

Л.В. ДИМИТРОВА

Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна
пл. Свободи, 4, м. Харків, 61077, Україна
lestes-virens@mail.ru

ЛІХЕНОІНДИКАЦІЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ м. ПОЛТАВИ

*Ключові слова: ліхеноіндикація, епіфітні лишайники,
Полтава, атмосферне забруднення*

Вступ

Останніми десятиліттями у зв'язку зі зростаючим навантаженням на природне середовище значно підвищується інтерес до моніторингових досліджень. Лишайники досить чутливі до екологічного стресу, насамперед такого, що супроводжується атмосферним забрудненням, евтрофікацією чи змінами клімату [10, 12, 15]. Саме особливості будови та способу живлення цих організмів дають змогу широко використовувати їх як індикатори стану навколишнього середовища. Важливість вивчення біорізноманітності лишайників висвітлена у праці С. Кієлагі та П.Л. Німіса, що показали чіткий взаємозв'язок між поширенням лишайників та смертністю від раку легень у північно-східній Італії [11]. В Україні ліхеноіндикаційні дослідження ступеня забрудненості атмосферного повітря були проведені у Львові [3], Тернополі, Луцьку, Рівному, Івано-Франківську [4, 13], Чернігові [2], Херсоні [9], Кременчуку [7], Харкові [5].

Матеріали та методика досліджень

Полтава — один із обласних центрів України, розташований у Придніпровській западині. Територія міста являє собою слабдорозчленовану ярами та балками некруто похилу до Дніпра рівнину. Клімат міста помірно континентальний. Середня річна температура повітря становить +6,5 °С. Протягом року в середньому випадає до 485 мм опадів (найвищий добовий максимум — 178 мм). У холодний період переважають вітри східного та південно-східного напрямків, у теплий — північно-західні вітри.

Полтава — центр Полтавського промислового вузла. Понад чверть промислової продукції області виробляють 133 підприємства, розташовані на території міста. Галузями спеціалізації промислового комплексу Полтави є машинобудування та металообробка (заводи — турбомеханічний, газорозрядних ламп, тепловозоремонтний, «Електромотор», штучних алмазів та алмазного інструменту, автоагрегатний, хімічного машинобудування), хімічна (фабрика «Хімпластмас»), легка (бавовнопрядильний комбінат, швейна, трикотажна, взуттєва фабрики) і харчова (м'ясокомбінат, олійноекстракційний завод, хлібозаводи, кондитерська фабрика) індустрії. Серед інших галузей важливим є виробництво будматеріалів [8].

© Л.В. ДИМИТРОВА, 2008

Матеріал збирали маршрутним методом упродовж 2003—2005 рр. Територію Полтави поділено на квадрати розміром 1 км², у кожному з них вивчали всі види добре освітлених, поодиноких дерев у вуличних насадженнях, парках, скверах, а також заліснених масивах околиць міста. Ретельніше лишайниковий покрив досліджували на території 10 парків: ім. І. Котляревського, ім. Ленінського комсомолу, воїнів-інтернаціоналістів, Незалежності, Сонячного, Перемоги, Прирічного, Корпусного Саду, лісового масиву «Гришків Ліс» і Полтавського парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва.

Під час збору матеріалу основну увагу зосереджували на епіфітних лишайниках, оскільки вони є чутливішими до атмосферного забруднення, ніж епілітні чи епігеїні види. Серед обстежених 23 деревних порід основними є *Acer platanoides* L., *Populus tremula* L., *P. nigra* L., *Tilia cordata* Mill., *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth., *Fraxinus excelsior* L., *Aesculus hippocastanum* L., *Ulmus glabra* Huds. Лишайники описували при основі форофіту (до 0,5 м) та в середній частині стовбура (до 2,0 м від поверхні ґрунту).

Для кількісної оцінки ступеня забруднення атмосферного повітря міста використано індекс чистоти повітря (ІЧП) Де Слувера та Ле Блана в модифікованому варіанті [13]:

$$ІЧП = \sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{10} \sum_{j=1}^m \frac{a_{ij} \cdot b_{ij}}{m},$$

де Q_i — екологічний індекс кожного виду лишайників, тобто середня кількість видів лишайників, виявлених поряд з даним видом на всіх досліджених ділянках, a_{ij} та b_{ij} — відповідають індексам проективного покриття та частоти трапляння епіфітних лишайників «j» класу, m — число класів покриття «i» виду, n — кількість видів у даній точці опису.

Результати досліджень та їх обговорення

У результаті досліджень виявлено 49 видів епіфітних лишайників, що належать до 21 роду 9 родин та групи *Lichenes imperfecti* (таблиця). Лишайники парків і лісових масивів порівняно з виявленими у вуличних насадженнях мають вищі показники видової різноманітності та проективного покриття. Винятком є лише накипні види *Lecanora hagenii*, *Candelariella vitellina*, *Xanthoria polycarpa*, проективне покриття яких на деревах уздовж автомобільних шляхів вище, ніж у парках міста. Причиною цього може бути їх толерантність до пилового забруднення [1, 9]. Особливістю епіфітів, що ростуть у вуличних насадженнях, є також їх відсутність у нижній частині форофітів, бо саме цю частину стовбура дерев щороку білять.

Видовий склад лишайників у різних парках міста неоднаковий. Залежно від кількості видів, виявлених на їх території, всі парки можна умовно віднести до трьох груп. До першої — Корпусний Сад (13 видів), ім. І. Котляревського (11), ім. Ленінського комсомолу (10), Незалежності (10), Сонячний (9),

Розподіл видів лишайників за ізотоксичними ліхеноіндикаційними зонами у межах м. Полтави

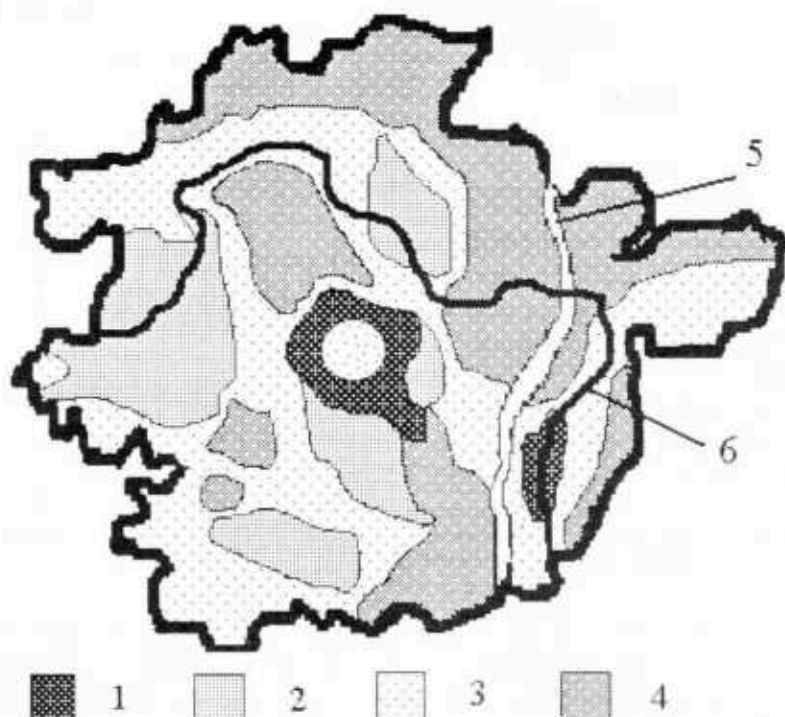
Вид	Ліхеноіндикаційні зони			
	1	2	3	4
<i>Amandinea punctata</i> (Hoffm.) Coppins & Scheid.	-	+	+	+
<i>Arthopyrenia punctiformis</i> (Pers.) A. Massal.	-	+	-	-
<i>Bryoria capillaris</i> (Ach.) Brodo & D. Hawksw.	-	-	-	+
<i>Caloplaca holocarpa</i> (Hoffm. ex Ach.) Wade	-	+	-	-
<i>Candelariella aurella</i> (Hoffm.) Zahlbr.	-	-	+	+
<i>C. virellina</i> (Hoffm.) Müll. Arg.	-	-	+	+
<i>C. xanthostigma</i> (Ach.) Lettau	-	+	+	+
<i>Cladonia coniocraea</i> (Flörke) Vainio	-	-	-	+
<i>C. fimbriata</i> (L.) Fr.	-	-	-	+
<i>C. rei</i> Schaer.	-	-	-	+
<i>Evernia mesomorpha</i> Nyl.	-	-	-	+
<i>E. prunastri</i> (L.) Ach.	-	-	+	+
<i>Hypocenomyce scalaris</i> (Ach. ex. Lilj.) Choisy	-	-	-	+
<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.	-	-	+	+
<i>Lecania naegeli</i> (Hepp) Zahlbr.	-	-	-	+
<i>Lecanora allophana</i> Nyl.	-	-	+	-
<i>L. carpinea</i> (L.) Vainio	-	-	-	+
<i>L. conizaeoides</i> Nyl. ex Crombie	+	-	-	-
<i>L. hagenii</i> (Ach.) Ach.	+	+	+	+
<i>L. leptyroides</i> (Nyl.) Degel.	-	-	-	+
<i>L. piniperda</i> Körber	-	-	-	+
<i>L. saligna</i> (Schröd.) Zahlbr.	-	-	+	+
<i>L. sambuci</i> (Pers.) Nyl.	-	-	-	+
<i>L. umbrina</i> (Ach.) A. Massal.	-	-	+	-
<i>Lecidella elaeochroma</i> (Ach.) Choisy	-	-	-	+
<i>Lepraria incana</i> (L.) Ach.	-	-	-	+
<i>Melanelia exasperata</i> (De Not.) Essl.	-	-	-	+
<i>M. exasperatula</i> (Nyl.) Essl.	-	-	-	+
<i>M. glabratula</i> ssp. <i>glabratula</i> (Lamy) Essl.	-	-	-	+
<i>Parmelia sulcata</i> Taylor	-	-	+	+
<i>Parmelina quercina</i> (Willd.) Hale	-	-	-	+
<i>Phaeophyscia nigricans</i> (Flörke) Moberg	-	+	+	+
<i>Ph. orbicularis</i> (Neck.) Moberg	+	+	+	+
<i>Physcia adscendens</i> (Fr.) H. Olivier	+	+	+	+
<i>Ph. aipolia</i> (Ehrh. ex Humb.) Furnr.	-	-	+	+
<i>Ph. stellaris</i> (L.) Nyl.	-	+	+	+
<i>Ph. tenella</i> (Scop.) DC.	-	-	+	+
<i>Physconia detera</i> (Nyl.) Poelt	-	+	+	+
<i>Ph. grisea</i> (Lam.) Poelt	-	-	-	+
<i>Pleurosticta acetabulum</i> (Neck.) Elix & Lumbsch	-	-	+	+

Вид	Ліхеноіндикаційні зони			
	1	2	3	4
<i>Rinodina pyrina</i> (Ach.) Arnold	-	-	-	+
<i>R. sophodes</i> (Ach.) A. Massal.	-	-	-	+
<i>Scoliciosporum chlorococcum</i> (Stenh.) Vězda	+	+	+	-
<i>Strangospora pinicola</i> (A. Massal.) Körber	-	-	-	+
<i>Usnea hirta</i> (L.) F.C. Weber ex F.H. Wigg.	-	-	-	+
<i>Vulpicida pinastri</i> (Scop.) J.-E. Matsson & M.- J. Lai	-	-	-	+
<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Th. Fr.	+	+	+	+
<i>X. polycarpa</i> (Hoffm.) Rieber	-	+	+	+
<i>X. ucrainica</i> S. Kondr.	-	-	+	+

Примітка. Ізотоксичні ліхеноіндикаційні зони: 1 — дуже забруднена, 2 — середньозабруднена, 3 — слабозабруднена, 4 — не забруднена.

де налічується від 9 до 13 видів. Для них характерне однакове співвідношення накипних та листуватих форм, представлених широко розповсюдженими на території міста видами (*Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Xanthoria parietina*, *Amandinea punctata*), а також відсутність кушистих лишайників. У парках другої групи — лісовий масив «Гришків Ліс» (19), Прирічний (17), Перемоги, воїнів-інтернаціоналістів (по 15) — збільшується число листуватих (11) та накипних (9) життєвих форм. Окремо слід відзначити появу кушистих лишайників — *Evernia prunastri* на стовбурах дерев і деяких видів роду *Cladonia* P. Browne (*C. coniocraea*, *C. rei*, *C. fimbriata*), виявлених у лісовому масиві «Гришків Ліс» на мохах та при основі стовбурів дуба, а також у Прирічному парку на піщаному ґрунті по схилах берегів р. Ворскли. В окрему групу виділяємо Полтавський парк-пам'ятку садово-паркового мистецтва, в якому знайдено найбільшу кількість видів лишайників — 37. Найцікавішими є знахідки *Evernia mesomorpha*, *Vulpicida pinastri*, *Usnea hirta*, *Strangospora pinicola*. На корі берези ми зафіксували цікавий вид *Bryoria capillaris*, який вказується для території Лівобережного Лісостепу (Харківська обл.) лише на початку ХХ століття [6]. Крім того, саме на території цього парку трапляється листуватий лишайник *Xanthoria ucrainica*, недавно описаний як новий для науки [14], тому його поширення в Україні потребує подальшого вивчення.

Низьку видову різноманітність лишайників у парках першої групи можна пояснити кількома причинами. Одноманітність деревних порід (переважно це клен, липа, каштан) зумовлює і одноманітність лишайникового покриву, адже, як відомо, видовий склад епіфітів залежить від породи дерева, а саме від фізичних та хімічних особливостей його кори. До того ж ці парки розташовані у центральній частині міста, поблизу численних автомобільних шляхів, що призводить до зникнення чутливих до забруднення атмосферного повітря видів,



Ізотоксичні лишайникові зони на території міста Полтави, визначені за індексом чистоти повітря (ІЧП): 1— дуже забруднена зона; 2— середньозабруднена зона; 3— слабозабруднена зона; 4— незабруднена зона; 5— р. Ворскла; 6— залізниця

Isotoxic lichen indication zones on territory of Poltava town according to a Index of Atmospheric Purity (IAP): 1— zone of heavy air pollution; 2— zone of moderate air pollution; 3— zone of light air pollution; 4— zone of unpolluted air; 5— r. Vorskla, 6— railway

передусім кушстих форм. Вищі показники видової різноманітності лишайників у парках другої групи пояснюються наявністю різних форофітів (крім клена та липи, з'являються дуб, ясен, тополя, осика), а також вищою вологістю повітря порівняно з парками центральної частини міста. Усі парки, за винятком парку воїнів-інтернаціоналістів, розташовані поблизу водойм (р. Ворскла, міські ставки). Різноманітність деревних порід, а також віддаленість від центральної частини міста зумовлюють високу видову різноманітність лишайників Полтавського парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва.

На підставі отриманих при ліхеноіндикаційному картуванні даних з використанням індексу чистоти повітря (ІЧП) складено карту та виділено чотири ізотоксичні зони (рисунок).

1. **Дуже забруднена зона (ІЧП 0–5)** складається з двох майже однакових за розмірами осередків. Перший локалізований навколо залізничного вузла Полтава-Південна і витягнутий з півночі на південь у напрямку Харківського шосе. Другий осередок знаходиться в центральній частині міста. Він простягається з північного заходу на південний схід між вулицями Сінною та

Фрунзе, поступово звужуючись уздовж вулиці Леніна, і збігається з межами історико-архітектурної зони центра міста. Проте територія Корпусного Саду не належить до цього осередку, а є слабозабрудненою ділянкою.

Найнижче значення ІЧП (3,17) — у районі станції Полтава-Південна, а також поблизу ринку та автостанції на вулиці Новий базар (ІЧП 4,73—4,91). У цій зоні виявлені токсикотолерантні накипні види *Lecanora conizaeoides*, *L. hagenii*, *Scoliciosporum chlorococcum* із проєктивним покриттям 1 % та поодинокі слані листуватих лишайників *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*, *Xanthoria parietina*. Усі види належать до групи стійких до атмосферного забруднення повітря [4, 9].

Висока забрудненість у центральній частині міста спричинена добре розвинутою системою автомагістралей та, відповідно, значними обсягами викидів автомобільного транспорту. Протяжність ділянки з північного заходу на південний схід чітко корелює з пануючими у теплу пору року північно-західними вітрами. Зона, розташована в районі залізничного вузла, формувалась під впливом викидів як авто, так і залізничного транспорту. Це певною мірою підтверджується видовженістю західної частини ділянки уздовж залізничного полотна.

2. **Середньозабруднена зона (ІЧП 5—10)** на території міста представлена п'ятьма локалітетами. Найбільша за площею ділянка знаходиться у його західній частині. Ще один локалітет сформувався вздовж вулиць Київське та Харківське шосе й охоплює значну ділянку нежитлової забудови між вулицями Фрунзе та Кагамлика. Два видовжені осередки на сході та заході прилягають до центральної частини дуже забрудненої зони. Окремий незначний локалітет тягнеться вздовж залізничного полотна між селищами Яківці та Дальні Яківці.

У даній зоні, крім стійких до забруднення, трапляються і середньочутливі види лишайників — *Xanthoria polycarpa*, *Physcia stellaris*, *Phaeophyscia nigricans*, *Amandinea punctata*, *Candelariella xanthostigma*. Їх проєктивне покриття здебільшого становить 1 %, тимчасом як у деяких листуватих лишайників із групи стійких до атмосферного забруднення (*Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia adscendens*) воно досягає 20—50 %.

Найбільші за розмірами локалітети середньозабрудненої зони належать до території нежитлових забудов, переважно відведених під гаражі. Тому ці осередки формувалися під впливом викидів автомобільного транспорту. З викидами заводу медичного скла, «Електромотор» та заводу штучних алмазів і алмазного інструменту пов'язано виникнення забрудненої ділянки вздовж вулиці Харківське шосе. Найбільший локалітет середньозабрудненої зони утворився поблизу фабрики «Полтавахімаш», автоагрегатного, турбомеханічного заводів та заводу газорозрядних ламп, а також залізничного вузла Полтава-Київська. Крім того, ІЧП знижується за рахунок недостатньої кількості форофітів.

3. **Слабозабруднена зона (ІЧП 10—15)** займає основну частину міста. Для неї характерні види, що трапляються у двох перших зонах. Крім того, тут з'яв-

ляються *Hypogymnia physodes*, *Parmelia sulcata*, *Physcia tenella*, *Pleurosticta acetabulum*, *Evernia prunastri*. Проективне покриття виявлених видів становить 1–20 %, а проективне покриття лишайників, відзначених і в перших двох зонах, значно зростає (20–50 і навіть 50–100 % для деяких листуватих видів). Формування цієї зони пов'язано із заасфальтованістю території та великим скупченням кам'яних будівель, що спричинює підвищену сухість повітря [9]. А це, в свою чергу, негативно впливає на лишайникові угруповання.

4. Незабруднена зона (ІЧП 15 та більше) розташована у північній, північно-східній та східній частинах міста, а також окремими осередками трапляється по всій його території. Чотири локалітети виявлені в міських парках, зокрема Полтавському парку-пам'ятці садово-паркового мистецтва, Перемоги, ім. Ленінського комсомолу, воїнів-інтернаціоналістів та на лісовому масиві «Гришків Ліс». У цій зоні спостерігається найвища видова різноманітність лишайників за участю видів, чутливих до атмосферного забруднення: *Lecanora leptyroides*, *Lecania naegeli*, *Vulpicida pinastri*, *Melanelia glabratula* ssp. *glabratula*, *M. exasperata*, *M. exasperatula*, *Evernia mesomorpha*, *Usnea hirta*, *Bryoria capillaris*. Найбільша кількість індикаторних видів (10) відзначається на території Полтавського парку-пам'ятки садово-паркового мистецтва, для якого характерне найвище значення ІЧП – 29,29. Значна ділянка незабрудненої зони приурочена до фруктових садів у східній частині міста. Проте показник видової різноманітності лишайників плодкових дерев невисокий, а тому значення ІЧП (15,53–16,78) тут набагато нижчі, ніж на інших ділянках цієї зони.

Таким чином, територія Полтави загалом є середньозабрудненою. Найбільш забруднені ділянки виявлено біля залізничних вузлів, скупчення автомобільних шляхів, а також деяких підприємств. Незабруднені райони репрезентують тільки лісові масиви та парки, що зберігають певні риси природних екотопів.

1. Журавлева С.Е. Эпифитные сообщества лишайников как индикаторы изменения окружающей среды // Мат-лы Всерос. конф. «Природная и антропогенная динамика наземных экосистем» (11–15 октября 2005 г.). — Иркутск, 2005. — С. 409–412.
2. Зеленко С.Д. Ліхеноіндикаційна оцінка забрудненості повітря м. Чернігова // Укр. ботан. журн. — 1999. — 56, № 1. — С. 64–67.
3. Кондратюк С.Я., Кучерявий В.О., Крамарець В.О. та ін. Ліхеноіндикаційне забруднення повітря у м. Львові // Укр. ботан. журн. — 1991. — 48, № 2. — С. 72–76.
4. Кондратюк С.Я., Кучерявий В.О., Крамарець В.О. Порівняльне ліхеноіндикаційне картування міст України // Укр. ботан. журн. — 1993. — 50, № 4. — С. 74–83.
5. Кривко О.М. Ліхеноіндикаційне картирування г. Харькова // Тез. VI Мол. конф. ботаників в Санкт-Петербурзі (12–16 мая 1997 г.). — С.-Пб., 1997. — С. 27.
6. Михайловский В.С. Результаты лихенологических наблюдений в пределах Харьковского округа // Науч. зап. Харьков. науч.-исслед. кафедры ботаники. — 1927. — 1. — С. 89–112.
7. Некрасенко Л.А., Байрак О.М. Аналіз ліхеноіндикаційного картування м. Кременчук // Укр. ботан. журн. — 2002. — 59, № 3. — С. 278–284.
8. Полтавська область: природа, населення, господарство / За ред. К.О. Маца. — Полтава: Полтавський літератор, 1998. — 336 с.
9. Ходосовцев А.Е. Лихеноиндикационная оценка // Константы. — 1995. — № 2. — С. 52–60.

10. *European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress* / Prep. by Asta J. et al. — 2002. — Procedure of access: <http://www.thebls.org.uk/>.
11. *Cislaghi C., Nimis P.L.* Lichens, air pollution and lung cancer // *Nature*. — 1997. — **384**. — P. 463—464.
12. *Insarov G.E., Semenov S., Insarova I.D.* A system to monitor climate change with epiphytic lichens // *Environmental Monitoring and Assessment*. — 1999. — **55**. — P. 279—298.
13. *Kondratyuk S.Ya.* Lichen indication mapping of air pollution in Ukraine // *Ukr. Bot. Journ.* — 1994. — **51**, № 2—3. — P. 148—153.
14. *Kondratyuk S.Ya.* Notes of *Xanthoria* Th. Fr. III. Two species of the *Xanthoria candelaria* group // *Lichenologist*. — 1998. — **5**. — P. 431—440.
15. *Nash T.* Lichens biology. — Cambridge: Cambridge University Press, 1996. — P. 161—179.

Рекомендує до друку
І.О. Дудка

Надійшла 02.11.2006

Л.В. Димитрова

Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина

ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА г. ПОЛТАВЫ

Представлены результаты лихеноиндикационного исследования загрязнения воздуха в г. Полтаве и анализ картирования на основании индекса атмосферной чистоты (ИАЧ). Выделены четыре изотоксические лишайниковые зоны, которые совпадают с областями распространения групп видов со сходной чувствительностью к атмосферному загрязнению. Установлено, что территория Полтавы в целом является среднезагрязненной.

Ключевые слова: лихеноиндикация, эпифитные лишайники, Полтава, атмосферное загрязнение.

L.V. Dymytrova

V.N. Karazin National University, Kharkiv

ASSESSMENT OF AIR POLLUTION IN THE CITY OF POLTAVA USING EPIPHYTIC LICHENS

Results of lichen indication of air pollution in the city of Poltava (Ukraine) and of mapping on the basis of atmosphere purity index (IAP) are presented. Four isotoxic lichen zones are identified. They coincide with the areas of distribution of species with similar sensitivity to air pollution. It is established that the territory of Poltava is moderately polluted.

Key words: lichen indication, epiphytic lichens, Poltava, air pollution.