

ЕКОЛОГІЯ ФІТОСФЕРИ

УДК 504.61

*Зоріна Н. О., Радловська К. О.,
Боднар Н. В., Голембйовська М. Ю.
Івано-Франківський національний технічний
університет нафти і газу*

ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АТМОСФЕРИ МІСТА ІВАНО-ФРАНКІВСЬКА МЕТОДОМ ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ

У статті викладено результати ліхеноіндикаційної оцінки якості повітряного середовища у м. Івано-Франківську. Для визначення стану повітря використовували найбільш поширені епіфітні лишайники (калоплака, цетрарія, ксанторія, леканора, фісція, паргелія, кладонія). Досліджено вплив оксидів сірки на проектне покриття та морфологію лишайників.

Ключові слова: лишайники, епіфіти, ліхеноіндикація, накипні, листуваті, куцисті лишайники.

В статье высветлены результаты лишеноиндикационной оценки качества воздушной среды в г. Ивано-Франковске. Для определения состояния воздуха использовали наиболее распространенные эпифитные лишайники (калоплака, цетрария, ксантория, леканора, фисция, паргелия, кладония). Исследовано влияние оксидов серы на проектное покрытие и морфологию лишайников.

Ключевые слова: лишайники, эпифиты, лишеноиндикация, накипные, листовые, кустовые лишайники.

The article presents the results of lichen-indicational assessment of air quality in Ivano-Frankivsk city. The main attention was paid on the determination of air quality using the most common epiphytic lichens (kaloplaka, tsetrariya, ksantoriya, archill, fistsiya, parghelia, kladoniya). It was made the effect of sulfur on the project coverage and morphology of lichens.

Keywords: lichen, epiphytes, lichen-indication, scum-like, turn pages, bushy lichens.

Постановка проблеми. Від середини ХХ століття і у наш час спостерігається значне забруднення атмосфери транспортом, промисловими та комунальними підприємствами. З приводу цього у багатьох країнах світу створені системи контролю за якістю повітря. Метод біоіндикаторів заснований на дослідженні впливу екологічних факторів, що змінюються, на різні характеристики біологічних об'єктів та систем.

Ліхеноіндикаційні методи виступають одним з головних способів визначення чистоти повітря, оскільки вони є високоінформативними та одночасно дешевими.

Актуальність теми. Проблема забрудненості навколишнього середовища є глобальною проблемою сучасності. Одним з найважливіших критеріїв сприятливої екологічної ситуації є чистота повітря. Ступінь чистоти повітря можна визначити багатьма методами, але більшість з них дуже складні або затратні. Є альтернатива – ліхеноіндикація.

Аналіз попередніх досліджень даної проблематики. Дослідженням лишайників як біоіндикаторів присвячено багато робіт у схожих за природними умовами територіях (Р. Шуберт, 1988 [1]; С. Д. Зеленко, 1999 [2], С. Я. Кондратюк, В. О. Кучерявий, В. О. Крамарець, 1991, 1993 [3, 4]; Л. А. Некрасенко, О. М. Байрак, 2002 [5]; Х. Х. Трасс, 1984 [6]; Т. Hartman, 2004 [7]; J. Asta, W. Erhardt, M. Ferretti, 2002 [8]; S. Ya. Kondratyuk, 1994 [9]; L. P. Popova, A. Lackovičová, I. Pišút, 2003 [10]; F. A. Yule, O. Ll. Lloyd, 1984 [11].

© Зоріна Н. О., Радловська К. О., Боднар Н. В., Голембйовська М. Ю., 2016

Починаючи з 90-х років ліхеноіндикаційні роботи проводяться і в Україні. Перша робота з ліхеноіндикації забруднення повітря проведена у Львові. Кілька років по тому з'явилися роботи з ліхеноіндикаційного картування міст Івано-Франківська, Тернополя, Луцька, Рівного, районів Івано-Франківської області, м. Чернігова та м. Кременчука.

Згідно європейських директив, для ліхеноіндикаційних досліджень у першу чергу рекомендується використовувати фруктові дерева, причому на території досліджень необхідно сумувати дані, отримані для дерев одного виду. Якщо це неможливо – тоді сумуються дані для видів з подібними властивостями кори. Групування даних за деревами з різними фізико-хімічними властивостями кори не допускається. Зазвичай в ліхеноіндикаційному картуванні закордонні та вітчизняні дослідники використовують дані лише за листовими видами. Тим не менш, в світовій ліхеноіндикаційній практиці трапляються дані з біоіндикації забруднення повітря на підставі епіфітного лишайникового покриву кори стовбурів шпилькових видів дерев.

Значну частину робіт з біогеохімічної індикації атмосферного забруднення виконують у межах природно-заповідних територій, що дає змогу отримати фонові показники біоаккопичення пріоритетних антропогенних поллютантів. Поряд з визначенням фонових параметрів окремих біоіндикаторів значний інтерес становить індикація забруднення урбанізованих територій [12].

Різниця між лишайниковими флорами природних і культурних ландшафтів були помітні уже ліхенологами минулого століття. Не маючи тоді точних даних відносно екологічних умов міст, вони могли лише припускати, що частина лишайників чутлива до якихось міських умов, по всій вірогідності, до складу повітря. В подальшому було встановлено, що різноманітні види лишайників дійсно володіють різною чутливістю. Одні ростуть лише в природних, не змінених культурою ландшафтів, інші переносять помірний вплив цивілізації, зберігаючись у невеликих населених пунктах, а третя група здатна рости і у великих містах, або хоча б на окраїні.

При вивченні лишайників багатьох міст були помічені деякі закономірності:

1. Чим більш індустріалізоване місто, чим сильніше забруднене його повітря, тим менше зустрічається в ньому видів лишайників, тим меншу площу покривають вони на стовбурах дерев та інших субстратах та тим нижче їх життєздатність.

2. При підвищенні ступеня забрудненості повітря першими зникають куцисті лишайники, за ними – листоваті і останні – накипні.

Видовий склад лишайників в різних частинах міст виявився настільки різним, що вчені стали в межах міст виділяти так звані «зони лишайників». Вперше вони були виділені в Стокгольмі, де стали розрізняти лишайникову «пустелю» – тут лишайники майже зовсім відсутні; зону «змагання» – флора лишайників бідна, види зі зниженою життєздатністю; «нормальну» зону, де зустрічається багато видів лишайників. Пізніше такі зони були встановлені і в інших містах. Було також помічено, що в деяких з них площа лишайникової «пустелі» за останні десятиріччя збільшилась. Наприклад, в Мюнхені в 1901 році вона складала 8 км², а в 1957 році – вже 58 км².

Тривалий час не могли пояснити, які саме фактори призводять до збіднення та навіть зникнення флори лишайників у містах. Впродовж останніх десятиліть було показано, що з компонентів забрудненого повітря на лишайники найнегативніший вплив має оксид сірки. Експериментально встановлено, що ця речовина уже у концентрації 0,08-0,10 мг на 1 м³ повітря починає негативно впливати на велику кількість лишайників: в хлоропластах водоростевих клітин з'являються бурі плями, починається деградація хлорофілу, плоді тіла лишайників хиріють. Концентрація SO₂, що дорівнює 0,5 мг/м³, згубна для всіх видів лишайників, що ростуть у природних ландшафтах. Цікаві дані були отримані також методом пересадки деяких лишайників з природних умов у міські, при цьому у різних видів виявилася різна реакція на зміну умов: одні швидко вимирали, інші пристосовувалися навіть до отруєного середовища [13].

Звичайно, у містах на лишайники згубно впливає не тільки оксид сірки, але й інші забруднювачі – оксиди азоту, оксиди вуглецю, сполуки фтору та інше. Крім того, у містах сильно змінені мікрокліматичні умови – тут «сухіше», ніж в природних ландшафтах (приблизно на 5 %), тепліше (у різних містах на 1-3 °С), менше світла (у Манчестері, наприклад, всього 1100 сонячних годин з можливих 4500). Лишайники надають перевагу вологим місцям проживання, і ці умови, звичайно, справляють на них певний вплив. І все ж таки перший їхній «ворог» у містах – забруднене повітря. Тепер уже людина, яка хоча б трохи знає лишайники (15-20 видів), прогулюючись по місту, може сказати, наприклад, що на цій алеї повітря сильно забруднене, кількість оксиду сірки у повітрі перевищує $0,3 \text{ мг/м}^3$ (лишайникова «пустеля»), в цьому парку повітря забруднене помірно, кількість SO_2 коливається між $0,05\text{-}0,2 \text{ мг/м}^3$ (це можна встановити по зростанню на стовбурах деяких витривалих по відношенню до забруднювачів лишайників – ксанторії, фісції, анаптіхії, леканори та інші), а на цій території повітря доволі чисте – SO_2 менше $0,05 \text{ мг/м}^3$ (на це вказують зростаючі на стовбурах види природної флори – паргелії, алекторії та інші) [14].

Мета дослідження: виявити ефективність методу ліхеноіндикації, визначити рівень забруднення повітря кислотними оксидами, вивчити видовий склад лишайників у м. Івано-Франківськ.

Дослідницькі завдання: проаналізувати вплив поллютантів на фізіологію, морфологію, покриття лишайників; порівняти кількість видів лишайників на досліджених ділянках; узагальнити данні про чутливість лишайників до дії факторів середовища; дослідити вплив оксиду сірки на проективне покриття та морфологію лишайників.

Об'єкт дослідження: біорізноманіття лишайників м. Івано-Франківська.

Предмет дослідження: методи ліхеноіндикації, використання лишайників як індикаторів забруднення довкілля.

Методи дослідження: метод визначення проективного покриття за допомогою рамки; метод аналізу морфологічних змін; статистична обробка результатів; картографічний метод.

Виклад основного матеріалу. Лишайники – особлива група комплексних організмів. Їх тіло складається з двох компонентів: гриба та водорості. Водорість у процесі фотосинтезу утворює органічні речовини, а гриб потребує їх. Лишайники – симбіотичні організми: гриб забезпечує водорість водою та мінеральними речовинами, а водорість постачає гриб органічними речовинами.

Лишайники бувають різного кольору – від білого до яскраво-жовтого, коричневого, бузкового, помаранчевого, рожевого, зеленого, синього, сірого, чорного.

За особливостями зовнішньої будови тіла (слані) можна виділити три групи лишайників (рис. 1). Одні з них нагадують щільну кірочку, яка приростає до стовбурів дерев, каменів тощо. Це так звані накипні лишайники. Вони найневибагливіші та найпоширеніші представники лишайників (наприклад, роди Лецидея, Леканора), адже можуть мешкати там, де не виживають інші, наприклад на голих скелях. А слань таких лишайників, як пармелія чи ксанторія, нагадує листочки, які звуженою частиною кріпляться до субстрату. Це – листуваті лишайники. У куцистих лишайників – стеблоподібна слань у вигляді кущиків, гриви (довжиною до 50 сантиметрів) (рис. 1).



Накипні лишайники



Листуваті лишайники



Куцисті лишайники

Рис. 1. Групи лишайників



Рис. 2. Внутрішня будова лишайників

Досить цікава внутрішня будова лишайників (рис. 2). Якщо зробити зріз через його тіло, то під мікроскопом можна помітити, що щільно переплетені гіфи гриба утворюють верхню, а часто й нижню кірочку. Верхня кірочка може бути яскраво забарвлена в різні кольори завдяки пігментам, що містяться у гіфах.

Усередині лишайника гіфи переплетені не так щільно й утворюють його серцевину. Саме там розташовані клітини водорості або ціанобактерії. В одних лишайників ці клітини поширені більш-менш рівномірно по всій серцевині, в інших – зібрані в один шар (рис. 2).

В залежності від субстрата лишайники поділяються на екологічні групи: епіфітні (на корі дерев), епігейні (на ґрунті), епілітні (на каміннях) (рис. 3).



Епіфітні лишайники



Епігейні лишайники



Епілітні лишайники

Рис. 3. Екологічні групи лишайників

Лишайники поширені по всій земній кулі та чутливі до забруднення атмосферного повітря речовинами, які збільшують кислотність середовища (SO_2 , NO_2 , HF , HCl), тоді як важкі метали і радіонукліди, що накопичуються на їх поверхні, для них практично нешкідливі.

Завдяки цій властивості, а також тому, що їх вибагливість до чистоти повітря зростає у ряду «накипні-листуваті-кущисті», лишайники часто використовуються для біоіндикації на різних рівнях: локальному, регіональному, глобальному.

Лишайники – ідеальний об'єкт для контролю забруднення навколишнього середовища.

Переваги ліхеноіндикації:

- висока точність визначення;
- висока чутливість до забруднення;
- довгостроковий вплив низьких концентрацій забруднюючих речовин викликає у лишайників такі ушкодження, що не зникають аж до загибелі їхніх сланей;
- дуже повільне відновлення сланей;
- економічність досліджень.

Практичні дослідження. Дослідження проводились в м. Івано-Франківську у вересні-листопаді 2015 р. Карту міста було поділено на квадрати 2 000 X 2 000 м (рис. 4).

Для досліджень вибрали три території:

1 зона – район Птахофабрики (с. Загвіздя), Дачні ділянки, вулиці Набережної ім. Стефаніка, Довгої та прилеглі вулиці;

2 зона – мікрорайон БАМ, міській парк ім. Шевченка, вул. Чорновола та прилеглі вулиці;

3 зона – вулиці Вовчинецька, Івасюка та прилеглі вулиці.

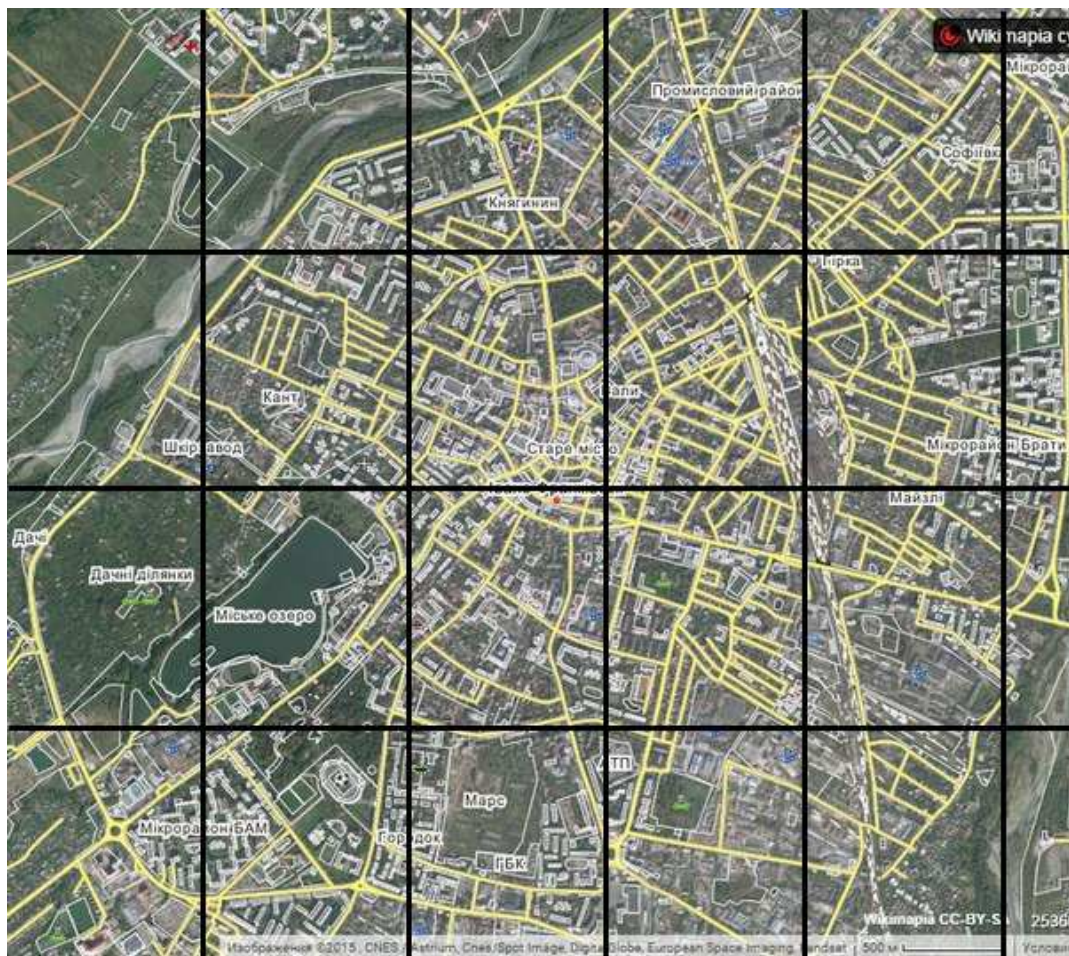


Рис. 4. Карта м. Івано-Франківськ

У кожному квадраті для досліджень обрали старі, але здорові дерева, що ростуть окремо. За допомогою GPS визначили координати дерев та занесли дані у базу даних (рис. 5). Було досліджено 213 дерев.

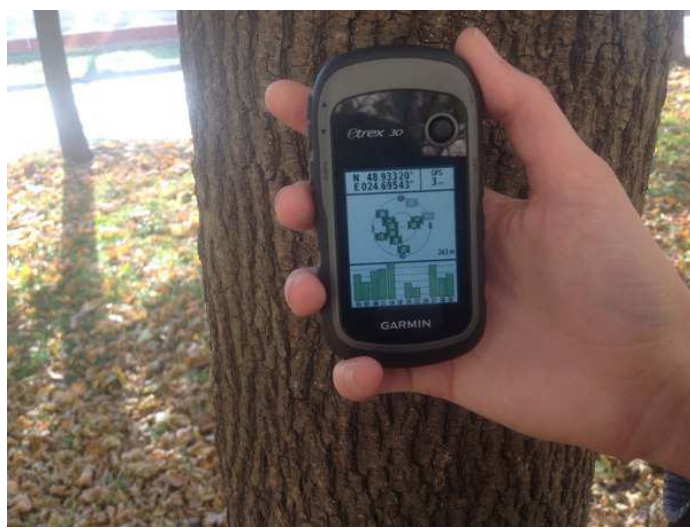


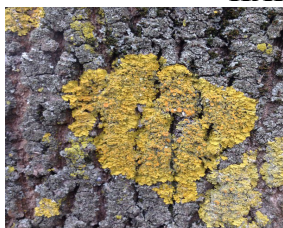
Рис. 5. Визначення координат за допомогою GPS

Під час досліджень встановили різні види лишайників, які були присутні на деревах (рис. 6):

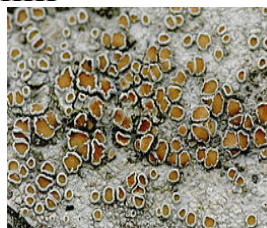
НАКИПНІ



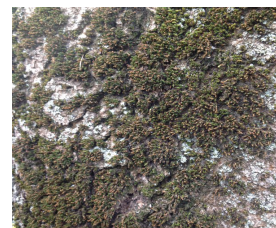
Калоплака (Caloplaca decipiens)



Ксанторія (Xanthoria)



Леканора різнобарвна (Lecanora allopurpurea)



Цетрарія

ЛИСТУВАТІ



Фісція (Fuscia auripolia)



Parmelia saxatilis



Флавопармелія (Flavoparmelia caperata)



Ксанторія стінна золотянка

КУЩИСТІ



Кладонія альпійська



Usnea filipendula



Letharia vulpina



Кладонія рогата Cladonia cornuta

Рис. 6. Види лишайників на обстежених ділянках

Далі ми проводили оцінку ступеня покриття деревного стовбура лишайником. Для цього на висоті 30-150 см на найбільш зарослу лишайниками частину кори накладали рамку та підраховували, який відсоток загальної площі рамки займають лишайники(рис. 7).



Рис. 7. Визначення відсотка лишайників загальної площі рамки

Одержані результати занесли у базу даних (табл. 1), де у відсотках вказано кількість різних видів лишайників на деревах.

Таблиця 1

База даних розповсюдження лишайників досліджуваної території

№№ ч/ч	N	E	Висота	Накипні, %	Листуваті, %	Кущисті, %	Загальна кількість лишайників, %
1	2	3	4	5	6	7	8
1	48,92945	24,69805	248	45	0	0	45
2	48,93	24,69884	257	95	0	0	95
3	48,92977	24,70012	247	0	1	75	76
4	48,92974	24,70282	248	15	0	0	15
5	48,92874	24,70567	250	65	25	0	90
6	48,92923	24,7099	251	0	0	80	80
7	48,92926	24,71022	250	30	5	50	85
8	48,92907	24,71077	257	25	0	35	60
9	48,92867	24,7116	254	35	30	30	95
10	48,92835	24,7117	251	0	0	55	55
11	48,92815	24,71138	256	0	1	45	46
12	48,92783	24,71057	253	0	0	37	37
13	48,92766	24,70986	250	17	0	0	17
14	48,92823	24,70986	252	20	2	68	90
15	48,92845	24,7098	250	42	0	46	88
16	48,92660	24,71575	263	35	0	40	75
17	48,92561	24,71604	280	0	1	58	59
18	48,92514	24,71454	252	13	0	0	13
19	48,92514	24,71405	254	37	0	28	65
20	48,92495	24,71407	255	65	2	37	104
21	48,9244	24,71455	252	87	0	0	87
22	48,92377	24,7121	260	0	0	9	9
23	48,92275	24,71099	259	13	8	0	21
24	48,92233	24,7107	260	75	7	4	86
25	48,92213	24,7106	256	37	0	0	37
26	48,92244	24,71003	258	0	5	0	5
27	48,92233	24,71039	256	1	0	0	1
28	48,92958	24,69521	251	0	0	36	36
29	48,93045	24,69278	249	30	15	0	45
30	48,93058	24,69232	240	31	9	0	40
31	48,93081	24,6915	241	0	0	74	74
32	48,93041	24,69101	242	3	0	0	3
33	48,9299	24,69053	241	4	0	0	4
34	48,92968	24,69128	245	20	14	0	34
35	48,92945	24,69205	239	9	0	0	9
36	48,9297	24,69229	239	0	6	8	14
37	48,93002	24,69255	237	48	0	0	48
38	48,93018	24,69209	242	76	4	0	80
39	48,93035	24,69184	239	28	22	0	50
40	48,93176	24,69222	240	0	0	15	15
41	48,93155	24,69193	241	3	0	0	3
42	48,93129	24,69164	237	2	0	0	2
43	48,93065	24,69079	244	5	0	0	5
44	48,93019	24,69025	243	0	0	0	0
45	48,93325	24,69475	237	70	0	0	70
46	48,93295	24,69605	235	0	0	0	0
47	48,93277	24,6967	235	0	5	15	20
48	48,9326	24,6071	238	0	0	20	20
49	48,93333	24,6973	240	0	0	0	0
50	48,93347	24,69792	233	0	0	5	5
51	48,9295	24,70369	243	25	3	0	28
52	48,92684	24,70033	254	36	0	0	36
53	48,92779	24,70131	258	22	0	0	22
54	48,92508	24,69837	265	10	2	12	24
55	48,92616	24,69919	261	75	0	0	75
56	48,92473	24,69863	255	46	0	25	71
57	48,92426	24,70074	258	14	0	12	26
58	48,92357	24,70306	264	56	1	0	57
59	48,92263	24,70597	261	4	12	0	16
60	48,92313	24,70686	261	35	0	0	35
61	48,92493	24,7083	266	14	0	45	59
62	48,92606	24,71352	270	8	5	6	19
63	48,92695	24,71527	248	7	0	5	12

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8
64	48,9257	24,71273	247	12	1	0	13
65	48,92702	24,71502	256	0	0	0	0
66	48,92624	24,71672	260	0	0	0	0
67	48,92691	24,71929	261	0	0	0	0
68	48,92789	24,72132	260	2	0	0	2
69	48,92859	24,7224	250	3	1	0	4
70	48,92869	24,72259	245	0	0	0	0
71	48,92919	24,72344	243	0	0	0	0
72	48,93071	24,72606	244	0	0	0	0
73	48,93127	24,72696	242	1	0	0	1
74	48,93308	24,73005	237	0	1	0	1
75	48,93404	24,73183	229	0	0	14	14
76	48,93521	24,73369	229	0	0	2	2
77	48,93596	24,73496	242	14	0	0	14
78	48,93627	24,73531	240	0	0	0	0
79	48,92521	24,71634	256	7	2	0	9
80	48,93956	24,73919	256	2	0	0	2
81	48,94231	24,74215	256	14	0	0	14
82	48,94235	24,74275	257	25	1	2	28
83	48,94176	24,7439	257	45	12	10	67
84	48,94198	24,74343	258	36	0	2	38
85	48,94147	24,74447	259	25	1	0	26
86	48,94097	24,74551	261	12	2	10	24
87	48,94081	24,74,587	262	10	0	0	10
88	48,94051	24,74646	263	8	0	5	13
89	48,94003	24,74741	256	24	2	0	26
90	48,93971	24,74808	254	0	0	0	0
91	48,93891	24,7497	255	14	1	6	21
92	48,93918	24,74918	253	20	0	0	20
93	48,93855	24,75039	245	16	0	0	16
94	48,93815	24,75109	241	8	0	4	12
95	28,9376	24,75252	242	10	1	0	11
96	48,93738	27,753	244	5	0	2	7
97	48,93742	24,75318	236	0	0	0	0
98	48,92329	24,72179	256	14	2	0	16
99	48,92216	24,72096	257	20	0	5	25
100	48,92107	24,72002	257	16	0	0	16
101	48,92051	24,71955	258	10	1	0	11
102	48,91881	24,71823	259	8	1	2	11
103	48,91885	24,71702	264	0	0	0	0
104	48,91898	24,71615	267	5	0	0	5
105	48,91908	24,7154	266	4	1	0	5
106	48,91873	24,7124	265	3	0	0	3
107	48,91872	24,71074	270	12	1	1	14
108	48,91958	24,70785	285	2	0	0	2
109	48,9199	24,70714	266	6	1	0	7
110	48,92063	24,70498	273	14	0	2	16
111	48,91982	24,70334	271	1	0	0	1
112	48,9186	24,7021	270	0	0	0	0
113	48,91665	24,69955	257	0	1	0	1
114	48,91571	24,69843	265	2	0	0	2
115	48,91466	24,69752	260	2	1	1	4
116	48,91245	24,69433	262	0	0	0	0
117	48,91185	24,69268	261	14	0	2	16
118	48,9109	24,69079	264	22	0	0	22
119	48,90944	24,68809	268	15	1	5	21
120	48,90788	24,68548	267	0	0	0	0
121	48,90709	24,68331	265	2	0	0	2
122	48,90637	24,68172	267	1	0	0	1
123	48,90586	24,68065	266	0	1	0	1
124	48,90547	24,68113	265	1	0	0	1
125	48,90336	24,6846	266	0	0	0	0
126	48,90305	24,68569	264	0	0	0	0
127	48,90298	24,6883	260	10	0	0	10
128	48,90309	24,69033	263	5	0	0	5
129	48,90333	24,69447	265	12	0	0	12
130	48,90344	24,69665	266	0	0	0	0
131	48,90399	24,69762	267	4	0	0	4
132	48,90525	24,69826	272	3	0	0	3
133	48,90718	24,6986	267	5	1	0	6
134	48,90809	24,6987	270	5	0	0	5

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8
135	48,90949	24,69893	271	24	2	12	38
136	48,91005	24,69882	273	36	2	14	52
137	48,91069	24,69895	273	12	0	0	12
138	48,91188	24,6996	273	0	0	0	0
139	48,91366	24,70088	280	6	0	0	6
140	48,91447	24,70224	278	0	0	0	0
141	48,91495	24,7035	272	2	0	0	2
142	48,91561	24,70452	279	8	0	0	8
143	48,91632	24,70543	291	0	0	0	0
144	48,91761	24,70632	282	2	0	0	2
145	48,91277	24,69574	260	40	15	10	65
146	48,9124	24,69451	262	25	10	10	45
147	48,91174	24,69318	263	30	20	10	60
148	48,91119	24,69196	264	36	14	12	62
149	48,9103	24,69053	266	28	10	8	46
150	48,90864	24,69131	264	45	35	10	90
151	48,90996	24,69322	260	50	25	15	90
152	48,91159	24,69545	258	35	25	25	85
153	48,91232	24,69652	257	32	20	35	87
154	48,9113	24,69738	255	65	10	8	83
155	48,91095	24,69699	256	55	25	20	100
156	48,91112	24,6957	259	60	15	20	95
157	48,91009	24,69618	261	70	15	15	100
158	48,90894	24,69699	265	45	10	10	65
159	48,90995	24,69796	267	35	15	14	64
160	48,91085	24,69871	270	24	11	10	45
161	48,93792	24,73953	269	23	10	8	41
162	48,93566	24,74244	267	35	8	15	58
163	48,93095	24,74278	267	46	7	18	71
164	48,92712	24,74923	268	24	5	25	54
165	48,92638	24,73679	268	15	0	30	45
166	48,92285	24,74306	266	18	0	26	44
167	48,92174	24,7452	265	25	0	14	39
168	48,92297	24,75081	266	30	0	7	37
169	48,9193	24,74553	264	32	1	0	33
170	48,91692	24,72399	265	24	2	5	31
171	48,90687	24,71396	267	28	2	0	30
172	48,90237	24,70991	270	14	2	0	16
173	48,90333	24,70081	271	20	1	0	21
174	48,92264	24,68897	269	0	1	1	2
175	48,92852	24,69005	269	0	0	2	2
176	48,93497	24,70182	268	12	1	15	28
177	48,93142	24,70767	266	10	1	12	23
178	48,9268	24,68656	265	8	4	12	24
179	48,92618	24,68834	263	10	6	10	26
180	48,92545	24,69089	264	15	10	8	33
181	48,92438	24,69447	264	20	15	6	41
182	48,92542	24,68433	263	22	12	2	36
183	48,92406	24,68749	263	24	10	3	37
184	48,92282	24,68543	261	28	8	2	38
185	48,92189	24,69219	262	35	7	4	46
186	48,92276	24,68358	263	40	0	14	54
187	48,92175	24,68608	265	55	0	24	79
188	48,91963	24,68974	266	46	0	25	71
189	48,92449	24,70031	264	34	0	23	57
190	48,92449	24,69717	265	25	1	18	44
191	48,92613	24,69764	263	18	1	15	34
192	48,92893	24,6908	266	14	2	0	16
193	48,92864	24,69196	269	10	21	0	31
194	48,92783	24,69455	271	8	12	1	21
195	48,936	24,70374	270	5	10	2	17
196	48,93507	24,70608	271	10	7	0	17
197	48,93261	24,70737	268	12	2	0	14
198	48,93725	24,7074	268	17	2	2	21
199	48,93934	24,71175	267	23	3	1	27
200	48,94172	24,71614	265	27	3	5	35
201	48,93668	24,71916	265	32	4	2	38
202	48,93399	24,7158	267	34	5	1	40
203	48,93193	24,72067	264	38	6	2	46
204	48,94384	24,72524	265	45	2	2	49
205	48,94027	24,72252	68	50	2	2	54

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8
206	48,93713	24,72209	265	56	4	2	62
207	48,93815	24,72803	264	60	4	6	70
208	48,9414	24,7329	266	48	0	10	58
209	48,93722	24,73126	268	35	0	15	50
210	48,93385	24,72755	269	2	1	12	15
211	48,93148	24,72493	270	14	1	12	27
212	48,93628	24,73879	268	8	1	10	19
213	48,93329	24,73492	268	10	0	8	18

Проектне покриття (%) за видами лишайників представлено на графіку (рис. 8):

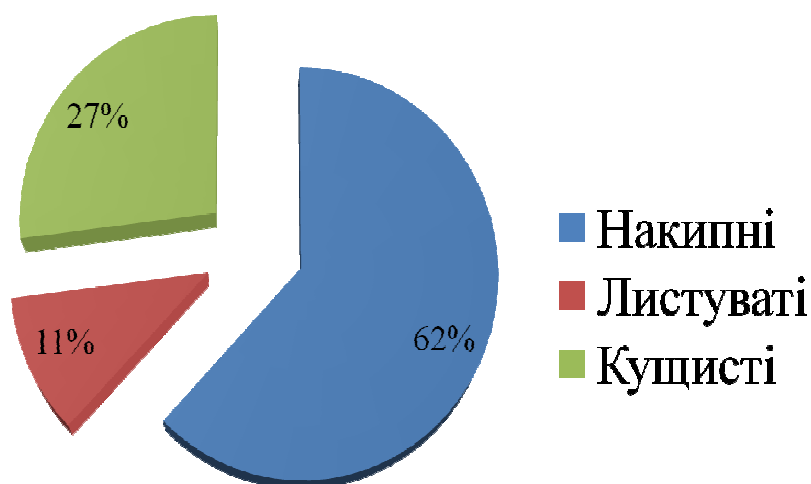


Рис. 8. Проектне покриття (%) за видами лишайників

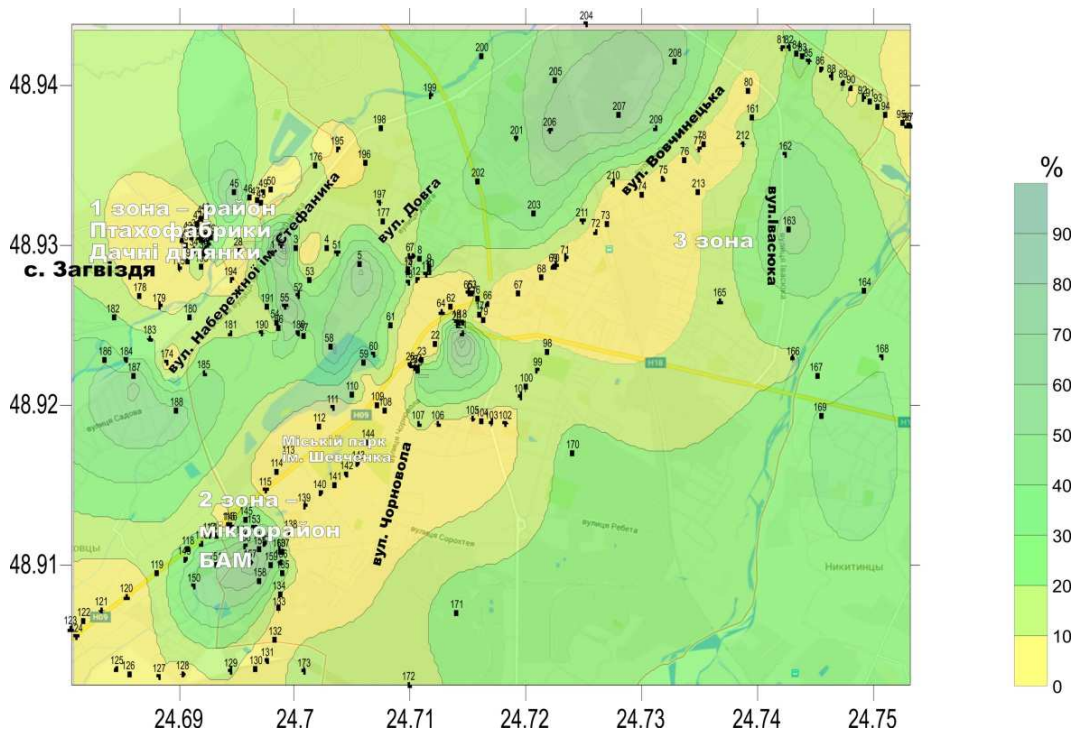
Наступним етапом було розробка картографічного матеріалу за допомогою програмного забезпечення Golden Software Surfer (рис. 9-12), виконаного завдяки консультаціям Д. О. Зоріна, якому автори щиро вдячні.

На рисунку 9 представлено карту поширення накипних лишайників, на рис. 10 – поширення листуватих лишайників, на рис. 11 – поширення кущистих лишайників, на рис. 12 – загальну карту поширення лишайників.

Результати досліджень. Проаналізувавши карти (рис. 9-12), можемо зробити висновок про ступень забруднення атмосферного повітря. Результати досліджень показані у таблиці 2.

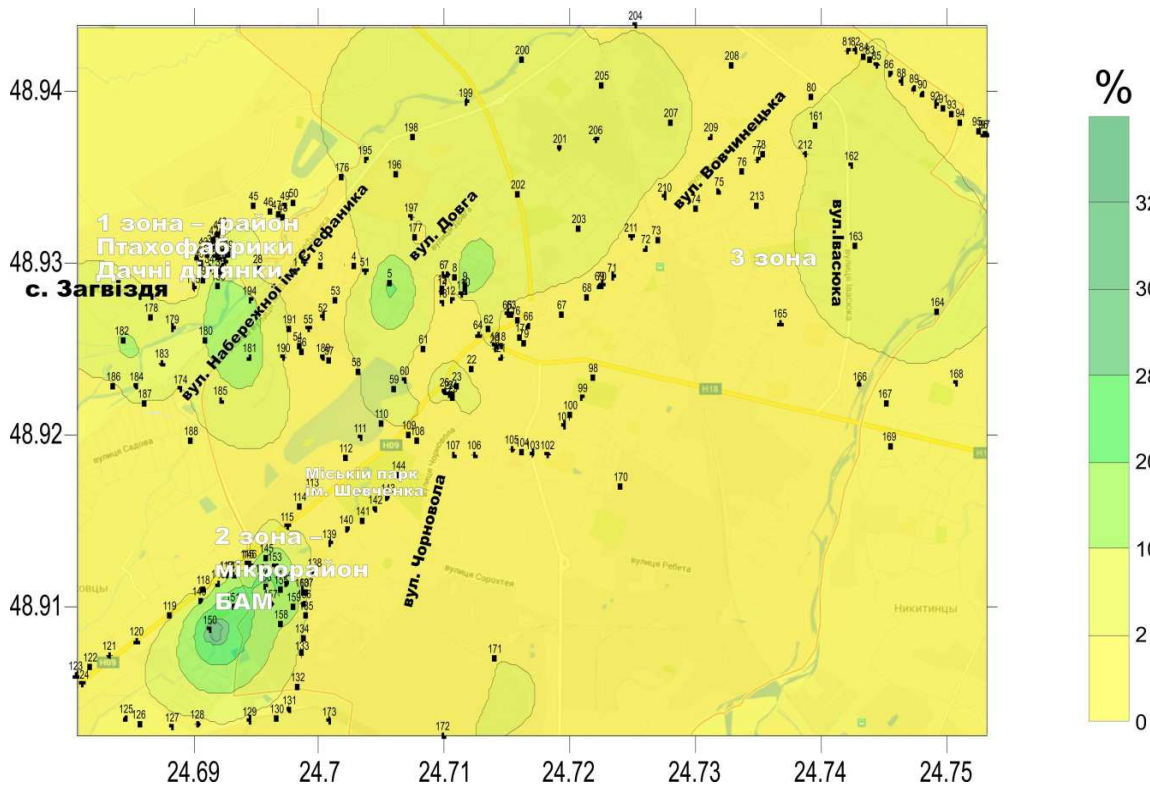
У нашому місті є проблема забруднення повітря. Спричинена вона зростаючою кількістю автотранспорту. Можна із впевненістю сказати, що ця проблема стосується кожного мешканця міста.

Автомобільні викиди безпосередньо впливають на наявність та розміри лишайників у місті. Через збільшення кількості автотранспорту збільшується кількість викидів шкідливих газів у повітря. Забруднення відображається на популяції лишайників у вигляді зменшення їх розмірів, кількості, висоти проростання, зникнення кущистих форм і зменшення листових форм. Наявність паркових та лісопаркових зон суттєво впливають на екологічну обстановку. Там, де вулиця примикає до густо посаджених дерев, зона лишайникової пустелі практично відсутня. Це характерно для паркової території (2 зона). А от продовж усієї вул. Набережної та район Птахофабрики (с.Загвіздя) лишайникова пустеля існує і має чималі розміри.



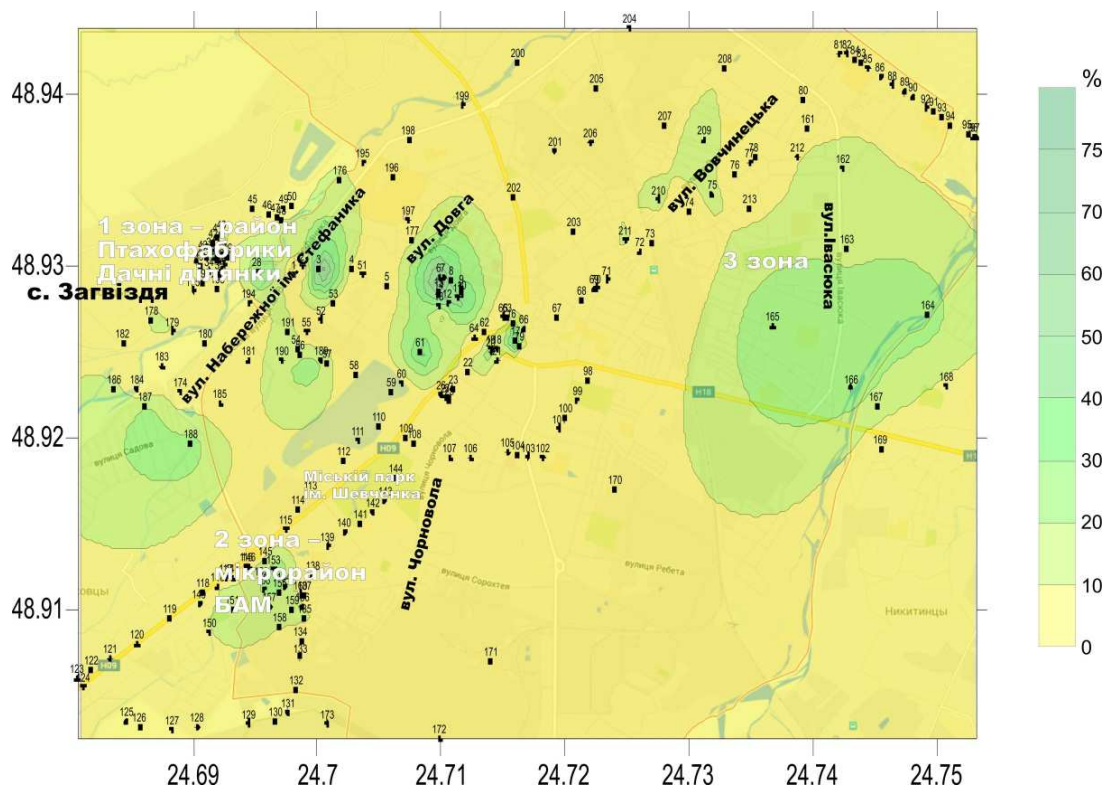
Масштаб 1 : 500 000 – 1 : 800 000

Рис. 9. Карта поширення накипних лишайників



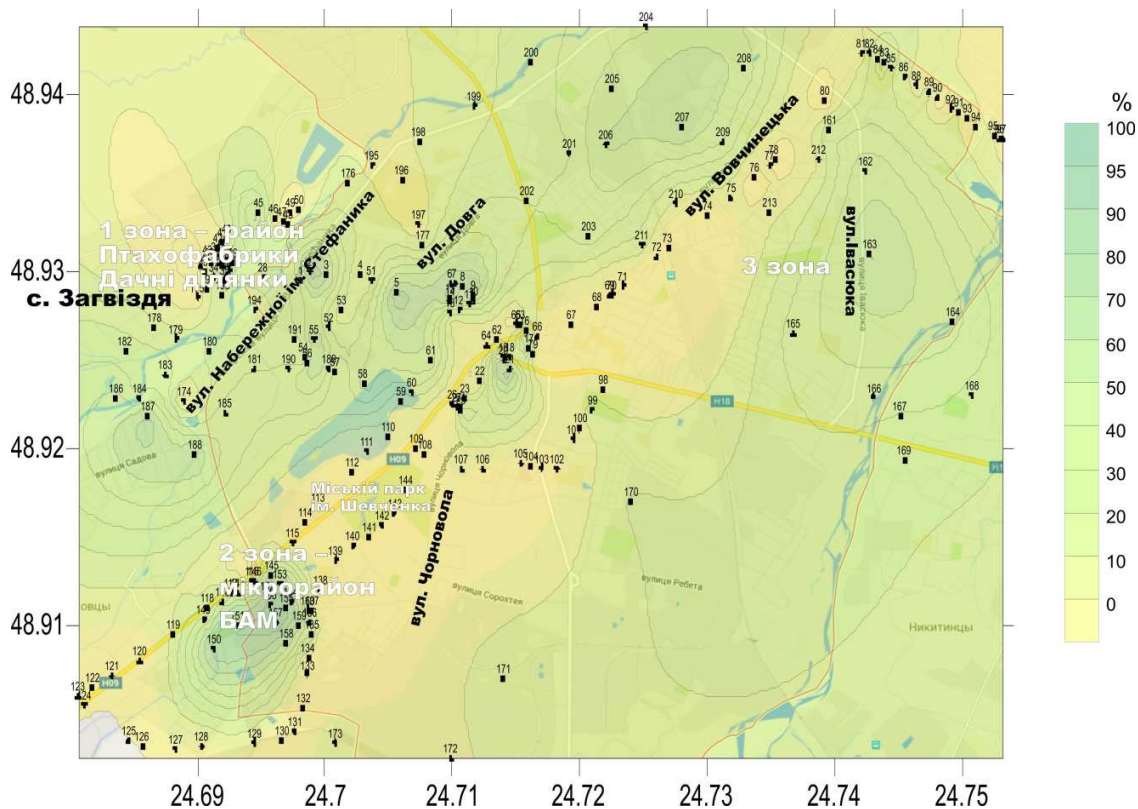
Масштаб 1 : 500 000 – 1 : 800 000

Рис. 10. Карта поширення листуватих лишайників



Масштаб 1 : 500 000 – 1 : 800 000

Рис. 11. Карта поширення кущистих лишайників



Масштаб 1 : 500 000 – 1 : 800 000

Рис. 12. Загальна карта поширення лишайників

Таблиця 2

Результати досліджень

Зона	Назва району	Наявність (+) або відсутність (—) лишайників			Ступень забруднення повітря
		Кущистих	Листуватих	Накипних	
1 зона	район Птахофабрики (с.Загвіздя)	—	—	—	Сильне забруднення «лишайникова пустеля» оксид сірки в повітрі перевищує 0,3 мг/м ³
	вул. Набережної ім. Стефаніка	—	—	+ калоплака, цетрарія	Середнє забруднення Кількість SO ₂ коливається між 0,05-0,2 мг/м ³
	вул. Довга	—	—	+ ксанторія, леканора	Середнє забруднення Кількість SO ₂ коливається між 0,05-0,2 мг/м ³
	дачні ділянки	+ кладонія	+ фісція, паргелія	+ калоплака, ксанторія, леканора	Забруднення немає
2 зона	мікрорайон БАМ	—	+ фісція, паргелія	+ калоплака, цетрарія	Слабке забруднення Повітря доволі чисте – SO ₂ менше 0,05 мг/ м ³
	міський парк ім. Шевченка,	+ кладонія, летхарія	+ фісція, паргелія, лавопармелія	+ ксанторія, леканора, калоплака, цетрарія	Забруднення немає
3 зона	вул. Чорновола та прилеглі вулиці	—	—	+ ксанторія, леканора,	Середнє забруднення Кількість SO ₂ коливається між 0,05-0,2 мг/м ³
	вул. Вовчинецька та прилеглі вулиці	—	—	—	Сильне забруднення «лишайникова пустеля» оксид сірки в повітрі перевищує 0,3 мг/м ³
	вул. Івасюка та прилеглі вулиці	—	—	+ ксанторія, леканора,	Середнє забруднення Кількість SO ₂ коливається між 0,05-0,2 мг/м ³

Вирішення проблеми полягає в зменшенні шкідливих викидів автомобілями. Досягти цього можна:

- встановленням на двигуни каталізаторів для нейтралізації чадного газу;
- заміною пального, яке зараз використовується, на газову суміш;
- впровадженням енергозберігаючих технологій;
- зменшенням кількості авто;
- переходом на альтернативні види палива;
- збільшенням кількості зелених насаджень, парків, лісосмуг як у місті так і навколо нього;
- заборона вирубки дерев у місті та навколо;
- заборона заїзду вантажівок у центральну частину міста.

Висновки. Можливості впливу людини на природу постійно ростуть і вже досягли такого рівня, коли людина може зруйнувати планету, знищити все живе, повністю змінити кліматичні умови. Повітряна оболонка Землі є однією з найголовніших умов життя. Без їжі людина може прожити місяць, без води – тиждень, а без повітря не може прожити і кількох хвилин.

Атмосфера має велике екологічне значення, тому ми провели дослідження стану атмосферного повітря в м. Івано-Франківську методом ліхеноіндикації, який є перспективним методом біоіндикації повітряного середовища, що здійснюється за допомогою лишайників.

1. Лишайники в урбанізованому середовищі – ефективні індикатори на присутність різних видів забруднюючих речовин.

2. Проаналізовано вплив поллютантів на фізіологію, морфологію, покриття лишайників.

3. Досліджено вплив оксиду сірки на проективне покриття та морфологію лишайників.

4. Проаналізовано, що існує пряма залежність чисельності видового складу лишайників від забруднення атмосфери. Чим ближче до джерела забруднення, тим слань лишайників стає товщою, компактною, твердою та зморшкуватою.

5. Досліджено, що найбільш стійкими до забруднення повітря SO₂ є накипні форми лишайників, які у нашому випадку присутні у всіх зонах дослідження.

6. Ближче до об'їздної дороги та птахофабрики спостерігається тенденція до збільшення загазованості та запиленості атмосферного повітря. Головні причини погіршення екологічного стану повітря у місті – збільшення кількості машин на міських та приміських маршрутах.

7. Для поліпшення екологічної обстановки в центральній частині міста потрібен негайний перехід автотранспорту на менш шкідливі види палива (газ, біосинтетичне паливо та ін.).

Вирішити проблему зменшення забруднення атмосферного повітря можна тільки у тісній співпраці громадських організацій та державних закладів, а у планетарному обсязі – лише на основі міжнародного співробітництва та спільних зусиль всіх країн.

Література

1. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под. ред. Р. Шуберта. – перевод с нем. – М.: Мир, 1988. – 348 с.
2. Зеленко С.Д. Ліхеноіндикаційна оцінка забрудненості повітря м. Чернігова / С.Д. Зеленко // Укр. ботан. журн. – 1999. – 56, № 1. – С. 64-67.
3. Кондратюк С.Я. Ліхеноіндикація забруднення повітря у м. Львові / С.Я. Кондратюк, В.О. Кучерявий, В.О. Крамарець та ін. // Укр. ботан. журн. – 1991. – 48, № 2. – С. 72 – 76.

4. Кондратюк С.Я. Порівняльне ліхеноіндикаційне картування міст України / С.Я. Кондратюк, В.О. Кучерявий, В.О. Крамарець // Укр. ботан. журн. – 1993. – 50, № 4. – С. 74-83.
5. Некрасенко Л.А. Аналіз ліхеноіндикаційного картування м.Кременчука / Л.А.Некрасенко, О.М. Байрак // Укр. ботан. журн. – 2002. – 60, № 3. – С. 278-285.
6. Трасс Х.Х. Биоиндикация состояния атмосферной среды городов / Х.Х. Трасс // Экологические аспекты городских систем / Отв. ред. Л.М. Сущенко. – Минск: Наука і техника, 1984. – С. 96-109.
7. Ambient air quality in Turku, Raisio, Naantali and Kaarina in 1998 – 2002 / Ed. By T.Hartman. – Raisio: Newprint Oy, 2004. – 16 p.
8. Asta J., Erhardt W., Ferretti M. et al. European guideline for mapping lichen diversity as an indicator of environmental stress // <http://www.thebls.org.uk/eumap.pdf>, 2002. – 20 p.
9. Kondratyuk S.Ya. Lichen indication mapping of air pollution in Ukraine // Укр.ботан. журн. – 1994. – 51, № 2/3. – С. 148-152.
10. Kondratyuk S.Ya., Popova L.P., Lackovičová A., Pišút I. A catalogue of Eastern Carpathian Lichens. – Kiev-Bratislava: M.H. Kholodny Institute of Botany, 2003. – 264 p.
11. Yule F.A., Lloyd O.Ll. An index of atmospheric pollution survey in Armadale, Central Scotland // Water, air and soil pollution. – 1984. – 22. – P. 27-45.
12. http://www.rusnauka.com/15_DNI_2008/Geographia/32440.doc.htm
13. <http://www.ecoinst.org.ua/b7-2006/rs13.pdf>
14. <http://refdb.ru/look/1745468.html>

Поступила в редакцію 17 грудня 2015 р.

Рекомендував до друку д.г.-м.н. О.М. Адаменко