pp. [Лікарчук І.Л. *Київщинаознавство: посіб. для вчителя*. Київ: Ешке О.М., 2001, 295 с.].
- Lozhkin V.N. *Avtomobilnyi transport kak istochnik zahryazneniya okruzhayushchey pryrodnoy sredy*. St. Petersburg: Azbuka, 2003, 307 pp. [Ложкин В.Н. *Автомобильный транспорт как источник загрязнения окружающей природной среды*. СПб.: Азбука, 2003, 307 с.].
- Pystun Y.P., Kochubey V.P. *Bezpeka zhyttyediyalnosti*. Sumy: Universytet. knyha, 2012, 575 pp. [Пистун И.П., Кочубей В.П. *Безопасность жизнедеятельности*. Сумы: Университет. книга, 2012, 575 с.].
- Shershova N.V. *Ukr. Bot. J.*, 2016, 73(1): 56–60. [Шершова Н.В. Поширення чутливих до стану атмосферного повітря лишайників в малих містах Київської області. *Укр. бот. журн.*, 2016, 73(1): 56–60.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj73.01.056>.
- Shershova N.V. *Ukr. Bot. J.*, 2017a, 74(2): 148–153. [Шершова Н.В. Ліхеноіндикація стану атмосферного повітря у смт Гостомель Київської області. *Укр. бот. журн.*, 2017a, 74(2): 148–153.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.02.148>.
- Shershova N.V. *Ukr. Bot. J.*, 2017b, 74(5): 435–441. [Шершова Н.В. Ліхеноіндикація стану атмосферного повітря у м. Фастів Київської області. *Укр. бот. журн.*, 2017b, 74(5): 435–441.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj74.05.435>.

Рекомендує до друку
О.Є. Ходосовцев

Надійшла 22.01.2018

Шершова Н.В. Ліхеноіндикація стану атмосферного повітря в місті Васильків Київської області. Укр. бот. журн., 2018, 75(2): 143–148.

Институт ботаники ім. М.Г. Холодного НАН України
вул. Терещенківська, 2, Київ 01004, Україна

У ході проведених досліджень в місті Васильків (Київська обл.) було виявлено 39 видів епіфітних лишайників, серед яких 18 індикаторних видів. З них 5 видів лишайників є індикаторами пилового й кислотного забруднення, 3 види мають високу чутливість до забруднення атмосферного повітря, 10 – середню. Поширення індикаторів пилового й кислотного забруднення зафіксовано у насадженнях уздовж автомобільних шляхів, поблизу промислових підприємств, масивів приватного сектора. Поширення індикаторів з високою чутливістю приурочено до залишків діброви посеред приватного сектора та до старих занедбаних яблуневих садів у східній частині міста; із середньою чутливістю – до тієї ж діброви і садів, до насадження з берези в південній частині міста і до насаджень у військовому містечку в північній частині міста. В центральній частині міста лишайники-індикатори з високою та середньою чутливістю знайдені не були. На підставі аналізу отриманих даних були складені карти поширення лишайників-індикаторів. На основі розрахунку індексу чистоти повітря ЛеБлана і Де Слоовера на території міста були виділені три ізотоксичні зони, що відповідають різним рівням забруднення. Зона із середнім рівнем забруднення займає близько 25% всієї території міста, слабкозабруднена – 60%, незабруднена – 20%, остання розташовується по околицях міста. На основі наших досліджень вважаємо, що на низькі значення індексів і, відповідно, незадовільний стан атмосферного повітря в першій зоні впливають відразу декілька факторів. Серед них основне місце займає складний рельєф, вплив автомобільного та залізничного транспорту, а також недостатня кількість зелених масивів і насаджень у цій частині міста.

Ключові слова: індекс чистоти повітря, індикаторні види, куцисті лишайники, листувати лишайники, зони забруднення, відносно чиста зона, чиста зона

Шершова Н.В. Лихеноиндикация состояния атмосферного воздуха в городе Васильков Киевской области. Укр. Бот. Ж., 2018, 75(2): 143–148.

Институт ботаники им. Н.Г. Холодного НАН Украины
ул. Терещенковская, 2, Киев 01004, Украина

В ходе проведенных исследований в городе Васильков (Киевская обл.) было выявлено 39 видов эпифитных лишайников, из которых 18 являются индикаторными. Из них 5 видов лишайников являются индикаторами пылевого и кислотного загрязнения, 3 вида имеют высокую чувствительность к загрязнению атмосферного воздуха, 10 видов – среднюю. Распространение индикаторов пылевого и кислотного загрязнения приурочено к насаждениям вдоль автомобильных дорог, промышленных предприятий, массивам частного сектора. Распространение индикаторов с высокой чувствительностью приурочено к остаткам дубравы посреди частного сектора и старым заброшенным яблоневым садам в восточной части города, со средней – к той же дубраве и садам, а также к насаждениям из березы в южной части города и насаждениям в военном городке в северной части города. В центральной части города лишайники-индикаторы с высокой и средней чувствительностью не были найдены. На основании анализа полученных данных были составлены карты их распространения. С помощью расчетов индекса чистоты воздуха ЛеБлана и Де Слоовера на территории города были выделены три изотоксические зоны, соответствующие разным уровням загрязнения. Зона со средним уровнем загрязнения занимает около 25% всей территории города, слабозагрязненная – большую ее часть – около 60%, незагрязненные участки – почти 20%, последние располагаются на окраинах. На основе наших исследований считаем, что на низкие значения индексов и, соответственно, неудовлетворительное состояние атмосферного воздуха в первой зоне влияют сразу нескольких факторов. Из них основное место занимают сложный рельеф, влияние автомобильного и железнодорожного транспорта, а также недостаточное количество зеленых массивов и насаждений в этой части города.

Ключевые слова: индекс чистоты воздуха, индикаторные виды, куцистые лишайники, листоватые лишайники, зона загрязнения, относительно чистая зона, чистая зона