

# **ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З БІОЕКОЛОГІЇ**

**НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК**

# **ВЕЛИКИЙ ЛАБОРАТОРНИЙ ПРАКТИКУМ З БІОЕКОЛОГІЇ**

## **НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ПОСІБНИК**

У посібнику представлені лабораторні і практичні роботи з біоекології для студентів вищих, закладів.

Тематика 12-х лабораторно-практичних робіт максимально наближена до найбільш актуальних біоекологічних проблем сучасності.

Викладено доступні методи дослідження об'єктів і компонентів навколишнього середовища.

Посібник є складовою навчально-методичного комплексу з біоекології навчального процесу.

## ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА .....	3
Методичні поради щодо організації і проведення лабораторно-практичних робіт .....	4
Лабораторно-практичні роботи .....	8
1 Пристосування організмів до середовища існування .....	8
2 Вплив умов існування на розвиток рослин.....	..14
3. Опис видового складу місцевих фітоценозів .....	18
4. Вивчення впливу газоподібних викидів підприємств на рослинні організми .....	22
5. Дослідження стану деревних зелених насаджень в різних екологічних умовах міста.....	26
6. Оцінювання стану навколишнього середовища за наявністю та різноманітністю лишайників (ліхеноіндикація) .....	32
7. Визначення якості води за допомогою органолептичних показників.....	36
8. Забруднення води та деякі способи її очищення .....	40
9. Визначення кількості вихлопних газів автотранспорту поблизу навчального закладу протягом доби .....	44
10. Вивчення екологічного стану території навчального закладу	48
11 Визначення рівня радіаційного забруднення .....	..52
12 Визначення вмісту нітритів та нітратів у харчових продуктах	56
Глосарій .....	.60
Література .....	64

## Передмова

У сучасних умовах проблема суспільство-природа стоїть у центрі уваги світової спільноти. Хаотичне некомпетентне використання природи призвело до виникнення системи конфліктних ситуацій. Безумовно, багато з них сягають корінням углиб історії людства. Однак лише безпрецедентний розвиток продуктивних сил в умовах конкуренції, браку знань про природу загострили їх, надали глобального характеру. Ніякі технічні і суспільні досягнення не сприятимуть життєдіяльності людини, якщо вони суперечать законам природи. Не можна користуватися природою і охороняти її без знань про її будову та закони розвитку, без урахування антропогенного впливу і гранично допустимих навантажень на екосистеми, які може дозволити собі суспільство, щоб не зруйнувати їх. Сьогодні людина стоїть перед необхідністю реалізації безпечного екологічного розвитку.

Для цього їй і потрібні нові знання про навколишнє середовище, нові ресурсозберігаючі і безвідходні технології, нові норми поведінки.

Екологія, за умови її інтенсивного практичного застосування в усіх узях господарства, стала інтегральною наукою, яка має безпосередній зв'язок з природничими і спеціальними дисциплінами, і у різному обсязі, з відповідним професійним спрямуванням викладається у навчальних закладах різних рівнів акредитації. Проте проведення лабораторно-практичних робіт у

змісті предмета передбачено далеко не завжди. Хоча, як відомо, найбільш глибоке усвідомлення знань відбувається саме у процесі безпосередньої практичної діяльності. Отже виконання лабораторно-практичних робіт надасть змогу поглибити теоретичні знання з екології, набуті в процесі вивчення як предметів екологічного спрямування, так і спеціальних дисциплін.

### **Методичні поради щодо організації і проведення лабораторно-практичних робіт**

Теоретичні узагальнення та урахування точки зору практиків показали, що ефективність вирішення завдань екологічної освіти в умовах професійної та загальноосвітньої школи підвищується за умови використання різних видів самостійної пізнавальної діяльності, організованих на засадах поступового ускладнення і наскрізного характеру, серед яких лабораторно-практичні роботи посідають чинне місце .

Використання лабораторно-практичних робіт у навчальному процесі дозволяє збільшити частку самостійної діяльності тих, хто навчається, надає можливість поєднувати репродуктивне і пошукове навчання й саме у такому сенсі є потужним засобом підвищення самостійної пізнавальної активності. За своїм змістом лабораторно-практичні роботи мають безпосередню належність до «самостійної роботи», яку в теорії навчання визначають як дидактичний засіб навчання, штучну педагогічну ситуацію, за допомогою якої викладач організує діяльність.

Вони можуть бути використані і як метод навчання, спрямований на підвищення пізнавальної активності, і як форми організації самостійної роботи, тих хто навчається.

Проведення ЛПР у процесі вивчення окремих тем з екології підвищує інтенсивність і самостійність навчальної діяльності учнів/студентів. Цей процес відбувається через необхідність досягнення конкретної мети та віднайдення шляхів її досягнення, що спонукає до використання різноманітних додаткових джерел інформації, а це, у свою чергу, вимагає певних зусиль, підкріплених мотивацією.

Окрім того, розв'язання поставленої задачі, як правило, ініціює взаємодію з одногрупниками, викладачами, а відтак сприяє розвитку і удосконаленню комунікативної компетенції. Проведення лабораторно-практичних робіт на заняттях з екології створює передумови усвідомлення ролі і практичного значення набутих знань, виявленню аналітичних, організаторських здібностей, а головне включає учнів/студентів у різні види самостійно-пізнавальної діяльності — практичної, інтелектуальної, предметної. Головне завдання лабораторно-практичних робіт — подолання розриву між теорією і практикою, посилення міжпредметних зв'язків, формування пізнавальної активності, адже саме на ЛПР теоретичні знання зазнають корекції, адаптації, визначається можливість їхнього застосування у різних практичних і побутових ситуаціях.

Отже у такий спосіб відбувається можливість застосування

функції, що покладаються на лабораторно-практичні роботи:

- 1. формування навичок самостійної роботи;**
- 2. поглиблення, розширення та конкретизація теоретичних знань;**
- 3. розвиток експериментальних умінь та навичок самостійної експериментально-пошукової діяльності;**
- 4. набуття умінь планувати діяльність, фіксувати і зіставляти проміжні та кінцеві результати; оцінювати їх вірогідність;**
- 5. можливість самостійно перевірити, впевнитися з окремих екологічних аспектів, які поширені в повсякденному житті і будуть мати безпосереднє відношення до майбутньої професійної діяльності бсяг знань, які передбачаються до засвоєння на ЛПР ґрунтується на поєднанні різних видів розумової і фізичної діяльності студентів.**

Загальна кількість лабораторно-практичних робіт залежить від кількості часу, відведеного на вивчення предмету «Основи біоекології», адже у залежності від профілю і рівня акредитації навчального закладу, на його вивчення може припадати різний обсяг годин, що й зумовило поділ робіт на обов'язкові та додаткові. Утім викладачі можуть обирати для виконання певні теми, керуючись власним досвідом, ступенем зацікавленості учнів/студентів, тією або іншою екологічною проблемою, матеріально-технічними можливостями навчального закладу.

Окремі роботи вимагають тривалого терміну проведення, що унеможливує їх виконання у межах навчального часу. У цьому разі окремі роботи можна виконати як домашню роботу. Структура їх проведення ідентична тим, що проводяться на заняттях: визначається тема, формулюється мета і завдання, планується зміст, визначаються форми і методи виконання, термін подання звіту.

У такий спосіб, відбувається значне збільшення частки самостійної діяльності, посилюється відповідальність, з'являється можливість у більшому ступені враховувати індивідуальні особливості, інтереси та рівні навчальних досягнень студентів. Відповідальність за якість виконання таких робіт значно підвищиться за умови, коли учні наперед будуть знати про необхідність доповісти про її результати. Методичним вказівкам з кожної теми передують теоретичний матеріал, який поглиблюється вставками з додатковою інформацією різного напрямку – історичною, юридичною, економічною тощо; визначено мету, перелік обладнання, вказано послідовність виконання дій та операцій, оформлення отриманих результатів роботи, сформульовано питання для закріплення.

### **Алгоритм лабораторно-практичної роботи**

**Робота № .... ⇒ Тема ⇒ Теоретична частина (аналітична інформація з проблеми) ⇒**

**Мета ⇒ Об'єкт дослідження ⇒ Предмет дослідження ⇒ Обладнання, реактиви, матеріали ⇒ Хід роботи ⇒ Схема запису результатів ⇒ Висновки ⇒ Запитання.**

**Отже зміст кожної ЛПР умовно можна поділити на три складові:**

- 1. Організаційно-підготовча.**
- 2. Змістовно-процесуальна.**
- 3. Узагальнюючо-заключна.**

Перша складова передбачає підготовку до проведення ЛПР, коли виконавці ознайомлюються із темою роботи, метою, якої необхідно досягти, отримують відповідні вказівки, конкретизуються завдання, за необхідністю відбувається поділ на підгрупи, отримуються методичні рекомендації щодо проведення роботи.



Змістовно-процесуальна частина – розв’язання поставлених завдань, яке може відбуватися під керівництвом викладача або старшого підгрупи, які спостерігають за перебігом роботи, надають поточні консультації, допомагають.

Робота також може виконуватися самостійно. В процесі виконання роботи поточні результати записують, вносять у таблиці, будують графіки.

Узагальнюючо-заклучна складова роботи передбачає формулювання висновків, підготовку звітів. Доцільно запровадити захист проведеної лабораторно-практичної роботи, в процесі якого виконавець коротко доповідає про отримані результати і зроблені висновки та відповідає на запитання викладача.

Оцінювання ЛПР відбувається за отриманими результатами роботи та перевірки звіту, до уваги необхідно брати спостереження за роботою в процесі її виконання, відповіді на запитання, уміння узагальнювати й оцінювати особисті досягнення, уміння висловлювати та обстоювати власну думку. Необхідно враховувати рівень самостійності виконавця, який визначається усвідомленням вирішуваних задач, віднайдені успішного рішення.

Один із показників ефективності проведення лабораторно-практичних занять є аналіз, який доцільно здійснювати з метою корекції та удосконалення такого виду роботи. Проведення аналізу покладається безпосередньо на викладача, але в окремих випадках, можна запрошувати й учнів/студентів, які виявляють певну зацікавленість до вивчення біоекології. Упереджувальний аналіз передуює проведенню лабораторно-практичної роботи, а узагальнюючий завершує її.

На кожний з них покладаються відповідні функції. Так, упереджувальний аналіз повинен зосереджувати увагу на таких

параметрах: доцільність проведення роботи у змісті конкретної навчальної теми; раціональність визначених мети та завдань (зв'язок теорії з практикою); рівень готовності учнів до роботи (теоретичні знання, наявність навичок роботи в мікрогрупах та контактування у навчальній праці); ступінь володіння засобами самостійної діяльності.

Узагальнюючий аналіз дає змогу оцінити перебіг виконання лабораторно-практичної роботи (здатність зосередитися на досягненні мети і вирішенні завдань, етичність взаємовідносин в процесі роботи; уміння фіксувати і узагальнювати отримані результати); результативність виконаної роботи (рівень

Проведення ЛПР вимагає постійного підтримування активності і самостійності протягом усього перебігу роботи – від початку до кінця: активна розумова діяльність на першій частині заняття, коли відбувається підготовка до самостійного виконання завдань; активна пошуково-самостійна робота на другому

Різноманітність завдань, запропонованих у посібнику, дозволяє змінювати матеріал у залежності від місцевих умов, досвіду викладача, зацікавленості екологічними проблемами. ЛПР викладено доступно, наочно, вони не дуже трудомісткими і можуть використовуватися як у формальній, так і неформальній освіті.

У посібнику є глосарій, яким виконавці робіт можуть скористатися як для уточнення термінів, так і для складання звіту.

\

## **Лабораторно-практична робота № 1**

**Тема: Пристосування організмів до середовища**

Живий організм постійно знаходиться у нерозривній єдності з середовищем. Фактори навколишнього середовища забезпечують існування організму в просторі і часі. Проте зовнішнє середовище, а отже, і потрібні для життя організму умови, нестабільні. Отже зміна зовнішнього середовища, спонукає до змін й живі організми у відповідності до змінених умов середовища. Організм адаптується до нових умов життя, тобто набуває здатність асимілювати нові, вже змінені, умови, тобто пристосовується до середовища. У такий спосіб зовнішнє середовище здійснює постійний контроль життєдіяльності й розвитку організмів не лише підтримуючи їх існування, а й через власні зміни, обумовлюючи виникнення змін і в самих організмах, що й визначає розвиток і еволюцію живого світу.

Засвоєння і використання факторів здійснюється організмом через адаптації.

Адаптації (лат. – пристосування) – це пристосування, за допомогою яких організм здійснює взаємодію з середовищем для підтримання гомеостазу і забезпечує безперервність існування у часі через нащадків. Завдяки цій здатності організми набули механізми захисту проти шкідливих впливів зовнішнього середовища.

На рівні організму при різкій зміні навколишнього середовища адаптації дозволяють вижити у результаті перебудови фізіологічних функцій поведінки.

Вони спрямовані на підтримання гомеостазу. Шляхи адаптації до несприятливих умов середовища:

**Рівні адаптацій -Морфологічний- Фізіологічний – Біохімічний – Поведінковий.**

1. Активний – перебудова функцій організму (наприклад, виникнення теплокровності (гомойотермності));

2. Пасивний – підпорядкування функцій організму змінам зовнішнього середовища (наприклад, холонокровні, або пойкилотермні, тварини);

3. Уникнення – уникнення несприятливих умов (таксиси у рослин, міграція у тварин, вироблення циклів розвитку у тварин і рослин).

У мінливому середовищі наступне покоління кожного виду має шанс зустрітися із абсолютно новими умовами. Отже їм потрібні не тільки усталені реакції попередніх поколінь, а потенційна здатність формувати власні адаптації до змінюваних факторів. Таким чином генетична програма будь-якого організму (від найпростішого до високоорганізованого) передбачає не завчасно сформовану адаптацію, здатність її реалізації під впливом середовища. Це забезпечує виявлення лише життєво необхідних адаптаційних реакцій, що й сприяє заощадливому використанню енергетичних і структурних ресурсів організму.

Надійність організму виявляється в ефективності його захисних пристосувань, в його стійкості до дії несприятливих факторів зовнішнього середовища: дефіциту води та кисню, високої і низької температури, засолення і загазованості довкілля, іонізуючого опромінювання, інфекції та інше. Несприятливі фактори довкілля називаються стресорами, а реакцію організму на будь-які відхилення від норми – стресом. Стрес є першим спонукальним чинником адаптації організмів до змінюваних умов середовища.

**Адаптації завжди розвиваються під впливом трьох провідних чинників** – мінливості, спадковості і природного добору. Здатність до адаптацій є одним із головних властивостей живого, оскільки забезпечує можливість організмів виживати і розмножуватися.

Адаптації можуть існувати на рівні клітини, угруповань та екологічних систем. Вони виникають і змінюються з перебігом еволюції видів.

### **Перебіг формування тривалої адаптації має такі етапи:**

1. Збільшення фізіологічної функції клітин, які відповідають за адаптацію, викликає зростання швидкості транскрипції РНК на структурних генах ДНК в ядрах цих клітин;

2. збільшення кількості і-РНК призводить до збільшення кількості, програмованих цією РНК, рибосом і полісом, де інтенсивно протікає процес синтезу клітинних білків;

3. маса структур зростає й відбувається збільшення функціональних можливостей клітини, що і є основою довготривалої адаптації.

Відомо, що найбільш значущі адаптації до факторів зовнішнього середовища є спадково зумовленими й сформувалися протягом історико еволюційного шляху виду. Організми адаптовані до постійно діючих факторів.

**Думка вченого: відомий геронтолог К.Верцар** підкреслює, що зменшенням адаптаційних можливостей організму до змінених умов існування, можна характеризувати як старість.

**Чи знаєте Ви**, що в основі адаптацій на рівні клітин, органів і організмів лежать явища подразливості з характерними для нього адекватними реакціями. Без адаптивних реакцій життя ні в якому

разі неможливе без періодичних факторів, але серед них необхідно виокремлювати первинні і вторинні.

Первинними є ті фактори, які існували на Землі ще до виникнення життя, зокрема: температура, вологість, освітленість, приливи і відливи тощо. Отже пристосованість до названих факторів є найбільш древньою, а відтак і найбільш досконалою.

**Вторинні періодичні фактори: вологість, яка залежить від температури;**

**рослинна їжа**, яка залежить від циклічності розвитку рослин тощо, є наслідками дії первинних, вони виникли пізніше, а отже адаптації до них не завжди чітко прослідковуються.

**Джерелами адаптацій, як правило,** є генетичні зміни в організмі – мутації, які можуть виникнути як під впливом природних чинників в процесі історико- еволюційного розвитку організму, так і в результаті штучного впливу на організми. На рівні організму при різкій зміні навколишнього середовища адаптації дозволяють вижити у результаті перебудови фізіологічних функцій поведінки. Вони спрямовані на підтримання гомеостазу.

При різкому погіршенні умов існування (низька температура, відсутність достатньої вологості) деякі організми переходять у особливий стан анабіозу (гр. ana – знову, bios – життя). При цьому життєві процеси тимчасово припиняються, або вони так уповільнюються, що видимі прояви життя відсутні. При поновленні сприятливих умов відбувається відновлення нормального рівня життєдіяльності. Явище анабіозу зустрічається у багатьох організмів.

Таким чином, адаптація – це ступінь, міра відповідності між організмом і середовищем. **Не існує ідеально адаптованих організмів та ідеальних адаптацій.**

**Оцінка адаптацій може бути тільки відносною.** пристосованість особин визначається положенням організму не тільки в популяції, але й різноманітними зв'язками, які забезпечують існування данного виду, саме тому вивчаючи адаптації необхідно пам'ятати про взаємодію, взаємозв'язки і взаємозалежність видів у навколишньому середовищі.

У природі надзвичайно важливим є такий фактор. Взаємодія популяцій різних видів (біотичні фактори) призводить до появи пристосувальних реакцій в особин кожної взаємодіючої популяції. Так, у хижака виробляються пристосувальні ознаки до нападу, захоплення, знищення здобичі, у жертви – навпаки – до оборони, спасіння, захисту від хижаків.

Адаптивні можливості різних організмів розраховані на різне значення фактора. Так, більшість прісноводних риб гине, потрапивши в морську воду, а морські риби гинуть при зниженні солоності води. Залежно від кількості й сили дії один і той самий фактор може мати протилежне значення для організму.

Наприклад, підвищення, або зниження температури за межі пристосувальної здатності організму призводить до його загибелі.

У високоорганізованих живих істот старість є наслідком погіршення адаптаційних реакцій, а також адаптаційної спроможності нервової системи. Вивчення фізіологічних особливостей рослин, пристосованих до дії абіотичних факторів середовища, має велике значення для розуміння, як напрямів еволюційного процесу, так і механізмів адаптації, які можуть проявлятися на структурному та фізіологічному рівнях організації.

**Цікаво про важливе.**

**На думку більшості авторів, еволюційно первинним середовищем життя було саме водне середовище. Мешканці водного середовища мають назву гідробіонти.**

**Особливістю водного середовища існування:**

1. відносна консервативність (амплітуда сезонних або добових коливань температури у водному середовищі незначна);
2. незначний вміст кисню;
3. висока густина, щільність і в'язкість води;
4. із глибиною тиск збільшується, а освітленість зменшується.

Мешканці водного середовища мають сукупність пристосувальних адаптацій до водних умов середовища. Пристосування гідробіонтів до високої щільності води:

- відсутність або недорозвиненість механічної тканини;
- активне вегетативне розмноження;
- розвиток гідрохорії;
- обтічна форма тіла;
- пристосування для підвищення плавучості: скупчення жиру в тканинах, плавальні міхури у риб, повітряності порожнини у сифонофор;
- способи пересування: вигинання тіла, за допомогою джгутиків, вій, реактивний спосіб пересування (головноногих молюсків);
- у придонних тварин зникає або слабо розвинений скелет, збільшуються розміри тіла, звичайна редукція зору, розвиток дотикових органів.

Пристосування до недостатнього освітлення у воді:

- розвиток хроматофорів великих розмірів;
- гетерофілія (латаття, глечики, стрілолист);



- зміна забарвлення тварин.

Пристосування гідробіонтів до солоності води:

- осморегуляція;

- міграція.

Пристосування до рухливості води:

- прикріплення до нерухомих предметів (органи фіксації);

- форми тіла (плоска у донний форм та кругла у глибоководних).

Мета: Розширити уявлення щодо пристосувальних можливостей організмів до середовища існування; виявити механізми утворення пристосовань; розвинути уміння щодо виявлення пристосувальних ознак організмів.

### **Гідробіонти**

**Бактерії, водорості Клопи , Риби, китоподібні Губки Поліпи, Черви.**

Обладнання: колекції комах, опудала птахів і ссавців, гербарні екземпляри рослин, фотографії та малюнки рослин і тварин.

Об'єкт дослідження: рослини і тварини.

Хід роботи

1. Уважно ознайомтесь із усіма об'єктами дослідження.
2. Визначте вид рослини або тварини, середовище існування і спосіб життя.

3. Назвіть особливості організму, які забезпечують пристосовуваність до відповідного середовища існування.

4. Визначте, які переваги набули рослини або тварини з появою названих пристосувань. Отримані результати занести у таблицю 1.1.

Таблиця 1.1

Пристосовуваність організмів до середовища існування

Назва об'єкту. Середовище й умови існування. Назва адаптації

Риси пристосування. Біологічне значення пристосування

5. Заповніть таблицю 1.2.

Таблиця 1.2

Екологічні групи живих організмів по відношенню до середовища існування. Середовища існування. Екологічні групи та приклади живих організмів. Адаптації до відповідного середовища існування-Н аземно-повітряне, Водне, Ґрунтове. Організм як середовище

6. З'ясуйте анатомо-морфологічні показники адаптацій рослин, наведених у таблиці 1.3, до різних факторів навколишнього середовища. **Таблиця 1.3**

Анатомо-морфологічні показники адаптацій різних груп рослин

Екологічні групи Анатомо- морфологічні показники.

Види адаптацій. Забезпечувана дія-

**Геліофіти**

**Галофіти**

**Гігрофіти**

**Мезофіти**

**Ксерофіти**

**7. Наземно-повітряний спосіб життя організмів** характеризується величезною різноманітністю умов існування, екологічних ніш, а відтак вимагає сукупності адаптацій до такого способу життя. У таблиці 1.4. доповніть перелік особливостей наземно-повітряного середовища (колонка №2). Знайдіть відповідність між особливостями середовища й пристосуванням до цієї особливості та заповніть колонку №3.

Таблиця 1.4. Пристосування організмів до наземно-повітряного середовища життя № за/п Особливості наземно-повітряного середовища: Пристосування тварин до умов середовища 1, 2, 3, 4,

1 Велика амплітуда зміни екологічних чинників механізми терморегуляції;

2 Неоднорідність середовища періодичність і ритміка життєвих циклів;

3 Дія сил земного тяжіння; цілеспрямована рухливість тварин у пошуках їжі та ін.

4 Низька щільність повітря. складна будова тіла і його покривів;

**5 Висновки. Зробіть висновок про значення пристосування організмів до середовища. Поясніть, яким чином виникли певні пристосувальні ознаки.**

## **Запитання**

1. Яку роль відіграють адаптації у природі?
2. Назвіть найбільш поширені адаптації?
3. Що є джерелом адаптацій?
4. Як Ви вважаєте, чи виникають пристосувальні зміни у сучасних організмів?
5. У чому полягає правило Бергмана?
6. Яке середовище існування вимагає найбільшої кількості.
5. У чому полягає правило Бергмана?
6. Яке середовище існування вимагає найбільшої кількості пристосувань?

## **Лабораторно-практична робота № 2**

### **Тема: Вплив умов існування на розвиток рослин.**

На Землі усі живі організми існують не ізольовано одне від одного, а спільно, утворюючи угруповання. Усе, що оточує рослини та інші живі організми та впливає на них, і становить середовище їх існування. Отже, середовище існування – це та частина природи, з якою живий організм знаходиться у безпосередньому взаємозв'язку. Середовище кожного організму складається з компонентів органічної і неорганічної природи, кожен з яких має своє значення. Вплив середовища існування сприймається організмами через фактори середовища, які називаються екологічними факторами. Екологічні фактори – це певні умови та елементи середовища, що здійснюють специфічний вплив на організми. За походженням і характером дії усі екологічні фактори поділяють на дві великі групи – абіотичні («а» – заперечна частка і «bios» – життя) і біотичні. Проте такий

поділ є досить умовним, адже кожен з факторів існує і виявляється лише як результат спільної дії середовища.

Абіотичні фактори – сукупність факторів неорганічного середовища, які впливають на життя і поширення тварин і рослин. До них належать:

1. Кліматичні – світло, тепло, волога, повітря (його склад і рух);
2. Едафічні, або ґрунтові (гр. edaphos – ґрунт) – механічний і хімічний склад, вологість, аерація, забарвлення;
3. Орографічні (гр. oros – гора, grapho - пишу) – рельєф, експозиція;
4. Гідрологічні – прозорість, температура води.

Біотичні (біогенні) фактори – сукупність впливів прямої або опосередкованої дії одних організмів на життєдіяльність інших. До біотичних факторів належать:

1. Фітогенні – прямий вплив рослин на інші живі організми та середовище (механічні контакти, симбіоз, паразитизм, епіфітизм тощо) і побічний (фітогенні зміни середовища).
2. Зоогенні – прямий вплив тварин (поїдання, запилення, поширення, а також побічний (механічна дія на середовище, на хімічний склад ґрунту).
3. Антропічні, антропогенні (гр. anthropos – людина) вплив людини на довкілля. Роль цього фактору набула значного посилення за останні десятиліття.

**Чи знаєте Ви що, найвища толерантність** характерна для бактерій і синьо-зелених водоростей, які виживають у широкому діапазоні температур, радіації, солоності, рН. А. Мончадський запропонував класифікацію факторів за характером їхньої дії. Стабільні фактори – ті, що не змінюються протягом тривалого часу (земне тяжіння, сонячна стала, склад атмосфери та ін.). Вони зумовлюють загальні пристосування організмів, визначають належність їх до мешканців певного середовища планети Земля. Змінні фактори, які зумовлюють певну циклічність у житті

організмів (міграції, сплячку, добову активність та інші періодичні явища і життєві ритми). Вони впливають на чисельність популяцій і значною мірою зумовлюють амплітуду її коливань. Сигнальні і орієнтаційні фактори, які безпосередньо не впливають на метаболізм, але є причиною зміни стану або поведінки організмів. Сигнальні фактори – це різні природні явища, які передують появі несприятливих факторів й завдяки їх сприйманню організм може завчасно перебудувати свій метаболізм або поведінку.

Орієнтаційні фактори сприймаються органами чуттів для визначення положення у просторі і часі. Вплив екологічних факторів на живі організми будь-то позитивний чи негативний передусім залежить від сили його прояву. Отже як недостатня, так і надлишкова дія фактора негативно впливає на життєдіяльність особин.

Мінімальне значення даного фактору, за якого існування організму ще можливе, називають екологічним мінімумом. Його максимальне значення – екологічним максимумом. Максимальне і мінімальне значення фактора є критичними точками, за межами яких існування організму неможливе. Фактор, рівень якого наближається до межі витривалості організму, а його інтенсивність дії суттєво відхиляється від оптимального показника, називають лімітуючим. Роль лімітуючих факторів розкрито у законах мінімуму Лібіха (1840 р.) і толерантності Шелфорда (1913 р.). Зазвичай лімітуючими факторами є температура, світло, біогенні речовини, течії та тиск середовища, пожежі тощо.

Здатність виду пристосовуватись до існування в межах зони витривалості називають екологічною толерантністю або валентністю організму стосовно конкретного фактора середовища. Кількісно вона виражається діапазоном середовища, в межах якого вид нормально існує. Екологічна валентність різних видів відрізняється (північний олень витримує коливання температури

повітря від  $-55$  до  $25-30^{\circ}\text{C}$ , а тропічні корали гинуть вже при зміні температури на  $5-6^{\circ}\text{C}$ ).

Значення фактора, що є найбільш сприятливим для усіх життєвих процесів, називають екологічним оптимумом.

Встановлено, що кожний вид має екологічний оптимум розвитку, що впливає на розміри особин виду і фітоценотичний оптимум, який характеризується найвищою роллю виду у фітоценозі і виражається в його чисельності і ступені проективного покриття. Екологічний і фітоценотичний оптимуми можуть не співпадати. Так, для сосни підходять сухі, бідні легкі ґрунти. Ялина на них не може конкурувати з сосною. В геоботаніці все частіше використовують поняття «екотон», під яким розуміють сукупність екологічних умов на межі біогеоценозу. Типовий екотон – узлісся на межі з луками чи полем. У природних умовах екологічні фактори завжди діють комплексно. Особливого значення цей факт набуває за умови оцінювання рівня хімічного забруднення, коли «сумарний» ефект дуже змінює умовні значення ГДК, які зазвичай наводяться у довідниках. Наразі це питання є мало дослідженим, проте через надзвичайну актуальність активно вивчається.

**Цікаво про важливе.** На підставі аналізу єдності рослинних угруповань з типами місце розташування (екотопів) виявляють еколого-фітоценотичні ряди лісових, лучних та інших груп за ступенем екологічних чинників: зволоження, трофності та ін. Найвагомий вклад в класифікацію місцеположення вніс Л.Г.Ременський. За ним, екологічна шкала будується на підставі зміни умов життя при сумісному існуванні у фітоценозі. Едафічна сітка П.С. Погребняка. Вчений вивчав ліси України та Білорусії, побудував сітку за двома координатами: зміна ґрунтового багатства

(трофності), зміна ґрунтової вологості. **За вологістю він виділяє 6 ступенів:**

**ксерофільні (дуже сухі), мезоксерофільні (сухі), мезофільні (свіжі), мезогігрофільні (вологі), гігрофільні (сирі), ультрагігрофільні (болота).**

За родючістю він виділяє такі ступені: бори, суббори, складні суббори, діброви. Бори – це ліси на дуже бідних ґрунтах, суббори – ліси на відносно бідних ґрунтах, складні суббори – на відносно багатих ґрунтах, діброви - ліси на родючих ґрунтах. Едафічна сітка має практичне значення при вирощуванні лісів та лісосмуг у лісостепових районах. За шкалами для кожної рослини можна скласти екологічну формулу.

Використання екологічних шкал дозволяє проводити екологічний аналіз умов місцезнаходження, складати еколого-фітоценотичні ряди рослинних угруповань. Едафо- фітоценотичні ряди В. Сукачова. Крім субординаційних класифікацій рослинності, існують координаційні класифікації, в яких порівнюються категорії приблизно одного й того ж рангу за відношенням до чинників середовища. До координаційних класифікацій відноситься схема едафо-фітоценотичних рядів типів лісу, розроблена В. Сукачовим. Лісові асоціації у лісівництві отримали назву типів лісу. Кожний тип лісу характеризує певні умови середовища у вузьких межах, а декілька близьких типів лісу характеризують середовище у ширших межах. Еколого-генетично близькі типи лісу утворюють едафо-фітоценотичний ряд, який показує, як асоціації (типи лісу) і групи асоціацій послідовно розташовуються залежно від зміни якого-небудь екологічного чинника, У природі асоціації і групи асоціацій, що утворюють едафо-фітоценотичний ряд, можуть зустрічатись на різних ділянках території.

**Мета: прищепити навички щодо визначення сукупної дії екологічних факторів на розвиток рослинних організмів.**



*Обладнання: натуральні або гербарні екземпляри кульбаби*

*лікарської, подорожника великого або інших рослин із різних місць існування (затінених, відкритих, освітлених ділянок, із лісопаркової та забруднених зон) .*

**Об'єкт дослідження: рослини із різних місць існування**

### **Хід роботи**

1. Розгляньте підготовлені зразки рослин. Окремо проаналізуйте стан

рослин із кожної зони. Схематично намалуйте загальну будову надземної і підземної частин рослин.

2. Опишіть рослини за такими ознаками:

? загальний вигляд рослин;

? ступінь розвитку кореневої системи,

? розмір пагону,

? розміри листової пластини і ступінь її розсіченості,

? кількість листків у прикореневій розетці,

? розмір квітконоса.

3. Отримані результати спостережень, вимірювань, зіставлень внесіть у таблицю 2.1. **Таблиця 2.1**

Порівняльна характеристика рослин з різних місць існування  
 Рослини з різних місць існування. Показники стану органів рослин  
 Загаль- ний вигляд рослини. Розміри окремих частин рослини . К-  
 сть Лист ків (на погоні, прикореневій розетці). Ступінь розвитку  
 корене- вої системи. Інші ознаки. Лімітуючий фактор листової  
 пластинки.Пагона. Квітконоса. Назва рослини.. Зона існування  
 .Кульбаба лікарська. Кислиця звичайна.

**\*Примітка:** Рослини, та зони існування, можна обирати на свій розсуд, проте загальна кількість досліджуваних рослин повинна становити не менше 5 видів, а зон існування щонайменше дві

4. За результатами проведених досліджень встановіть який абіотичний фактор найбільш часто стає лімітуючим.

5. Знайдіть рослини, які для свого розвитку потребують різного освітлення й порівняйте їх між собою. Результати занесіть у таблицю 2.2..

### Таблиця 2.2

#### Світлолюбні й тіньовитривалі рослини

Назва рослин. Ознаки порівняння. Розмір рослини Ступінь розвитку

Кореневої системи, Розмір листків. Колір листків .Забарвленняквіток.

Висновок

6. Виходячи з того, що кожний вид має свій екологічний оптимум розвитку, що впливає на розміри особин виду, встановіть оптимуми екологічних факторів для досліджуваних Вами рослин, або довільно оберіть групу рослин, які Вас цікавлять, та визначте оптимальну для них сукупність екологічних факторів. **Результати роботи занесіть у таблицю 2.3.**

### Таблиця 2.3

Визначення зони оптимуму для рослин. Назва рослин. Екологічні фактори. - Температура Освітлення Вологість Інші фактори (оберіть самостійно)

**Висновки.** За результатами проведених досліджень підготуйте звіт про стан рослин, з різних місць існування. Доведіть

**наявність** безпосереднього зв'язку між зовнішнім виглядом рослин та станом середовища їхнього існування.

### **Запитання**

1. Чому ми вважаємо рослини живими організмами?
2. Які умови є найбільш придатними для росту та розвитку відповідного виду рослин?
3. Як умови середовища впливають на зовнішній вигляд рослин?
4. Які зміни на рівні хімічної організації клітини відбуваються у рослин під впливом негативних чинників навколишнього середовища?
5. Як відомо оптимальні показники екологічних факторів і межі витривалості не є абсолютно сталими протягом усього життя організмів.

### **Як можна пояснити такі зміни оптимумів.**

6. Яких біологічних переваг набувають рослини внаслідок наявності у них широкого спектру мінливості?
7. У чому полягає сукупна дія екологічних факторів?
8. Яким чином діяльність людини впливає на тривалість життя дикорослих рослин?
9. Як ви розумієте висловлювання: «Людина впливає на біогеоценози, а змінені біогеоценози – на людину».
10. Чому одні види гинуть під впливом певних факторів довкілля, а інші чудово існують за таких умов?

### **Думка ученого:**

**Тільки-но ми починаємо застосовувати монокультуру, то її вже треба постійно підживлювати добривами, захищати отрутохімікатами ... , наскільки вона існувати не може. Вона нестійка, бо «моно» (М. Воронцов, біолог).**

### **Лабораторно-практична робота № 3**

#### ***Тема: Опис видового складу місцевих фітоценозів***

**Рослинне угруповання (або фітоценоз) – це сукупність рослин певної ділянки, які перебувають у складних взаємовідносинах як між собою, так і з навколишнім середовищем. Рослинні угруповання є результатом тривалого історичного розвитку, в них добирається певний комплекс видів, який сформувався внаслідок природного добору за певних кліматичних умов середовища, при постійній взаємодії рослин та інших живих істот. Прикладом рослинних угруповань можуть бути степи, болота, ліси тощо.**

Угруповання характеризується специфічним складом флори (сукупності видів рослин, що склалися історично, які ростуть на певній території), кількістю особин кожного виду, розподілом видів у просторі (ярусністю). Окрім того специфічними є умови існування ґрунт, рельєф місцевості та взаємозв'язки організмів. Різні рослинні угруповання зазвичай суттєво відрізняються одне від одного: сосновий ліс з вересовим покривом, сосновий ліс з білим наземним лишайниковим покривом, ялиновий ліс з чорницею, степ з ковилою і степ з різнотрав'ям. Склад флори угруповання визначається екологічними потребами рослин.

Проте це не означає, що до них входять види однакової екологічної групи. Так зазвичай, у лісах поєднуються різні рослинні форми: дерева, кущі, злакові й широколисті трави, мохи,

лишайники та ін. Оскільки життєві потреби всіх видів рослин відрізняються (кожний вид займає свою екологічну нішу), вони перебувають у певних співвідношеннях, які забезпечують їхню пристосованість до різноманітних умов середовища.

Для будь-якого фітоценозу його видовий склад та структура є особливими. Кожен біоценоз має чітко визначений видовий склад. Загальне співвідношення та кількість видів рослин і тварин у певному біоценозі є відносно сталим, проте у біоценозах різних типів суттєво відрізняється.

Найбільш багаті за видовим складом біоценози вологих тропіків, а найбідніші – біоценози аридних і холодних регіонів. Загальна кількість видів, що складає 26

**Чи пам'ятаєте Ви, що людина прямо і опосередковано впливає на розвиток фітоценозів. Прямий вплив – вирубування лісів, осушування боліт, тобто створення на місці природних фітоценозів штучних угруповань – агроценозів. Останні створено на величезній площі земної кулі – понад 1,4 млрд. га. Опосередкований вплив – внесення в ґрунт добрив, регулювання водного режиму тощо. Біоценоз характеризує його видове багатство. Загальна кількість видів, що входить до складу біоценозу, їх різноманітність залежить від місцезнаходження, кліматичних та едафічних умов, а також від умов його розвитку. Видова насиченість біоценозу – загальна кількість видів, що припадає на одиницю площі. Залежно від видової насиченості розрізняють біоценози прості і складні. Взаємодія рослин належить до найважливіших факторів, які визначають і регулюють видовий склад, чисельність популяцій, будову, продуктивність і біологічну стійкість лісових фітоценозів. Встановлення суті зв'язків між окремими життєвими формами та видами рослин дозволяє також визначити їх роль і місце в рослинному угрупованні. Від віку біоценозів залежить також і взаємозв'язки між організмами і навколишнім середовищем.**

Важливою ознакою біоценозів є кількісне співвідношення між видами, які входять до його складу. Види, які кількісно переважають в біоценозі називають домінантами. За кількістю домінантів біоценози можуть бути моно- і полідомінантними. Показник домінування визначають не для всього біоценозу, а для окремих структурних угруповань, що входять до нього, зоо-, мікробо-, фітоценоз. Крім того зооценоз і фітоценоз часто розділяють за систематичними ознаками (птахи, комахи, злаки, вересові), еколого-

морфологічними (дерева, кущі, трави), або за розмірами (мікрофауна, мезофауна, ґрунти). Крім домінантів виділяють субдомінанти, другорядні і третьорядні види. В ці поняття намагаються вкласти

кількісні характеристики. Так, для птахів була запропонована така градація:

*домінанти – 15% і більше від загальної кількості особин, субдомінанти – 5-*

*14,9%, другорядні види – 0,1-4,9%, третьорядні - < 0,1%. Для рослин подібні градації складаються на основі чисельності, рясності, біомаси . Домінантів серед рослин виділяють як для окремих ярусів, так і для груп ярусів.*

**Домінування** – поняття відносне, оскільки вид, який є домінантом в одному біоценозі може не бути ним в іншому.

**Едифікатори** – види, які визначають структуру біоценозу і специфічні умови існування в ньому (ступінь затінення, умови росту, характер процесів кругообігу). Найчастіше едифікаторами виступають рослини верхніх ярусів.

**Едифікатори** завжди з числа домінантів, але не завжди домінанти є едифікатором.

**Асектатори** – види супутники, які завжди присутні в біоценозі, проте ніколи не бувають доміантними.

У складі фітоценозів виділяють групи видів, які мають різне значення в житті рослинного угруповання, їх називають ценотипами. Вчені

геоботаніки Г. Висоцький та І. Висоцький виокремили дві групи аких 27.

**Це важливо! Кількість** ярусів залежить від екологічних і едафічних умов, видового складу, віку угруповання. Навіть при незначному покращанні екологічних умов кількість ярусів зростає.

**Чи знаєте Ви, що тварини** не пристосовані постійно до якого-небудь ярусу. У більшості випадків вони ведуть активний спосіб життя в кількох ярусах: птахи, окремі види ссавців. видів:

1) основні, постійні види, які визначають властивості фітоценозів; 2) тимчасові, непостійні види, які з'являються у фітоценозі періодично (інградієнти). Розподіл видів рослин, тварин і мікроорганізмів в біоценозі залежить від умов їх місця проживання і становить так звану просторову структуру (ярусність). Просторова структура – це вертикальний розподіл фітоценозу в наземній та підземній частинах на окремі горизонти. Тому розрізняють наземну і підземну структури біоценозу. Формування наземної структури залежить від вимогливості рослин до світла, тепла, вологи, вітру тощо. Кожен ярус біоценозу характеризується певними морфологічними, флористичними, екологічними та іншими ознаками. Найкраще просторова структура виражена у фітоценозі. Добре виражена ярусність у лісах:

1) деревний ярус, 2) ярус чагарників і підліску, 3) трав'яний покрив, 4) мохів і лишайників. Менше ярусність прослідковується у степових і лучних угрупованнях. У фітоценозах існують також

позаярусні рослини, зокрема ліани та епіфіти. Підземна структура фітоценозу формується в залежності від вимогливості вищих рослин до родючості ґрунту.

**Ярусний розподіл** рослин не тільки підвищує загальну продуктивність біоценозів, а й пом'якшує взаємовідносини між рослинами, тваринами, оскільки ярусність розмежовує життєвий простір окремих рослин, тварин і мікроорганізмів, сприяє послабленню боротьби за існування між ними і одночасно сприяє ефективному використанню ресурсів зовнішнього середовища. Отже, ярусність це – пристосування до раціонального використання зовнішнього середовища.

**Однорідність біотопу** в межах біоценозу відносна. В межах біоценозу можуть існувати відмінності у зволоженні ґрунту, засоленості, а також відмінності щодо рослинного покриву. Навіть при повній однорідності біотопу можуть існувати відмінності у зв'язку з чергуванням крон, щодо неоднакової освітленості і вологості. Мозаїчність біоценозу проявляється в його поділі на окремі мікроценози, які відрізняються за видовим складом, кількісним співвідношенням особин. Елементами горизонтального озчленування є також синузії. Синузії в межах фітоценозу об'єднують групи видів, подібних за екологічними властивостями, що належать до відповідних життєвих форм (сукупність – лишайників, ефемерів, гризунів).

### **Цікаво про важливе**

Складні біоценози з великою кількістю видів, мають і складні взаємозв'язки. Проте, зазвичай найбагатші за кількістю видів біоценозі складаються із видів, які є достатньо малочисельними. Так, у тропічних лісах із значною флористичною насиченістю, зустріти поряд кілька дерев одного виду можна не часто. Усе це зумовлює формування достатньо складних біотичних зв'язків. За таких умов масове розмноження окремих видів не відбувається, а відтак біоценози характеризуються високою стабільністю. Видова



насиченість залежить від кліматичних та едафічних умов. Так, біоценози тундри і пустелі охоплюють значно меншу кількість видів, ніж біоценози вологих тропічних лісів. Велику флористичну насиченість мають вологі тропічні ліси. У лісах Шрі-Ланки налічується 1500 видів деревних рослин, а в лісах басейну р. Амазонки – до 2500 видів.

На формування видової насиченості значний вплив мають історичні фактори. В процесі розвитку біоценозів спостерігається тенденція до поступового збільшення видового багатства. Усталені біоценози, зазвичай, багатші за кількістю видів, ніж молоді.

До них належать біоценози тропічної зони. У помірній зоні в зв'язку із зледеніннями, які відбувалися в минулому, біоценози порівняно молоді, а тому бідніші за видовим складом.

Мета: закріпити теоретичні знання щодо різних екологічних груп рослин, їх відмінностей, визначених умовами існування; удосконалити прийоми дослідницької роботи у природі.

**Обладнання: визначники рослин, геометричне приладдя, зошити.**

**Об'єкт дослідження: листопадний ліс**

### **Хід роботи**

1. З метою обрання дослідних ділянок здійсніть екскурсію по листопадному лісу, парку, лісопарковій зоні або іншому фітоценозі.
2. Визначте декілька дослідних ділянок, де будуть здійснюватися дослідження. Ділянки мають відрізнятися комплексом природних факторів (рівнем вологості, складом ґрунту, крутизною схилу, орієнтацією схилу за сторонами світу тощо).

Таблиця 4. Опис складу фітоценозів .Ділянка (комплекс природних факторів)

**Опис фітоценозу.** Загальна кількість видів у фітоценозі. Ярусність фітоценозу. Домінуючі види рослинності. Види характерні тільки для цієї ділянки. Особливості зовнішньої будови рослин. Загальна кількість ярусів. К-сть видів у ярусі, № 1, № 2

3. На кожній ділянці з'ясуйте такі особливості:

? загальну сукупність видового складу рослин;

? домінуючі види деревних рослин у кожній місцевості;

? кількість ярусів та склад кожного ярусу,

? кількість однакових або споріднених видів, які ростуть у різних екологічних умовах (описати особливості їх зовнішньої будови).

**Заповніть таблицю 4.1 для кожної ділянки окремо.**

**4. Для фітоценозу кожної ділянки, яка вивчалася, здійсніть опис видового складу за характеристиками, поданими у таблиці 4.2.**

**Таблиця 4.2** Характеристика видового складу фітоценозів  
 Фітоценоз Характеристика видів фітоценозу. Домінантні види.  
 Субдомінанти 5-

14,9%, Другорядні види – 0,1-4,9%, Третьюрядні - < 0,1%.

Ділянка № 1, Ділянка № 2

5. Обґрунтуйте, як умови існування впливають на загальний стан фітоценозів? Висновки занесіть у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3

Вплив умов існування на фітоценози. Умови існування Стан фітоценозу. Видовий склад фітоценозу ділянки. Ярусність Загальний вигляд. Температура. Освітленість .Вологість. Рівень забрудненості атмосферного повітря. **Інші.**

**Висновки.** На підставі отриманих результатів дослідження зробіть висновки щодо впливу умов існування на загальний стан фітоценозу.

### **Запитання**

1. Яким чином умови місце існування впливають на фітоценози?
2. Чому у тварини зазвичай не пристосовані до певного ярусу?
3. Яким чином ярусний розподіл впливає на взаємовідносини у фітоценозі?
4. Чи завжди домінанти є едифікаторами? Відповідь обґрунтуйте.
5. Що означає термін «видова насиченість фітоценозу»?

## **Лабораторно-практична робота № 4**

**Тема: Вивчення впливу газоподібних викидів підприємств на рослинні організми.**

Одним із наслідків урбанізації і техногенного впливу на природу є забруднення навколишнього середовища продуктами виробничої діяльності людини. Промислові підприємства, теплоелектроцентралі, транспорт, житлово-побутові комплекси є потужними джерелами відходів, що надходять у природне середовище. Зазначені обставини формують, головним чином, екологічну структуру міста і глибину трансформації його природного середовища. Наприклад, для Києва характерним є підвищений вміст деяких хімічних елементів у всіх компонентах

природи – атмосфері, ґрунтових водах, ґрунті, рослинних і тваринних організмах.

Зокрема, сумарний вміст в ґрунтах основних, розчинних у воді елементів – Pb, Cu, Sn, Ag, Ni, Cr, V, Co, S значно переважає їх фонові концентрації у відповідних середовищах.

Особливо гострою є проблема утилізації газоподібних і рідких шкідливих речовин, з яких уловлюється лише третина. В ряді випадків природні механізми біосфери не здатні забезпечити їх нейтралізацію, що призводить до погіршення росту і відмирання рослин. Ступінь пошкодження рослин залежить від природи забруднювачів, їх концентрації, тривалості дії та біології рослини. Оскільки збільшення кількості шкідливих речовин у ґрунті і повітрі загрожує рослинним організмам, надзвичайно актуальними є дослідження процесів поглинання, розподілу, та інактивації деяких важких металів та сполуки сірки в рослинах каштана кінського. Особливої шкоди природі завдають урбогенні та техногенні процеси, які часто діють сумісно. Великі міста, як правило, мають промислові зони, транспортні магістралі, щільну забудову і, таким чином, утворюють великі площі мертвої поверхні, яка акумулює додаткове забруднення

### **Довідка**

**У Києві та Київській обл. викиди шкідливих речовин в атмосферу становлять 782000 т, в тому числі стаціонарними об'єктами 275000 і пересувними 507000 т. Більш як половина викидів належить автотранспортним джерелам. Практично в атмосферу викидається весь сірчаний ангідрид – 97%, оксиди азоту – 87%, що надходять від стаціонарних джерел.**

**Чи знаєте Ви, що** користуючись знанням законів природи, людина свідомо виводить нові високопродуктивні сорти рослин і породи тварин, усуває шкідливі види, створює нові угруповання. Проте, в більшості випадків, вплив людини на природу має

небажаний характер. Над містами утворюються «гарячі острови» з пилу та сажі, газові викиди, які погіршують якість життєвого середовища, роблячи його шкідливим для здоров'я людей.

Основними урбогенними негативними факторами є теплові, хімічні, радіаційні, електромагнітні, світлові, звукові, вібраційні тощо. Зазвичай у містах вони діють одночасно, особливо це відчувається на транспортних магістралях із високою інтенсивністю руху. Проте не лише у великих містах дія цієї сукупності антропогенних чинників набуває істотного негативного впливу. Навіть у такому віддаленому регіоні як лісові Карпати, транспортні, електро- і нафтогазові магістралі, потужні трактори й автомобілі, які працюють на трелюванні лісу і лісовивезенні, завдають суттєвої шкоди лісовим екосистемам. Зникають окремі види рослин і тварин, руйнується ґрунт, порушується екологічна рівновага.

Як рослинам вдається вижити і пристосуватися до середовища, існувати в якому, на перший погляд, просто неможливо? Чому одні рослини відразу гинуть, а інші чинять активний супротив? Однозначної відповіді на ці запитання дати неможна. Коли рослина потрапляє в несприятливі умови, у неї порушується ціла низка фізіолого-біохімічних процесів (фотосинтез, дихання водний обмін, мінеральне живлення тощо). У цей час вона починає активно синтезувати молекули деяких амінокислот, які справляють протекторний ефект. Коли організм потрапляє у зовсім несприятливі умови, починають працювати так звані гени шокової відповіді – своєрідна «пожежна команда», яка синтезує набір білків, що дозволяють адаптуватися і вижити в умовах інтенсивного ушкодження.

Суміш різних забруднювачів атмосфери, у тому числі газів, пилу, сприяють утворенню як макроскопічних, так і мікроскопічних змін на усіх частинах рослин.

**Зокрема: 1. Зміна забарвлення листків.**

## Наприклад, під впливом SO<sub>2</sub> в листках

смородини руйнується хлорофіл і проявляється червоне забарвлення антоціанів.

**Чи знаєте Ви що,** хвойні породи дерев є найбільш чутливими до забруднення атмосфери, а відтак у містах вони гинуть першими. Це визначається тим, що їхня хвоя поновлюється через кожні 6-8 років й за цей термін вона потерпає від забруднення атмосфери набагато істотніше ніж дерева, які щорічно скидають листя.

**Тільки факти.** У Мор'єнні (Франція), де розташовані металургійні заводи, що виробляють алюміній, сильне забруднення продуктами фтору призвело до часткового знищення хвойних лісів. Найбільш чутливими виявилися смереки і ялини (їх загинуло до 80%), а найбільш стійкими – піхти і модрина.

**Важливо!** На Конференції ЮНЕСКО, «Середовище і розвиток» 1992р. р. Ріо-де-Жанейро) прийнято два фундаментальні документи: «Декларація з Ріо в справах середовища» та «Глобальна програма дій - Агенда 21», де викладено ідею екологічного розвитку сучасної цивілізації. Від уміння розв'язувати екологічні проблеми залежить наше майбутнє.

2. Некрози. У деяких рослин спостерігається відмирання певних ділянок листків. У тютюну під впливом озону з'являються сріблясті плями, а у картоплі – плями сірого кольору з металевим блиском.
3. Опадання листя. Найчастіше спостерігається у лип та каштанів кінських під впливом хлоридів.
4. Формування нехарактерної для даного виду дерев крони. За умови присутності у повітрі SO<sub>2</sub> і HF дерева набувають куцо- і подушко - подібної форми.
5. Мікроскопічні зміни. У рослин під впливом газоподібних шкідливих речовин виникає зменшення епідермісу листків, збільшення кількості продихів, товщини кутикули, густоти

опушення, оскільки має місце руйнування хлоропластів під впливом SO<sub>2</sub> і NaCl.

**Мета:** Вивчити прояви впливу газоподібних викидів підприємств на рослинні організми, які розміщені на різній відстані від цих об'єктів.

**Обладнання:** визначники рослин, цілі рослини або їх частини з різних ділянок, біля промислових підприємств.

**Об'єкт дослідження:** рослинні організми певної місцевості.

### Хід роботи

1. Визначте об'єкти для спостереження на чотирьох ділянках.

Ділянка №1 Безпосередньо поблизу підприємства\*;

Ділянка №2 За 1 км від підприємства;

Ділянка №3 За 5 км від підприємства;

Ділянка №4 Контрольна ділянка (за межею міста).

\* Примітка Ділянку №1 можна обрати біля будь якого підприємства

- Використовуючи теоретичні дані оцініть зовнішній вигляд рослин, рослин-індикаторів й визначте, які саме забруднювачі присутні в атмосфері кожної ділянки.

- Опишіть видовий склад кожної дослідної ділянки.

- Встановіть наявність відхилень у рості та розвитку рослин.

.Одержані дані з кожної ділянки занесіть у таблицю 4.1.

Таблиця 4.1.

Стан рослин на дослідних територіях. Досліджувані території .  
Характеристика стану рослин – Видовий склад рослин. Зміни у забарвленні –Некрози. Передчасне опадання листя. Інші зміни (вка- зати які) .Висновок про стан насаджень на ділянці-

Ділянка № 1. Територія навколо підприємства.

Ділянка № 2. Територія за 1 км від підприємства

Ділянка № 3. Територія за 5 км від підприємства

Ділянка № 4. Контрольна (за межею міста)

2. Використовуючи дані таблиці 4.2, зробіть висновок щодо забруднювачів атмосфери на дослідних ділянках.

Таблиця 4.2.- Типові ознаки пошкоджень у рослин

I. Сульфід діоксид ( $SO_2$ ).

Сосна звичайна. Побуріння кінчиків хвоїнок . Ялина європейська- Хвоя буріє і опадає. Ясен американський- Значне міжжилкове знебарвлення листків. Папороть- Червонуватий некроз на кінцях листків.

II. Флуорид гідрогену ( $HF$ ) .Модрина європейська. -Колір ошкоджених ділянок хвої змінюється з зеленого на червоно-бурий, а при значних ушкодженнях – хвоя опадає.

Гладіолус. -Некротична тканина з'являється на вершині листка, а потім поширюється по всій ширині листка.

Абрикос. - На кінцях листків вузька буро-червона смуга відділяє живу частину листка від мертвої

III. Озон ( $O_3$  ). Сосна Веймутова - Кінці голок набувають жовто-коричневого кольору, спостерігається крапчаста хвої.

Тютюн. Поява білих та блідо-сірих крапок та плям на листках.

Картопля . Сірі, металевого відтінку плями на верхньому боці листків

Ясен американський. - Червоно-пурпурові крапки на старих листках

IV. Амоніак ( $NH_3$  ).



Грaб звичайний . При низьких концентраціях на нижній частині листків з'являється глянцевість та сріблястість, а при значних концентраціях – листки стають тьмяно-зеленими, а потім бурими і навіть чорними.

3. Результати внесіть у таблицю 4.3.

Таблиця 4.3.

Якісний стан забруднювачів атмосфери на досліджуваних ериторіях

Досліджувана ділянка . Наявність забруднювачів у повітрі.  
Висновок щодо забруднення атмосфери.

Сульфур (діоксин ( $SO_2$ )), Флуорид гідрогену (HF). Озон ( $O_3$ ) .  
Амоніак ( $NH_3$ ). Є Немає Є Немає Є Немає Є Немає Ділянка  
№ 1, навколо підприємства.  
Ділянка № 2 за 1 км від підприємства. Ділянка № 3 за 5 км від підприємства . Ділянка № 4. Контрольна (за межею міста)

**Висновки. Зробіть висновок щодо впливу токсичних викидів**

**підприємства на певні види рослин.**

**Запитання.**

1. Чому відбувається пригнічення життєдіяльності рослинних організмів під впливом газоподібних викидів промислових підприємств?
2. Поясніть механізм впливу забруднювачів на клітинному рівні.
3. Як можна пояснити наявність пристосувальних реакцій рослин до негативних впливів середовища?

4. Чому під впливом SO<sub>2</sub> в окремих рослин відбуваються зміни забарвлення?
5. Як впливає суміш різних забруднювачів атмосфери на зовнішній вигляд рослин міста?
6. Назвіть найбільш стійкі рослини до забруднення довкілля?
7. Які забруднювачі є найбільш шкідливими для рослин?

### **Лабораторна робота № 5**

**Тема: Дослідження стану деревних зелених насаджень в різних екологічних умовах міста (вплив антропогенних чинників на екосистеми)**

Надмірний антропогенний тиск призводить до значних трансформаційних змін як в абіотичних компонентах біосфери, так і в біотичних угрупованнях. Особливо яскраво наслідки цього впливу можна спостерігати на рослинах поблизу промислових

підприємств та уздовж транспортних магістралей міста. Якщо уважно вивчати ушкодження листків, то можна визначити не тільки які речовини знаходяться у повітрі, але й встановити їх кількість. Різноманітні токсиканти (сульфур діоксид, карбон діоксид, озон, важкі метали, діоксин тощо) негативно впливають на усі функції рослинного організму і призводять до різних захворювань. Збільшення озону сприяє зниженню у рослин вмісту хлорофілу та змінює активність електронно-транспортної системи; сульфур, діоксид ушкоджує листки, а високі концентрації  $\text{SO}_2$  погіршують процес фотосинтезу і дихання рослин. Дуже негативно впливають на процеси життєдіяльності рослин вихлопні гази автомобілів. Їх частка становить до 60% від усіх шкідливих речовин повітря у містах. Під їх впливом у дуба, липи, в'яза зменшуються розмір листків, скорочується тривалість життя, загальна кількість хлорофілу зменшується у 1,5-2 рази. У деревинних порід за умов тривалого впливу сульфур діоксиду ( $20 \text{ мкг/м}^3 \text{ SO}_2$ ) та нітроген діоксиду верхівки стають червоно-коричневими і поступово відмирають (смерека, ялина); через 8 годин після впливу нітроген діоксиду ( $460 \text{ мкг/мі NO}_2$ ) відмирають листки у листяних дерев.

Якщо з'являються цяточки на верхній частині листків, це може бути наслідком підвищеної кількості озону у повітрі ( $500 \text{ мкг/мі}$  протягом 4 годин).

Плямистість листової поверхні може бути наслідком дії хлору у кількості  $1400\text{-}1500 \text{ мкг/мі}$  протягом від 30 хвилин до 3 годин. Фонове забруднення і розповсюдження поллютантів на значні території викликає пошкодження рослин, навіть тих, які знаходяться на значних відстанях від джерела забруднення.

**Пригадайте**, фенологія – це система знань про закономірності сезонного розвитку природи.

**Чи знаєте Ви**, що нездатність рослин до активних переміщень у просторі робить їх зручними об'єктами для вивчення рівня забрудненості території на основі аналізу змін у них окремих біоіндикаційних показників або життєвого циклу загалом.

Отже, для здійснення своєчасних заходів по захисту природного

середовища дуже важливо розробити систему раннього виявлення та експрес- діагностики змін в рослинних угрупованнях міста.

### **Цікаво про важливе.**

Зазвичай більший відсоток ураженої тканини спостерігається безпосередньо біля жилок листка, ближче до черешка. Цяткові некрози виникають внаслідок потрапляння на листок краплин сульфатної або нітратної кислот під час смогу, туману або опадів у вигляді кислотних дощів. Крайові некрози є свідченням накопичення солей важких металів на краю листової пластинки; у такий спосіб пояснюється відмирання кінчиків хвоїнок. Міжжилковий некроз виникає в процесі надходження у листок через пори дрібних краплин сульфатної кислоти або оксидів сульфуру, які у цитоплазмі перетворюються у сульфатну кислоту, яка є сильно гігроскопічною речовиною й досить швидко забирає вологу у вуглеводів, які утворюються у процесі фотосинтезу. Утворення вільного карбону спалює частину листка, вільна рідина випаровується, вугілля вимивається опадами, наслідком чого є формування сухої чорнувато-коричневої тканини. Коли хлорози й некрози йдуть променями від жилки листка з поступовим більшенням площі (це добре видно у каштана, клена), можна зробити припущення, що такі зміни викликані надходженням токсичних речовин через кореневу систему.

**Мета: оволодіти знаннями, вміннями і навичками, щодо визначення стану рослин, які зростають в різних екологічних умовах міста.**

Обладнання: ножиці садові, паперові пакети великого розміру, морилка для збору комах. Об'єкт дослідження: рослинність різних ділянок.

**Хід роботи:** При виконанні роботи необхідно враховувати такі показники і параметри: напрям вулиці відносно сторін світу і рози вітрів; сторони вулиці (сонячна, тіньова); ширина вулиці; наявність високих будинків з обох боків вулиці;

наявність протягу між будинками (два останніх показники є особливо важливими, адже за умови щільної забудови та потужному автотранспортному навантаженні потоки газів і пилу, стикаючись зі стінами будинків, знову повертаються до зелених насаджень й викликають підвищене їх ушкодження);

підсилений протяг на перехрестях широких вулиць; наявність зупинок автобусів, автотранспорту, світлофорів на перехрестях; наближеність зелених насаджень до дороги (кількість рядків, номер ряду);

вид насаджень;  
стійкість видів деревинних порід.

I. Визначення вмісту пльомбуму 1. Основним джерелом забруднення довкілля пльомбумом є автомобільний транспорт: разом з вихлопними газами автомобіля пльомбум, що міститься в етильованому бензині, потрапляє в атмосферу. Залежно від інтенсивності руху небезпечна зона уздовж автомагістралей може мати протяжність від 10 до 500 м. У межах цієї зони спостерігається підвищений вміст пльомбуму в листках рослинних організмів. Для підтвердження цього зберіть близько 100 г рослинної проби (листки

різних видів рослин) безпосередньо біля дороги, на відстані 2, 10, 50 м від дороги та у віддалених від неї зонах (контроль). Проби подрібніть, одайте певну кількість суміші етилового спирту й води (50 мл) і кип'ятіть, щоб сполуки пльомбуму перейшли у розчин.

2. До досліджуваних екстрактів додайте декілька крапель розчину натрій сульфід. Якщо в пробі є плумбум, то утвориться чорний осад плумбум сульфід. Інтенсивність забарвлення осаду є показником кількості плумбуму в листках рослин. Отримані результати внести у таблицю 5.1.

Таблиця 5.1. Вмісту плумбуму в листках деревних рослин, які зростають вздовж автомагістралі,

Види деревних рослин. Інтенсивність забарвлення осаду плумбум сульфід. Досліджувані ділянки, Безпосередньо - біля дороги. На відстані 2 км від дороги, ...10 км від дороги, За 10 км. На відстані 50км від дороги. На контрольній ділянці II оцінювання зелених насаджень за станом листкового апарату необхідно дослідити стан не менше як 10-15 екземплярів одного виду (дерев). Для цього проаналізуйте такі показники:

1. Фенологічний стан (фенофаза). Як правило, цей стан відрізняється рослин забрудненої зони та в парках (контроль).
2. Візуальне оцінювання хлорозної тканини (пожовтіння тканини листка, внаслідок руйнування хлорофілу). До уваги також беріть розташування пошкоджених листків на дереві (відносно дороги, поверхні землі – нижня частина крони, середня чи верхня).

3. Відсоток крапкових або крайових змін пігментації листків. Визначається наявністю червоних, жовтих, синіх крапок і плям, які можуть бути викликані краплинами сульфатної/нітратної кислот, солями важких металів. 4. Наявність некрозів (відмерлої тканини), їх відсоток відносно загальної поверхні листка. Некрози бувають декількох типів. Типи некрозів: а) цятковий; б) плямистий; в) міжжилковий; г) крайовий; д) променевий (від жилок листа); е) верхівковий; ж) паралельний (Рис.5).

5. Визначення ступеня ураженості фіто- і ентомошкідниками. Садовим ножом зріжте листки з різним ступенем ушкодження; зберіть ентомошкідників у морилку. Порівняйте з тими, що представлені на Рис.2. 2.. Результати дослідження занести у таблицю 5.2.

## Результати дослідження занести у таблицю 5.2.

Рис. 1. Типи некрозів Непарний шовкопряд Ялинові вусачі  
Золотоочко.

Рис. 2. Ентомошкідники

### Таблиця 5.2.

Характеристика деревних рослин на різних ділянках. Показники стану деревинних порід. Назва ділянки Безпосередньо біля дороги На відстані 2 м від дороги . На відстані 10 м від дороги. На відстані 50 м від дороги. На контрольній ділянці. Фенологічний стан. Візуальне оцінювання хлорозної тканини. Зміни крайової пігментації листків. Наявність некрозів (вказати тип некрозу). Ступень ураженості фітоентомошкідниками. III. Загальна характеристика стану насаджень на різних ділянках. 5.3. З урахуванням попередніх досліджень та використовуючи Шкалу

життєвого стану дерев 5.3, зробіть загальні висновки щодо стану насаджень на різних ділянках. Результати власних узагальнень внесіть у таблицю 5.4.

### Таблиця 5.4

Шкала життєвого стану дерев за характеристикою крони. Категорія життєвого стану дерев. Характеристика пошкоджень. Здорове дерево

Не має зовнішніх ознак пошкодження крони і стовбура. Мертві та відмерлі гілки одиничні і зосереджені у нижній частині крони. Листки і хвоя, які припинили свій ріст, мають зелений або темно-зелений колір.

Пошкодження листків і хвої незначне (менше 10%) і не впливає на загальний стан дерева. Ослаблене (пошкоджене) дерево. Наявна хоча б одна із перерахованих нижче ознак: а) густина крони 30%

(25 – 40%) в результаті передчасного опадання або недорозвитку листків (хвої) або розрідженості скелетної частини крони; б) наявність 30% (25 – 40%) мертвих та пошкоджених листків або гілок, які засихають у верхній половині крони; в) пошкодження (об'їдання, скручування, хлорози, некрози тощо) і виключення із асиміляційної діяльності 30% всієї площі листків (хвої) завдяки комахами, патогенними організмами, пожежами, атмосферним забрудненнями або невідомими причинами. У цю категорію входять також дерева з одночасною наявністю ознак „а”, „б”, „в” та інших, які проявляються в різній мірі, але призводять до сумарного ослаблення життєвого стану дерева на 30%. Дуже ослаблене, (сильно пошкоджене) дерево. У верхній половині крони наявна хоча б одна із перерахованих нижче ознак: а) густота крони становить менше 60% в результаті передчасного опадання листків (хвої) або розрідженості скелетної частини крони;

б. Наявність 60% мертвих та пошкоджених листків або гілок, які засихають у верхній половині крони; в) пошкодження (об'їдання, скручування, хлорози, некрози тощо) і виключення із асиміляційної діяльності 60% (50 – 70%) всієї площі листків (хвої) завдяки комахами, патогенними організмами, пожежами, атмосферним забрудненнями або невідомими причинами. У цю категорію входять також дерева з одночасною наявністю ознак „а”, „б”, „в” та інших, які проявляються різною мірою, але призводять до сумарного ослаблення життєвого стану дерева на 60%.

Дерево, яке відмирає Основні ознаки відмирання дерева: крона зруйнована, її густота стала менше 15 – 20% у порівнянні із здоровим деревом; більше 70% гілок крони ( у тому числі в її верхній половині) сухі або ті, які засихають. Листки, які збереглися на дереві (хвоя) хлорозні: листки (хвоя) мають блідо-зелене, жовтувате, жовте або помаранчеве забарвлення; некроз має світло коричневий, коричнюватий або чорний колір. У центральній частині стовбура можливі ознаки наявності шкідників.



Сухостій У перший рік після загибелі на дереві можуть бути залишки сухої хвої або сухі листки, які не опали. Наявні ознаки комах-ксилофагів. В подальшому дерево втрачає гілки та кору.

Таблиця 5.4. Життєвий стан деревних рослин на різних ділянках.

Категорія життєвого стану деревних рослин Категорія ділянки.  
 Безпосередньо біля дороги, % На відстані 2 м від дороги, % На відстані 10 м від дороги, % На відстані 50 м від дороги, % На контрольній ділянці. Здорові дерева. Ослаблені (пошкоджені) дерева

Дуже ослаблені (сильно пошкоджені) дерева.

Дерева що відмирають. Сухостій . Загальний висновок щодо стану деревних рослин на ділянці.

**Висновки. Зробіть висновки щодо стану деревних рослин на вулицях міста та у лісопаркових зонах.**

### Запитання

1. Яким чином впливають забруднюючі речовини на стан деревних насаджень?
2. Які із забруднювачів є найбільш шкідливими для місцевих деревних рослин?
3. Чому утворюються некрози й хлорози на поверхні листків?
4. Як токсиканти впливають на загальний стан деревних рослин міст і селищ?
5. Чи всякі види деревних рослин доцільно висаджувати на вулицях міст та селищ?
6. Які види деревних рослин переважають на вулицях Вашого міста?
7. Який негативний чинник у найбільшій мірі впливає на деревні рослини Вашого міста?

8. Які найбільш прості заходи можуть позитивно вплинути та захистити деревні рослини від антропогенних забруднень?
9. Якої шкоди завдають ентомошкідники деревним рослинам? Назвіть відомі Вам заходи боротьби з ентомошкідниками

### **Лабораторно-практична робота № 6**

**Тема: Оцінювання стану навколишнього середовища за наявністю та різноманітністю лишайників.**

Лишайники – достатньо поширені організми, для яких характерна широка екологічна валентність щодо факторів середовища й висока чутливість до впливу забруднювачів на нього.

Вивчення лишайникової флори в населених пунктах і поблизу великих промислових об'єктів свідчить, що стан навколишнього середовища впливає на розвиток лишайників. За їхнім видовим складом і ступенем поширеності можна робити висновки щодо забруднення навколишнього середовища.

Дослідження показують, що у промислових районах та територіях навколо них, спостерігається пряма залежність між забрудненням природного середовища й скороченням кількості певних видів

лишайників. Отже, лишайники є чудовими біологічними тесторами – організмами, наявність і стан яких залежить від змін у середовищі.

Оскільки лишайники поглинають воду всією поверхнею талому переважно із атмосферних опадів і почасти з водяних парів повітря, вологість їх сланей є несталою й залежить від вологості навколишнього середовища. Таким чином, поглинання води тілом лишайника відбувається, на відміну від вищих рослин, за фізичними, а не за фізіологічними законами.

Мінеральні речовини у вигляді водних розчинів надходять у слань лишайника із ґрунту, гірських порід, дерев. Переважна кількість хімічних елементів надходить у лишайники з атмосферними опадами й пилом. Поглинання елементів з дощової води відбувається дуже швидко.

Оскільки кислотність й токсичність опадів у різних умовах середовища сильно варіює, (наприклад, у зоні впливу металургійних заводів вони мають кисле середовище; у зонах природних лужну).

**Чи знаєте Ви,** що лишайники накопичують усі радіоактивні опади, які випадають після атомних вибухів, у тому числі й стронцій-90 і цезій -137.  
**Довідка:** Лишайники здатні тривалий час перебувати у сухому, майже безводному стані, коли їхня вологість становить лише 2-10% сухої маси. За таких умов вони лише припиняють життєві процеси, які поновлюються при першому зволоженні. Такий стан дає їм можливість витримувати сильне сонячне опромінення, нагрівання й охолодження.

**Важливо знати:** Чутливість лишайників до забруднювачів пояснюється унеможливленням виділяти у навколишнє середовище поглинені токсичні речовини, що й викликає фізіологічні порушення та морфологічні зміни. Підприємств, які виділяють в атмосферу луги – лужними) при підвищенні концентрації хімічних сполук у воді й повітрі, різко зростає їхній вміст у сланях лишайників. У лісі лишайники мають більшу здатність накопичувати мінеральні й органічні речовини, ніж лишайники відкритих місць. Особливо багато мінеральних й органічних речовин потрапляє в тіло епіфітних лишайників, що ростуть на стовбурах дерев, за допомогою яких можна визначити наявність в атмосфері майже 30 елементів: літію, натрію, калію, магнію, кальцію, стронцію, алюмінію, титану, ванадію, хрому,

марганцю, заліза, нікелю, міді, свинцю, ртуті, урану, фтору, йоду, сірки та ін.

Чим більше лишайники наближуються до джерела забруднення більше їх слань товстішає, стає компактнішою, майже повністю втрачає плодове тіло та рясно покривається соредіями. Подальше забруднення атмосфери призводить до забарвлення лопаті лишайників у білуватий або фіолетовий кольори, їх таломи зморщуються і з часом гинуть. Найбільш чутливою є реакція лишайників на наявність діоксиду сірки, концентрація якої  $0,5 \text{ мг/м}^3$  є згубною для всіх видів лишайників. На територіях, з середньою концентрацією  $\text{SO}_2$  понад  $0,3 \text{ мг/м}^3$ , лишайники практично відсутні. З поступовим віддаленням від джерела забруднення, коли концентрація діоксиду сірки зменшується від  $0,3$  до  $0,05 \text{ мг/м}^3$ , спочатку з'являються накипні лишайники, потім листуваті (фісція, леканора, ксанторія).

Зменшення концентрації до  $0,05 \text{ мг/м}^3$  сприяє появі кущистих лишайників (уснея, алекторія, анаптіхія) і деяких листуватих (лобарія, пармелія).

На частоту поширення лишайників впливає кислотність субстрату. На корі, що має нейтральну реакцію, лишайники почувають себе краще, ніж на кислому субстраті. Цим пояснюється залежність видового складу лишайників від породи дерев.

На міській території виділяють три рівні «зони лишайників» (табл. 6.1).

Таблиця 6.1. Поширеність лишайників у різних районах міста. Зони лишайників Район міста. Концентрація діоксиду сірки. «Лишайникова пустеля» (лишайники практично відсутні). Центр міста і промислові райони, повітря сильно забруднене Вище  $0,3 \text{ мг/м}^3$ . «Зона пригнічення» (флора бідна – фісції, леканори, ксанторії). Район міста із середнім рівнем забрудненост  $0,05 \text{ мг/м}^3$  –  $0,3 \text{ мг/м}^3$  «Зона нормальної життєдіяльності» максимальна видова різноманітність; зустрічаються і кущисті лишайники: уснеї,

анаптіхії, алекторії). Окраїни міста, приміські території, паркові зони Менше 0,05 мг/м<sup>3</sup>

**Думка ученого:** У 1926 р. шведський учений Р.Серкандер опублікував дані своїх ліхенологічних досліджень у Стокгольмі. За кількістю лишайників він поділив місто на три зони: “лишайникова пустеля” (центр міста); “зона пригнічення”, де зустрічаються одиничні екземпляри лишайників і “нормальна зона” – передмістя. Таким чином, методика оцінювання забруднення атмосфери за наявністю та різноманітністю лишайників базуються на таких закономірностях: • Чим сильніше забруднене середовище, тим менше кількість а різноманітність лишайників.

- Чим сильніше забруднене середовище, тим менша площа стовбура дерева вкрита лишайниками.
- Найбільш чутливими до підвищення рівня забруднення середовища є куцисті лишайники, які зникають першими, потім зникають листуваті, останніми – накипні.

### **Цікаво про важливе**

Лишайники – це особливі організми, утворені в результаті симбіозу водорості й гриба, з новими морфологічними, фізіологічними та екологічними властивостями. Відомо понад 20 тис. видів лишайників. Від інших організмів, у тому числі й від окремих грибів й водоростей, вони відрізняються за формою, будовою, характером обміну речовин, наявністю лишайникових речовин, способами розмноження, повільним ростом (від 1 до 8 мм за рік). Слань лишайника складається з переплетених ниток грибниці – гіфів і розміщених між ними клітин або ниток водоростей. За допомогою грибних ниток, що відходять від нижньої кори, лишайник прикріплюється до субстрату, на якому росте. У деяких лишайників нижньої кори немає і він зростається із субстратом гіфами серцевини.

Водорості в слані лишайника дуже змінюють свій зовнішній вигляд. Особливо це стосується нитчастих водоростей, які в лишайнику розпадаються до окремих клітин і змінюються до невпізнання. У лишайнику водорості стають стійкішими до високих температур, можуть витримувати тривале висушування. Слань лишайників різноманітна за формою, розмірами, будовою, забарвленням. Колір слані зумовлений наявністю пігментів в оболонках гіфів і плодових тілах лишайників. Розрізняють п'ять груп пігментів: зелені, сині, фіолетові, червоні й коричневі. Пігменти утворюються лише на світлі. Чим більше світла в місці зростання лишайників, тим яскравіше забарвлення вони мають. За морфологічними ознаками лишайники поділяють на кіркові, листуваті та кущисті.

Рис. 1 Форми слані лишайників: а) кіркова (накипна); б) листувата; в.г.д) кущиста; е) розтин слані: 1 – верхня кора, 2 – шар водоростей, 3 - серцевина, 4 – нижня кора; ж –середій.

У кіркових, або накипних, лишайників слань має вигляд забарвленої кірочки або нальоту, що дуже щільно приростає до субстрату. Товщина кірочок різна – від ледве помітного накипу або порошкоподібного нальоту до 0,5 см, діаметр – від кількох міліметрів до 20-30 см. Накипні лишайники ростуть на поверхні ґрунтів, гірських порід, на корі дерев і кущів, оголеній деревині, що гниє. До цієї групи лишайників входить найбільше видів (близько 80 %), що трапляються в різних умовах.

Листуваті лишайники мають форму пластинок різного забарвлення, горизонтально розміщених на субстраті (пармелія, стінна золотянка). Пластинки, як правило, округлі, 10— 20 см у діаметрі. Характерною особливістю листуватих лишайників є неоднакові забарвлення й будова верхньої і нижньої поверхонь слані. У більшості з них на нижній частині слані утворюються органи кріплення до субстрату – ризоїди, що складаються із зібраних у пучки гіфів. Вони ростуть на поверхні ґрунту, серед

мохів. Листуваті лишайники порівняно з накипними є більш високоорганізованими формами. У кущистих лишайників слань має стеблоподібну форму, прикріплюється до субстрату невеликими ділянками нижньої астини, а верхня частина розгалужена і піднята над поверхнею або звисає з дерев подібно до кошлатих грив – «бородаті лишайники». За рівнем організації кущисті лишайники є найвищим етапом розвитку слані. Їхня слань буває різних розмірів: від кількох міліметрів до 30-50 см. Бородаті лишайники можуть досягати 7-8 м (уснея). До кущистих

лишайників належать цетрарія, алекторія, нейропогон, евернія та ін. Розмножуються лишайники в основному вегетативно – частинами слані, які не є спеціалізованими «органами» вегетативного розмноження. Лишайники невибагливі до умов середовища і характеризуються високою стійкістю проти впливу несприятливих факторів. Вони можуть рости в найрізноманітніших умовах освітлення й вологості, легко витримують тривалу нестачу води, різкі коливання температури, однак по-різному реагують на забруднення повітря.

Деякі з них не витримують навіть малого забруднення повітря і гинуть, інші – живуть лише в населених пунктах, у тому числі в промислових містах. Вивчивши цю особливість лишайників, їх можна використовувати як біоіндикатори для оцінювання чистоти повітря. Лишайники ростуть на найрізноманітніших субстратах: кам'янистих породах, ґрунті, корі дерев, хвої, листках вічнозелених рослин, мохах, деревині, що гниє, та інших рослинних рештках. Вони можуть поселятися на склі, шкірі, залізі, ганчірках та інших предметах, при цьому головна умова для їх поселення – тривалість перебування предмета в нерухомому стані. Характерна біологічна особливість лишайників – утворення так званих лишайникових кислот, які відкладаються на поверхні гіфів у вигляді кристалів, паличок, зерняток тощо. Ними зумовлений колір лишайників. Відомо до 150 лишайникових кислот, які, крім лишайників, ніде не зустрічаються. Біологічне значення їх ще не

вивчене.

Деякі з них мають антибіотичні або токсичні властивості і, очевидно, виконують захисну функцію. У зв'язку із значним поширенням лишайники відіграють важливу роль у природі як продуценти біомаси. Селячись на гірських породах, вони сприяють їх вивітрюванню, а після відмирання утворюють невелику кількість гумусу, на якому можуть оселятися інші рослини. Ось чому їх називають "піонерами рослинності". Лишайники є укриттям та їжею для багатьох безхребетних тварин. Ними живляться і деякі хребетні. Деякі з них використовує в їжу і людина (цетрарія ісландська, умбілікарія їстівна). В їжу використовують також лишайники роду аспіцилія, відомі під назвою «манна небесна».

З лишайників добувають спирт (цетрарія ісландська, деякі види кладоній), лакмус (леканора їстівна, рочела), фарби (охролехія, деякі види рочел), їх використовують як сировину для парфумерної промисловості (евернія сливова), в медицині для виготовлення ліків (цетрарія, леканора, лобарія).

**Мета: навчитися визначати ступінь забрудненості території за результатами ліхеноіндикації.**

**Обладнання: лупа, рамка розміром 10x10 см з клітинами 1x1 см..**

**Об'єкт дослідження: лишайники**

**Хід роботи**

1. Обстежте територію ділянок на наявність різних видів лишайників: 1) біля дороги, 2) через 100 м, 3) через 300 м, 4) через 500 м від дороги, 5) 50 у лісопарковій (або іншій чистій) зоні. Обстежувану територію розбийте на квадрати розміром 10 x 10 м. У кожному квадраті підрахуйте загальну кількість дерев і дерев, вкритих лишайниками.



Далі у кожному квадраті виберіть 10 старих, здорових дерев й підрахуйте кількість видів лишайників (не обов'язково знати точну назву виду, потрібно розрізняти їх за кольором і формою талому). Так, до накипних належать графіс світло-сірого кольору, ксанторія – жовто-помаранчового; до листуватих: гіпогімнія – попелясто-сірого кольору; до кущистих – кладонія – маленький сріблясто-сірий кущик, уснея – як звисаюча борода сірувато-зеленого кольору. Для оцінювання ступеня покриття стовбура дерева лишайниками на висоті 150 см на найбільш зарослу частину кори накладають рамку й підраховують відсоток площі рамки, зайнятий лишайниками.

На кожній ділянці враховуються такі параметри: а) загальна кількість видів лишайників; б) ступінь покриття шарами лишайників окремих дерев кожним видом лишайників; в) кількість кожного виду. В процесі оцінювання зазначених параметрів доцільно використовувати п'ятибальну шкалу, наведену у таблиці 6.2.

**Таблиця 6.2.** Шкала оцінювання поширеності та ступеня покриття субстрату. Частота поширеності (%). Ступінь покриття. Бал оцінки.

Дуже рідко Менше 5% Дуже низький Менше 5% 1. Рідко 5 – 20 % Низький 5 – 20 % 2. Достатньо 20 – 40 % Середній 20 – 40 % 3. Часто 40 – 60 % Високий 40 – 60 % 4. Дуже часто 60 – 100 % Дуже високий 60 – 100 % 5. Свої результати занесіть у таблицю 6.3.

**Таблиця 6.3** Ступінь покриття дерев лишайниками .Ознаки Дерев-

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Загальна кількість лишайників. Кущистих. Листуватих. Накипних.

Ступінь пок-риття стовбура лишай никами (%). Частота по ширеності, (бал) 2. Після проведення досліджень на декількох десятках дерев робиться розрахунок середніх балів поширеності й

покриття для кожного типу лишайників – накипних (Н), листуватих (Л) і кущистих (К). Знаючи бали середньої поширеності й покриття Н, Л, К, можна розрахувати показник відносної чистоти атмосфери (ВЧА) за формулою:  $VCA = H + 2L + 3K / 30$

Чим вище показник ВЧА (ближче до одиниці), тим чистіше повітря. Між ВЧА й середньою концентрацією діоксиду сірки в атмосфері спостерігається пряма залежність.

3. Визначте вплив забрудненості навколишнього середовища на ступінь поширення лишайників, використовуючи дані таблиці 6.4.

Таблиця 6.4 Поширення лишайників на забруднених територіях

Зона забруднення Оцінювання поширеності лишайників  
 Забруднення повітря сірчаним газом, мг/м<sup>3</sup>. Ступінь забруднення  
 1 Лишайники на деревах і камінні відсутні. Більше 0,3-0,5. Сильне забруднення  
 2. Лишайники відсутні на стовбурах дерев і камінні, на північному боці дерев і в затінених місцях зустрічається зеленуватий наліт водорості леврококкус Біля 0,3. Досить сильно  
 3. Поява на стволах біля нови дерев \_аргелія\_ нуватих твердих лишайників лека нори, фісції.

Від 0,05 до 0,2 Середнє 4. Розвиток лишайників – лінкори та \_ар., водоростей плеврококкуса, поява листуватих лишайників (уаргелія)  
 Не перебільшує 0,05 Невелике 5. Поява кущистих лишайників (звернії, уснеї). Малий вміс. Повітря дуже чисте. Отримані результати занести у таблицю 6.5.

Таблиця 6. 5.

Визначення ступеня забрудненості території .Параметри/ Категорії та номер ділянок /Чиста зона/ (природний ландшафт)/ Дослідні ілянки відстань від автомагістралі) парк лісопарк Біля дороги 100 м 300 м 500 м/ Накипні: - поширеність, % - ступінь покриття, % ? - бал оцінки / Листуваті: 52 - поширеність, % / - ступінь покриття,

- бал оцінки Кущисті: - поширеність, % ? - ступінь покриття, % - бал оцінки / Відносна чистота атмосфери (ВЧА) / Ступінь забруднення /

4. Опираючись на висновки Р. Серкандера щодо поділу міста на «чисті» й «забруднені» зони на підставі ліхенологічних досліджень, визначте у своєму місті такі зони.

Висновки. У відповідності до отриманих результатів зробіть звіт про /стан обстежуваних ділянок. Запропонуйте заходи щодо покращання/ екологічного стану вашого міста, селища, району.

Запитання

1. У 1926 р. шведський учений Р. Серкандер опублікував дані своїх ліхенологічних досліджень у Стокгольмі. За кількістю лишайників він поділив місто на три зони: “лишайникова пустеля” (центр міста із з/д станціями, фабриками, магістралями); далі “зона боротьби”, де зустрічаються одиничні екземпляри лишайників і “нормальна зона” на окраїні міста. Поясніть на чому ґрунтується сутність цих назв?
2. Що являє собою тіло лишайника?
3. Які види лишайників є найбільш чутливими до забруднення повітря?
4. Які види організмів утворюють тіло лишайника?
5. Які функції у симбіотичному існуванні виконує кожний організм лишайника?
6. Чому лишайника можна вважати індикаторами стану навколишнього середовища?
7. Яким чином можна орієнтуватися у лісі завдяки ступеню покриття дерева лишайниками/

## Лабораторно-практична робота № 9

**Тема: Визначення якості води за допомогою органолептичних показників (температура, прозорість, колір, осад, запах, присмак)**

Гідросфера є природним аккумулятором більшості забруднюючих речовин, що надходять з атмосфери або літосфери. Передусім це пов'язано з тим, що вода є універсальним розчинником, колообігом води у природі та здатністю водою бути природними езервуарами для стічних вод. Найважливішим наслідком забруднення води є зниження її якості. Це виявляється у зміні її фізичних властивостей (прозорості, запаху, присмаку) та хімічного складу (реакції, кількості органічних та мінеральних домішок, вмісту отруйних речовин тощо), у зменшенні вмісту у воді кисню, зміні кількості і видового складу мікроорганізмів, появі хвороботворних бактерій. Отже, забруднення природних вод може призвести до їх непридатності для пиття, купання, а нколи і для технічних потреб.

Як правило, забруднена вода непридатна і для використання у промисловості, оскільки порушує нормальний хід технологічного процесу, знижує якість продукції, що виготовляють.

Природна вода, забруднена побутовими стоками, непридатна для водопостачання населення, бо шкідливі речовини та збудники хвороб, що містяться в ній, завдають великої шкоди здоров'ю людей, можуть викликати різні інфекційні захворювання (дизентерію, інфекційний гепатит, холеру та ін.). Вживання води із вмістом понад 1 мг/л фтору призводить до руйнування емалі зубів і навіть до їх втрати. Вода! Ти не маєш ні смаку, ні запаху, ні коліру, тебе не опишеш, тобою насолоджуються, не розуміючи, що ти таке. Ти не просто необхідна, ти і є саме життя. Ти найбільше у світі багатство. А.Сент-Екзюпері/ Чи знаєте Ви, що у природному стані вода є складним розчином різних речовин, а не хімічно чистою сполукою навіть коли вода випадає у вигляді дощу, вона завжди мість домішки 54

**Важливий факт!//** На замовлення Мінекоресурсів України, Укррибвода Мінагрополітики в квітні 2002 року розпочала виконання проекту щодо підготовки методичної основи для спостереженням за динамікою «цвітіння» фітопланктону, температури водної поверхні і проведення взаємопов'язаного аналізу даних явищ із станом рибного господарства Чорного і Азовського морів Стічні води целюлозно-паперової промисловості, які містять органічні речовини, що поглинають кисень з води в процесі окиснення, надають воді неприємного смаку і запаху, змінюють її колір.

**Фенольні сполуки**, які потрапляють у водойми з стічними водами лісохімічної промисловості, коксохімії, підприємств, які переробляють сільськогосподарську сировину, та інші, впливають на динаміку біогенних речовин і розчинених у воді газів (кисню та вуглекислого газу), надають воді різкого неприємного запаху. СПАР (синтетичні поверхнево-активні сполуки), які потрапляють у водні джерела зі стічними водами комунальних господарств і деяких виробництв, надають воді різних присмаків і запахів і утворюють стійку піну, практично не знешкоджуються наявними очисними спорудами, негативно впливають на якість води та життєдіяльність гідробіонтів. Органолептичні якості води нормуються за інтенсивністю їх сприйняття людиною. До них передусім належать: запах, присмак, температура, прозорість, каламутність, колір, домішки./

***Показники, що характеризують нешкідливість хімічного складу води.***

Такі показники як загальна жорсткість, активна реакція (рН), лужність, вміст аніонів і катіонів:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  характеризують природний склад води. Вміст у воді іонів  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Be}^{3+}$ ,  $\text{Mn}^{4+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ag}^+$ ,  $\text{As}^{5+}$ ,  $\text{V}^{5+}$ , поліфосфатів – є показниками присутності хімічних речовин, які надходять у воду із джерел із стічними водами. Залізо міститься і у чистій природній воді, проте може надходити також у водойми і зі стічними водами.

***рН води.*** Питна вода повинна бути нейтральною (рН близько 7). Значення рН у водоймах господарського, питного, культурно-побутового призначення регламентується у межах 6,5-8,5. У переважній більшості природних вод водневий показник відповідає цьому значенню і залежить від концентрації вільного вуглекислого газу та гідрокарбонат-іона. Більш низькі значення рН можуть спостерігатися у кислих болотних водах за рахунок підвищеного вмісту гумінових кислот. Влітку під час інтенсивного фотосинтезу рН може підвищуватися до 9. На величину рН впливає вміст карбонатів, гідроксидів, солей, гумінових сполук тощо.

**Тільки факти/** Ресурси прісної річкової води на Землі поновлюються приблизно 30 разів на рік, або кожні 12 діб.

**Тільки факти** 63% усієї використовуваної прісної води споживається безповоротно, а на створення водосховищ йде всього 4% прісних водних ресурсів 55

*Запах води* можуть викликати леткі пахучі речовини, які надходять у воду

внаслідок різноманітних процесів життєдіяльності водних організмів, а також при забрудненні стічними водами підприємств і сільського господарства. *Смак та присмак води*, що виявляється безпосередньо у воді (або для водойм господарсько-питного призначення після хлорування), не повинні перевищувати 2 бали. *Колір поверхневих вод* обумовлюється розчиненими у воді різними речовинами, а інтенсивність її забарвлення свідчить про наявність стічних промислових вод. *Прозорість* є одним із показників загальної забрудненості води і обумовлена кількістю завислих органічних і мінеральних речовин.

**Цікаво про важливе** Підраховано, що на усі види водокористування витрачається 2200 км<sup>3</sup> води на рік. Для розбавлення стоків необхідно практично 20 % ресурсів прісної світової води. За розрахунками учених до 2000 р. норми водоспоживання повинні були скоротитися, однак реальність показала, що, як і раніше, людству необхідно приблизно 30-35 тис. км<sup>3</sup> прісної води для розбавлення стоків. Це свідчить про те, що незабаром ресурси світового річкового стоку будуть практично вичерпані. Хоча кількість прісної води не стає меншою, але якість її погіршується. Скоро її неможливо буде вживати для пиття.

Багато районів не повністю забезпечені водою. Це південь і південний схід європейської частини СНД, Прикаспійська низина, південь західного Сибіру й Казахстану, деякі райони Середньої Азії, південь Забайкалля, Центр Якутії; у нашій країні це, зокрема, південні області – Одеська, Кримська. Найбільш забезпечені водою північні райони СНД, Прибалтика, гірські райони Кавказу, Середньої Азії, Саян і Далекого Сходу. Обмежені й навіть мізерні в багатьох країнах запаси прісних вод значно зменшуються через забруднення. Органічні матеріали потрапляють із побутових, сільськогосподарських або промислових стоків, їхнє розкладання відбувається під дією мікроорганізмів і супроводжується використанням розчиненого у воді кисню. Якщо кисню у воді достатньо, а кількість відходів невелика, то аеробні бактерії достатньо швидко перетворюють їх на порівняно нешкідливі залишки. У протилежному випадку діяльність аеробних бактерій

пригнічується, вміст кисню різко падає, розвиваються процеси гниття. При вмісті кисню у воді нижче за 5 мг на 1 літр, а в районах нересту – нижче за 7 мг, спостерігається загибель великої кількості риби. Хвороботворні мікроорганізми й віруси знаходяться в необроблених, або погано оброблених каналізаційних стоках населених пунктів і тваринницьких ферм. Потрапляючи в питну воду, патогенні мікроорганізми й віруси стають збудниками епідемій, таких як сальмонельоз, гастроентерит, гепатит й ін. Розвинуті країни сьогодні можуть з полегшенням зітхнути, вони практично позбулися поширення епідемій через громадське водопостачання.. Однак існує небезпека зараження через харчові продукти, наприклад овочі, що вирощуються на полях, які удобрюються шламами (від нім. Schlamm – буквально «бруд») після очищення побутових стічних вод. Водні безхребетні, наприклад устриці або інші молюски, що живуть у заражених водоймах, дуже часто були причиною спалахів черевного тифу.

**Мета:** Прищепити практичні навички щодо визначення якості води за допомогою органолептичних показників, аналізу і узагальнення одержаних результатів.

**Обладнання:** циліндр з плоским дном; шриффт, з висотою літер 2 мм і товщиною ліній – 0,5 мм; лінійка; колба із притертим корком; конічна колба на 200 мл; годинникове скло; електрична плитка; термометр. Об'єкт дослідження: вода із водойми.

### **Хід роботи**

1. Визначте приблизне значення рН води. Для цього у пробірку налейте 5 мл досліджуваної води, 0,1 мл універсального індикатору, перемішайте й за забарвленням розчину встановіть значення рН. Для визначення рН керуйтеся критеріями, поданими у таблиці 9.1..

*Таблиця 9.1* Критерії визначення рН природної води. Колір розчину  
Значення рН. Рожево-помаранчевий Близько 5 Світло-жовтий 6.  
Світло-зелений 7. Зеленовато-блакитний 8 рН також можна

визначити за допомогою універсального індикаторного папірця, порівнюючи його забарвлення зі шкалою.. Найбільш точно значення рН визначають на рН-метрі або за шкалою Алямовського.

2. Визначте температуру води. Вимірювання *температури* необхідно здійснювати відразу ж після забору води або безпосередньо у водоймі термометром з ціною поділки  $0,1^{\circ}\text{C}$ . Термометр необхідно тримати у воді не менше 5 хвилин. 3. Визначте прозорість досліджуваної води. *Прозорість* визначається висотою рідини в см, через який чітко видно шрифт. Прозорість не менше 30 см має бути у воді, яка подається для питного водопостачання. Для річкової води, окрім гірських річок, припускається прозорість 25 см.. Зменшення прозорості води свідчить про її забруднений стан. Досліджувану воду наливають у циліндр, під дно якого на відстані 4 см підкладають шрифт. Воду необхідно зливати до тих пір, поки через її шар не можна буде чітко прочитати шрифт. Висоту рідини заміряють лінійкою, заміри проводяться при гарному денному освітленні.

4. З'ясуйте запах води. *Запах* води оцінюється у балах. У колбу із притертим корком наливають на  $2/3$  об'єму досліджуваної води, сильно струшують, відкривають корок і вдихають її запах. Для посилення інтенсивності запахів воду підігрівають. Конічну колбу на 200 мл наповнюють на  $1/2$  її об'єму досліджуваною водою, накривають годинниковим склом і нагрівають до  $60^{\circ}\text{C}$ . Після цього колбу струшують, забирають \_\_\_\_\_ скло і швидко визначають запах. У кімнату, де відбувається дослід не повинні надходити сторонні запахи, а дослідник не повинен палити та приймати гостру страву перед дослідженням. Для визначення запаху води тримуйтесь термінології, яка подана у таблиці 9.2.

*Таблиця 9.2* .Термінологія описування запаху природної води

Символ	Характер запаху	Вид запаху	А	Б	Г	Д	З	П	Р	С	Т	Н	
	Ароматичний,	Болотний	Ю,	Гнильний,	Деревний	Землистий	Пліснявий,	Рибний	Сірководневий	Трав'янистий	Невизначений	Ароматний або пряний	Запах мулу, гнильний. фекальний стічної



води. Мокрої тріски, деревної кори Прілій, глинистий, Затхлий, лікарський. Риби, риб'ячого жиру Тухлих яєць. Скошеної трави. Не відповідає попереднім визначенням Інтенсивність запаху визначають за 5-бальною шкалою за такими критеріями (табл. 9.3).

*Таблиця 9.3.* Шкала оцінювання інтенсивності запаху води Інтенсивність (у балах). Характеристика запаху. Прояв запаху 0 Відсутність запаху. Відсутність відчутного запаху. 1 Дуже слабкий Запах не відчуває споживач, проте виявляється спеціалістом

2 Слабкий Запах, виявляється споживачем якщо звернуто на це увагу.

3 Помітний Запах легко виявляється й викликає незадоволення споживача.

4 Виразний Запах звертає на себе увагу, може бути причиною непридатності води для пиття, примушує утримуватися від пиття 5 Дуже сильний Запах настільки сильний, що робить воду зовсім непридатною для пиття

5. Визначте смак та присмак води. Визначають у сирій воді при кімнатній температурі і температурі 60° С. У воді відкритих водойм і джерел, сумнівних у санітарному відношенні, смак встановлюють після її кип'ятіння. Під час дослідження в рот набирають 10-15 мл води, римають декілька хвилин не проковтуючи і визначають характер та інтенсивність присмаку. Розрізняють чотири види смаку: солоний, гіркий, солодкий і кислий. Інші смаки називають присмаками: хлорний, рибний, металевий тощо. Інтенсивність смаку та присмаку визначають за 5-ти бальною шкалою так само, як і запах.

6. Визначте наявність осаду. Осад характеризують за такими параметрами: немає, незначний, помітний, значний. Для значного осаду вказують товщину шару у мм. За якістю осад визначають як пластинчастий, мулкий, піщаний та ін. За інтенсивністю кольору – сірий, бурий, чорний та ін. Осад води водойм необхідно визначати

через 1 год після збовтування проби. Період випадання осаду фіксують й описують процес освітлення води: непомітне, слабе, сильне, вода прозора.

7. Результати усіх здійснених досліджень внесіть у зведену таблицю 9.4 й зробіть висновок щодо якості досліджуваних зразків води.

*Таблиця 9.4* Зведені результати проведених досліджень Зразки води  
Параметри досліджуваних якостей води. Температура, ° С

Прозорість, висота стовпчика, см Запах, символ, бали, рН Смак, присмак, бали. Осад

Висновок щодо якості зразка

№ 1

№ 2

№ 3

Висновки. Зробіть висновки щодо органолептичних показників досліджуваних зразків води. Порівняйте показники досліджуваних зразків.

### **Запитання**

1. Які якості води є найбільш важливими для питної води?
2. Чому у більшості випадків вода з природних водойм є непридатною
  1. для безпосереднього споживання людиною?
  2. Що може погіршувати властивості води з природних водойм?
3. Які фактори могли впливати на стан досліджуваних зразків води?
4. Яким чином можна досягти покращання якості питної води?
6. Які заходи Ви можете запропонувати для збереження водних ресурсів?
7. Дайте характеристику екологічного стану басейну річки Дніпро.

8. Охарактеризуйте екологічний стан річки у місцевості, де Ви проживаєте?
9. Які обмеження і чому накладають санепідемстанції на використання людиною водних ресурсів?
10. Яким чином антропогенне надходження біогенних елементів до водного середовища порушує його екологічну рівновагу?\_\_

## **Лабораторно-практична робота № 11**

### **Тема: Забруднення води та деякі способи її очищення**

Вода є однією із найбільш важливих складових довілля. Основними екологічними проблемами, пов'язаними з гідросферою планети, є умови забезпечення населення водою, її якістю та можливостями щодо покращання. До недавня ці проблеми не стояли так гостро. Проте останнім часом через значне збільшення міського населення ситуація значно змінилася. Значне збільшення промислових, транспортних, сільськогосподарських та інших антропогенних викидів призвело до порушення якості води, появи в джерелах водопостачання хімічних, радіоактивних та біологічних агентів, невластивих природному середовищу. Все це робить ефективне водопостачання населення провідною проблемою сучасної гігієни..

З усіх джерел, що забруднюють воду, основне значення мають виробничі стічні води. Найшкідливіші забруднювальні речовини, що потрапляють у водні джерела із стічними водами це: нафта і нафтопродукти, важкі метали, синтетичні поверхнево-активні речовини (СПАР), феноли, ароматичні сполуки, пестициди, бензапірен, радіонукліди.

У побутових стоках комунального господарства містяться фекалії, миючі засоби, мікроорганізми – збудники таких інфекційних захворювань, як дизентерія, холера, інфекційний гепатит а також хімічні елементи: нітроген фосфор, сульфур, залізо, станум, цинк та ін. За підрахунками, від однієї людини до очисних споруд надходить у середньому 0,4 м<sup>3</sup> господарсько-побутових стічних вод. Об'єм цих стоків залежить від густоти населення і становить 10-15 м<sup>3</sup>/га за рік.

Виробничі стічні води – це води, використані в різних технологічних процесах. До промислових належать також води, використані на ТЕС і АЕС і ті, що відкачуються на поверхню землі під час видобутку корисних копалин. Стічні води сільськогосподарства надходять з тваринницьких ферм і

комплексів, птахоферм та з інших сільськогосподарських об'єктів, а також від поливу посівів культур або під час промивання ґрунту від засолення.

**Довідка** За 60 років життя людина випиває понад 50 т води – цілу цистерну

**Чи знаєте Ви, що** для людини вода є більш цінним природним багатством аніж вугілля, нафта, залізо, адже вона незамінна

**Дуже важливо !** Біля 20% населення земної кулі не мають доступу до якісної питної води, а приблизно 50% позбавлені нормального рівня санітарії/

Водостоки і водойми забруднюються також атмосферними опадами. Дощі та снігові опади змивають промисловий і побутовий бруд з територій підприємств, гірських виробок, міських вулиць. З атмосферними опадами на земну поверхню можуть потрапляти промислові тверді часточки, сажа, пил, радіоактивні речовини, токсичні хімічні сполуки.

Забруднюючі речовини у водному середовищі обмежують життєздатність як окремих живих істот так і ефективність функціонування всієї водної екосистеми. Проте природна вода є неоднорідним середовищем, тут завжди присутні різноманітні часточки різного розміру, мікро бульбашки газів, мікроорганізми. Усі забруднюючі речовини, що надходять у воду по-різному впливають на її стан і якість. Так, теплове забруднення викликає значне посилення евтрифікації; завислі часточки зменшують прозорість води і відповідно знижують інтенсивність фотосинтезу, сприяють замулюванню.

Більшість водних об'єктів України забруднені в основному нафтопродуктами, фенолами, органічними речовинами, сполуками нітрогену та важких металів. Найбільш забруднені річки басейнів Західного Бугу, Приазов'я, Сіверського Дінця. Середньорічний вміст основних абруднюючих речовин у воді цих річок перевищує ГДК, а по деяких нгредієнтах це перевищення становить 10 ГДК.

У водойми України скидається близько 7,3 млн. т різних забруднюючих речовин. З них: 5 млн. т солей, 5 тис. т нафтопродуктів; 1,4 тис. т синтетичних поверхнево-активних речовин; 7,8 тис. т фосфору; 130 тис. т органічних забруднювачів; 150 т різних металів.

За даними гідробіологічних спостережень з 59 контрольованих водних об'єктів України немає жодного водостоку або водойми, які б відповідали фоновому стану чи характеризувалися б як «чисті води». На 35 водних об'єктах екосистеми знаходились в стані екологічної напруги.

Оцінка стану підземних вод України також свідчить про зростання впливу на них інтенсивної господарської діяльності людини. В ґрунтових водах Донбасу виявлено значні перевищення концентрації арсену та плюмбуму, а в Придністров'ї – високотоксичного талію – 500-1000 ГДК. Особливе анепокоєння викликає евтрофікація водних екосистем, що набула глобальних масштабів.

**Чи знаєте Ви, що** склад природної води залежить не тільки від її властивості як розчинника, ле й від того, з якими речовинами вона стикається в процесі свого колообігу

**Чи знаєте Ви, що** у питній воді можна виявити сліди деяких лікарських препаратів, пестицидів, косметичних і навіть протиі запліднювальних засобів гормонального характеру

**Чи знаєте Ви, що** Після повітря вода – сама рухлива речовина бб

Однак ця важлива проблема слабо вивчена. За оцінкою ЮНЕСКО, понад 20% риболовних районів Світового океану підірвано, а ще майже 50% перебувають на межі виснаження. В багатьох районах океану дно настільки переоране тралами, що там уже не може відновитися донне населення. Після вибору риби з сіток назад у воду, переважно в нежиттєздатному стані, щорічно викидається близько 30 млн. тонн іншої живності. Знищено половину мангрових заростей тропічної зони океанів, які захищали берег від розмивання і були екологічною нішею для величезної кількості видів організмів. Це негативно позначилося на процесах самоочищення вод і корисній біопродуктивності шельфу.

Скидання баластних вод танкерами призвело до занесення в моря сторонніх гідробіонтів-вселенців, які є агресорами по відношенню до організмів місцевих екосистем. Серед таких вселенців є отруйні для риб водорості. Забруднене токсинами м'ясо риб і молюсків може бути безпечним і для людини Незадовільним залишається також стан справ на багатьох малих річках, замулено багато ставків, погіршується стан водосховищ загального користування.

У підземних водах Лисичансько- Рубежанського регіону перевищення допустимих норм якості води пофенолу збільшилась у 260 разів, нафтопродуктах у 20 разів, мінералізації у 100 разів. Виведено з користування 10 водозаборів, осередок забруднення сягає 110 кмІ і продовжує збільшуватися.

Доступні водні ресурси наближаються до вичерпання, а простих засобів їх збільшення немає. У цих умовах серйозні збитки народному господарству завдають значне забруднення водоймищ водами промисловості і комунального господарства, поверхневим стокам з сільгоспугідь.

В останні роки в окремих регіонах України значно знизилась якість питної води за бактеріологічними, санітарно-хімічними показниками та невідповідність її державному стандарту «Вода питна». Це пов'язане, як вважають вчені, з погіршенням стану джерел водопостачання, незадовільним санітарно-хімічним станом водопровідно-каналізаційних мереж, частими аварійними ситуаціями, порушеннями режиму експлуатації, неефективною дезинфекцією мереж питної води.

Дані контролю якості води поверхневих вод України І та ІІ категорії свідчать про забруднення їх неочищеними чи не доочищеними стічними водами. Це відбувається тому, що промислові та комунальні підприємства

**Цифри і факти:** Щорічно світова промисловість скидає в річки понад 160 куб. м шкідливих стоків, щорічно в ґрунти людством вноситься 500 млн. тонн мінеральних добрив і близько 4 млн. тонн пестицидів, більша частина

яких осідає в ґрунтах та виноситься поверхневими водами в річки, озера, моря та океани, у значній кількості накопичується в штучних водосховищах, які живлять водою промислові центри.

**Чи знаєте Ви, що у природних умовах чиста вода є рідиною без кольору, запаху і смаку.** Тільки у шарі землі понад 2 м у глибину вона набуває блакитно-зеленого відтінку скидають господарчо-побутові стічні води, якість яких, внаслідок відсутності взагалі або неякісного очищення, не відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Серед досліджених проб, з водою I категорії, за мікробіологічними показниками не відповідали нормі 32,4%, за гігієнічними та санітарними нормами - 25,2% , в т.ч. у 12,5% проб було виділено збудників інфекційних захворювань. Щодо водою II категорії, то ці показники становили відповідно 25,0, 24,5 та 11,8%.. Відмічається зараженість поверхневих водою України збудниками паразитарних захворювань: 0,2% проб з водою I категорії та 14,2% проб – з водою II категорії містили яйця гельмінтів, небезпечних для людей.

**Цікаво про важливе.** Вода, як і повітря, є однією з важливих умов існування життя. В кількісному співвідношенні це найбільш поширена неорганічна речовина живої матерії. Насіння рослин, в яких вміст води не перевищує 10%, належить до форм уповільненого життя. Таке ж явище (ангідробіоз) спостерігається у деяких видів тварин, які при несприятливих зовнішніх умовах можуть втрачати велику частину води в своїх тканинах. Вода в трьох агрегатних станах присутня в усіх складових біосфери: атмосфері, гідросфері та літосфері. Основну роль в циркуляції та біогеохімічному колообігу води відіграє атмосферна волога, не зважаючи на ідносно малу потужність її шару. Атмосферна волога розподілена по Землі нерівномірно, що обумовлює великі розбіжності в кількості опадів в різних районах біосфери. Середній вміст водяної пари в атмосфері змінюється в залежності від географічної широти.

Наприклад, на Північному полюсі він становить 2,5 мм, на екваторі - 45 мм. Вода, яка випала на сушу, витрачається на просочування (або інфільтрацію), випаровування та сток. Просочування особливо важливе для наземних екосистем, адже сприяє постачанню ґрунтів водою. У процесі інфільтрації вода надходить у водоносні горизонти та підземні річки. Випаровування з поверхні ґрунту також відіграє важливу роль у водному режимі місцевості, але більш значну кількість води виділяють самі рослини своїми листками. Причому кількість води, що виділяється рослинами, тим більше, чим краще відбувається водопостачання. Рослини, що синтезують одну тону органічної речовини, поглинають як мінімум 100 т води. Головну роль в колообігу води на континентах відіграє сумарне випаровування (дерева та ґрунт). Остання складова колообігу води на суші – сток. Ї Поверхневий сток та ресурси підземних водоносних шарів забезпечують

живлення водних потоків. Разом з тим при зменшенні щільності рослинного покриву сток стає основною причиною ерозії ґрунтів.

**Мета:** з'ясувати параметри, за якими характеризують забруднення води, опанувати деякі методи її очищення та встановити їх ефективність.

**Обладнання:** вода з водогону, бульйон з нешкідливими бактеріями, 30 г ґрунту, харчовий барвник, хімічні стакани на 500 мл, лійка, паперовий фільтр, мірний циліндр, хлорне вапно, прилад для дистилювання води.

**Об'єкт дослідження:** вода з водогону різного ступеня забруднення.

### Рис. 3. Джерела забруднення

1 – побутове сміття

2 – зоотехнічні відходи

3 – атмосферна волога

4 – комунальні стічні води

**Хід роботи.** 1. У лабораторний стакан на 500 мл налейте 400 мл води з водогону та додайте до неї перераховані нижче забруднювачі. Вкажіть, до якої категорії відноситься кожний з них: – □ столову ложку ґрунту,

– □ декілька краплин харчового барвника,

– □ 1 мл бульйону, який містить нешкідливі бактерії.

2. Переконайтесь в ефективності найбільш широко використовуваних способів водоочищення. Наявність розчинених речовин слід перевірити методами хімічного аналізу. Використовуючи харчовий барвник, можна візуально визначити розчинні речовини.

Перевірити присутність бактерій можна за допомогою петлі з дроту, яку простерилізували у полум'ї. Перенесіть нею краплю води із стакана у чашку Петрі з стерильним агаровим середовищем. Поява колоній через декілька діб буде свідчити про наявність у воді бактерій.

3. Налийте 50 мл досліджуваного зразка води у мірний циліндр для відстоювання. Через деякий час дослідіть верхній шар на наявність забруднення вищеописаними способами. Обґрунтуйте, можливість використання відстоювання для видалення завислих, розчинних речовин та бактерій.

4. Відфільтруйте 20-30 мл досліджуваного зразка води у чистий лабораторний стакан за допомогою лійки та фільтрувального паперу. Перевірте фільтрат на забруднення описаними вище способами.

Обґрунтуйте, чи видаляються за допомогою фільтрування завислі речовин, розчинні речовин та бактерії.

5. Налийте 30-40 мл забрудненої води в лабораторний стакан на 100 мл. Додайте декілька крапель розчину хлорного вапна, ретельно перемішайте і дайте відстоятися протягом 15 хв. Перевірте воду на наявність забруднення описаними вище способами. Обґрунтуйте, чи видаляються за допомогою хлорування завислі речовини, розчинні речовини та бактерії; чим відрізняється очищення від дезинфекції. 6. Зберіть прилад для дистиляції, продистилюйте 50 мл досліджуваного зразка води. Обґрунтуйте, чи видаляються в результаті цього процесу завислі, розчинні речовини та бактерії; чому дистиляцію не використовують як єдиний спосіб надійного очищення води.

7. На рис.3 показано джерела забруднення природної води у сільській місцевості.. Зробіть схематичне зображення міграції забруднень. Складіть аналогічні схеми для міських умов.

8. Експертами МОЗ встановлено, що 80% всіх хвороб у світі пов'язано з незадовільною якістю питної води, порушенням санітарно-гігієнічних та екологічних норм водозабезпечення. Зробіть узагальнений висновок щодо якості досліджуваної Вами води та можливий вплив її на здоров'я споживачів.

9. Серед європейських країн Україна є однією з найменш забезпечених прісною водою – 1 тис. куб. м на одного мешканця на рік. Проте за даними ЮНЕСКО, за рівнем раціонального водокористування Україна посідає 92-ге місце серед 122 країн. Сформулюйте заходи щодо покращання раціонального водокористування в країні, місті, сім'ї.

**Висновки.** Зробіть висновки щодо хімічного стану води з водогону та її відповідності державному стандарту «Вода питна».

### **Запитання**

1. Які способи очищення води можуть гарантувати її багаторазове використання у виробництві?
2. Що треба зробити аби у найближчій річці, озері було більше риби?
3. У певному районі знаходяться два озера. На березі першого побудували гараж, а поблизу другого висипали мінеральні добрива. Як наслідок: у перше озеро стали надходити нафтопродукти, а в друге – дощами змивало добрива.



Які процеси почалися в озерах? Чим вони відрізняються? До яких наслідків вони можуть призвести?

4. Проблема питного водопостачання в Україні, як і в інших країнах світу взаємопов'язана із численними екологічними проблемами. Назвіть їх та спробуйте визначити взаємозв'язок.

5. Збереження та очищення води регулюється відповідними державними законами і кодексами України, державними стандартами та галузевими нормативними документами. Назвіть ці документи та прокоментуйте їх.

6. Чому так гостро стоїть проблема дефіциту прісної води, адже на кожного мешканця планети припадає понад 8 млн. м куб. води?

7. У Лондоні кожний мешканець витрачає 170 л води на добу, у Парижі – 160 л, Брюсселі – 85 л; мешканці великих міст України, витрачають води, принаймні, у двічі більше. Про що свідчить така різниця у водоспоживанні?

8. Доведіть, що нині вирішення проблеми захисту Світового океану може ґрунтуватися тільки з урахуванням принципів міжнародного співробітництва.

9. Чому забруднення водних систем становить більшу загрозу, ніж забруднення атмосфери

## **Лабораторно-практична робота № 14**

**Тема: Визначення кількості вихлопних газів автотранспорту поблизу навчального закладу протягом доби**

Сучасне велике місто неможливо уявити без транспорту, який забезпечує функціонування та зв'язок окремих районів і житлових масивів. Проте транспорт, насамперед автомобільний, парк якого безупинно зростає, є одним із найбільших джерел забруднення повітря.. Кількість автомобілів, зареєстрованих в масштабах усього світу, перебрала за мільярд ще в 2020 році.

Про це стало відомо завдяки дослідженням, проведеним компанією Wards Auto. Загальна кількість транспортних засобів, включаючи легкові втомобілі, вантажівки різних класів (не рахуючи важкий позашляховий транспорт) і автобуси, становила 1,015 млрд. одиниць у 2010 році. При цьому в 2009 році загальна кількість зареєстрованих автомобілів було набагато нижче - 980 млн. Для порівняння: в 1986 р їх кількість становила «лише» 500 млн.

Обсяги викидів від автотранспорту мають тенденцію до зростання, не тільки за рахунок збільшення його кількості але й погіршення технічного стану автомобільного парку, незадовільною якістю палива та недостатньо розвиненою законодавчою та юридичною базою у галузі ефективного

управління автотранспортом. Найбільшу частку автомобілів складають машини з терміном служби понад 10 років, автотранспорт, який експлуатується менше 3 років нараховує лише 6 %.

Функціонування автомобільного транспорту супроводжується потужним негативним впливом на всі складові довкілля, особливо на атмосферне повітря. Значну небезпеку автомобілі створюють у населених пунктах та містах, де високі показники щільності населення. Нині у великих містах зосереджено 60 – 70 % парку транспортних засобів України, а на одну тисячу мешканців міст припадає 100 та більше автомобілів. Специфіка негативного впливу автомобільного транспорту виявляється у високих темпах збільшення кількості автомобілів; їх просторовій поширюваності; безпосередній близькості до житлових районів; високій токсичності викидів порівняно з викидами стаціонарних джерел; складності реалізації заходів щодо захисту від забруднення транспортними засобами; розташуванні джерел забруднення на земній поверхні, внаслідок чого відпрацьовані гази накопичуються в зоні дихання людини і гірше вивітрюються.

0

20

40

60

Автомобільний транспорт, таким чином, належить до числа інтенсивно зростаючих забруднювачів міського навколишнього середовища. До того ж з цим видом забруднень боротися надто важко і складно через збільшення кількості і погіршення технічного стану автомобільного парку, незадовільну якість палива, відставання темпів розвитку шляхової мережі, труднощі обліку великої кількості автотранспорту як джерела забруднення атмосфери (особистий транспорт, транзит), недостатньо розвинуту законодавчу та юридичну базу для ефективного управління автотранспортом як екологічно небезпечним об'єктом. Частка автотранспорту в забрудненні атмосфери продуктами згоряння показана в таблиці 14.1.

**Таблиця 14.1** Обсяги викидів продуктів згоряння, млн. т/рік Продукти згоряння. Джерела продуктів згоряння Автомобілі Електростанції, промисловість

Оксид вуглецю 59,7 5,2 Вуглеводні й інші органічні речовини 10,9 6,4

Оксиди азоту 5,5 6,5. Сполуки , що містять сірку 1,0 22,4 Мікрочастки 1,0 9,8

Викиди автомобільного транспорту істотно залежать від режиму роботи двигуна і якості використовуваного палива. Приблизний склад вихлопних газів автомобілів поданий у таблиці 14.2.

**Таблиця 14.2**

**Приблизний склад (% по обсягу) вихлопних газів автомобілів**

**Компоненти** Вміст компонентів у вихлопах Карбюраторний двигун  
Дизельний двигун

N2

74-77

76-78

O<sub>2</sub> 0,3-8 2-18

H<sub>2</sub>O 3,0 - 5,5 0,5 - 4.0

CO<sub>2</sub> 5,0-12,0 1,0-10,0

CO 5.0 - 10,0 0,01 - 0,5

Оксиди сірки 0-0,8  $2 \cdot 10^{-4}$  - 0,5

Вуглеводні 0,2 - 3,0  $1 \cdot 10^{-3}$  - 0,5

Альдегіди 0-0,2 (1 - 9)  $\cdot 10^{-3}$

Сажа 0-0,4 г / м<sup>-3</sup> 0,01 -1,1 г / м<sup>-3</sup>

Бензапірен (10-20)  $\cdot 10^{-6}$  г/м<sup>-3</sup> до  $1 \cdot 10^{-5}$  г / м<sup>-3</sup>

Стан або ступінь забруднення атмосферного повітря оцінюється шляхом порівняння концентрації в ньому тих або інших забруднюючих речовин із гігієнічними нормативами. Гігієнічними нормативами допустимої концентрації в атмосфері шкідливих речовин є гранично допустимі концентрації (ГДК). Максимально разова ГДК встановлюється для попередження рефлекторних реакцій людини (відчуття запаху, зміна активності головного мозку, світлової чутливості очей та ін.) при короткочасному впливі (до 20 хвилин), а середньодобова - для попередження їх загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного й ін. стану. ГДК розроблені в припущенні, що на організм людини впливає тільки одна забруднююча речовина.

### **Цікаво про важливе**

***Забруднення повітря викидами відпрацьованих газів двигунів.*** За хімічним складом і властивостям, а також характеру дії на організм людини компоненти відпрацьованих газів об'єднують у такі групи.

***Перша група.*** Нетоксичні речовини: азот, кисень, водень, водяна пара, вуглекислий газ й інші природні компоненти атмосферного повітря. Заслуговує на увагу обсяг вуглекислого газу через його роль у «парниковому ефекті».

***Друга група.*** Оксид вуглецю, або чадний газ – продукт неповного згоряння нафтових видів палива, легший за повітря й не має кольору та запаху. Має виражену отруйну дію, що обумовлюється його здатністю вступати в реакцію з гемоглобіном крові. Внаслідок цього порушується газообмін в організмі, з'являється кисневе голодування й виникає порушення функціонування всіх систем організму. Характер отруєння оксидом вуглецю залежить від його концентрації в повітрі, тривалості дії та індивідуальної сприйнятливості людини.

Легкий ступінь отруєння викликає пульсацію в голові, потемніння в очах, підвищене серцебиття. При важкому отруєнні свідомість паморочиться, зростає сонливість. При дуже великих дозах чадного газу (понад 1%) настають втрата свідомості й смерть.

***Третя група.*** Оксиди азоту, переважно окис і двоокис азоту, гази, що утворюються в камері згоряння. Окис азоту – безбарвний газ, легко окислюється киснем повітря й утворює двоокис азоту. За звичних

атмосферних умов окис азоту повністю перетворюється на двоокис азоту – газ бурого кольору з характерним запахом, важчий за повітря, а отже накопичується у поглибленнях, канавах, чим становить велику небезпеку при технічному обслуговуванні транспортних засобів. Для людського організму окиси азоту більш шкідливі, ніж чадний газ. Вдихаючи повітря, що містить окисли азоту у високих концентраціях, людина не має неприємних відчуттів й не припускає негативних наслідків. При високих концентраціях оксидів азоту (0,004 - 0,008%) виникають астматичні прояви й набряк легенів.. при тривалій –можуть виникати хронічні бронхіти, запалення слизової оболонки, шлунково-кишкового тракту, серцева слабкість, нервові розлади. Вторинна реакція на дію окислів азоту впливає на перетворення гемоглобіну в метабемоглобін й призводить до порушення серцевої діяльності. Окисли азоту негативно впливають і на рослинність, будівельні матеріали й металеві конструкції. Крім того, вони беруть участь у фотохімічній реакції утворення смогу.

**Четверта група.** Вуглеводні, сполуки типу  $C_xH_y$ . У відпрацьованих газах містяться вуглеводні різних гомологічних рядів: парафінові (алкадани), нафтенові (циклани) і ароматичні (бензоліві), всього близько 160 компонентів. Вони утворюються в результаті неповного згоряння палива у двигуні й стають однією з причин білого або блакитного диму.

Вуглеводні токсичні й чинять несприятливу дію на серцево-судинну систему людини. Вуглеводневі з'єднання відпрацьованих газів, разом з токсичними властивостями, мають канцерогенну дію, яка сприяє виникненню й розвитку злоякісних новоутворень. Особливою канцерогенною активністю відрізняється ароматичний вуглеводень бенз-а-пірен, що міститься у відпрацьованих газах бензинових двигунів і дизелів. Вуглеводні під дією ультрафіолетового випромінювання сонця вступають в реакцію з окислами азоту, в результаті утворюються нові токсичні продукти – фотооксиданти, що є основою «смогу». Фотооксиданти біологічно активні, чинять шкідливу дію на живі організми, ведуть до зростання легеневих і бронхіальних захворювань людей, руйнують гумові вироби, прискорюють корозію металів, погіршують умови видимості.

**П'ята група.** Альдегіди –органічні сполуки, що містять альдегідну групу  $COH$ . У відпрацьованих газах присутні, в основному, формальдегід, акролеїн і оцтовий альдегід. Найбільша кількість альдегідів утворюється на режимах холостого ходу і малих навантажень, коли температури згоряння у двигуні невисокі. Формальдегід – безбарвний газ з неприємним запахом, важчий за повітря, легко розчинний у воді, дратує слизові оболонки людини, дихальні шляхи, вражає центральну нервову систему. Обумовлює запах відпрацьованих газів, особливо у дизелів. Акролеїн або альдегід акрилової кислоти – безбарвний отруйний газ із запахом підгорілих жирів, впливає на слизові оболонки. Оцтовий альдегід – газ з різким запахом і токсичною дією на організм людини.

**Шоста група.** Сажа й інші дисперсні частинки (продукти зносу двигунів, аерозолі, масла, нагар і ін.). Сажа – частинки твердого вуглецю чорного кольору, що утворюються при неповному згоранні й термічному розкладанні вуглеводнів палива. Безпосередньої небезпеки для здоров'я людини не становить, але може подразнювати дихальні шляхи. Створюючи димовий шлейф за транспортним засобом, сажа погіршує видимість на дорогах. Найбільша шкода сажі полягає в адсорбції на її поверхні бенз-а-пірена, який у цьому випадку надає сильнішу негативну дію на організм людини, ніж у чистому вигляді.

**Сьома група.** Сірчані сполуки –сірчистий ангідрид, сірководень, що з'являються у складі відпрацьованих газів двигунів, за умови використання палива з підвищеним вмістом сірки. Значно більше сірки присутня у дизельному паливі. Згідно з європейськими стандартами 1996 р., вміст сірки в дизельному паливі не може перевищувати 0,005 г/л. Наявність сірки посилює токсичність відпрацьованих газів дизелів і є причиною появи в них шкідливих сірчаних з'єднань. Сірчані сполуки мають різкий запах, важчі за повітря, розчиняються у воді. Подразнюють слизові оболонки горла, носа, очей людини, призводять до порушення вуглеводневого і білкового обміну та пригнічення окислювальних процесів.

**Восьма група.** Свинець та його сполуки. Містяться у відпрацьованих газах карбюраторних двигунів тільки при використанні етилованого бензину, що має у своєму складі присадку, яка підвищує октанове число. Воно визначає здатність двигуна працювати без детонації. Детонаційне згорання робочої суміші у 100 разів швидше нормального. Робота двигуна з детонацією небезпечна тим, що двигун перегрівається, потужність його падає, а термін придатності різко скорочується. 50% викидів свинцю у вигляді мікрочастинок поширюються у придорожньому середовищі. Решта протягом декількох годин знаходиться в повітрі у вигляді аерозолів, а потім також осідає на землю поблизу дороги. Накопичення свинцю у придорожній смугі приводить для забруднення екосистем і робить ґрунти непридатними для сільськогосподарського використання.

**Мета:** З'ясувати динаміку вмісту вихлопних газів в атмосферному повітрі поблизу навчального закладу протягом доби..

**Обладнання:** зошит, ручка, калькулятор.

**Об'єкт дослідження:** Стан повітря поблизу навчального закладу.

### **Хід роботи**

1. Визначте відстань від навчального закладу до дороги (автостради).
2. Проведіть підрахунок кількості автомобілів на шляхах протягом 4-х періодів найінтенсивнішого руху з: 7 до 11, 11 до 15, 15 до 19, 19 до 23 год.
3. Інтенсивність дорожнього руху є різною як протягом доби, так і у різні дні тижня. Отже необхідно реєструвати інтенсивність автомобільного потоку 4 рази на день протягом трьох днів тижня, один з них – вихідний.. Результати спостережень треба внести у таблицю 14.3.

### **Таблиця 14.3**

**Інтенсивність руху автомобільного потоку за 1 день № п/п Період руху години). Вантажівки, Автобуси, Легкові. Середня кількість за період. Легкої вантажності, Середньої вантажності, Важкої вантажності 5 Середня кількість за добу. За результатами спостережень побудуйте графік інтенсивності руху, враховуючи категорії двигунів: карбюраторний, дизельний, автобус «Ікарус»**

(рис. 8). 89 0 20 40 60 80 *кількість автомобілів, шт періоди руху* автомобілі з карбюраторним двигуном, з дизельним двигуном, автобуси "Ікарус"

### **Рис. 8. Кількість автомобілів у різні періоди руху (години доби)**

4. Розрахуйте, скільки приблизно палива було витрачено за кожний період дослідження руху автомобілів й скільки вуглекислого газу при цьому надійшло в атмосферу. На 100 км автомобіль у місті в середньому витрачає 10 л пального. Середня швидкість автотранспорту у місті становить приблизно 40 км/год. При згорянні 1 м<sup>3</sup> бензину виділяється 1,5 м<sup>3</sup> вуглекислого газу. 5. На основі теоретичних даних обчисліть масу CO<sub>2</sub>, NO та NO<sub>2</sub>, які потрапляють в атмосферу мікрорайону навчального закладу. 6. Виведіть узагальнений показник забрудненості атмосфери вихлопними газами біля навчального закладу. Одержані дані внести у зведену таблицю 14.4.

### **Таблиця 14.4**

**Рівень забруднення атмосфери біля навчального закладу № п/п. Якісний склад транспорту Середня кількість одиниць транспорту. Кількість витраченого пального. Кількість газів, що надійшли в атмосферу. Рівень забруднення. CO, 2 NO NO<sub>2</sub>, 1 Легкої вантажності .2 Середньої вантажності .3 Важкої вантажності. 4 Автобуси. 5 Легкові**

### **Узагальнений рівень забруднення\***

\* Примітка: Рівень забрудненості оцінюється за 3-х бальною шкалою: низький, середній, високий.

7. Враховуючи дані таблиці 14.4, визначте вплив вихлопних газів автомобілів навколо території навчального закладу, розрахованих Вами, на здоров'я учнів/студентів.

8. Наразі найбільш пріоритетними напрямками зниження забруднення оточуючого середовища автомобільним транспортом є: раціональна організація і управління транспортними потоками; використання більш якісних або екологічно чистих видів палива (наприклад, газ); застосування довершених систем - каталізаторів палива та систем шумопоглинання. Запропонуйте свої заходи.

9. Уважно прочитайте й проаналізуйте інформацію рубрики *Цікаво про важливе*. Результати роботи занесіть у таблицю 14.5.

**Таблиця 14.5. Аналіз викидів відпрацьованих газів двигунів. Групи Компонентів від працюваних газів. Склад групи. Характер впливу на організми. Наслідки впливу. Рекомендації щодо зменшення, упередження або пом'якшення негатиного впливу.**

**Висновки.** На підставі отриманих даних зробити висновок про ступінь забруднення повітря поблизу навчального закладу.

### **Запитання**

1. Яку найбільш суттєву загрозу становить автотранспорт для сучасних мешканців?
2. Чи існує альтернатива щодо використання або повної відмови від автотранспорту?
3. Які шкідливі гази входять до складу викидів автотранспорту?
4. Чому саме у сучасних умовах автомобільний транспорт так суттєво впливає на погіршення атмосферного повітря?
5. Яку саме частку у світовому балансі забруднення атмосфери становить автотранспорт?
6. Як Ви вважаєте, чи є автотранспорт в Україні суттєвим забрудником атмосфери?
7. Які, на Вашу думку, заходи можуть стати найбільш впливовими у вирішенні проблеми забруднення повітря автомобільним транспортом у найближчому майбутньому?