

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра екології та ботаніки

До захисту допускається
Завідувач кафедри екології та ботаніки
_____ Вікторія СКЛЯР

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

на тему: «ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ
ГЛУХІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ МЕТОДОМ
ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ»

Виконав: _____ Станіслав АРМЕН
(підпис)

Група _____ ЕКО 2301-1 м

Науковий керівник: _____ Інна ЗУБЦОВА
(підпис)

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет *агротехнологій та природокористування*
Кафедра *екології та ботаніки*
Освітній ступінь – «Магістр»
Спеціальність – 101 «Екологія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Зав. кафедрою _____ **Вікторія СКЛЯР**
«01» вересня 2023 р.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу студентів

Армену Станіславу Едуардовичу

1. Тема роботи **«ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ГЛУХІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ МЕТОДОМ ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ»**

2. Затверджено наказом по університету від «__» _____ 2024 р. №__

3. Термін здачі студентом закінченої роботи на кафедрі 10.12. 2024 року

4. **Вихідні дані до роботи:** літературні дані про лишайники та місто Глухів Сумської області; методи та методика проведення досліджень; результати власних польових досліджень про видовий склад та особливості поширення лишайників на території м. Глухів. Картографічні матеріали. Висновки.

5. **Перелік завдань, які будуть виконуватися в роботі:** аналіз можливості застосування біологічних методів оцінки стану атмосферного повітря на різних територіях м. Глухів; методика оцінки стану атмосферного повітря м. Глухів та його околиць методом ліхеноіндикації; визначення видового складу та екологічних особливостей лишайників на території м. Глухів та його околиць; дослідження ліхенофлори як індикатора стану повітря міста

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Інна ЗУБЦОВА

Завдання прийняв до виконання _____ Станіслав АРМЕН

Дата отримання завдання «01» вересня 2023 р

АНОТАЦІЯ

Армен С. Е. «Оцінка стану атмосферного повітря Глухівської територіальної громади методом ліхеноіндикації»

Кваліфікаційна робота освітнього рівня – магістр, на правах рукопису. Спеціальність – 101 Екологія. – Сумський національний аграрний університет. – Суми, 2024.

Кваліфікаційна робота викладена на 78 сторінках комп'ютерного тексту, включає 28 таблиць та 15 рисунків. Вона складається із вступу, 4 розділів, висновків, списку літератури, що включає 50 найменування.

У роботі проаналізовано існуючі біологічні методи оцінки стану атмосферного повітря, до яких належать методи біоіндикації та біотестування. Визначено, що для проведення оцінки стану навколишнього середовища на територіях з підвищеним техногенним навантаженням найбільш ефективними, серед біологічних методів, є методи біоіндикації, що являють собою оцінку стану навколишнього природного середовища шляхом спостереження за живими об'єктами в середовищі їх існування.

Під час проведення досліджень стану атмосферного повітря методом ліхеноіндикації, було проаналізовано видовий склад лишайників різних ділянок м. Глухів з різним ступенем забрудненості атмосферного повітря та виявлено 17 видів лишайників, що належать до відділу *Ascomycota* класів – *Lecanoromycetes*, *Eurotiomycetes*, які відносяться до 3 порядків – *Lecanorales*, *Teloschistales*, *Verrucariales*, 5 родин і 10 родів. Крім того, було визначено найбільш поширені види: *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Xanthoria parietina*, *Lecanora allophana* та інші.

Проведено еколого-ценотичний аналіз визначених лишайників та встановлено наступні екологічні групи: епіліти, епіфіти, епігеїди та епіксиди. У залежності від субстрату найбільша кількість лишайників належить до епіфітів – 10 видів (58,8%), на другому місці – епігеїди та епіксиди – по 3 види (17,7%), на третьому місці – епіліти – 1 вид (5,8%).

Встановлено, що найбільш придатним типом субстрату для заселення

лишайниками у всіх досліджених районах є кора дерев. На відміну від інших субстратів, на яких можуть існувати лишайники, кора дерев має найбільший вміст елементів живлення органічної природи та характеризується неоднаковою структурою поверхні, що створює більш сприятливі умови для заселення, росту та розвитку лишайників.

В результаті, оцінено стан забрудненості атмосферного повітря шляхом методу ліхеноіндикації у межах м. Глухова та його околиць. Порівнюючи отримані показники індексу полеотолерантності (IP) з 4-х пробних ділянок, встановлено, що найбільше забруднення повітря спостерігається в центр, міста IP = 7 а також в урочищі Борок – IP = 5,2. Менше забруднення спостерігається в районі вулиці Хреннікова – IP = 4,7 та парку «Літній сад» – IP = 3.

Отже, отримані результати спостережень за лишайниками на дослідних ділянках дали чітку інформацію про стан атмосферного повітря, яка показує різний ступінь забруднення атмосферного повітря.

Ключові слова: ліхеноіндикація, показник індексу полеотолерантності, індикаторні види, куцисті лишайники, листовати лишайники, зони забруднення, відносно чиста зона, чиста зона.

SUMMARY

Armen S. E. «**Assessment of the state of atmospheric air of the Hlukhiv territorial community by the method of lichen indication**»

Qualification work of educational level – Master's degree, in the form of a manuscript. Speciality – 101 Ecology – Sumy National Agrarian University – Sumy, 2024.

The qualification work is presented on 78 pages of computer text, includes 28 tables and 15 figures. It consists of an introduction, 4 chapters, conclusions, and a list of references that includes 50 items.

The paper analyses the existing biological methods for assessing the state of atmospheric air, which include bioindication and biotesting methods. It has been determined that for assessing the state of the environment in areas with an increased technogenic load, the most effective among biological methods are bioindication methods, which are an assessment of the state of the environment by observing living objects in their habitat.

During the study of the state of atmospheric air by lichen indication, the species composition of lichens in different areas of Hlukhiv with different levels of air pollution was analysed and 17 species of lichens belonging to the Ascomycota division of classes Lecanoromycetes, Eurotiomycetes, which belong to 3 orders Lecanorales, Teloschistales, Verrucariales, 5 families and 10 genera were identified. In addition, the most common species were identified: *Parmelia schlcata*, *Hypogymnia physodes*, *Xanthoria parietina*, *Lecanora allophana* and others.

The ecological and coenotic analysis of the identified lichens was carried out and the following ecological groups were identified: epiliths, epiphytes, epigeids and epixids. Depending on the substrate, the largest number of lichens belongs to epiphytes - 10 species (58.8%), followed by epigeids and epixids - 3 species each (17.7%), and epiliths - 1 species (5.8%).

It was found that the most suitable type of substrate for lichens in all studied areas is tree bark. Unlike other substrates on which lichens can exist, tree bark has

the highest content of organic nutrients and is characterised by a heterogeneous surface structure, which creates more favourable conditions for the colonisation, growth and development of lichens.

As a result, the state of atmospheric air pollution was assessed using the lichen indication method within the city of Hlukhiv and its surroundings. Comparing the obtained values of the field tolerance index (FTI) from 4 test sites, it was found that the highest air pollution is observed in the city centre (FTI = 7) and in the Borok tract (FTI = 5.2). Lesser pollution is observed in the area of Khrennikova Street - IP = 4.7 and the Summer Garden Park - IP = 3.

Thus, the obtained results of observations of lichens in the experimental areas provided clear information about the state of the atmospheric air, which shows different degrees of air pollution.

Key words: lichen indication, field tolerance index, indicator species, bushy lichens, leafy lichens, pollution zones, relatively clean zone, clean zone.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

IP – індекс полеотолерантності,

С.з. – середнє значення,

n – кількість видів на описаній пробній ділянці,

a_i – клас полеотолерантності, i – того виду (від 1 до 10),

c_i – проєктивне покриття, i – того виду в балах,

С – сума значень покриття всіх видів (у балах),

SO₂ – оксид сірки,

ТМ – важкі метали,

Uр1 – урбанофільний (urbanophil) вид,

m-Uр1 – помірноурбанофільний (moderately urbanophil) вид,

Un – урбанонейтральний (urbanoneutral) вид,

m-Uрb – помірноурбанофобний (moderately urbanophob) вид,

Uрb – урбанофобні (urbanophob) вид.

ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ ЯК ОДНОГО З МЕТОДІВ ВСТАНОВЛЕННЯ СТАНУ ЗАБРУДНЕНOSTІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ (Огляд літератури)	12
РОЗДІЛ 2. ОБ’ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1 Об’єкт та предмет досліджень	19
2.2 Умови проведення досліджень	22
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
РОЗДІЛ 4. ЛІХЕНОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ТЕРИТОРІЇ ГЛУХІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	33
4.1. Систематичний аналіз ліхенофлори регіону дослідження	33
4.2. Оцінка стану забрудненості атмосферного повітря у лісових масивах	39
4.3. Оцінка стану забрудненості атмосферного повітря у межах міста	55
4.4. Порівняльна оцінка чистоти атмосферного повітря у межах міста та його околицях	57
4.5. Особливості поширення урбаногруп епіфітних лишайників дослідного району	61
ВИСНОВКИ	65
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67
ДОДАТКИ	72

ВСТУП

Актуальність теми. Людство для свого існування потребує певних умов середовища, зокрема чистого повітря. Разом з тим господарська діяльність людини кардинально змінює стан атмосферного повітря, і далеко не на краще. Серед її наслідків є постійне локальне забруднення атмосферного повітря різними викидами, у тому числі небезпечними для життя й здоров'я людей. [9]. У результаті господарювання 15% території України сьогодні належить до категорії «надзвичайно забруднені регіони з підвищеним ризиком для здоров'я людей та райони екологічної катастрофи»

Постійне збільшення забруднення атмосферного повітря – одна з найважливіших екологічних проблем сьогодення, оскільки токсичні речовини, потрапляючи в людський організм, викликають різні захворювання [24]. З цієї причини все більш поширеними стають методи біоіндикації, серед яких найпопулярнішим є метод ліхеноіндикації [16; 19; 21; 26]. Цей метод передбачає використання в якості індикаторів стану повітря різних груп лишайників, що мають неоднаковий ступінь чутливості до забруднення атмосферного повітря [12]. Метод ліхеноіндикації дешевий у використанні та надає можливість оцінити стан навколишнього середовища в ретроспективі [11;18].

Питаннями дослідження забруднення атмосферного повітря та використання способу біоіндикація рослин для виявлення забруднення присвячено роботи Швадчак І. М., Горової А. І., Курінного А. І, Механджиєва А., Частоколенко Л. В., Müller M., Grant W. F., Owens E. T. та інших. Дослідженням лишайників як біоіндикаторів присвячено багато робіт у схожих за природними умовами територіях Байрак О. М., Зеленко С. Д., Кондратюк С. Я., Мартиненко В. Г., Некрасенко Л. А., Окснер А. М., Yule F. A., Lloyd O. Li. [21, 23, 27, 35,37,42, 49, 50].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконувалася згідно з планами науково-дослідної роботи кафедри екології та ботаніки Сумського національного аграрного університету в межах

виконання теми: «Інвентаризація біорізноманіття та комплексний популяційний аналіз рослинного покриву Північно-Східної України» (номер держреєстрації: 0121U113245).

Мета і завдання дослідження. Дослідити видовий склад лишайників та оцінити рівень забруднення атмосферного повітря у різних зонах міста Глухів Сумської області методом ліхеноіндикації.

Для досягнення мети були поставлені наступні завдання:

1. проаналізувати особливості застосування методу ліхеноіндикації;
2. визначити видовий склад ліхенофлори на території м. Глухів;
3. дослідити проєктивне покриття лишайників на території м. Глухів;
4. встановити стан атмосферного повітря в м. Глухів Сумської області методом ліхеноіндикації.

Методи дослідження. аналіз літературних джерел, ботанічні, морфометричні, математико-статистичні.

Наукова новизна отриманих результатів. Уперше на території м. Глухів було досліджено видовий склад лишайників та оцінено рівень забруднення атмосферного повітря методом ліхеноіндикації.

Практичне значення одержаних результатів. Підготовлені матеріали про видовий склад лишайників та рівень забруднення атмосферного повітря м. Глухів можуть бути використані кафедрою екології та ботаніки Сумського НАУ при викладанні таких дисциплін, як: «Ботаніка», «Біологія», «Загальна екологія», «Раціональне використання, захист та охорона ландшафтів», «Моделювання та прогнозування стану довкілля».

Особистий внесок здобувача. Робота є самостійним дослідженням студента, який проаналізував можливості застосування біологічних методів оцінки стану атмосферного повітря у містах. Здійснив спостереження за ліхенофлорою в зоні впливу забруднюючих речовин. Узагальнення та інтерпретація отриманих даних здійснювалось як особисто, так і спільно із науковим керівником. Результати досліджень відображені у публікаціях та

кваліфікаційній роботі. Матеріали, опубліковані у співавторстві, містять пропорційний внесок здобувача.

Апробація результатів роботи. Результати та основні положення роботи доповідались на щорічній науково-практичній конференції студентів та аспірантів Сумського НАУ присвяченої Міжнародному дню студента (18-22 листопада 2024 р.). Суми, 2024.

Публікації. За матеріалами роботи підготовлено тези, які опубліковані в Матеріалах науково-практичної конференції студентів та аспірантів Сумського НАУ присвяченої Міжнародному дню студента (18-22 листопада 2024 р.). Суми, 2024. (Додаток А).

Структура та обсяг роботи. Матеріали роботи викладено на 78 сторінках, з яких основний текст роботи займає 19 сторінок. Кваліфікаційна робота складається з вступу, 4 розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та 4 додатків. Основна частина роботи містить 15 рисунків і 28 таблиць. У роботі цитується 50 літературних джерел, з них 8 – латиницею.

РОЗДІЛ 1. РЕТРОСПЕКТИВНИЙ АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ ЯК ОДНОГО З МЕТОДІВ ВСТАНОВЛЕННЯ СТАНУ ЗАБРУДНЕНOSTІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

(Огляд літератури)

Біоіндикаційні дослідження довкілля на антропогенно змінених і природних територіях за допомогою перспективних біоіндикаторів лишайників є важливим напрямом біоекологічного моніторингу, зокрема в урбоекосистемах [27]. Ці дослідження мають як наукове значення, що стосується інвентаризації біорізноманіття, так і прикладне, спрямоване на оптимізацію планування територіального розвитку, розробку оцінок впливу на навколишнє середовище та здоров'я людини, а також екологічну експертизу [3; 6; 8; 10-13; 21; 24-27].

Проблеми біоіндикації довкілля привертала увагу як вітчизняних, так і міжнародних науковців. В Україні цими питаннями займалися вчені, зокрема Боголюбова В., Гончаренко І., Клименко М., Картавцева О., Сафранова Т., Горової А., Прилипко В., Мокіна В., Адаменко О. Більшість авторів підкреслюють загальноприйняті підходи до організації спостережень і аналізу забруднення різних складових довкілля, таких як атмосфера, підземні та поверхневі води, ґрунтовий покрив і геологічні аспекти. Вони також розглядають моніторинг в різних аспектах, зокрема організацію спеціалізованих рівнів систем моніторингу, детально аналізуючи використання дистанційних методів зондування Землі та геоінформаційних технологій для екологічного моніторингу. За допомогою таких підходів формується соціально-екологічний моніторинг [19-24].

Карпінський О. є засновником ідеї біоіндикації, вважаючи, що властивості ґрунтів та підстилаючих гірських порід можна оцінювати за допомогою особливостей розвитку рослин і їх складу [22]. Вікторов С., один із піонерів індикаційної геоботаніки, зазначав, що індикація полягає в умінні бачити не лише те, що очевидно, але й те, що не видно на перший погляд [7].

Виноградов Б., у своєму розділі «Основи теорії і практики рослинних індикаторів», вважав, що фітоценози та окремі рослини можуть бути біологічними індикаторами. Вони здатні вказувати на зміни в навколишньому середовищі завдяки своїй функціональній системі, будові та складу, реагуючи на ці зміни, незалежно від природи цих факторів [12]. Б. Биков розглядав рослини як біологічні індикатори, що характеризують умови зовнішнього середовища [2].

Слободян В. займався описом методів ранньої біоіндикації, аналізуючи морфологічні та біохімічні зміни у рослинах, що виникають під впливом антропогенного навантаження. Він також описував народну біоіндикацію та методи, які використовуються в біоіндикації, і розробив напрямки застосування методик фіто- та фауноіндикації в різних видах моніторингу за допомогою біологічних систем [35].

Бойко М., Вознюк Н., Глухов О., Прищепа А., Прохорова С., Хижняк Н. аналізували методи біоіндикації забруднення ґрунтів та атмосферного повітря [4] і описували результати інтегральної оцінки стану навколишнього середовища на основі розвитку органів рослин і тварин [9; 10]. Проблеми біоіндикаційного оцінювання токсичності ґрунтів у зонах впливу військової діяльності були висвітлені в працях Стаднічука О. [37].

Використання лишайників як показників для оцінки якості атмосферного повітря стало темою численних досліджень як вітчизняних, так і зарубіжних вчених, серед яких Блюм О., Трас Х., Бязрова Л., Малишев Н., Пчолкін А., Мучний Є., Hawksworth D. та інші.

Метод оцінки забруднення повітря за допомогою лишайників називається ліхеноіндикацією. Цей метод ґрунтується на вивченні чутливості епіфітних (епілітних, епідіксильних) лишайників, аналізі онтогенетичної структури популяцій фонових видів та показників ліхенофітних угруповань. Для забезпечення порівнянності моніторингових даних важливо використовувати єдині якісні та кількісні методики, враховуючи регіональні

особливості, а також конкретні параметри біоіндикаторів. Ліхеноіндикація пройшла етапи аут-, дем- та синекологічних досліджень [33].

Подальші дослідження ліхенологів дозволили визначити екологічні фактори, що обмежують поширення епіфітів, які були враховані при аналізі польового матеріалу. На сьогодні підтверджено значний вплив кислотності кори та виду рослини-господаря на поширення лишайників, поряд із загальним забрудненням [32-35]. Крім того, важливими факторами для лишайників є характеристики мікрорельєфу, пористість, вологоємність, хімічний склад та буферна ємність субстрату [17].

Ліхенологи довели, що лишайники-епіфіти є найкращими організмами для біоіндикації в умовах міського середовища. Чутливість цих лишайників до техногенного забруднення атмосферного повітря була підтверджена численними дослідженнями вітчизняних та міжнародних авторів, таких як: Бязров, Малишева, Мучник, Дюков, Richardson, Wirt та інші. Це пояснюється тим, що стовбури дерев зазнають більш інтенсивної циркуляції повітря протягом року порівняно з ґрунтовою рослинністю. Епіфіти отримують усі необхідні речовини з атмосфери, а субстрат служить лише основою для їх прикріплення. Вони існують в однорідних умовах, тоді як ґрунтові та епілітні лишайники можуть зустрічатися в різних мікроумовах, і їх поширення часто залежить від випадкових факторів, а не тільки від забруднення [29].

Один з основних показників ліхеноіндикації – це зміни фізіологічних особливостей видів, що реагують на зміну якості навколишнього середовища [36; 38; 40]. Чутливість лишайників до забруднення повітря пояснюється тим, що вони поглинають воду і розчинені в ній речовини, переважно з атмосфери, зберігаючи їх у організмі протягом усього життя та навіть після відмирання [21; 24].

Загально визнано, що найбільш небезпечними забруднювачами для лишайників є кислотоутворюючі сполуки. Однак ступінь їх впливу може залежати від природи субстрату, а також від складу та співвідношення супутніх забруднювачів, які можуть посилювати або нейтралізувати один

одного. Трансплантаційні методи ліхеноіндикації дозволяють проводити польові дослідження морфологічних змін слоевищ та підтверджувати біоіндикаційні ознаки у видів [34-37].

Наприкінці 19 століття розвинувся новий напрямок ліхеноіндикаційних досліджень – ліхенометрія, що дозволяє за швидкістю приросту слоевищ визначати тимчасові рамки подій і вік субстрату. Завдяки радіовуглецевому датуванню було встановлено, що лишайники є повільно зростаючими організмами, причому приріст їх слоевищ за сприятливих умов може коливатися від 1 до 8 мм на рік в залежності від виду. Листуваті та куцисті лишайники ростуть швидше, ніж накипні [5]. Ліхенометрія дає змогу визначити вік субстрату для проростання лишайників та оцінити зміни в навколишньому середовищі [23].

До аутокологічного напрямку ліхеноіндикації відносяться дослідження, що використовують хімічні та фізико-хімічні методи для виявлення накопичення поллютантів, таких як важкі метали (ТМ) та радіонукліди [39-43]. Для застосування лишайників у біоіндикації ТМ на рівні окремих особин або угруповань передбачено вивчення локалізації поллютантів у слані, а також динаміки їх поглинання залежно від факторів зовнішнього середовища, виду ліхенобіоти та особливостей форофіта (деревного).

Одним із напрямків є дослідження здатності лишайників накопичувати поллютанти, зокрема ті, що мають транскордонне поширення, а також радіонукліди в антропогенно перетворених і природних екосистемах [11].

Ніфонтовою М. було встановлено сучасний вміст радіонуклідів у слані лишайників, розташованих в місцях, віддалених від джерел хімічних та радіоактивних забруднень [27]. Зокрема, концентрація ^{90}Sr становить 80-90 Бк/кг, а ^{137}Cs – 280 Бк/кг, що є фоновими значеннями для цієї території. Однак, після катастрофи на Чорнобильській АЕС у 1986 році було зареєстровано підвищення вмісту радіонуклідів через транскордонне перенесення.

Численні дослідження вітчизняних та зарубіжних авторів присвячені вивченню змісту ТМ у слані фонових видів лишайників урбоєкосистем та природних спільнот. Для моніторингу забруднення атмосферного повітря використовуються два основних методи: ліхеноіндикація та діагностика накопичення ТМ у слоевищах [31; 42]. У різних екосистемах було встановлено коефіцієнти біоконцентрації та біофільності для різних мікроелементів і ТМ, а також виявлено роль лишайників у еколого-геохімічній індикації стану навколишнього середовища [40; 41].

Дослідження показали, що епіфітні та частково епігейні лишайники мають більшу здатність до накопичення поллютантів, ніж судинні рослини [43]. Це пояснюється довготривалими життєвими циклами лишайників, великою площею поверхні для поглинання поллютантів через розріджені сланки листяних і кущистих форм, а також відсутністю щільних покривів і органів для газо- та водообміну [36; 38]. Закордонні ліхенологи та токсикологи дослідили, як різні фізіологічно доступні форми та види важких металів (ТМ) накопичуються в епіфітних лишайниках, виділивши чутливі види і встановивши закономірності накопичення ТМ ліхенобіотою [41-43].

Шарунова І. проаналізувала процес накопичення важких металів епіфітними лишайниками, зокрема на прикладі *Nurpogymnia physodes* (L.) Nyl. Виявлено фактори, що впливають на концентрацію ТМ, такі як рівень токсичного навантаження території, висота розташування слані на форофіт і вік слані. Проте не було знайдено однозначної залежності між акумулятивною здатністю лишайників і їх чутливістю до забруднення атмосфери [4; 21].

Особливості накопичення поллютантів лишайниками використовуються для картографування забруднених зон в урбоєкосистемах та природних спільнотах, що дозволяє проводити зонування територій [26; 29]. Це є важливим прикладним застосуванням хіміко-токсикологічних досліджень лишайників у моніторингових дослідженнях змін стану довкілля, зокрема атмосфери.

Демекологічні дослідження лишайників зосереджені на вивченні популяцій видів і порівнянні їхніх структур на фонових та антропогенно перетворених територіях. Останнім часом активно розвиваються методи діагностики стану середовища на основі структури популяцій епіфітних лишайників. Це включає аналіз індивідуальних таломів та їх угруповань на стовбурах дерев-форофітів (субпопуляцій). Порівняно з аналізом окремих таломів, дослідження структури субпопуляцій дають більш точну оцінку успішності процесу зростання популяції, виявлення слабких ланок у життєвому циклі виду і дозволяють висувати гіпотези щодо генетичної гетерогенності таломів, що ростуть на одному стовбурі дерева [5].

Особливим напрямком є дослідження онтогенетичної структури популяцій епіфітних та епігейних лишайників, а також визначення їх життєвості. Оцінка віталітету та онтогенетичного спектра особин дозволила дослідити вплив екологічних факторів на розвиток певних ліхенобіонтів у різних умовах. Мікровідмінності в умовах місцез перебування лишайників, зокрема зміни в їхньому зростанні та розвитку, особливо в онтогенезі, є важливим аспектом цих досліджень. Доведено, що вивчення популяційних структур епіфітних лишайників є трудомістким методом оцінки стану середовища, а подібні результати можна отримати за допомогою традиційних методів ліхеноіндикації. Також було виявлено зміну онтогенетичної структури, зокрема «омолодження» модельних видів лишайників, спричинене токсичним забрудненням середовища [32].

Дослідження чисельності та структури популяцій лишайників у різних екологічних умовах допомагають з'ясувати причини субстратної та фітоценотичної прив'язаності лишайників, а також їх чутливість до техногенних впливів [6; 19].

У синекологічних дослідженнях, які набирають популярності, активно використовуються дані про синузальне складання лишайникового покриву та описуються співтовариства епіфітних і епілітних лишайників. Також запропоновано ліхеноіндикаційні показники біорізноманіття, такі як

кількість видів і різноманітність, що включають альфа- та бетарізноманітність угруповань [25].

Екологічну структуру лишайникових синузій та угруповань активно використовують як за кордоном, так і в Україні, здебільшого для оцінки стану повітряного та ґрунтового середовища [31-34].

Одночасно розпочалася розробка екологічних ліхеноіндикаційних шкал, що дозволяли проводити кількісну біодіагностику. Ці шкали у ліхеноіндикації дали змогу враховувати індивідуальні особливості біоіндикаторів та встановлювати зв'язок між їхнім станом і концентрацією забруднювачів в навколишньому середовищі, зокрема в атмосфері.

З 60-х років ХХ століття було запропоновано понад десять шкал чутливості видів ліхенобіоти для оцінки загального стану атмосфери. Вони враховували реакції видів на атмосферні забруднення, особливо на оксид сірки (IV). Перша така шкала була розроблена у Великобританії відомими ліхенологами Хауксворсом Д. і Роузом Ф. у 1970 році. Вона включала 5 класів індикаторних епіфітних видів лишайників, розповсюдження яких корелює з концентрацією діоксиду сірки. Сьогодні ця шкала налічує 10 класів індикаторних епіфітних видів лишайників [20].

Таким чином, для ліхеноіндикаційної оцінки антропогенного забруднення урбанізованих територій широко використовуються різні методики: аналіз хімічного складу слані [21; 26; 32], дослідження розподілу забруднень в часі за історичними даними про видовий склад ліхенофлори [6; 14; 17; 24], синтетичні індекси для визначення ступеня забруднення атмосферного повітря [4; 41; 43], а також трансплантаційні методи [8; 28; 35].

Отже, ліхеноіндикація є одним із найважливіших методів екологічного моніторингу. Однак, через чутливість лишайників до змін навколишнього середовища, іноді складно точно встановити причину ушкоджень. Вплив факторів, таких як температура або вологість, може маскувати ефекти забруднення, особливо якщо концентрація забруднювачів є незначною.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, ПРЕДМЕТ ТА УМОВИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкт та предмет досліджень.

Робота базується на матеріалах польових та камеральних досліджень видового складу лишайників, проведених у період 2020–2024 років на території Глухівської територіальної громади.

Об'єктом дослідження виступав видовий склад лишайників Глухівської територіальної громади.

Предмет дослідження: рівень забруднення атмосферного повітря в різних зонах Глухівської територіальної громади методом ліхеноіндикації.

Лишайники являють собою унікальну групу живих організмів, що виникли внаслідок симбіозу представників відділів Зелених водоростей (*Chlorophyta*) та Синьо-зелених водоростей (*Cyanophyta*) із деякими видами сумчастих грибів і базидіоміцетів [13].

Морфологічно лишайники класифікуються за формою слані на три основні типи: кіркові (накипні), листуваті та кущисті. Слань кіркових лишайників має вигляд порошкоподібної, зернистої, горбкуватої або гладкої кірки, що щільно прилягає до субстрату. Кіркова слань може бути поверхневою або зануреною у субстрат (рис. 2.1.1).

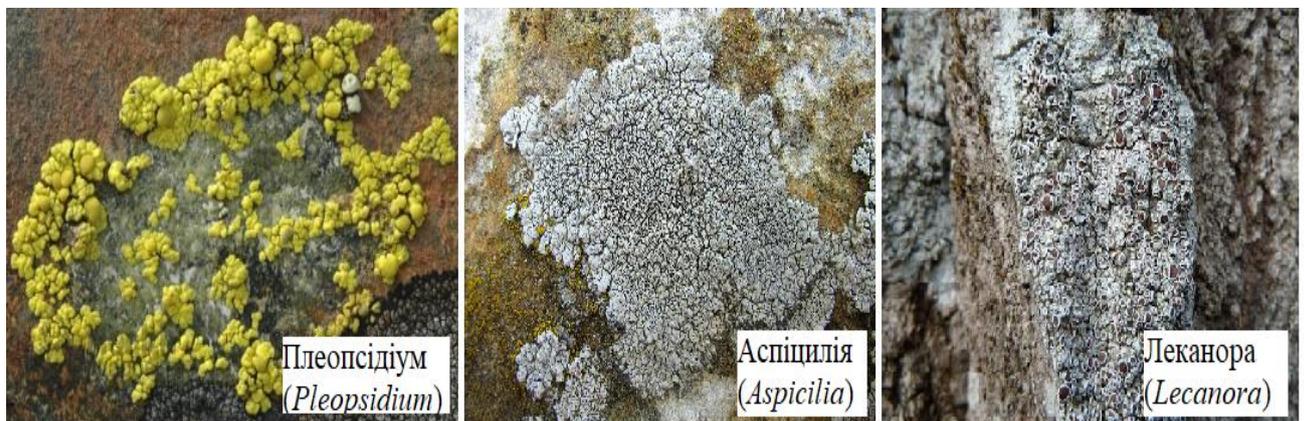


Рис. 2.1.1. Кірковий (накипний) тип слані лишайників

Лишайники, слань яких заглиблена в кору дерева, називають гіпофлеоїдними, а ті, що заглиблені в каміння, – ендолітними. Лишайники з поверхневою сланню поділяються на епіфлеоїдні (на корі дерев) та епілітні (на камінні). Приблизно 80% лишайників належать до кіркових, які вважаються найпримітивнішими.

Слань листуватих лишайників має форму дорзовентрально сплюснених лусок або пластинок, які прикріплюються до субстрату за допомогою пучків грибних гіф – ридзин. Такі слані легко відокремлюються від поверхні субстрату (рис. 2.1.2).



Рис. 2.1.2. Листуватий тип слані лишайників

Слань кущистих лишайників має форму тонких ниткоподібних або стеблоподібних, часто розгалужених утворень, які прикріплюються до субстрату лише основною частиною. «Гілочки» таких лишайників зазвичай мають радіальну будову. Між трьома основними морфологічними типами слані зустрічається багато перехідних форм. Зокрема, основа кущистого лишайника нерідко складається з кількох лусок або пластинок (первинна слань), від яких відходить розгалужена частина. У деяких лишайників слань у центральній частині є накипною, тоді як на периферії вона набуває майже листуватої форми (рис. 2.1.3).

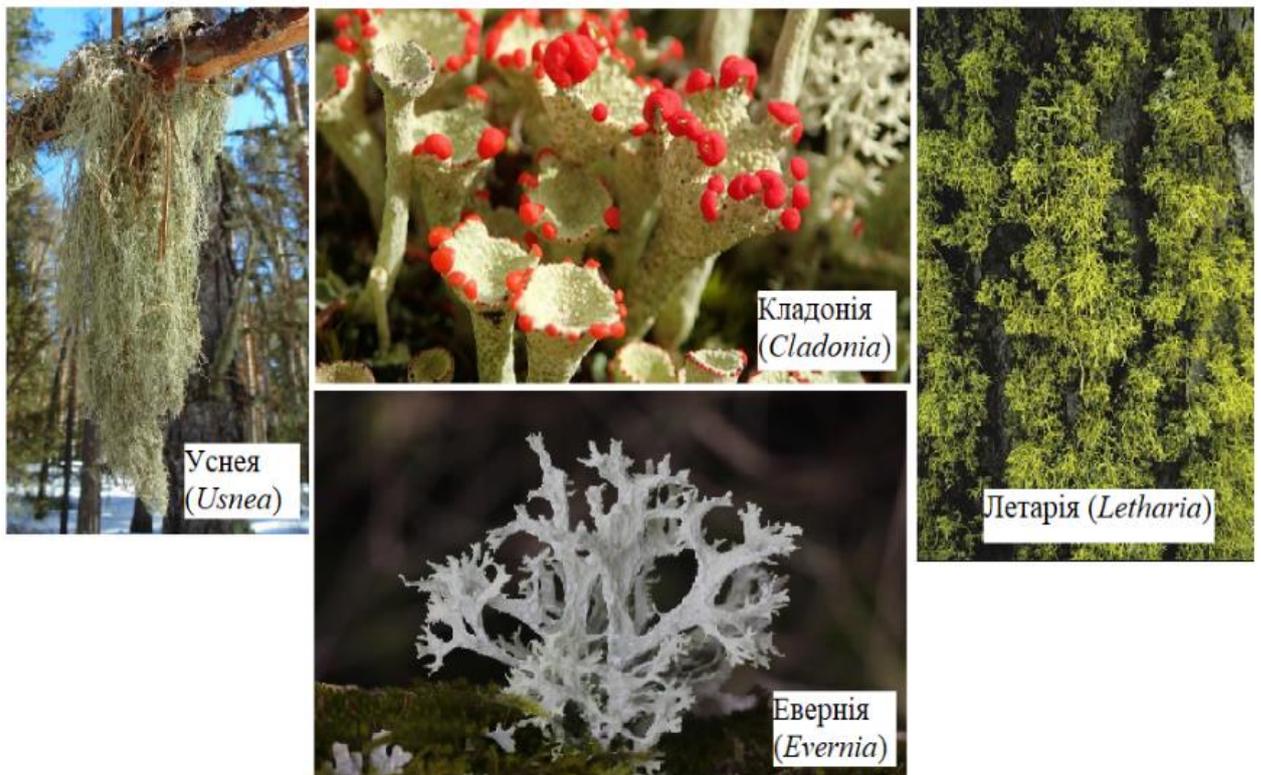


Рис. 2.1.3. Кущистий тип слані лишайників

Одним із головних завдань сучасної системи моніторингу довкілля є розробка методів, що дозволяють оцінювати умови навколишнього середовища, необхідні для забезпечення нормальної життєдіяльності організмів. Перспективним підходом до вирішення цього завдання є застосування біологічних методів, які ґрунтуються на використанні показників чутливих до змін стану довкілля організмів-біоіндикаторів.

Методи ліхеноіндикації отримали найбільше визнання для оцінки якості атмосферного повітря, адже завдяки своїм фізіологічним властивостям лишайники здатні чутливо реагувати на зміни стану навколишнього середовища.

Багато досліджень присвячено використанню біорізноманіття лишайників (кількість видів, щільність популяцій, частота зустрічності) для оцінки якості повітря. Проте під час застосування показників біорізноманіття для оцінки якості атмосферного повітря в урбанізованих територіях виникають маловивчені аспекти, зокрема через вплив додаткових

екологічних чинників, які впливають на ріст лишайників, та неоднорідність цих умов у межах міста.

Це обумовлює необхідність удосконалення існуючих методів ліхеноіндикації шляхом детального вивчення меж їх застосування. Особливу увагу слід приділити переходу від традиційних підходів, заснованих на оцінці видової різноманітності, до альтернативних методів, які враховують організмові показники лишайників. Морфологічні зміни таломів є першими візуально помітними ознаками впливу забруднювачів на лишайники та можуть сигналізувати про забруднення ще до значних змін у видовому складі.

Розвиток методів ліхеноіндикації відкриває нові можливості для використання лишайників у моніторингу якості атмосферного повітря в урбанізованих територіях. Зважаючи на актуальність цього питання, метою даного розділу є морфологічний опис змін у будові лишайників, які виступають якісними характеристиками для оцінки стану атмосферного повітря Глухівської територіальної громади Шосткинського району Сумської області.

2.2. Умови проведення досліджень

Фіко-географічне положення. Регіон дослідження розташований у межах координат $51^{\circ}21'–51^{\circ}55'$ північної широти та $33^{\circ}10'–34^{\circ}15'$ східної довготи і входить до складу Сумської області, Шосткинського району. Його загальна площа становить 4000 км^2 . На півдні регіон межує з Конотопським районом, на заході – з Чернігівською областю, а на сході – з державним кордоном України та Росії (Рильський район Курської області, Севський район Брянської області).

Згідно з фізико-географічним районуванням, північна частина регіону належить до Новгород-Сіверського Полісся, яке є частиною Поліської провінції зони мішаних лісів. Південна частина розташована в межах

Середньоруської підвищеної провінції Лісостепової зони Сумської області. Межа між цими зонами проходить уздовж лінії Кролевець–Глухів–Червоне. На заході регіон межує з територією Чернігівського Полісся.

Клімат. Кліматичні умови регіону формувалися під впливом таких чинників, як географічне положення, рівнинно-хвилястий рельєф, переважання західних вітрів і характер підстилаючої поверхні.

На території регіону домінують західні та північно-західні вітри, які приносять значну кількість опадів. Вітри з півночі та північного сходу, навпаки, є сухими. Таким чином, клімат регіону характеризується як помірно-континентальний, із достатнім рівнем зволоження та помірною кількістю опадів, а також відчутним впливом Атлантичного океану. У регіоні спостерігається висока хмарність – майже третина днів на рік хмарні, що зменшує кількість сонячної радіації. За ідеальних умов (без хмарності) сонячна радіація могла б досягати 130 ккал/см^2 на рік (як у Криму), однак фактично становить $90\text{--}95 \text{ ккал/см}^2$. З цієї кількості в атмосфері розсіюється 40 ккал/см^2 , відбивається від поверхні 20 ккал/см^2 , а ґрунтом поглинається $30\text{--}35 \text{ ккал/см}^2$.

Середньорічна температура повітря становить $+7,5^\circ\text{C}$, із річною амплітудою в $26,9^\circ\text{C}$. Середня температура в січні – $-7,9^\circ\text{C}$, у липні – $+19\text{--}19,5^\circ\text{C}$. У холодний період мінімальна температура може опускатися до -40°C , а в теплий період максимальна досягає $+38^\circ\text{C}$. У деякі роки можливі посухи тривалістю до 15 діб.

Річна кількість опадів становить $575\text{--}600 \text{ мм}$, із яких близько 200 мм випадає у холодний період, а 400 мм – у теплий. Морські повітряні маси впливають на клімат області протягом $140\text{--}150$ днів на рік, що іноді спричиняє зимові опади у вигляді дощу. Зливи найчастіше трапляються з кінця квітня до середини вересня через поєднання двох чинників: інтенсивного надходження вологих повітряних мас із заходу та прогрівання ґрунту.

Промерзання ґрунту розпочинається наприкінці жовтня. Кількість днів зі стійкими морозами становить 90–95. Стійкий сніговий покрив зберігається 90–105 днів, із середньою висотою 20–30 см. Максимальна глибина промерзання ґрунту становить 60 см, хоча в окремі роки вона може досягати 200 см. Найпізніше відтавання ґрунту спостерігається у першій декаді квітня.

Геоморфологічна будова регіону. Територія дослідження розташована на межі двох великих геоморфологічних районів: Середньоруської височини та Польсько-Дніпровської низовини.

Західні відроги Середньоруської височини, що простягаються з території Росії, утворюють так звані Придеснянські відроги, які поділяються на три частини: Ямпільську, Глухівсько-Кролевецьку та Путивльську. Регіон дослідження охоплює частини Глухівсько-Кролевецького та Путивльського відрогів, які є підвищеним плато (Придеснянське плато, далі ПП) із максимальними висотами 224–230 м над рівнем моря (північніше Глухова) та мінімальними висотами 130 м у заплавах річок. На півночі плато межує з Ямпільським відрогом уздовж північної межі лісу, яка проходить через села Тулиголове, Обложки та Березу. На півдні й сході плато обмежене долиною річки Клевень, а на заході висоти поступово знижуються, переходячи у низовини об'єднаної долини річок Десни та Сейму. Низинний рельєф домінує західніше Кролевця, де висоти коливаються в межах 130–180 м над рівнем моря.

Рельєф регіону сформувався під впливом структурних особливостей, складу гірських порід та діяльності льодовиків. Він має характерні платформенні форми, які відрізняються між сходом і заходом регіону. Вододіли між долинами річок Есмань (притока Клевені), Клевень і Локня на сході являють собою акумулятивно-денудаційну рівнину з хвилястим, розчленованим яружно-балочною сіткою рельєфом, сформованим на площах із лесовими відкладами.

Західна частина регіону представлена зандровими рівнинами, а на півночі – моренно-зандровими рівнинами ерозійно-акумулятивного типу.

Останнім часом тут спостерігаються зміни рельєфу в напрямку формування низин. Рівнини річкових терас мають слабо розчленований ерозією рельєф і характеризуються незначним нахилом у бік течії річок. Ці рівнини, складені алювіальними відкладами, розташовані вздовж заплавних (голоценових) терас і перших надзаплавних (верхньоантропогенових) терас річок Сейм, Реть, Клевень і Есмань. Ширина терас варіює від кількох десятків метрів до 8–10 км. Масиви дюнних і кучугурних пісків поширені на перших надзаплавних терасах річки Клевень і її притоки Есмані.

Детальний аналіз дозволяє виділити чотири частини території регіону, які відрізняються морфологічною будовою: північно-західну, західну, південну та центральну.

Північно-західна частина (південна частина Ямпільського плато) представлена слабо-хвилястою рівниною з невеликими гривами. Балки тут зустрічаються рідко, ерозійні процеси майже відсутні. Грунтотворні породи – флювіогляціальні відклади та, рідше, леси. Переважають дерново-підзолисті ґрунти на пісках і супісках, опідзолені лісові ґрунти на лесах, а в пониженнях – гідроморфні ґрунти (торфовища, торф'яно-болотяні).

Центральна частина (Глухівсько-Кролевецьке плато) має широко-хвилястий рельєф, розчленований долинами приток Десни і Клевені. Вододіли тут широкі (1000–3000 м), з численними западинами. Характерною рисою є наявність «блюдець» діаметром до 20 м і глибиною до 2 м, де накопичується тала вода. Зустрічаються також моренні горби – залишки височин, зруйнованих зовнішніми силами. Грунтотворні породи включають леси, алювіальні та делювіальні відклади. Поширені сірі опідзолені, темно-сірі ґрунти, а також гідроморфні ґрунти (лучні, болотяні).

Південна частина (Путивльське плато) характеризується вузько-хвилястим рельєфом із густою сіткою балок, які поділяють територію на вузькі місцеві вододіли (300–1000 м). Тут поширені процеси водної ерозії ґрунтів. Переважають сірі та темно-сірі опідзолені ґрунти на лесових суглинках та їх змиті варіанти.

Західна частина (Придеснянська терасова рівнина) поступово переходить від Глухівсько-Кролевецького плато. Рельєф тут переважно низинний, ґрунти сірі, темно-сірі на лесових суглинках, лучні опідзолені на алювіальних відкладах, а також торфовища й торф'яно-болотяні ґрунти в заплавах річок.

Геологічна будова та рельєф території сприяли формуванню корисних копалин, зокрема крейди, торфу, пісків, пісковиків, глин та суглинків.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

Матеріали експериментального дослідження були зібрані протягом 2020–2024 років на території Глухівської територіальної громади у весняно-осінній період. Для проведення досліджень було обрано чотири ділянки в різних районах міста: ділянка №1 – урочище Борок (південна частина Глухова), ділянка №2 – вул. Хреннікова (північна частина м. Глухів), ділянка №3 – парк «Водонапірна вежа» (район автовокзалу м. Глухів), ділянка №4 – парк «Літній сад» (центральный парк м. Глухів) (рис. 3.1).

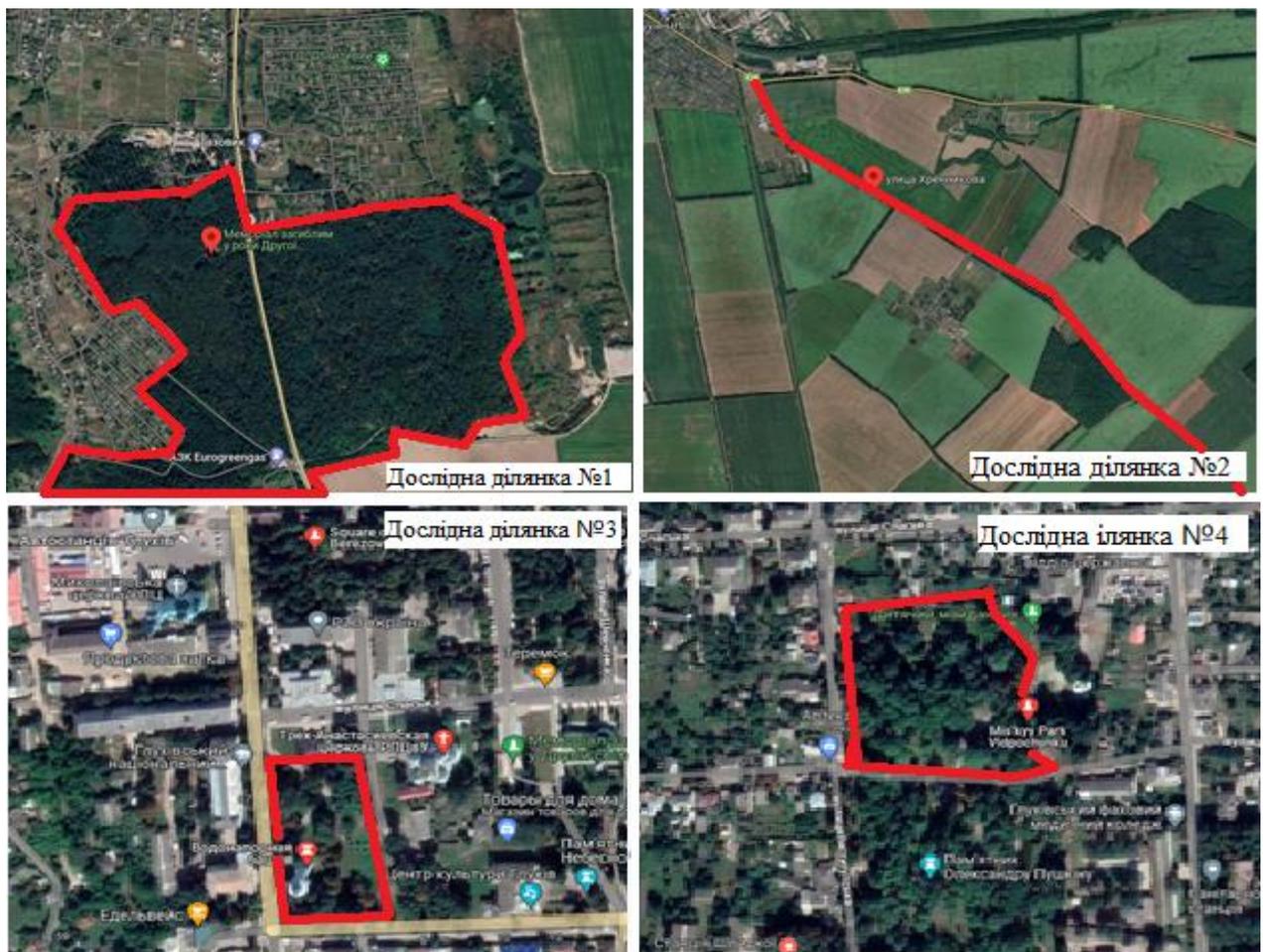


Рис. 3.1. Дослідні ділянки на території Глухівської ТГ

Збір ліхенологічного матеріалу здійснювався маршрутним методом. Усього було зібрано понад 80 пакетів лишайників. Обробка зібраного матеріалу проводилася за загальноприйнятими методиками. Спочатку лишайники оглядали неозброєним оком, звертаючи увагу на особливості та

колір поверхні талому, тип галуження, а також наявність або відсутність апотецій. За допомогою лупи визначали наявність власного або таломного краю в апотеціях, ізидій та соредій.

Процес визначення виду розпочинався з аналізу субстрату, на якому був зібраний зразок, після чого визначався тип талому. Для більш точного визначення виду застосовували спеціальні реактиви для ліхенологічних досліджень, зокрема 5% (10%) водний розчин їдкого калію (КОН). Краплю розчину наносили піпеткою на талом лишайника, спостерігаючи за зміною кольору. Забарвлення талому в червоний, жовтий або бурий колір вказувало на позитивну реакцію, тоді як відсутність зміни кольору свідчила про негативну реакцію [42].

Для аналізу антропогенного впливу на ліхенофлору були проведені ліхеноіндикаційні дослідження на території Глухівської ТГ. Оцінка забруднення атмосферного повітря виконувалась модифікованим методом із використанням індексу полеотолерантності (IP) [27].

Метод ліхеноіндикації передбачав застосування способу «лінійних перетинів», суть якого полягала у вимірюваннях на постійній висоті, приблизно 150 см від рівня землі. Перед початком вимірювань готувалися спеціальні таблиці для фіксації основних характеристик місця дослідження та результатів підрахунків.

Записи щодо дослідних ділянок включали такі параметри: дату, номер, місце розташування, площу, видовий склад дерев та антропогенні чинники, які впливають на цю територію.

Опис модельних дерев і результати вимірювань фіксувалися у заздалегідь підготовленій таблиці, яка включала такі дані: види лишайників, розташування талому, проективне покриття, номер дерева, порода дерева, висота дерева та довжина окружності стовбура. Розташування талому вимірювалося у сантиметрах, а проективне покриття – у відсотках.

Зразок таблиці, у якій відображалися характеристики модельних дерев і результати вимірювань, наведено у табл. 3.1.

Характеристика модельних дерев і результати вимірювань

Характеристика	Види лишайників	Розташування талом, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева:			
2. Порода дерева:			
3. Висота дерева:			
4. Довжина окружності стовбура:			

Метод визначення проективного покриття лишайників за допомогою «лінійних перетинів» базується на вимірюванні не площинних, а лінійних характеристик. Цей спосіб передбачає накладення мірної стрічки на стовбур дерева і фіксацію точок її перетину з талломом лишайника.

Процес вимірювання виглядає так: дослідник вибирає точку на стовбурі дерева на висоті 150 см від землі з північної сторони. Потім на стовбур накладається мірна стрічка так, щоб її нульова позначка збігалася з цією точкою, а числа на шкалі рухалися за годинниковою стрілкою. Після одного оберту навколо стовбура стрічка закріплюється в точці нульової поділки. Далі визначається довжина окружності стовбура, яка приймається за 100% для подальших розрахунків.

Вимірювання проводяться з точністю до 1 мм, фіксуючи початок і кінець кожного перетину стрічки з лишайником. У процесі дослідження було проаналізовано 40 дерев, серед яких домінували такі види: *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Picea abies*, *Sorbus aucuparia*, *Populus alba*, *Betula pendula*. Дослідження проводилося на прямостоячих, не затінених деревах, переважно з південного боку стовбура.

Далі визначалося проективне покриття лишайниками, що є відношенням відкритої лишайниками частини стовбура до його загальної поверхні. Спочатку підраховувалася сумарна довжина таломів лишайників, а потім, знаючи довжину окружності стовбура, розраховувалося проективне покриття у відсотках.

Обробка даних польових вимірювань здійснювалася методом біоіндикації, що ґрунтується на законі екологічної індивідуальності видів. Різні види лишайників реагують по-різному на зовнішні фактори, зокрема на антропогенні зміни. Існують два підходи до оцінки рівня забруднення: якісний, який ґрунтується на виділенні певних категорій забруднення через види лишайників, і кількісний, що використовує спеціальні індекси, що враховують видове багатство та чисельність видів.

Для точнішої оцінки порушеності середовища застосовуються ліхеноіндикаційні індекси, які обчислюються на основі видового складу і кількості лишайників. Ці індекси допомагають більш точно оцінити рівень забрудненості території, враховуючи видовий склад та чисельність лишайників.

Індекс полеотолерантності (IP) був запропонований Х. Трасом [24; 25] і враховує видовий склад лишайників (тобто для його використання потрібно визначати види). IP обчислюється за формулою:

$$I.P. = \sum_i^n \frac{a_i \times c_i}{C}$$

де n – кількість видів на описаній пробній ділянці,

a_i – клас полеотолерантності, i – того виду (від 1 до 10),

c_i – проективне покриття, i – того виду в балах,

C – сума значень покриття всіх видів (у балах).

Індекс полеотолерантності обчислюється для всіх обстежених модельних дерев на ділянці в середньому (табл. 3.2, 3.3).

Таблиця 3.2.

Оцінка проективного покриття лишайників за 10-бальною шкалою

Бал	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Покриття, %	1–3	3–5	5–10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–80	80–100

Співвідношення показників ІР та середньорічного вмісту SO₂ у повітрі

ІР	Концентрація SO ₂ (мг/м ³)	Умовна зона
1–2	Менше 0,01	Нормальна
2–5	0,01–0,03	Малого забруднення
5–7	0,03–0,08	Середнього забруднення
7–10	0,08–0,10	Сильного забруднення
10	0,10–0,30	Критичного забруднення
0	Більше 0,3	Лишайникова пустеля

Для збору ліхенологічного матеріалу в різних за ступенем антропогенного навантаження зонах на території Глухівської територіальної громади (вуличні насадження, сквери, озеленені території поблизу житлових і громадських будівель та ін.) закладено 4 пробні ділянки. На них досліджували поодинокі добре освітлені та непошкоджені дерева *Pinus sylvestris*. (до 10 дерев на кожній дослідній ділянці). У разі відсутності сосни вивчали інші дерева: ялина звичайна (*Picea abies*), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.), тополя біла (*Populus alba*), береза поникла (*Betula pendula* Roth.), в'яз гладкий (*Ulmus laevis*), липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), каштан кінський (*Acer platanoides* L.), модрина європейська (*Larix decidua*), тополя чорна (*Populus nigra*). Деревина обстежували від основи їх стовбура до 2 м над рівнем ґрунту. Загальну частоту трапляння виду визначали як відношення кількості ділянок, де вид виявлений, до загальної кількості досліджених ділянок. Ми використали шість класів частоти трапляння: I – до 5 %, II – 6 – 20, III – 21 – 50, IV – 51 – 70, V – 71 – 90, VI – 91 – 100% [6].

На основі власних досліджень виділили п'ять екологічних груп лишайників відповідно до їх стійкості до урбанізації, або урбаногруп: 1) урбанофільні (urbanophil – Upl), 2) помірноурбанофільні (moderately urbanophil – m-Upl), 3) урбанонейтральні (urbanoneutral – Un), 4) помірноурбанофобні (moderately urbanophob – m-Urb), 5) урбанофобні (urbanophob – Urb) види. До урбанофобної групи належать види, характерні

для природних екосистем, які в межах компактної міської забудови відсутні або ж з дуже рідкісними. Види, відзначені на слабо або помірно антропогенно порушених ділянках міста, відносять до помірноурбанофобних. Урбанонейтральна група об'єднує види, що з однаковою частотою трапляються як у межах щільної міської забудови, так і поза нею. Види помірноурбанофільної групи зосереджені в межах щільної міської забудови. Урбанофільні види з індикаторами урбанізованого середовища, їх наявність вказує на високий рівень антропогенного навантаження [9, 23].

Для кожного опису визначали індекс видової різноманітності [2] як загальну суму видів епіфітних лишайників, виявлених на дослідних ділянках. За даним індексом складено карту атмосферного забруднення міста. Загалом виділено чотири ліхеноіндикаційних ізотоксичних зони забруднення: незабруднену, слабозабруднену, середньозабруднену та дуже забруднену.

РОЗДІЛ 4. ЛІХЕНОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ТЕРИТОРІЇ ГЛУХІВСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ

4.1. Систематичний аналіз ліхенофлори регіону дослідження

Під час вивчення ліхенобіоти регіону було виявлено 17 видів лишайників, що належать до відділу *Ascomycota* та класів *Lecanoromycetes* і *Eurotiomycetes*. Вони розподілені по трьох порядках: *Lecanorales*, *Teloschistales*, *Verrucariales*, 5 родин і 10 родах.

Основну частину ліхенофлори складають лишайники класу *Lecanoromycetes* – 16 видів. Найбільшу частину серед них займає порядок *Lecanorales*, який включає родини: *Cladoniaceae* (11,8%), *Parmeliaceae* (53%) та *Lecanoraceae* (5,8%). У родині *Cladoniaceae* представлений рід *Cladonia* (види: *Cladonia fimbriata*, *Cladonia coniocreae*). Родина *Parmeliaceae* включає роди *Parmelia* (види: *Parmelia caperata*, *Parmelia autabulum*, *Parmelia sulcata*), *Evernia* (види: *Evernia prunastri*, *Evernia furturacea*), *Hypogymnia* (види: *Hypogymnia tubulosa*, *Hypogymnia physodes*), *Parmeliopsis* (вид – *Parmeliopsis pallescens*) і *Cetraria* (вид – *Cetraria delisci*). Родина *Lecanoraceae* представлена родом *Lecanora* (вид – *Lecanora allophana*).

Другорядне місце за кількістю видів займає порядок *Teloschistales*, до якого входять 2 родини: *Teloschistaceae* (11,8%) – рід *Xanthoria* (види: *Xanthoria parietina*, *Xanthoria polycarpa*) та *Physciaceae* (11,8%), до якої належать роди *Physcia* (вид – *Physcia hispida*) і *Anapthia* (вид – *Anapthia speciosa*).

Представники класу *Eurotiomycetes* становлять менш чисельну групу флори лишайників міста Глухів. Цей клас включає лише один порядок – *Verrucariales* (5,8%), до якого належить родина *Verrucariaceae* та рід *Verrucaria* (вид – *Verrucaria nigrescens*).

На досліджуваних ділянках міста Глухівської територіальної громади було виявлено як накипні, так і листоваті та кущисті форми лишайників. Накипні лишайники представлені видами: *Verrucaria nigrescens* та *Lecanora allophana* (рис. 4.1.1).



Рис. 4.1.1. Види накипних лишайників дослідних ділянок Глухівської територіальної громади.

Представниками листоватих лишайників дослідних ділянок є *Parmelia caperata* (L.) Ach., *Parmelia acetabulum* (Neck.) Duby, *Parmelia sulcata* Tayl., *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Parmeliopsis ambigua* (Hoffm.) HiUm., *Xanthoria parietina* (L.) Belt., *Xanthoria polycarpa* (Hoffm.) Vain, *Physcia hispida* (Schreb.), *Anaptychia speciosa* (Wulf.) Mass (рис. 4.1.2).

Серед представників кущистих лишайників дослідних ділянок були знайдені такі види: *Cladonia coniocreae* (Flk.) Sandst., *Cladonia fimbriata* (L.) Fr., *Evernia prunastri* (L.) Ach, *Evernia furturacea* (L.) Mann, *Cetraria delisci* (Bory.) Th. Fr. (рис. 4.1.3).

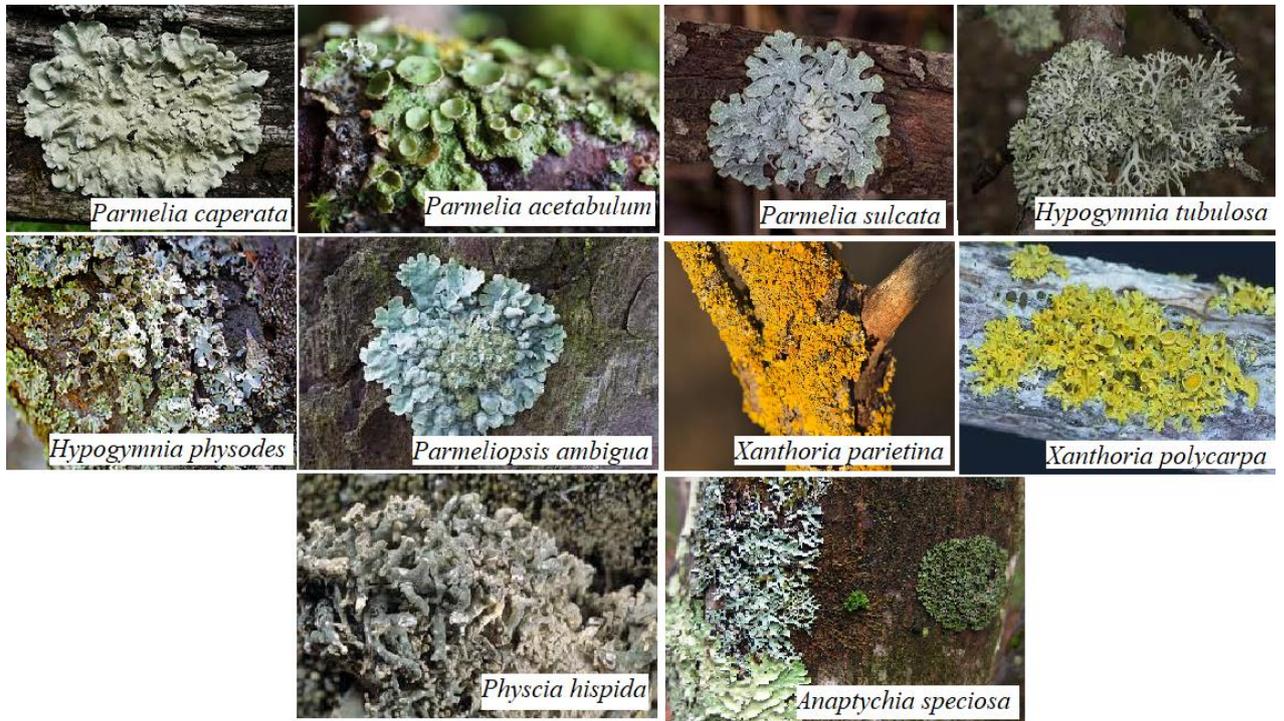


Рис. 4.1.2. Види листуватих лишайників дослідних ділянок Глухівської територіальної громади.



Рис. 4.1.3. Види кущистих лишайників дослідних ділянок Глухівської територіальної громади

У результаті дослідження ліхенофлори на території Глухівської територіальної громади було виявлено лишайники різних типів слані:

накипні, листуваті та кущисті. Проте їх кількість на дослідних ділянках варіювалась у відсотковому співвідношенні. Результати дослідження відносно форм слані лишайників відображено у таблиці 4.1.1.

Таблиця 4.1.1.

Показники форм слані лишайників дослідних ділянок

Дослідні ділянки	Тип слані лишайників		
	Накипна	Листувата	Кущиста
Дослідна ділянка №1	19,4%	57,5%	23,1%
Дослідна ділянка №2	23,4%	65,7%	10,9%
Дослідна ділянка №3	6,0%	82,3%	11,7%
Дослідна ділянка №4	9,6%	73,0%	17,4%

У ході визначення частоти зустрічальності лишайників на дослідних ділянках встановлено, що максимальна частка листуватих лишайників спостерігалася на ділянці №3, тоді як найнижча – на ділянці №1. Зокрема, частота зустрічальності листуватих лишайників становила: для ділянки №1 – 57,5%, для ділянки №2 – 65,7%, для ділянки №3 – 82,3% і для ділянки №4 – 73,0%. Таким чином, листуваті форми становили до 90% усіх зафіксованих лишайників на кожній із ділянок.

Кущисті лишайники мали значно меншу частоту зустрічальності порівняно з листуватими, варіюючи в межах 23,1%. Зокрема, їх показники зафіксовані на рівні: для ділянки №1 – 23,1%, для ділянки №2 – 10,9%, для ділянки №3 – 11,7%, для ділянки №4 – 17,4%.

Накипні лишайники були представлені у невеликій кількості. Частота їх зустрічальності склала: 19,4% на ділянці №1, 23,4% на ділянці №2, 6,0% на ділянці №3 і 9,6% на ділянці №4.

Деталізація результатів наведена в таблиці 4.1.1 та проілюстрована на рисунку 4.1.4.

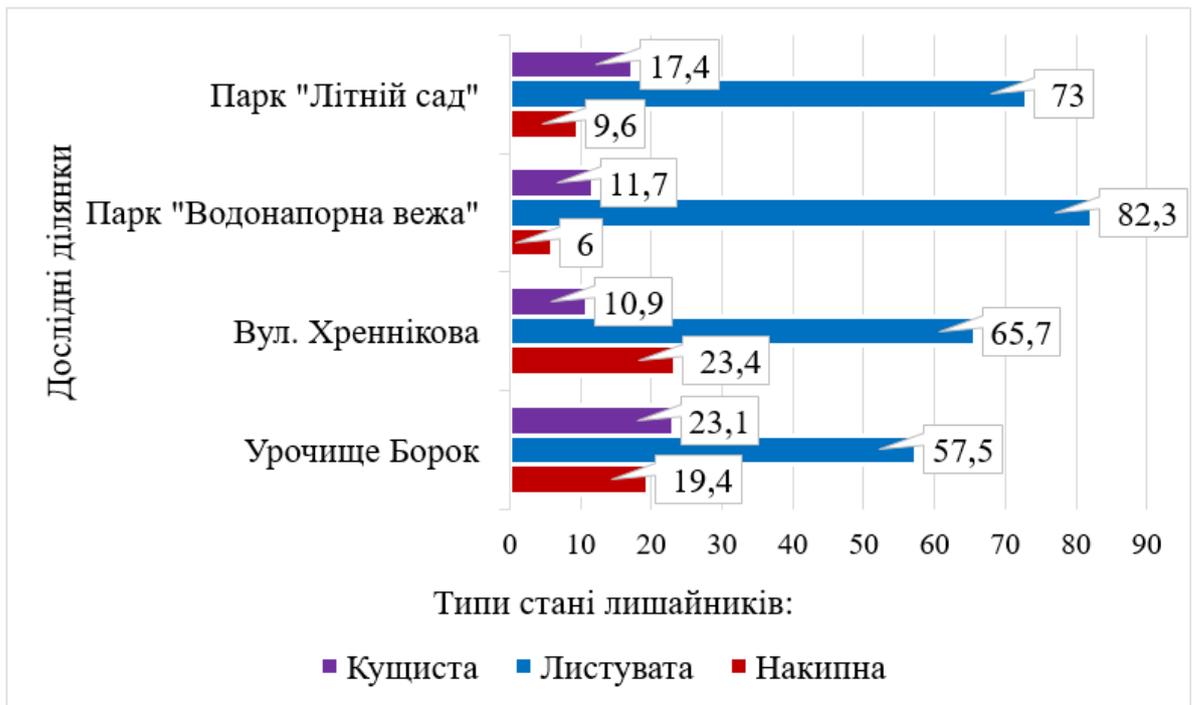


Рис. 4.1.4. Показники форм слані лишайників дослідних ділянок Глухівської територіальної громади

Характеристики та властивості субстрату є ключовими факторами для існування багатьох видів лишайників. Видове різноманіття цих організмів часто залежить від складу та структури субстрату, придатного для їх розвитку.

Лишайники здатні брати участь у механічному та хімічному перетворенні поверхні субстрату. Деякі їхні види можуть колонізувати кілька типів субстратів. Вони поселяються навіть на таких поверхнях, які здаються непридатними для життя, як-от поліетилен, черепиця або різні типи кам'янистих матеріалів.

У межах наших досліджень лишайники були класифіковані за екологічними групами відповідно до типу субстрату: епіліти (ростуть на кам'янистих поверхнях), епігеїди (на ґрунті), епіфіти (на стовбурах та гілках дерев), епіксида (на обробленій деревині). Деталізація поділу наведена в таблиці 4.1.2.

Екологічні групи лишайників за типом субстрату

№ з/п	Вид лишайнику	Екологічні групи			
		Епіліти	Епігеїти	Епіфіти	Епіксиди
1.	<i>Cladonia fimbriata</i> (L.) Fr.		+		
2.	<i>Cladonia coniocreae</i> (Flk.) Sandst.		+		
3.	<i>Parmelia caper at a</i> (L.) Ach.			+	
4.	<i>Parmelia acetabulum</i> (Neck.) Duby.			+	
5.	<i>Parmelia sulcata</i> Tayl			+	
6.	<i>Everniaprunastri</i> (L.) Ach.			+	
7.	<i>Evernia furturacea</i> (L.) Mann.				+
8.	<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.			+	
9.	<i>Hypogymni aphysodes</i> (L.) Nyl.			+	
10.	<i>Parmeliopsis pallscens</i> (Hoffm.) Hillm.				+
11.	<i>Cetraria delisci</i> (Bory.) Th. Fr.		+		
12.	<i>Lecanoraallophana</i> (Ach.) Rohl.			+	
13.	<i>Xanthoria parietina</i> (L.) Belt.			+	
14.	<i>Xanthoria polycarpa</i> (Hoffm.) Vain.				+
15.	<i>Physciahispidata</i> (Schreb.) Frege			+	
16.	<i>Anaptychia speciosa</i> (Wulf.) Mass.			+	
17.	<i>Verrucari anigrescens</i> (Ach.) Rohl.	+			
	Разом видів:	1	3	10	3

Примітка. Знаком «+» позначена присутність виду, знаком «-» – його відсутність.

Відповідно до результатів таблиці 4.1.2 було визначено, що найбільша кількість лишайників на території дослідження належить до епіфітів – 10 видів, тобто 58,8% від загальної кількості, на другому місці епігеїди та епіксиди – по 3 види (17,7%), на третьому місці епіліти – 1 вид, тобто 5,8 % від загальної кількості видів (рис. 4.1.5).

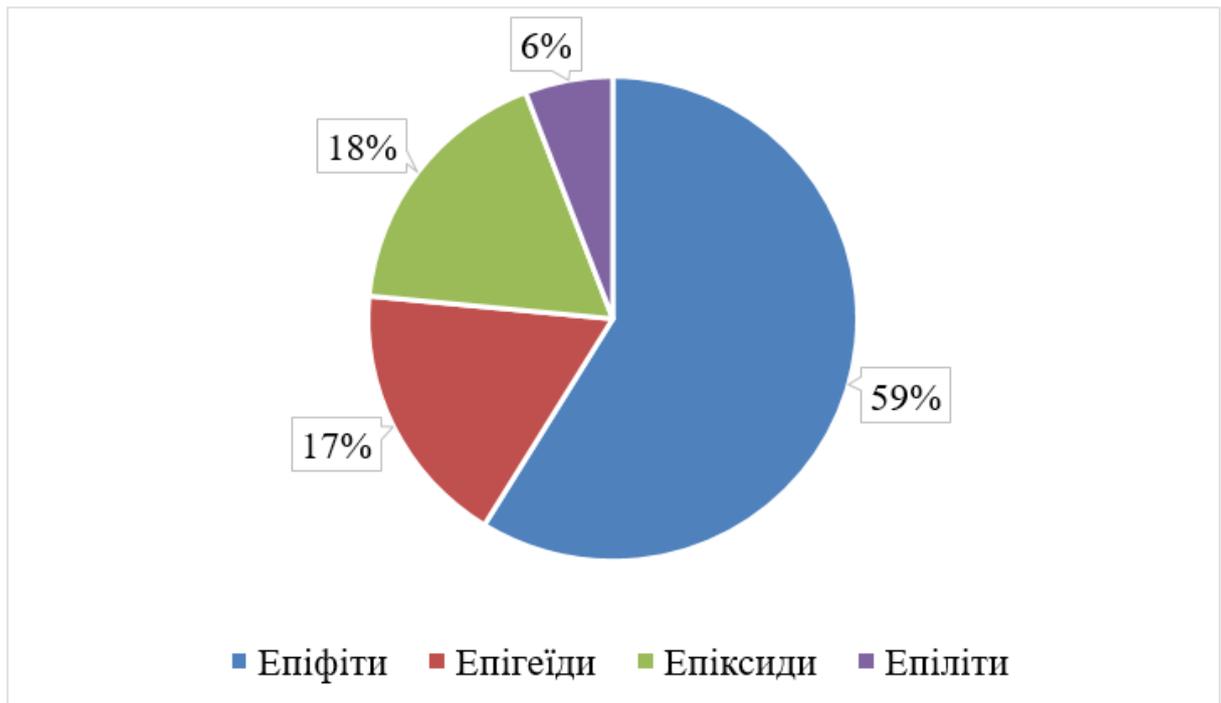


Рис. 4.1.5. Екологічні групи лишайників за типом субстрату

Аналіз залежності лишайників від типу субстрату показав, що найбільша кількість видів на дослідних ділянках належить до епіфітів – 10 видів (58,8%). На другому місці опинилися епігеїди та епіксиди – по 3 види (17,7% кожна група). Найменше представників виявлено серед епілітів – лише 1 вид (5,8%).

Таким чином, можна зробити висновок, що кора дерев є найбільш придатним субстратом для заселення лишайниками у всіх досліджених районах. Порівняно з іншими типами субстратів, кора дерев вирізняється високим вмістом поживних елементів органічного походження та нерівномірною структурою поверхні, що створює оптимальні умови для поселення, росту й розвитку лишайників.

4.2. Оцінка стану забрудненості атмосферного повітря у лісових масивах.

Для оцінки чистоти повітря в лісових масивах Глуховської територіальної громади нами використовувались лишайники як індикатори

забруднення.

Під час визначення рівня забрудненості повітря за допомогою лишайників враховують такі параметри: загальну кількість видів лишайників; міру покриття сланями лишайників кожного дерева; частоту кожного виду; кількість кожного виду.

Для проведення дослідження нами було закладено дві пробні ділянки на околицях м. Глухів, 10 м від автошляху.

Характеристика дослідної ділянки №1 (урочище Борок).

1. Дата: 10.05.2024

2. Номер №1.

3. Місцерозташування: околиця м. Глухова.

4. Площа: 68,8 га.

5. Видовий склад дерев: ялина звичайна (*Picea abies*), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.), тополя біла (*Populus alba*), береза поникла (*Betula pendula* Roth.).

Антропогенні чинники: автомобільні викиди, сміттєзвалище, автомобільна заправка.

Характеристику модельних дерев і результатів вимірювань подано у таблиці 4.2.1 – 4.2.9.

Таблиця 4.2.1

Визначення проективного покриття для модельного дерева №1 на ділянці в урочищі Борок

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №1	Пармелія бороздчаста (<i>Parmelia sulcata</i> Tayl.)	1,1–2,4; 7,0–12,0;	24,5%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)		18,0–21,4; 25,9–28,1;	
3. Висота дерева: 21 м		32,0–33,0; 40,0–42,7;	
4. Довжина окружності стовбура: 95,0 см		55,0–59,0; 63,0–64,2; 65,0–66,0; 81,0–82,5.	

Розрахунки:

1. Протяжність талома пармелії бороздчастої (*Parmelia sulcata* Tayl.):

$$1,3 + 5,0 + 3,4 + 2,2 + 1,0 + 2,7 + 4,0 + 1,2 + 1,0 + 1,5 = 23,3 \text{ см}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{95,0 \text{ см} - 100\%}{23,3 \text{ см} - x}$$

$$X = \frac{23,3 \text{ см} \times 100\%}{95,0 \text{ см}}$$

$$X = 24,5 \%$$

Таблиця 4.2.2

Визначення проективного покриття для модельного дерева №2 на ділянці в урочищі Борок

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №2	Гіпогімнія	2,0–4,1; 7,0–8,0;	39,8%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	трубчата (<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Nav.j)	12,0–17,3; 19,0–21,8; 25,0–27,0;	
3. Висота дерева: 15 м		38,0–44,0;	
4. Довжина окружності стовбура: 72,2 см		46,0–48,2; 51,8–53,4; 55,0–60,1; 72,3–74,1.	

Розрахунки:

1. Протяжність талома гіпогімнії трубчатої (*Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav.j):

$$2,1 + 1,0 + 5,3 + 2,8 + 2,0 + 6,0 + 2,2 + 1,6 + 5,1 + 1,8 = 29,9 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{75,2 \text{ см} - 100\%}{29,9 \text{ см} - x}$$

$$X = \frac{29,9 \text{ см} \times 100\%}{75,2 \text{ см}}$$

$$X = 39,8 \%$$

Таблиця 4.2.3

Визначення проективного покриття для модельного дерева №3 на ділянці в урочищі Борок

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №3	1. Пармеліопсіс блідніючий (<i>Parmeliopsis pallescens</i> (Hoffm.; Hillm.)	9,0–13,0; 16,0–19,2; 20,3–24,7; 29,0–34,0; 37,0–40,8; 52,0–54,0; 57,0–59,0; 70,5–74,0.	34,4 %
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)			

3. Висота дерева: 19 м	2. Гіпогімнія здута (<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.)	1,0–3,0; 7,0–8,7; 42,0–50,3	12,3 %
4. Довжина окружності стовбура: 81,0 см			

Розрахунки:

1. Протяжність талом пармеліопсіса блідніючого (*Parmeliopsis pallescens* (Hoffm.; Hillm.):

$$4,0 + 3,2 + 4,4 + 5,0 + 3,8 + 2,0 + 2,0 + 3,5 = 27,9 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{81,0 \text{ см} - 100\%}{27,9 \text{ см} - x} \quad X = \frac{27,9 \text{ см} \times 100\%}{81,0 \text{ см}} \quad X = 34,4 \%$$

3. Протяжність талом гіпогімнії здутої (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.):

$$2,0 + 1,7 + 6,3 = 10,0 \text{ см.}$$

4. Проективне покриття:

$$\frac{81,0 \text{ см} - 100\%}{10,0 \text{ см} - x} \quad X = \frac{10,0 \text{ см} \times 100\%}{81,0 \text{ см}} \quad X = 12,3\%$$

Таблиця 4.2.4

Визначення проективного покриття для модельного дерева №4 на ділянці в урочищі Борок

Характеристика	Види лишайників	Розташування талом, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №4	Фісція	9,0–13,3; 15,0–18,0;	51,1%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	щетиниста (<i>Physciahispida</i> (Schreb.) Frege)	24,0–28,8; 30,0–34,0; 37,0–40,0;	
3. Висота дерева: 24 м		49,0–56,4;	
4. Довжина окружності стовбура: 77,0 см		60,0–64,5; 66,0–69,0; 70,0–73,4; 75,0–77,0.	

Розрахунки:

1. Протяжність талом фісції щетинистої (*Physciahispida* (Schreb.) Frege

$$4,3 + 3,0 + 4,8 + 4,0 + 3,0 + 7,4 + 4,5 + 3,0 + 3,4 + 2,0 = 39,4 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{77,0 \text{ см} - 100\%}{39,4 \text{ см} - x} \quad X = \frac{39,4 \text{ см} \times 100\%}{77,0 \text{ см}} \quad X = 51,1 \%$$

Визначення проективного покриття для модельного дерева №5 на ділянці в урочищі Борок

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №5	Гіпогімнія трубчата (<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Nav.j	0,5–4,8; 7,0–11,0;	40,5%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)		15,0–18,2; 23,0–28,9; 34,0–35,5;	
3. Висота дерева: 18 м		39,0–42,4;	
4. Довжина окружності стовбура: 61,0 см		58,0–60,4.	

Розрахунки:

1. Протяжність талома гіпогімнії трубчатої (*Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav.j):

$$4,3 + 4,0 + 3,2 + 5,9 + 1,5 + 3,4 + 2,4 = 24,7 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{61,0 \text{ см} - 100\%}{24,7 \text{ см} - x}$$

$$X = \frac{24,7 \text{ см} \times 100\%}{61,0 \text{ см}}$$

$$X = 40,5 \%$$

Таблиця 4.2.6

Визначення проективного покриття для модельного дерева №6 на ділянці в урочищі Борок

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №6	Пармелія блюдчаста (<i>Parmelia acetabulum</i> (Neck.) Duby.)	1,0–4,0; 7,0–10,0;	40,9%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)		14,0–18,2; 18,5–23,8; 34,4–36,1; 40,0–43,0; 50,0–56,8; 71,0–74,5;	
3. Висота дерева: 22 м		76,0–78,0; 90,0–93,0;	
4. Довжина окружності стовбура: 104,0 см		100,0–104,0.	

Розрахунки:

1. Протяжність талома пармелії блюдчастої (*Parmelia acetabulum* (Neck.) Duby.):

$$4,0 + 3,0 + 4,2 + 5,3 + 1,7 + 3,0 + 6,8 + 3,5 + 4,0 + 3,0 + 4,0 = 42,5 \text{ см}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{104,0 \text{ см} - 100\%}{42,5 \text{ см} - x} \quad X = \frac{42,5 \text{ см} \times 100\%}{104,0 \text{ см}} \quad X = 40,9 \%$$

Таблиця 4.2.7

Визначення проективного покриття для модельного дерева №7 на ділянці в урочищі Борок

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №7	Гіпогімнія трубочата (<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Nav.j	3,5–7,0; 20,0–23,0;	27,6%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)		61,0–65,0; 74,5–80,5; 93,0–99,0;	
3. Висота дерева: 25 м		101,2–103,0;	
4. Довжина окружності стовбура: 142,2 см		105,0–113,0; 128,0–130,0; 137,0–141,9.	

Розрахунки:

1. Протяжність талома гіпогімнії трубочатої (*Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav.j):

$$3,5 + 3,0 + 4,0 + 6,0 + 6,0 + 1,8 + 8,0 + 2,0 + 4,9 = 39,2 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{142,0 \text{ см} - 100\%}{39,2 \text{ см} - x} \quad X = \frac{39,2 \text{ см} \times 100\%}{142,0 \text{ см}} \quad X = 27,6 \%$$

Таблиця 4.2.8

Визначення проективного покриття для модельного дерева №8 на ділянці в урочищі Борок

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №8	Пармеліопсіс блідніючий (<i>Parmeliopsis pallescens</i> (Hoffm.; Hillm.)	9,0–13,0;	43,2 %
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)		16,0–19,2; 20,3–24,7; 29,0–34,0;	
3. Висота дерева: 19 м		37,0–40,8; 52,0–54,0;	
4. Довжина окружності стовбура: 78,0 см		57,0–59,0; 70,5–74,0.	

Розрахунки:

1. Протяжність талом пармеліопсіса блідніючого (*Parmeliopsis pallescens* (Hoffm.; Hillm.):

$$1,7 + 3,1 + 8,0 + 5,6 + 2,0 + 3,0 + 1,3 + 6,0 + 3,0 = 33,7 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{78,0 \text{ см} - 100\%}{33,7 \text{ см} - x} \quad X = \frac{33,7 \text{ см} \times 100\%}{78,0 \text{ см}} \quad X = 34,4 \%$$

Таблиця 4.2.9

Визначення проективного покриття для модельного дерева №9 на ділянці в урочищі Борок

Характеристика	Види лишайників	Розташування талом, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №9	1. Пармеліопсіс блідніючий (<i>Parmeliopsis pallescens</i> (Hoffm.; Hillm.)	1,0–6,0; 7,0–9,0; 24,0–30,0; 51,7–55,3; 60,0–63,6; 76,0–80,0; 90,0–94,0; 100,0–103,0; 122,0–127,0.	25,1%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)			
3. Висота дерева: 30 м	2. Гіпогімнія здута (<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.)	37,0–44,0; 46,2–48,1; 67,0–68,8; 134,0–138,0.	9,9%
4. Довжина окружності стовбура: 148,0 см			

Розрахунки:

1. Протяжність талом пармеліопсіса блідніючого (*Parmeliopsis pallescens* (Hoffm.; Hillm.):

$$6 + 2 + 6 + 3,6 + 3,6 + 4 + 4 + 3 + 5 = 37,2 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{148,0 \text{ см} - 100\%}{37,2 \text{ см} - x} \quad X = \frac{37,2 \text{ см} \times 100\%}{148,0 \text{ см}} \quad X = 25,1\%$$

3. Протяжність талом гіпогімнії здуті (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.):

$$7,0 + 1,9 + 1,8 + 4,0 = 14,7 \text{ см.}$$

4. Проективне покриття:

$$\frac{148,0 \text{ см} - 100\%}{14,7 \text{ см} - x} \quad X = \frac{14,7 \text{ см} \times 100\%}{148,0 \text{ см}} \quad X = 9,9\%$$

Видовий і кількісний склад лишайників дослідної ділянки №1.

I. Пармеліопсис блідніючий (*Parmeliopsis pallescens* (Hoffm.; Hillm.))

II. Гіпогімнія здута (*Hypogymnia physoides* (L.) Nyl.)

III. Пармелія борозенчаста (*Parmelia sulcata* Tayl.)

IV. Гіпогімнія трубчаста (*Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav.)

V. Фісція щетиниста (*Physcia hispida* (Schreb.) Frege)

VI. Пармелія блюдчаста (*Parmelia acetabulum* (Neck.) Duby)

Згідно з результатами дослідження проективного покриття лишайників на дев'яти модельних деревах за допомогою мірної стрічки отримано такі показники:

Перший вид – пармеліопсис блідніючий (*Parmeliopsis pallescens*): середнє проективне покриття становить 35,6%.

Розрахунок: С.з. = (29,2% + 34,4% + 43,2%) / 3 = 35,6%.

Другий вид – гіпогімнія здута (*Hypogymnia physoides*): середнє проективне покриття становить 10,7%.

Третій вид – пармелія борозенчаста (*Parmelia sulcata*): середнє проективне покриття становить 24,5%.

Четвертий вид – гіпогімнія трубчаста (*Hypogymnia tubulosa*): середнє проективне покриття становить 26,02%.

П'ятий вид – фісція щетиниста (*Physcia hispida*): середнє проективне покриття становить 51,1%.

Шостий вид – пармелія блюдчаста (*Parmelia acetabulum*): середнє проективне покриття становить 40,9%.

За результатами цих вимірювань визначено бали покриття для кожного виду:

Перший вид – 6 балів,

Другий вид – 4 бали,

Третій вид – 5 балів,

Четвертий вид – 5 балів,

П'ятий вид – 8 балів,

Шостий вид – 7 балів.

Загальна сума балів покриття (Сп) дорівнює 33. Відповідно до таблиці 2.2.1, кожен вид має такий клас:

Перший вид – 2 клас,

Другий вид – 6 клас,

Третій вид – 7 клас,

Четвертий вид – 3 клас,

П'ятий вид – 5 клас,

Шостий вид – 6 клас.

Для обчислення індексу полеотолерантності (IP) використовуємо таку формулу:

$$IP = ((6 \times 2) / 33) + ((4 \times 6) / 33) + ((5 \times 7) / 33) + ((5 \times 3) / 33) + ((8 \times 5) / 33) + ((7 \times 6) / 33)$$

$$IP = 0,4 + 0,7 + 1,06 + 0,5 + 1,2 + 1,3 = 5,2.$$

Згідно з таблицею 2.2.3, значення IP = 5,2 відповідає концентрації SO₂ = 0,03 – 0,08 мг/м³, що свідчить про середній рівень забруднення повітря на цій території.

Характеристика дослідної ділянки №2 (поблизу вул. Хреннікова).

Дата: 10.05.2024

Номер №2.

Місцерозташування: околиця м. Глухова.

Площа: 72,8 га.

Видовий склад дерев: ялина звичайна (*Picea abies*), сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.), тополя біла (*Populus alba*), береза поникла (*Betula pendula* Roth.).

Антропогенні чинники: автомобільні викиди, сміттєзвалище, автомобільна заправка.

Характеристику модельних дерев і результатів вимірювань подано у таблицях 4.2.10 – 4.2.18.

Таблиця 4.2.10

Визначення проективного покриття для модельного дерева №1 на ділянці поблизу вул. Хреннікова

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №1	Гіпогімнія здута (<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.)	5,0–7,4; 20,0–24,0; 63,0–64,0; 73,0–75,5; 86,0–88,4.	13,0%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)			
3. Висота дерева: 28 м			
4. Довжина окружності стовбура: 95,0 см			

Розрахунки:

1. Протяжність талома гіпогімнії здутої (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.):

$$2,4 + 4,0 + 1,0 + 2,5 + 2,4 = 12,3 \text{ см}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{95,0 \text{ см} - 100\%}{12,3 \text{ см} - x}$$

$$X = \frac{12,3 \text{ см} \times 100\%}{95,0 \text{ см}}$$

$$X = 13,0 \%$$

Таблиця 4.2.11

Визначення проективного покриття для модельного дерева №2 на ділянці поблизу вул. Хреннікова

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №2	1. Пармеліопсис блідніючий (<i>Parmeliopsis pallescens</i> (Hoffm.; Hillm.))	23,0–26,0; 34,0–35,2; 36,4–38,0.	5,2%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)			
3. Висота дерева: 30 м	2. Гіпогімнія здута (<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.)	5,0–8,0; 10,0–13,0; 28,0–31,5.	8,5%
4. Довжина окружності стовбура: 111,0 см			

Розрахунки:

1. Протяжність талома пармеліопсиса блідніючого (*Parmeliopsis pallescens* (Hoffm.; Hillm.):

$$3,0 + 1,2 + 1,6 = 5,8 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{111,0 \text{ см} - 100\%}{5,8 \text{ см} - x} \quad X = \frac{5,8 \text{ см} \times 100\%}{111,0 \text{ см}} \quad X = 5,8\%$$

3. Протяжність талома гіпогімнії здутої (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.):

$$3,0 + 3,0 + 3,5 = 9,5 \text{ см.}$$

4. Проективне покриття:

$$\frac{111,0 \text{ см} - 100\%}{9,5 \text{ см} - x} \quad X = \frac{9,5 \text{ см} \times 100\%}{111,0 \text{ см}} \quad X = 15,4\%$$

Таблиця 4.2.12

Визначення проективного покриття для модельного дерева №3 на ділянці поблизу вул. Хреннікова

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №3	Гіпогімнія здута (<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.)	30,0–33,0;	14,4%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)		62,0–64,0;	
3. Висота дерева: 21 м		71,0–74,1;	
4. Довжина окружності стовбура: 84,0 см		80,0–84,0.	

Розрахунки:

1. Протяжність талома гіпогімнії здутої (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.):

$$3,0 + 2,0 + 3,1 + 4,0 = 12,1 \text{ см}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{84,0 \text{ см} - 100\%}{12,1 \text{ см} - x} \quad X = \frac{12,1 \text{ см} \times 100\%}{84,0 \text{ см}} \quad X = 14,4 \%$$

Таблиця 4.2.13

Визначення проективного покриття для модельного дерева №4 на ділянці поблизу вул. Хреннікова

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №4	Пармелія блюдчаста	7,0–11,2;	13,7%
2. Порода дерева: сосна		25,0–29,0;	

звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	(<i>Parmelia acetabulum</i> (Neck.) Duby.)	30,0–31,0; 34,0–35,4; 84,0–86,1.	
3. Висота дерева: 24 м			
4. Довжина окружності стовбура: 92,8 см			

Розрахунки:

1. Протяжність талома пармелії блюдчастої (*Parmelia acetabulum* (Neck.) Duby.):

$$4,2 + 4,0 + 1,0 + 1,4 + 2,1 = 12,7 \text{ см}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{92,8 \text{ см} - 100\%}{12,7 \text{ см} - x} \quad X = \frac{12,7 \text{ см} \times 100\%}{92,8 \text{ см}} \quad X = 13,7 \%$$

Таблиця 4.2.14

Визначення проективного покриття для модельного дерева №5 на ділянці поблизу вул. Хреннікова

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №5	Пармелія бороздчаста (<i>Parmelia sulcata</i> Tayl.)	1,0–2,4; 5,0–7,0;	13,5%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)		42,0–47,0; 53,0–55,0; 98,0–100,0;	
3. Висота дерева: 30 м		110,0–113,0.	
4. Довжина окружності стовбура: 121,1 см			

Розрахунки:

1. Протяжність талома пармелії бороздчастої (*Parmelia sulcata* Tayl.):

$$1,4 + 3,0 + 5,0 + 2,0 + 2,0 + 3,0 = 16,4 \text{ см}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{121,1 \text{ см} - 100\%}{16,4 \text{ см} - x} \quad X = \frac{16,4 \text{ см} \times 100\%}{121,1 \text{ см}} \quad X = 13,5 \%$$

Визначення проективного покриття для модельного дерева №6 на ділянці поблизу вул. Хреннікова

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №6	Пармеліопсіс блідніючий (<i>Parmeliopsis pallescens</i> (Hoffm.; Hillm.))	1,0–2,0; 10,0–13,1; 31,0–33,8; 50,3–52,4.	10,0 %
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)			
3. Висота дерева: 27 м			
4. Довжина окружно-сті стовбура: 90,0 см			

Розрахунки:

1. Протяжність талома пармеліопсіса блідніючого (*Parmeliopsis pallescens* (Hoffm.; Hillm.)):

$$1,0 + 3,1 + 2,8 + 2,1 = 9,0 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{90,0 \text{ см} - 100\%}{9,0 \text{ см} - x}$$

$$X = \frac{9,0 \text{ см} \times 100\%}{90,0 \text{ см}}$$

$$X = 10,0 \%$$

Таблиця 4.2.16

Визначення проективного покриття для модельного дерева №7 на ділянці поблизу вул. Хреннікова

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №7	Гіпогімнія здута (<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.)	0–4,2; 32,1–36,4; 45,0–48,0; 68,0–71,0; 107,4–111,7.	14,1%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)			
3. Висота дерева: 32 м			
4. Довжина окружності стовбура: 133,0 см			

Розрахунки:

1. Протяжність талома гіпогімнії здутої (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.):

$$4,2 + 4,3 + 3,0 + 3,0 + 4,3 = 18,8 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{133,0 \text{ см} - 100\%}{18,8 \text{ см} - x}$$

$$X = \frac{18,8 \text{ см} \times 100\%}{133,0 \text{ см}}$$

$$X = 14,1 \%$$

Таблиця 4.2.17

Визначення проективного покриття для модельного дерева №8 на ділянці поблизу вул. Хреннікова

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №8	1. Гіпогімнія здута (<i>Hypogymnia physodes</i> (L.) Nyl.)	3,0–9,0; 42,9–47,3; 80,0–84,0.	14,6%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)			
3. Висота дерева: 28,5м	2. Пармеліопсіс блідніючий (<i>Parmeliopsis pallescens</i> (Hoffm.; Hillm.))	12,0–14,3; 34,0–36,1; 90,2–95,0.	9,3%
4. Довжина окружно-сті стовбура: 98,7 см			

Розрахунки:

1. Протяжність талома: гіпогімнії здутої (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.):

$$6,0 + 4,4 + 4,0 = 14,4 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{98,7,0 \text{ см} - 100\%}{14,4 \text{ см} - x}$$

$$X = \frac{14,4 \text{ см} \times 100\%}{98,7 \text{ см}}$$

$$X = 14,6\%$$

3. Протяжність талома пармеліопсіса блідніючого (*Parmeliopsis pallescens* (Hoffm.; Hillm.):

$$3,0 + 3,0 + 3,5 = 9,5 \text{ см.}$$

4. Проективне покриття:

$$\frac{98,7,0 \text{ см} - 100\%}{9,2 \text{ см} - x}$$

$$X = \frac{9,25 \text{ см} \times 100\%}{98,7 \text{ см}}$$

$$X = 9,3\%$$

Визначення проективного покриття для модельного дерева №9 на ділянці поблизу вул. Хреннікова

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №9	Гіпогімнія трубчата (<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Nav.j	1,0–4,0;	12,4%
2. Порода дерева: сосна звичайна (<i>Pinus sylvestris</i> L.)		18,0–23,7;	
3. Висота дерева: 35 м		47,0–50,0;	
4. Довжина окружності стовбура: 180,0 см		66,0–70,0;	
		71,0–72,4;	
		110,0–113,2;	
		123,0–125,1.	

Розрахунки:

1. Протяжність талома гіпогімнії трубчатої (*Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav.j):

$$3,0 + 5,7 + 3,0 + 4,0 + 1,4 + 3,2 + 2,1 = 22,4 \text{ см.}$$

2. Проективне покриття:

$$\frac{180,0 \text{ см} - 100\%}{22,4 \text{ см} - x} \quad X = \frac{22,4 \text{ см} \times 100\%}{180,0 \text{ см}} \quad X = 12,4 \%$$

Видовий і кількісний склад лишайників дослідної ділянки №2.

I. Гіпогімнія здута (*Hypogymnia physodes* (L.) Nyl.)

II. Пармелія блюдчаста (*Parmelia acetabulum* (Neck.) Duby.).

III. Пармелія борозенчаста (*Parmelia sulcata* Tayl.).

IV. Пармеліопсіс блідніючий (*Parmeliopsis pallescens* (Hoffm.; Hillm.)).

V. Гіпогімнія трубчаста (*Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav.)

Згідно з результатами дослідження проективного покриття на 9 модельних деревах за допомогою мірної стрічки отримані такі дані:

Перший вид – гіпогімнія здута (*Hypogymnia physodes*): середнє значення проективного покриття становить 13,3%.

Розрахунок: С.з. = (15,4% + 13% + 8,5% + 14,4% + 14,1% + 14,6%) / 6 = 13,3%.

Другий вид – пармелія блюдчаста (*Parmelia acetabulum*): середнє значення проєктивного покриття становить 9,5%.

Третій вид – пармелія борозенчаста (*Parmelia sulcata*): середнє значення проєктивного покриття становить 13,5%.

Четвертий вид – пармеліопсіс блідніючий (*Parmeliopsis pallescens*): середнє значення проєктивного покриття становить 12,3%.

П'ятий вид – гіпогімнія трубчаста (*Hypogymnia tubulosa*): середнє значення проєктивного покриття становить 12,4%.

Згідно з таблицею 2.2.2, визначено бали покриття для кожного виду:

Перший вид – 4 бали,

Другий вид – 3 бали,

Третій вид – 4 бали,

Четвертий вид – 4 бали,

П'ятий вид – 4 бали.

Загальна сума балів покриття (Сп) дорівнює 19. Відповідно до таблиці 2.2.1, кожен вид має наступний клас:

Перший вид – 6 клас,

Другий вид – 6 клас,

Третій вид – 7 клас,

Четвертий вид – 2 клас,

П'ятий вид – 3 клас.

Для обчислення індексу полеотолерантності (ІР) використовуємо формулу:

$$ІР = ((4 \times 6) / 21) + ((3 \times 6) / 19) + ((4 \times 7) / 19) + ((4 \times 2) / 19) + ((3 \times 3) / 19).$$

$$ІР = 1,3 + 1 + 1,5 + 0,4 + 0,5 = 4,7.$$

Згідно з таблицею 2.2.3, значення ІР = 4,7 відповідає концентрації $SO_2 = 0,01-0,03 \text{ мг/м}^3$, що свідчить про низький рівень забруднення повітря на досліджуваній території.

4.3. Оцінка стану забрудненості атмосферного повітря у межах міста.

Для дослідження чистоти повітря в межах міста нами було взято 2 дослідні ділянки: Парк «Водонапірна вежа» та Парк «Літній сад».

Модельним деревом було обрано – горобину звичайну (*Sorbus aucuparia* L.).

Характеристика дослідної ділянки №3 (парк «Водонапірна вежа»).

1. Дата: 11.05.2024.

2. Номер №3.

3. Місцерозташування: центр міста Глухова.

4. Площа: 2,7 га.

5. Видовий склад дерев: в'яз гладкий (*Ulmus laevis*), липа серцелиста (*Tilia cordata* Mill.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.), каштан кінський (*Aesculus hippocastanum*).

6. Антропогенні чинники: автомобільні відходи, неподалік розташована автостанція.

Характеристику модельних дерев і результатів вимірювань на ділянці (парк «Водонапірна вежа») подано у таблицях 4.3.1.

Таблиця 4.3.1

Визначення проективного покриття для модельного дерева №3 на ділянці (парк «Водонапірна вежа»)

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №1	Пармелія бороздчаста (<i>Parmelia sulcata</i> Tayl.)	2,0–4,6; 5,5–6,6; 14,0–14,7.	14,6 %
2. Порода дерева: горобина звичайна (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)			
3. Висота дерева: 6 м			
4. Довжина окружності стовбура: 28,0 см			

Видовий і кількісний склад лишайників дослідної ділянки №3.

I. Пармелія борозенчаста (*Parmelia sulcata* Tayl.)

За результатами вимірювань проективного покриття на одній дослідній ділянці на 1 модельному дереві мірною стрічкою було отримано такі показники:

Перший вид – пармелія борозенчаста (*Parmelia sulcata*): середнє значення проективного покриття становить 14,6%.

Згідно з таблицею 2.2.2, для цього виду визначено 4 бали за покриття, отже, сума значень покриття (Сп) дорівнює 4 бали.

Згідно з таблицею 2.2.3, значення 14,6% для першого виду відповідає 10 класу. Підставивши ці дані в формулу індексу полеотолерантності (ІР), отримуємо:

$$IP = ((4 \times 10) / 4) = 10.$$

Згідно з таблицею 2.2.3, значення ІР = 10 відповідає концентрації SO₂ в межах 0,03–0,08 мг/м³, що вказує на критичний рівень забруднення атмосферного повітря на досліджуваній території.

Характеристика дослідної ділянки №4 (парк «Літній сад»).

1. Дата: 11.05.2024.

2. Номер №4.

3. Місцезонашування: спальний район м. Глухова.

4. Площа: 3,2 га.

5. Видовий склад дерев: клен гостролистий (*Aesculus hippocastanum*), каштан кінський (*Acer platanoides* L.), ялина звичайна (*Picea abies*), клен сріблястий (*Acer saccharinum*), модрина європейська (*Larix decidua*), тополя чорна (*Populus nigra*), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia* L.).

6. Антропогенні чинники: віддалена мережа мобільного зв'язку, автомобільні відходи.

Характеристику модельних дерев і результатів вимірювань на ділянці (парк «Літній сад») подано у таблиці 4.3.2.

Визначення проективного покриття для модельного дерева №4 на ділянці (парк «Літній сад»).

Характеристика	Види лишайників	Розташування талома, см	Проективне покриття, %
1. Номер дерева: №1	Гіпогімнія трубчаста (<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Nav.)	1,0–4,0; 12,0–13,4; 22,0–24,0; 37,0–40,8.	24,8 %
2. Порода дерева: горобина звичайна (<i>Sorbus aucuparia</i> L.)			
3. Висота дерева: 9 м			
4. Довжина окружності стовбура: 41,0 см			

Видовий і кількісний склад лишайників дослідної ділянки №4.

I. Гіпогімнія трубчаста (*Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav.)

Згідно з результатами дослідження проективного покриття на одній модельній ділянці на 1 дереві за допомогою мірної стрічки, отримано такі результати:

Перший вид – гіпогімнія трубчаста (*Hypogymnia tubulosa*): середнє значення проективного покриття становить 24,8%.

Згідно з таблицею 2.2.2, для цього виду визначено 5 балів за покриття. Таким чином, сума значень покриття (Сп) дорівнює 5 балів.

Згідно з таблицею 2.2.3, цей вид відповідає 3 класу. Підставивши отримані дані в формулу індексу полеотолерантності (ІР), ми отримуємо:

$$IP = ((5 \times 3) / 5) = 3.$$

Згідно з таблицею 2.2.3, значення ІР = 3 відповідає концентрації SO₂ в межах 0,01–0,03 мг/м³, що вказує на низький рівень забруднення атмосферного повітря на досліджуваній території.

4.4. Порівняльна оцінка чистоти атмосферного повітря у межах міста та його околицях.

Для порівняння ми обрали отримані показники ІР нижчезазначених

територій (табл. 4.4.1):

Таблиця 4.4.1.

**Індекси полеотолерантності у межах дослідних ділянок міста
Глухова та його околиць**

№ з/п	Дослідні ділянки	Показники ІР	Рівень забруднення повітря
1.	Урочище Борок	5,2	Середнє забруднення
2.	Вул. Хреннікова	4,7	Середнє забруднення
3.	Парк «Водонапірна вежа»	10	Критично забруднене
4.	Парк «Літній сад»	3	Малого забруднення

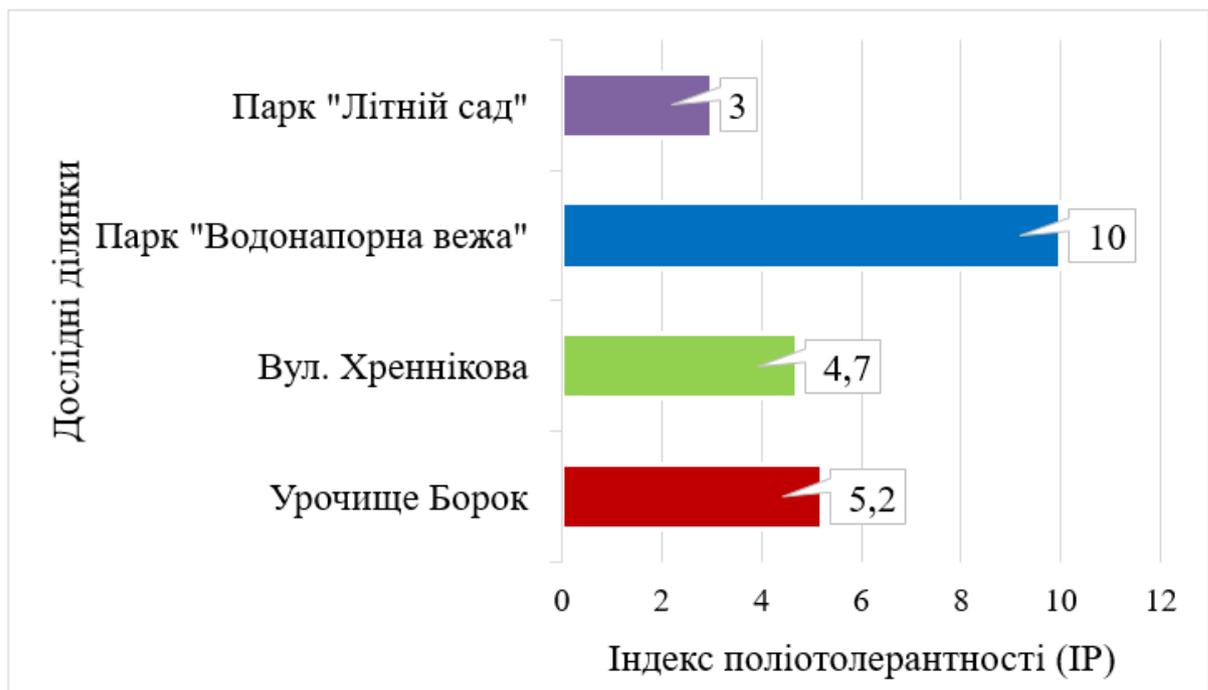


Рис. 4.4.1. Порівняння чистоти повітря в м. Глухів та його околицях

Дані, представлені на графіку, свідчать про те, що найвищий рівень забруднення повітря зафіксовано в центрі міста, де значення ІР досягають 10. Другим за рівнем забруднення є урочище Борок, де показники ІР становлять 5,2. Менш забруднене повітря спостерігається в районі вул. Хреннікова (ІР – 4,7) та в парку «Літній сад» (ІР – 3).

Проведені польові дослідження на території міста Глухів та його околиць дозволили виявити види лишайників, що виступають індикаторами пилового та кислотного забруднення. Серед виявлених видів зафіксовано 5

представників, які є індикаторами кислотного забруднення, та 4 представники – індикатори пилового забруднення (табл. 4.4.2).

Lecanora hagenii, разом із *Parmelia sulcata*, *Physcia hispida* (Schreb.) та *Xanthoria parietina*, належить до групи лишайників-індикаторів пилового забруднення атмосфери. Цей вид було виявлено на деревах-форофітах, що ростуть уздовж траси на виїзді з міста в напрямку Сум. Інше місце його поширення також асоціюється із насадженнями поблизу автомобільних доріг. *Physcia hispida* (Schreb.), зі значною та середньою частотою виявлення, переважно зустрічається в насадженнях уздовж автомобільних шляхів та на ділянках траси, що проходить через місто і має високу інтенсивність транспортного руху (дослідні ділянки №3 та №4).

Таблиця 4.4.2.

Види лишайників – індикаторів кислотного та пилового забруднення

Види лишайників	
Індикатори кислотного забруднення	Індикатори пилового забруднення
<i>Evernia prunastri</i> (L.) Ach.	<i>Lecanora hagenii</i>
<i>Evernia furturacea</i> (L.) Mann	<i>Xanthoria parietina</i>
<i>Anaptychia speciosa</i> (Wulf.) Mass.	<i>Parmelia sulcata</i>
<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Physcia hispida</i> (Schreb.)
<i>Hypogymnia tubulosa</i> (Schaer.) Hav.	

Xanthoria parietina демонструє високу та середню частоту трапляння в насадженнях на півночі та півдні міста, де розташовані масиви приватної забудови (дослідні ділянки №1 та №2).

Листуваті лишайники, які проявляють середню чутливість до пилового забруднення, представлені видом *Parmelia sulcata* Taylor. У центральній частині міста ці лишайники не були зафіксовані, що свідчить про значний рівень пилового забруднення в цьому районі.

Куцисті лишайники, які є індикаторами з високою чутливістю до кислотного забруднення повітря, у Глухові представлені двома видами: *Evernia prunastri* (L.) Ach. та *Evernia furturacea* (L.) Mann. Їх виявлено лише на ділянках, розташованих у залишках діброви в масивах приватного сектора

на сході міста (дослідна ділянка №1). *Evernia prunastri* також часто зустрічалась у старих, занедбаних яблуневих садах на півночі міста.

Листуваті лишайники із середньою чутливістю до забруднення повітря представлені видами *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. та *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav. Ці види виявилися найпоширенішими на трьох основних дослідних ділянках у Глухові: у лісі урочища Борок (дослідна ділянка №1), у старих яблуневих садах (дослідна ділянка №2) та на території дослідної ділянки №4.

Обробка отриманих даних показала, що центральна частина міста (дослідна ділянка №3), через яку проходять декілька автомобільних магістралей із різною інтенсивністю руху, відноситься до критично забруднених зон. У цьому районі також розташовані основні промислові підприємства міста. Ймовірно, головним джерелом забруднення повітря тут є автомобільний транспорт, що суттєво погіршує його якість (Lozhkin, 2003). Забруднене повітря накопичується у цій зоні, що сприяє високій частоті трапляння лишайників-індикаторів пилового забруднення.

Дослідні ділянки №2 та №4 можна віднести до слабкозабруднених зон, оскільки тут зафіксовано наявність лишайників-індикаторів пилового та кислотного забруднення із середньою чутливістю до стану атмосфери. Зокрема, у старих яблуневих садах знайдено *Evernia prunastri* та *Xanthoria parietina*, види-індикатори пилового забруднення. Серед листуватих лишайників у цих районах виявлено *Hypogymnia physodes* та *Parmelia sulcata*. Ймовірно, відносно низький рівень забруднення в цих зонах пояснюється переважно житловою забудовою (приватні будинки та багатоквартирні будівлі) та відсутністю великих промислових підприємств у їх межах.

Незабруднена ліхеноіндикаційна зона розташована на території дослідної ділянки №4, яка знаходиться на околиці міста. У цій зоні спостерігається краща циркуляція атмосферного повітря порівняно з центральною частиною міста, що, ймовірно, є головною причиною відносно високої якості повітря. Тут зафіксовано найменшу кількість лишайників-

індикаторів пилового забруднення, а також найбільшу кількість індикаторів, чутливих до забруднення атмосфери, порівняно з іншими зонами.

4.5. Особливості поширення урбаногруп епіфітних лишайників дослідного регіону

Під час ліхеноіндикаційних досліджень в Україні епіфітні лишайники поділяють на п'ять груп згідно з їх стійкістю до поллютантів: 1) токситолерантні, 2) стійкі до атмосферного забруднення, 3) середньочутливі, 4) дуже чутливі, 5) найчутливіші [5, 11, 14]. Проте на урбанізованих територіях лишайники зазнають негативного впливу не лише атмосферного забруднення, а й низки інших чинників (зміна мікроклімату, наявність відповідного субстрату, евтрофікація тощо).

З огляду на зазначене вище, за основу виділення урбаногруп лишайників ми обрали вже відому екологічну класифікацію вищих рослин, побудовану відповідно до їх реакції на урбанізоване середовище [9, 10, 18, 23]. Урбаногрупой лишайників ми вважаємо екологічну групу їх видів, що характеризуються схожими адаптивними ознаками до фактора урбанізації. При цьому урбанізація розглядається як сукупність взаємопов'язаних та взаємообумовлених абіотичних (вологість, освітленість, температурний режим) та антропогенних чинників (атмосферне забруднення, забудованість, наявність відповідного субстрату та ін.).

Урбанофобні види збереглися лише на поодиноких слабо антропогенно порушених ділянках незабрудненої та слабозабрудненої зон. Такі екологічні особливості лишайників цієї групи зумовлюють низьку частоту їх трапляння на території Глухівської територіальної громади. Так, в парку «Літній сад» поодинокі трапляються *Hurogymnia tubulosa*, *Cladonia fimbriata*. Усі представники урбанофобної групи мають частоту трапляння до 5% і з найчутливішими до атмосферного забруднення згідно з класифікацією інших українських дослідників [5, 6].

Помірноурбанофобна група об'єднує 7 видів лишайників, що належать до двох класів частоти трапляння. Основна частина видів зрідка трапляється на території міста (частота трапляння – до 5%) – *Lecanora allophana*, *Cladonia fimbriata*, *Cladonia coniocreae*. До другого класу частоти трапляння належать накипні лишайники, типові для гладенької кори (*Lecanora carpineae*, *Rinodina pyrigna*). Індикаторами слабозабрудненої зони Глухова з *Hypogymnia physodes* та *Evernia prunastri* з частотою трапляння 6–20%. У літературі їх часто називають середньочутливими до атмосферного забруднення повітря [5, 20].

Лишайники урбанонейтральної групи характерніші для середньозабрудненої зони, хоча подекуди виявлені і в межах дуже забрудненої, проте з нижчими показниками життєздатності та проективного покриття. До цієї групи належать 13 видів лишайників. Деякі з них, зокрема *Xanthoria parietina*, з досить звичайними на території Глухівської територіальної громади (частота трапляння – 51–70%). Решта видів цієї екологічної групи трапляються рідше. Так, для таких видів, як *Melanelia exasperatula*, частота трапляння становить 21–50%, *Lecanora allophana* – 6–20%, а для *Xanthoria polycarpa*, *Xanthoria parietina* не перевищує 5%. Останні види виявлено переважно вздовж автомобільних шляхів та на інших запилених ділянках, тому ми відносимо їх до індикаторів пилового забруднення. З літератури відомо, що пил, який міститься в автомобільних викидах, має нейтралізуючий ефект і сприяє розвитку лишайників з угруповань альянсу *Xanthoria parietina* [6]. Так, *Xanthoria parietina* ми знайшли на корі дерев у центрі міста (поблизу автостанції).

Види помірноурбанофільної групи здебільшого зосереджені в межах щільної міської забудови усіх чотирьох зон забруднення, проте найвищі показники проективного покриття та частоти трапляння вони мають на дуже та середньозабруднених ділянках. До цієї групи належать найпоширеніші на території міста лишайники – *Xanthoria parietina* (частота трапляння – 71–90%).

До урбанофільної групи віднесено лише один лишайник – *Lecanora*

conizaeoides, котрий було знайдено у парку «Водонапірна вежа», цей лишайнику поширений у Західній Європі на урбанізованих територіях з підвищеним вмістом діоксиду сірки в атмосферному повітрі і вважається токситолерантним [13, 16]. Проте в Глухові ми виявили його на критично незабруднених ділянках з частотою трапляння 2,6%. Зважаючи на це, цей вид, поширений у Глухові, не можна розглядати як токситолерантний, а, очевидно, слід віднести його до урбанонейтральної групи.

Екологічну групу з 5 видів лишайників (*Parmelia caper*, *Parmelia acetabulum*, *Parmelia sulcate*, *Parmeliopsis pallscens*, *Cetraria delisci*) встановити не вдалося, бо на території досліджень вони мають низьку частоту трапляння (до 5%) і характер їх поширення потребує подальшого уточнення (табл. 4.5.1).

Таблиця 4.5.1.

Урбаногрупи та частота трапляння епіфітних лишайників на території Глухівської територіальної громади

Урбаногрупа	Клас		Частоти трапляння				Загальна кількість видів	
	I	II	III	IV	V	VI	абс.	%
Урбанофобна	4						4	21
Помірноурбанофобна	1	4					5	27
Урбанонейтральна	1	1	1	1			3	21
Помірноурбанофільна						1	1	2
Урбанофільна		1					1	2
Не встановлено	5						3	27
Разом	11	6	1	1	0	1	17	100

Отже, основна частина виявлених видів (50%) належить до урбанонейтральної та помірноурбанофобної груп. Найменш представленими на території міста з урбанофільні та помірноурбанофільні види.

Аналіз частоти трапляння виявлених видів показав, що для 62% лишайників цей показник менший 5%, серед них 6 видів виявлені лише на поодиноких ділянках території досліджень. Найвищі показники частоти

трапляння (71–90 та 91–100%) характерні лише для помірноурбанофільних лишайників. Зі зниженням стійкості лишайника до впливу урбанізованого середовища його частота трапляння на території міста теж знижується.

За ліхеноіндикаційними зонами лишайники розподіляються за їхньою стійкістю до антропогенного навантаження (рис. 4.5.1).

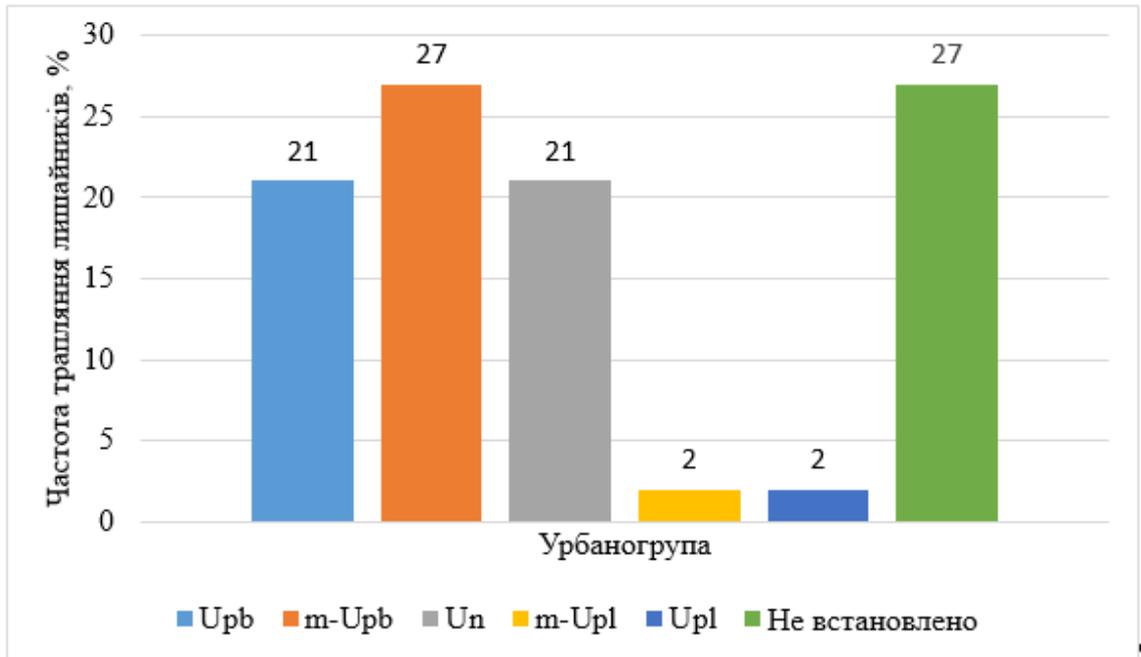


Рис. 4.5.1. Розподіл епіфітних лишайників Глухівської територіальної громади за урбаногрупами

Так, у межах середньо-, слабо- та незабрудненої зон виявлені представники всіх п'яти урбаногруп. На дуже забрудненій ділянці міста відсутні урбанофобні та помірноурбанофобні види. Види урбанофільної та помірноурбанофільної груп однаково представлені в усіх зонах забруднення. У межах середньо-, слабо- та незабрудненої зон трапляється майже однакова кількість урбанонейтральних лишайників. На дуже забруднених територіях вони становлять 55% усіх виявлених видів. Більша частина урбанофобних лишайників характерна лише для слабо- та незабрудненої зон. Серед видів, що трапляються у межах середньозабрудненої зони, урбанофобні лишайники становлять тільки 2%.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз існуючих біологічних методів оцінки стану атмосферного повітря, зокрема методів біоіндикації та біотестування. З'ясовано, що серед них найбільш ефективними для територій із підвищеним техногенним навантаженням є методи біоіндикації. Ці методи дозволяють оцінювати стан навколишнього середовища через спостереження за живими організмами в їхньому природному середовищі. Ліхеноіндикація, як один із найпоширеніших методів біоіндикації, базується на використанні лишайників як індикаторів атмосферного забруднення. Крім того, встановлено переваги біологічних методів над фізико-хімічними, зокрема економічна доступність, висока точність, можливість фіксації реакції живих організмів на вплив забруднювачів і чутливість до мінімальних змін у середовищі.

2. У ході аналізу літературних джерел розглянуто можливості застосування ліхеноіндикаційних методів для оцінки стану повітря у міських умовах із різною інтенсивністю руху транспорту. Встановлено, що лишайники є надійними індикаторами забруднення повітря, спричиненого автомобільним транспортом. Таким чином, метод ліхеноіндикації може ефективно використовуватись для визначення ступеня забруднення атмосфери.

3. У процесі дослідження стану атмосферного повітря методом ліхеноіндикації вивчено видовий склад лишайників на різних ділянках м. Глухів із різним рівнем забруднення. Виявлено 17 видів лишайників, що належать до відділу *Ascomycota*, класів *Lecanoromycetes* і *Eurotiomycetes*, які представлені трьома порядками (*Lecanorales*, *Teloschistales*, *Verrucariales*), п'ятьма родинами та десятьма родами. Найпоширенішими виявилися види: *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Xanthoria parietina*, *Lecanora allophana* та інші.

4. Проведено еколого-ценотичний аналіз виявлених лишайників, за результатами якого виділено чотири екологічні групи: епіліти, епіфіти,

епігеїди та епідікси. Найбільше лишайників (58,8%) належить до епіфітів, які ростуть на корі дерев. Епігеїди та епідікси представлені по 17,7%, а епіліти становлять лише 5,8%. Встановлено, що кора дерев є найбільш придатним субстратом для лишайників завдяки високому вмісту поживних речовин органічного походження та різноманітній структурі поверхні, що створює сприятливі умови для їхнього росту.

5. На основі проведеного дослідження оцінено рівень забруднення досліджуваних територій за допомогою індексу полеотолерантності (IP), який враховує присутність певних видів лишайників. Встановлено, що найбільш забрудненим є центр міста (IP = 7) та урочище Борок (IP = 5,2). Менш забрудненими виявилися район вул. Хреннікова (IP = 4,7) і парк «Літній сад» (IP = 3).

6. Найпоширенішими на території Глухівської територіальної громади є представники помірноурбанофільної групи, частота трапляння яких становить 71–100%, тим часом як основна частина виявлених видів (50%) належить до урбанонейтральної та помірноурбанофобної груп. Це засвідчує, що у флорі дослідного регіону частка ліхенофлори природних екосистем має вищу флористичну різноманітність, ніж урбанізованих територій. Виявлені індикаторні види кожної урбаногрупи дають змогу проводити подальший моніторинг дослідної території.

Таким чином, отримані результати досліджень дозволили встановити стан атмосферного повітря на досліджуваних ділянках і виявити різні рівні його забруднення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ашихміна Т.Я. Екологічний моніторинг. Навчально-методичний посібник для ВУЗів. Константа. 2006. 416 с.
2. Боголюбова В.М., Клименко М.О., Мокін В.Б., Сафранов Т.А., Горова А.І., Прилипко В.А., Адаменко О.М., Полетаєва Л.М., Картавцев О.М. Біомоніторинг довкілля Вінниця : ВНТУ, 2010. 232 с.
3. Бойко М.Ф. Характеристика мохоподібних як індикаторів стану навколишнього середовища. *Чорноморськ. бот. ж.*, 2010. Т. 6, № 1. С. 35–40.
4. Василюва О.І., Романишин М. Н. Індикація атмосферного забруднення в центральному районі Львова за допомогою лишайників. Науковий вісник ЛНУВМБТ імені Зажицького, том 14. 2012. №3(53) частина 2. 76-80 с.
5. Васькіна І.В. Аналіз впливу автотранспортних засобів на навколишнє середовище в селітебних зонах міст. *Екологічна безпека*, 2009. №4 (8). С. 16–20.
6. Вельчева Л.Г. Вивчення стану атмосферного повітря методом ліхеноіндикації. Екологія та ноосферологія : зб. наук. праць. 2008. Т. 19, № 1-2. С. 182-185.
7. Відділ Лишайники (*Lichenophita*). URL: <https://uahistory.co/gdz/biology-directory-schoolchildren-entrants-barna-2019/141.php> (дата звернення: 24.01.2023).
8. Вірченко В.М. Види секції *Erythrocarpa* Kindb. роду *Bryum* Hedw. у флорі України. *Укр. бот. журн.*, 1989, 46(5): 51–55.
9. Глухов О.З., Прохорова С.І. Індикація стану техногенного середовища за морфологічною мінливістю рослин. URL: <http://dspace.nbuiv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/9269/01-Glukhov.pdf?sequence=3> (дата звернення: 11.12.2022).
10. Глухов О.З., Сафонов А.І. Фітоіндикація металопресингу в антропогенно трансформованому середовищі. Донецьк: Норд-Пресс, 2006. 360 с.
11. Гончаренко І.В., Середняк Т.К., Сатєєв Н.К. Фітоіндикація антропогенного навантаження: монографія. Дніпро, 2017. 127 с.

12. Горова А.І., Павличенко А.В., Борисовська О.О., Грунтова В.Ю., Деменко О.В. Біоіндикація. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт студентами напряму підготовки 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» Д.: Національний гірничий університет, 2014. 76 с.
13. Джигирей В.С. Екологія то охорона навколишнього середовища: Навч. посібник: Для студ. вузів. К.: Знання, 2000. 203с.
14. Димитрова Л.В. Ліхеноіндикаційне забруднення атмосферного повітря м. Полтава. *Укр. ботан. журн.* 2008а. № 65 (1). 133-140 с.
15. Дідух Я.П., Гайова Ю.Ю. Синфітоіндикаційний аналіз рослинних угруповань Черкасько-Чигиринського геоботанічного району. *Український ботанічний журнал.* 2008. Т. 65, № 2. С. 160–162.
16. Дуднікова І.І. Пускін С.П. Моніторинг довкілля: Навч. посібник: у 2-х ч. К: Вид-во Єврол. Ун-ту, 2007, ч.1. 117-118с.
17. Екологічний моніторинг довкілля. Функціонування державної системи моніторингу довкілля. URL: <https://menr.gov.ua/content/ekologichniy-monitoring-dovkillya.html> (дата звернення: 24.01.2023).
18. Енциклопедія сучасної України.[Електронний ресурс] .- Режим доступу: http://esu.com.ua/search_articles.php?id=55887
19. Зеленко С.Д. Лихоіндикаційна оцінка забрудненості повітря м. Чернігова. *Укр. ботан. журн.* 1999. №56 (1). 64-67с.
20. Конаратюк С.Я. Кучерявий В.О., Крамарець В.О. та ін. Ліхеноіндикаційне забруднення повітря у м. Львові. *Укр. ботан. журн.* 1991. № 2. С. 72–76.
21. Конаратюк С.Я., Мартиненко В.І. Ліхеноіндикація. Київ, Кіровоград, 2006. 260 с.
22. Кондратюк С. Я., Мартиненко В.А. Ліхеноіндикація (Посібник). Київ, Кіровоград; ТОВ «КОД» 2006. 260 с.
23. Кондратюк С. Я. Індикація стану навколишнього середовища України за допомогою лишайників. Київ: Наук. думка, 2008, 336 с.

24. Кондратюк С.Я. Лишайники основних місцезростань НПП «Гуцульщина». *Укр. бот. журн.*, 2012, 69(3): 397–405.
25. Кузьмішина І., Фіщук О. Великий практикум з ботаніки: Методичні рекомендації до лабораторних робіт для бакалаврів факультету біології та лісового господарства денної форми навчання. Луцьк: Вежа-Друк, 2022. 94 с.
26. Лисиця А.В. Біоіндикація і біотестування забруднених територій. Методичні рекомендації до самостійного вивчення дисципліни. Рівне: Дока-центр, 2018. 94 с.
27. Ломаєва С.Н. Біоіндикація забруднень навколишнього середовища. URL: <https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/INDL3.pdf> (дата звернення: 11.01.2023).
28. Мамчур З.І. Поширення епіфітних мохоподібних в умовах урбанізованого середовища. *Вісн. Львів. ун-ту. Сер. Біологія*. 2004. Вип. 36. С. 70–77.
29. Мосієнко І.І. Урбанофлора Херсона: Автореф. дис. канд. біол. наук. Ялта, 1999. 19 с.
30. Мальцева І.А., Солоненко А.М., Подорожний С.М., Разнополов О.М. Практичні роботи з систематики рослин. Водорості: Методичні рекомендації. Мелітополь, 2006. 71 с.
31. Некрасенко Л.А., Байрак О.М. Аналіз ліхеноіндикаційного картування м. Кременчук. *Український ботанічний журнал*. 2002. № 3. С. 278–284.
32. Окснер А.М. Визначник лишайників УРСР. Київ, Вид-во АН УССР, 1987. 341 с.
33. Окснер А.М. Флора лишайників України: В 2-х т. Т. 1. Київ: Вид-во АН УРСР, 254 с.
34. Парпан В.І., Миленька М.М. Деревні рослини як кумулятивні індикатори забруднення довкілля важкими металами. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету*. 2008. № 4(38). С. 93–97.
35. Слободян В.О. Біоіндикація: навч. посіб. Івано-Франківськ: Полум'я,

2004. 194 с.

36. Солошенко О.В., Фесенко А.М., Гаврилович Н.Ю. Оцінка забрудненості повітря методом ліхеноіндикації: Методичні вказівки до виконання практичної роботи з екології. Х.: ХНТУСГ, 2014. 12 с.

37. Стаднічук О.М. Біоіндикаційне оцінювання токсичності ґрунтів у зоні впливу військової діяльності. Львів, 2013. 42 с.

38. Ткачук О.П., Вітер Н.Г., Ковальова К.В. Біоекологія. Навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Друк», 2021. 472 с.

39. Хомін К.О., Григор'єва Л.І. Біоіндикатори у системі моніторингу атмосферного повітря. Матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції «Радіаційна і техногенно-екологічна безпека людини та довкілля: стан, шляхи і заходи покращення». Миколаїв, 2019. 356 с.

40. Air pollution in Germany. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Air_pollution_in_Germany (дата звернення: 24.11.2022).

41. Air pollution statistics - emission inventories. URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics_explained/index.php/Air_pollution_statistics_-_emission_inventories (дата звернення: 24.11.2022).

42. Hafellner J. Lichenicolous Biota (Nos 121–150). Fritsch., 2012, 74: 19–41.

43. Hawksworth D., Rose F. Qualitative scale for estimating sulphur dioxide air pollution in England and Wales using epiphytic lichens. *Nature*. 1970. P. 145-148.

44. Klotz S., Kuhn I. Indikatoren des anthropogenen Einflusses auf die Vegetation. *Schriftenreihe für Vegetationskunde*. 2002. S. 241–246.

45. Kondratyuk S.Ya., Popova L.P., Lackovicova A., Pisut I. A catalogue of the Eastern Carpathian lichens. Kiev; Bratislava: M.H. Kholodny Institute of Botany, 2003. 264 p.

46. Prirodni svijet Clatine i ocolice. [Електронний ресурс].-Режим доступу: <http://www.slatina-nature.com/lisajevi/>

47. Skye E. Lichens and air pollution. Cryptogamic epiphytes and environment in the Stockholm region. *Acta Phytogeographica Suecica*. 1968. 124 p.

- 48.** Smith C.W., Aptroot A., Coppins B.J., Fletcher A., Gilbert O.L., James P.W. The lichens of Great Britian and Ireland. London, 2009, 1046 pp.
- 49.** The official site of the Department of Environment and Natural Resources of Lviv Regional State Administration. «A regional report on the state of the environment in the Lviv region in 2005-2015», available at.[Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://www.ekologia.lviv.ua>.
- 50.** Yule F. A., Lloyd O. Li. An index of atmospheric pollution survey in Armadale, Central Scotland. Water, air and soil pollution. 1984. 22. P. 27–45.

ДОДАТКИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МАТЕРІАЛИ
ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВОЇ
КОНФЕРЕНЦІЇ СТУДЕНТІВ
ТА АСПІРАНТІВ, ПРИСВЯЧЕНОЇ
МІЖНАРОДНОМУ ДНЮ СТУДЕНТА

(18-22 листопада 2024 р., м. Суми)

Рекомендовано до друку науково-координаційною радою Сумського національного аграрного університету (протокол № 4 від 22.11.2024 р.)

Редакційна рада:

Коваленко І.М., д.б.н., професор
Данько Ю.І., д.е.н., професор
Ярошук Р.А., к.с.-г.н., доцент

Редакційна колегія:

Бричко А.М., к.е.н., доцент
Думанчук М.Ю., к.т.н., доцент
Кисельов О.Б., к.с.-г.н., доцент
Масик І.М., к.с.-г.н., доцент
Михайліченко М.А., к.і.н., доцент
Срібняк Н.М., к.т.н., доцент
Степанова Т.М., к.т.н., доцент
Шкромада О.І., д.вет.н., професор

**Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів,
присвяченої Міжнародному дню студента – (18-22 листопада 2024 р.). –
Суми, 2024. – 555 с. |**

У збірку увійшли тези доповідей Всеукраїнської наукової конференції студентів і аспірантів,
присвяченої Міжнародному дню студента.
Для викладачів, студентів, аспірантів.

ОЦІНКА СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ГЛУХІВСЬКОЇ ТГ МЕТОДОМ ЛІХЕНОІНДИКАЦІЇ

Армен С. Е., студ. 2 м курсу ФАТП
 Науковий керівник: доц. І. В. Зубцова
 Сумський НАУ

Людство для свого існування потребує певних умов середовища, зокрема чистого повітря. Разом з тим господарська діяльність людини кардинально змінює стан атмосферного повітря, і далеко не на краще. Серед її наслідків є постійне локальне забруднення атмосферного повітря різними викидами, у тому числі небезпечними для життя й здоров'я людей. У результаті господарювання 15% території України сьогодні належить до категорії «надзвичайно забруднені регіони з підвищеним ризиком для здоров'я людей та райони екологічної катастрофи»

Постійне збільшення забруднення атмосферного повітря – одна з найважливіших екологічних проблем сьогодення, оскільки токсичні речовини, потрапляючи в людський організм, викликають різні захворювання. З цієї причини все більш поширеними стають методи біоіндикації, серед яких найпопулярнішим є метод ліхеноіндикації. Цей метод передбачає використання в якості індикаторів стану повітря різних груп лишайників, що мають неоднаковий ступінь чутливості до забруднення атмосферного повітря. Метод ліхеноіндикації дешевий у використанні та надає можливість оцінити стан навколишнього середовища в ретроспективі.

Біоіндикаційні дослідження докільця на антропогенно перетворених і природних територіях з використанням перспективних біоіндикаторів лишайників – один з основних напрямків біоєкологічного моніторингу, у тому числі урбоєкосистем. Ці дослідження мають наукове значення в галузі інвентаризації біорізноманіття та прикладне – щодо оптимізації планування територіального розвитку, розробки матеріалів з оцінки впливу на довкілля та людини, екологічної експертизи.

Під час вивчення ліхенобіоти регіону нами було виявлено 17 представників відділу *Ascomycota* класів *Lecanoromycetes*, *Eurotiomycetes*, які відносяться до 3 порядків – *Lecanorales*, *Teloschistales*, *Verrucariales*, 5 родин і 10 родів.

Основу ліхенофлори складають лишайники класу *Lecanoromycetes* – 16 видів, провідне становище належить порядку *Lecanorales*, який включає такі родини: *Cladoniaceae* (11,8%), *Parmeliaceae* (53%), *Lecanoraceae* (5,8%). Родина *Cladoniaceae* включає рід *Cladonia* (види: *Cladonia fimbriata*, *Cladonia coniocreae*), *Parmeliaceae*, яка нараховує роди – *Parmelia* (види: *Parmelia caperata*, *Parmelia acetabulum*, *Parmelia sulcata*); *Evernia* (види: *Evernia prunastri*, *Evernia furfuracea*); *Hypogymnia* (види: *Hypogymnia tubulosa*, *Hypogymnia physodes*); *Parmeliopsis* (вид – *Parmeliopsis pallescens*); *Cetraria* (вид – *Cetraria delisci*) і родина *Lecanoraceae* – рід *Lecanora* (вид – *Lecanora allophana*).

Другорядне становище за кількістю видів займає порядок *Teloschistales*, який включає 2 родини: *Teloschistaceae* (11,8%) – рід *Xanthoria* (види: *Xanthoria parietina*, *Xanthoria polycarpa*); *Physciaceae* (11,8%), до неї відноситься: *Physcia* (вид – *Physcia hispida*) і рід *Anaphtia* (вид – *Anaphtia speciosa*).

Інший клас флори лишайників міста Глухів та його околиць становили представники класу *Eurotiomycetes*. Цей клас нараховує лише 1 порядок – *Verrucariales* (5,8%), який включає родину *Verrucariaceae* – рід *Verrucaria* (вид – *Verrucaria nigrescens*).

Встановлено, що на дослідних ділянках в місті Глухів зустрічаються як накипні, так і листоваті і куцисті лишайники. Накипні форми лишайників представлені видами: *Verrucaria nigrescens* (Ach.) Rohl, *Lecanora allophana* (Ach.) Rohl.

Представниками листоватих лишайників дослідних ділянок є *Parmelia caperata* (L.) Ach., *Parmelia acetabulum* (Neck.) Duby, *Parmelia sulcata* Tayl., *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Hav., *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., *Parmeliopsis ambigua* (Hoffm.) HiUm., *Xanthoria parietina* (L.) Belt., *Xanthoria polycarpa* (Hoffm.) Vain, *Physcia hispida* (Schreb.), *Anaphtia speciosa* (Wulf.) Mass.

Серед представників куцистих лишайників дослідних ділянок були знайдені такі види: *Cladonia coniocreae* (Flk.) Sandst., *Cladonia fimbriata* (L.) Fr., *Evernia prunastri* (L.) Ach., *Evernia furfuracea* (L.) Mann, *Cetraria delisci* (Bory.) Th. Fr.

У результаті дослідження ліхенофлори в місті Глухів та його околиць було виявлено лишайники різних типів слани: накипні, листоваті та куцисті. Проте їх кількість на дослідних ділянках варіювалась у відсотковому співвідношенні.

Щодо залежності лишайників до субстрату, то найбільша кількість лишайників дослідних ділянок належить до епіфітів – 10 видів (58,8%), на другому місці – епігеїди та епіксиди – по 3 види (по 17,7%), на третьому місці – епіліти – 1 вид (5,8%).

Тому, можемо зробити висновок, що найбільш придатним типом субстрату для заселення лишайниками у всіх досліджених районах є кора дерев. На відміну від інших субстратів, на яких можуть існувати лишайники, кора дерев має найбільший уміст елементів живлення органічної природи та характеризується неоднаковою структурою поверхні, що у свою чергу створює більш сприятливі умови для заселення, росту та розвитку лишайників.

**Анотований конспект флори лишайників Глухівської територіальної
громади Шостинського району Сумської області**

Відділ, Клас, Порядок, Родина		Екотоп	Субстрат	Морфологічний тип			
Рід	Вид						
Ascomycota							
Lecanoromycetes							
Lecanorales							
Cladoniaceae							
<i>Cladonia</i>	<i>fimbriata</i> (L.) Fr	Ліс	грунт	К			
<i>Cladonia</i>	<i>coniocreae</i> (Flk.) Sandst.	Ліс	грунт	К			
Parmeliaceae							
<i>Parmelia</i>	<i>caperata</i> (L.) Ach.	яблуневий сад	дерево	Л			
<i>Parmelia</i>	<i>acetabulum</i> (Neck.) <i>Duby.</i>	насадження дерев біля будинку	дерево	Л			
<i>Parmelia</i>	<i>sulcata</i> Tayl.	Ліс	дерево	Л			
<i>Evernia</i>	<i>prunastri</i> (L.) Ach.	Ліс	дерево	К			
<i>Evernia</i>	<i>furturacea</i> (L.) Mann	Паркан	оброблена деревина	К			
<i>Hypogymnia</i>	<i>tubulosa</i> (Schaer.) Hav.	насадження біля автошляху	дерево	Л			
<i>Hypogymnia</i>	<i>physodes</i> (L.) Nyl.	насадження біля автошляху	дерево	Л			
<i>Parmeliopsis</i>	<i>pallscens</i> (Hoffm.) HiUm	паркан біля будинку	оброблена деревина	Л			
<i>Cetraria</i>	<i>delisci</i> (Bory.) Th. Fr.	Ліс	грунт	К			
Lecanoraceae							
<i>Lecanora</i>	<i>allophana</i> (Ach.) Rohl.	Ліс	дерево	Н			
Teloschistales							
Teloschistaceae							
<i>Xanthoria</i>	<i>parietina</i> (L.) Belt.	Ліс	дерево	Л			
<i>Xanthoria</i>	<i>polycarpa</i> (Hoffm.) Vain.	покрівля будинку	оброблена деревина	Л			
Physciaceae							
<i>Physcia</i>	<i>hispida</i> (Schreb.)	насадження біля автошляху	дерево	Л			
<i>Anaptychia</i>	<i>speciosa</i> (Wulf.) Mass.	Ліс	дерево	Л			
Eurotiomycetes							
Verrucariales							
Verrucariaceae							
<i>Verrucaria</i>	<i>nigrescens</i> (Ach.) Rohl	фундамент будинку	кам'яниста поверхня	Н			

Примітка: *I* і *II* стовпчики – систематичне положення лишайників; *III* – місце зростання; *IV* – субстрат, на якому зростає лишайник; *V* – тип слани: *Н* – накипна; *Л* – листовата; *К* – куциста

Самооцінювання кваліфікаційної роботи здобувачем

Критерій	Рівень			Коментар
Огляд літератури побудовано навколо основної проблеми, використано найактуальніші сучасні дослідження за темою, чітко відображено зв'язок між завданнями, поставленими в роботі, та попередніми дослідженнями			+	
Надана конкретна та точна інформація про методи та дані (кількість, температура, тривалість, послідовність, умови, розташування, розміри тощо), методи пов'язані з іншими дослідженнями.			+	
Наведено конкретні результати з поясненнями та аналізом, порівняння з результатами інших досліджень, показано чіткий зв'язок проблеми з отриманими результатами			+	
Надано пропозиції щодо удосконалення, що підкріплено відповідними обґрунтуваннями (прогноз, модель тощо)	+			
Висновки містять зв'язок з найважливішими аспектами попередніх розділів, підсумок ключових результатів, продемонстровано зв'язок між цією роботою та наявними дослідженнями зосереджена увага на суттєвих результатах, зазначено їх можливе застосування; подано обмеження, на які слід спрямувати майбутні дослідження.		+		
Перелік посилань є повним та достатнім для вирішення завдань дослідження			+	
Робота оформлена повністю відповідно до вимог			+	
Робота не містить друкарських та граматичних помилок		+		

Підтверджую, що робота виконана мною самостійно, не містить академічного плагіату. Зокрема, у моїй роботі немає запозичення текстів, ідей чи розробок, результатів досліджень інших авторів без посилань на них, у тому числі буквального перекладу з іноземних мов чи перефразування, що видаються за свій текст, вирваних із контексту тверджень, цитат без лапок, фабрикації (вигаданих) даних чи фальсифікації (вигаданих і модифікованих на догоду бажаному висновку) результатів досліджень.

09.12.2024 р.

_____ Станіслав АРМЕН

Декларація академічної доброчесності

Я, Армен Станіслав Едуардович, здобувач вищої освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 101 «Екологія» денної форми навчання Сумського національного аграрного університету зобов'язуюсь дотримуватися принципів академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи. Я поінформований, що у разі порушення мною академічної доброчесності під час виконання кваліфікаційної роботи, повинен буду нести академічну та/або інші види відповідальності і до мене можуть бути застосовані заходи дисциплінарного характеру за порушення академічної доброчесності та етики академічних взаємовідносин, в тому числі, кваліфікаційна робота може бути анульована з наступним відрахуванням із університету. Також усвідомлюю, що до мене у майбутньому може бути застосована процедура позбавлення ступеня вищої освіти та відповідної кваліфікації, якщо свідомо вчинене порушення академічної доброчесності не буде виявлено під час перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень відповідно до встановленої в університеті процедури з використанням ліцензованих програмних продуктів.

02.12.2024 р.

_____ Станіслав АРМЕН