

## ПРОТОКОЛ

### ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ № 4

#### Тема: Ліхеноіндикація стану атмосферного повітря.

**Мета:** навчитися оцінювати ступінь забруднення атмосферного повітря шкідливими речовинами за допомогою методу ліхеноіндикації.

**Основні терміни і поняття:** табличні вихідні дані щодо основних результатів морфологічних змін трансплантантів мохів на дослідженій міській території, підручники, посібники, конспекти лекцій, калькулятор.

Загальні принципи використання біоіндикаторів. Особливості використання рослин як біоіндикаторів. Особливості використання тварин як біоіндикаторів. Особливості використання мікроорганізмів як біоіндикаторів. Симбіологічні методи в біоіндикації. Біологічні індекси та коефіцієнти, що використовують при індикаційних дослідженнях. Методи біоіндикації водних екосистем.

За сучасною класифікаційною системою лишайники є «ліхеноізованою» групою грибів, які надто чутливі до деяких екологічних чинників, зокрема антропогенних.

Лишайники як індикатори стану атмосферного повітря використовують понад століття. Існує окремий напрямок біоіндикації – ліхеноіндикація. Це слово походить від двох латинських слів – «*Lichenes*» – лишайники та «*inducatio*» – показувати. Нині ліхеноіндикація є одним з перспективних та найрозробленіших методів екологічного моніторингу, який дозволяє достовірно та без зайвих витрат визначати ступінь забруднення повітря та оцінювати антропогенний вплив на довкілля.

Слань лишайників дуже різноманітна за розмірами, формою, будовою та забарвленням. Залежно від зовнішнього вигляду розрізняють три основних морфологічних типи лишайників:

1. **Накипні**, талом яких являє собою скоринку, що міцно зчеплена зі субстратом (корою дерева, поверхнею каміння). Такі лишайники неможливо відокремити від субстрату без ушкодження.

Як правило, накипні слані мають невеликі розміри, а їхній діаметр становить кілька міліметрів або сантиметрів (іноді може досягати й 20–30 см).

2. **Листуваті**, талом яких має вигляд лусочок або листовидних пластинок. Найбільш проста слань листуватих лишайників має вигляд однієї великої округлої листовидної пластинки, що досягає в діаметрі 10–20 см. Слань, що складається з однієї листовидної пластинки, зветься монофільною. Монофільна пластинчаста слань звичайно прикріплюється до субстрату тільки у своїй центральній частині за допомогою товстої короткої ніжки, що називають гомфом. Більш складною за будовою є листувата слань, розсічена на безліч дрібних лопастей. Як правило, вони зібрані в округлі розетки, але іноді утворюють слані невизначених, нескінченно різноманітних форм.

Характерною рисою нижньої поверхні листуватих лишайників є те, що вона майже завжди утворює особливі органи, за допомогою яких листуватий лишайник прикріплюється до субстрату. На відміну від накипних лишайників, слань яких щільно зростається із субстратом, листуваті лишайники звичайно досить слабко з ним зв'язані й, у більшості випадків, можуть бути легко відділені від субстрату.

3. **Кущисті**, талом яких складається з гілочок або звисаючих «борід». За організаційним рівнем кущисті лишайники представляють собою вищий етап розвитку слані. На відміну від накипних і листуватих форм лишайників, для яких характерний горизонтальний ріст гіфів, у кущистих лишайників спостерігається вертикально спрямований ріст гіфів і верхівковий ріст сланей.

Кущисті лишайники звичайно прикріплюються до субстрату тільки невеликою ділянкою нижньої частини слані. Прямостоячі кущисті лишайники найчастіше

прикріплюються до ґрунту тонкими ризоїдами (грец. *rhiza* – корінь й *eidos* – вид) – нитковидними утвореннями, які виконують у грибів функцію кореня.

Для індикації стану атмосферного повітря використовують епіфітні лишайники. Окремі групи лишайників реагують на забруднення повітря по-різному. Так, куцисті лишайники гинуть навіть при найменшому забрудненні.

Дещо вищий ступінь забруднення витримують листуваті лишайники. Проте, накипні представники не лише витримують значне забруднення, а й деякі з них помітно збільшують своє поширення за умов загазованого повітря. Наприклад, у межах України упродовж 50 років значно збільшили своє поширення такі накипні лишайники, як леканора конусовидна (*Lecanora conizaeoides* Nyl. ex. Cromb.) та сколіціоспорум зеленкуватий (*Scoliciosporum chlorococcum* (Graewe ex Stenh.) Vezda).

У різних за ступенем забруднення районах міста зростають різні за витривалістю види. Саме на цьому базується виділення в межах одного населеного пункту різних ізотоксичних ліхеноіндикаційних зон: сильно, помірно, слабо забруднена, незабруднена. Проте ліхеноіндикаційні дослідження базуються не лише на значенні флористичного складу лишайників. Важливими показниками для індикації є кількісні показники – трапляння та проективне покриття.

Ліхенологічні дані наносять на карти чи картосхеми. Ліхенологічні карти дають змогу спостерігати за змінами, що відбуваються зі станом забруднення повітря протягом 20–50 років. Нині в Україні, на основі картування змін видового різноманіття епіфітних лишайників, поширення груп видів із подібною чутливістю до забруднення атмосферного повітря, даних розрахунку індексу чистоти повітря, проведена порівняльна ліхеноіндикаційна оцінка стану забруднення атмосферного повітря в різних містах України (Донецьк, Львів, Івано-Франківськ, Тернопіль, Луцьк, Рівне, Херсон, Полтава, Кіровоград, Черкаси, Умань) (Основи біоіндикації, 2012; Корнелюк, 2011; Кондратюк та ін., 2006).

**Завдання.** Виконати оцінку забруднення атмосферного повітря за результатами дослідження території методом ліхеноіндикації. Зробити схему дослідних ділянок та додати фотографії досліджених лишайників на форофітах місця дослідження. Зробити висновок до завдання.

Звіт з практичної роботи повинен бути оформлений відповідно з наведеним нижче розрахунковими формулами.

### Хід роботи

1. Оцінити стан забруднення повітря вулиць міста за результатами ліхенологічних досліджень.
2. Визначити ступінь впливу несприятливих чинників на видове різноманіття ліхенофлори міста.
3. Узагальнити отримані результати у вигляді відповідних висновків.

Обирають район для дослідження й складають його карту з нанесенням ТЕС, заводів, потужних підприємств та великих автомагістралей. Розбивають досліджувану територію на квадрати розміром 10x10 м, 20x20 м, 50x50 м, 100x100 м (залежно від мети дослідження й розрідженості насаджень). У кожному квадраті вибирають 10 старих, але здорових дерев, що ростуть окремо. На кожному дереві підраховують кількість видів лишайників. При цьому, точну назву видів знати не обов'язково – досить відрізнити їх за формою талому.

Потім проводять оцінку ступеня покриття деревного стовбура лишайником. Для цього на висоті 30–150 см на найбільш зарослу лишайниками частину кори дерева накладають рамку з розмірами 10x10 см і клітками 1x1 см (палетку). Підраховують, який відсоток загальної площі рамки займають лишайники. Частоту трапляння також визначають у відсотках: відношення числа дерев, де зростає певний вид до загального числа дерев пробної площадки.

Крім дерев, додатково можна досліджувати заростання лишайниками каменів, ділянок ґрунту, стін будинків і т.д. Отримані результати заносять в таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати ліхеноіндикації.

Ознака	Дерева									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість накипних лишайників										
Кількість листуватих лишайників										
Кількість куцистих лишайників										
Ступінь покриття площі рамки накипними лишайниками, %										
Ступінь покриття площі рамки листуватими лишайниками, %										
Ступінь покриття площі рамки куцистими лишайниками, %										

Потім підраховують частоту зустрічальності кожного виду лишайників за формулою:

$$A^{\text{виду}} = \frac{m^{\text{виду}}}{n} \cdot 100\%, \quad (1)$$

де  $m^{\text{виду}}$  – кількість лишайників даного виду;

$n$  – загальна кількість дерев у досліджуваному квадраті (у нашому випадку  $n=10$ ).

Визначають середній ступінь покриття площі рамки лишайниками кожного виду за формулою:

$$S^{\text{виду}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i, \%, \quad (2)$$

де  $S_i$  – ступінь покриття площі рамки лишайниками окремого дерева, %.

Після цього кожному отриманому значенню частоти зустрічальності лишайників певного виду  $A^{\text{виду}}$  й ступеню їхнього покриття  $S^{\text{виду}}$  привласнюють свій умовний бал оцінки: відповідно  $a^{\text{виду}}$  й  $s^{\text{виду}}$  за шкалою, наведеною в табл. 2.

Таблиця 2 – Оцінка частоти зустрічальності лишайників та їх проективного покриття за п'ятибальною шкалою.

Частота зустрічальності $A^{\text{виду}}$		Ступінь покриття $S^{\text{виду}}$		Умовний бал оцінки
оцінка	значення, %	оцінка	значення, %	
дуже рідко	0–5,0	дуже низький	0–5,0	1
рідко	5,1–20,0	низький	5,1–20,0	2
рідко	20,1–40,0	середній	20,1–40,0	3
часто	40,1–60,0	високий	40,1–60,0	4
дуже часто	60,1–100	дуже високий	60,1–100	5

Для кожного виду лишайників обчислюють середній умовний бал частоти зустрічальності й ступеню покриття за формулою:

$$M^{\text{виду}} = \frac{a_i^{\text{виду}} + s_i^{\text{виду}}}{2}, \quad (3)$$

Після цього визначають показник відносної чистоти атмосфери (ВЧА):

$$ВЧА = \frac{M^H + 2 \cdot M^L + 3 \cdot M^K}{30}, \quad (4)$$

де  $M^H$ ,  $M^L$  і  $M^K$  – середній умовний бал частоти зустрічальності й ступеню покриття накипних, листуватих і куцистих лишайників, відповідно.

За даним показником згідно шкали, наведеної в табл. 3, роблять висновки щодо ступеня забруднення атмосферного повітря.

Таблиця 3 – Шкала оцінки забруднення атмосферного повітря за результатами ліхеноіндикації.

Показник відносної чистоти атмосфери ВЧА	Оцінка забруднення
0,0–0,20	сильне («лишайникова пустеля»)
0,21–0,40	досить сильне
0,41–0,60	середнє
0,61–0,80	незначне
0,81–1,0	забруднення відсутнє

**Питання для самоконтролю:**

1. Що ми розуміємо під поняттям якість атмосферного повітря?
2. Дайте наукове визначення терміну біоіндикація.
3. Розкрийте методи біоіндикації, їх переваги та недоліки.
4. Переваги лишайників як біоіндикаторів якості атмосферного повітря.
5. Поясніть суть методу ліхеноіндикації.
6. Принцип обробки експериментальних даних.