

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет лісового господарства і екології

Кафедра екології

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Еверт Анна Сергіївна**

(прізвище, ім'я, по-батькові здобувача вищої освіти)

УДК 58.073:58.04:574.21

(індекс)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Екологічне значення лісових насаджень Філії «Овруцьке спеціалізоване  
лісове господарство» ДП «Ліси України» у рамках біоіндиційних**

**досліджень**

(тема роботи)

101 - Екологія

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.  
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на  
відповідне джерело

---

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи  
Никитюк Юрій Андрійович  
професор кафедри екології,  
доктор філософії (сільськогосподарські науки, екологія),  
д.е.н.

Житомир – 2023

Висновок кафедри \_\_\_\_\_  
за результатами попереднього захисту: \_\_\_\_\_  
Протокол засідання кафедри \_\_\_\_\_  
№ \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище ,ім'я, по батькові)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

### Результати захисту кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_ захистив (ла)  
(прізвище ,ім'я, по батькові)  
кваліфікаційну роботу з оцінкою: \_\_\_\_\_  
сума балів за 100-бальною шкалою \_\_\_\_\_  
за шкалою ECTS \_\_\_\_\_  
за національною шкалою \_\_\_\_\_

Секретар ЕК

\_\_\_\_\_  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (прізвище ,ім'я, по батькові)

## АНОТАЦІЯ

Еврт Анна Сергіївна: Екологічне значення лісових насаджень Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України» у рамках біоіндиційних досліджень. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавра за спеціальністю 101 – екологія – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Кваліфікаційна робота проводилася з метою вивчення екологічного впливу інтенсивної лісогосподарської діяльності на стан навколишнього природного середовища у рамках біоіндикаційних досліджень.

В процесі проведених досліджень щодо екологічного впливу лісогосподарської діяльності на стан атмосферного повітря та ґрунту було встановлено:

1. Із збільшенням потужності лісогосподарської діяльності підвищується й рівень домінування видів рослин-фітоіндикаторів, що також є підтвердженням залежності агрохімічної якості ґрунтів від негативного впливу діяльності лісогосподарств.

2. Отримані результати досліджень дають підстави стверджувати, що активна лісогосподарська діяльність негативно впливає на рівень біорізноманіття комах, оскільки було відмічено досить низький рівень значень індексів біологічного різноманіття на території ведення активної лісогосподарської діяльності в порівнянні з контролем.

Враховуючи той факт, що показник біорізноманіття є основою структурної і функціональної організації живої речовини у біосфері, рівень його подальшого скорочення призводить до ряду екологічних проблем з подальшими непередбачуваними наслідками, що можуть спричинити дестабілізацію біоти в екологічних системах, загибель фауни та флори не тільки на території ведення

активної лісогосподарської діяльності, але і за її межами, що призведе до значних порушень рівноваги екосистем.

Таким чином, біотестування – простий та інформативний спосіб екологічної оцінки, який дозволяє виявити проблеми на початкових їх стадіях виникнення.

Ключові слова: ентомокомплекси, фітоіндикатори, лісогосподарська діяльність

## ANNOTATION

Evert Anna Serhiivns: Ecological significance of forest plantations of the Ovruch Specialized Forestry Branch of the State Enterprise "Forests of Ukraine" in the framework of bioindustrial research. Qualification work for a bachelor's degree in specialty 101 - Ecology - Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

The qualification work was carried out to study the environmental impact of intensive forestry activities on the state of the environment in the framework of bioindication research.

In the course of the research on the environmental impact of forestry activities on the state of atmospheric air and soil, it was established that:

1. With the increase in the capacity of forestry activities, the level of dominance of phytoindicator plant species also increases, which also confirms the dependence of agrochemical soil quality on the negative impact of forestry activities.

2. The obtained research results give grounds to assert that active forestry has a negative impact on the level of insect biodiversity, as a rather low level of biodiversity indices was noted in the area of active forestry compared to the control.

Given the fact that biodiversity is the basis of the structural and functional organization of living matter in the biosphere, the level of its further reduction leads to a number of environmental problems with further unpredictable consequences that can cause destabilization of biota in ecological systems, the death of fauna and flora not only in the area of active forestry activities, but also beyond, which will lead to significant disturbances in the balance of ecosystems.

Thus, biotesting is a simple and informative method of environmental assessment that allows to identify problems at their initial stages of occurrence.

Keywords: entomocomplexes, phytoindicators, forestry activities

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ БІОІНДИКАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
1.1. Біоіндикація як інформативний швидкий метод екологічних досліджень	10
1.2. Біоіндикація стану довкілля за допомогою рослин	11
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	14
2.1. Місце проведення досліджень	14
2.2. Об'єкти досліджень	15
2.3. Методи дослідження	16
Розділ 3. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА	19
3.1. Екологічна оцінка стану ґрунтів біоіндикаційними методами	19
3.2. Екологічна оцінка агрохімічної якості ґрунтів за методом фітоіндикації	23
3.3. Біоіндикація стану атмосферного повітря за допомогою <i>Robinia pseudoacacia</i> L.	24
3.4. Дослідження стерильності пилку рослин-біоіндикаторів в зоні активної лісогосподарської діяльності	25
3.5. Біоіндикація стану атмосферного повітря за допомогою сосни звичайної <i>Pinus sylvestris</i> L.	27
3.6. Оцінка стану навколишнього природного середовища за індексами біорізноманіття	30
ВИСНОВОК	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	34

## ВСТУП

Біоіндикація в екологічних дослідженнях – це метод потенційного виявлення негативного антропогенного навантаження на екосистеми. Метод біоіндикації був заснований на оцінці рівня впливу сукупності різних екологічних факторів, які змінюються, на різні біологічних об'єктів і систем.

У якості біоіндикаторів часто обирають найбільш чуттєві до антропогенних досліджуваних факторів організми. Проводиться детальна оцінка характерних змін в поведженні тест-об'єкта порівняно з контрольними варіантами, прийнятими за еталон.

Живі організми-індикатори не повинні характеризуватися підвищеною чуттєвістю до факторів занадто стійкого забруднення та повинні мати досить тривалий варіант життєвого циклу. Надзвичайно важливим фактором є широке поширення на планеті, причому кожен з видів повинний бути характерним до визначеного місцеперебування. Біоіндикація звісно має певний ряд переваг перед варіантами інструментальних методів. Біоіндикація відрізняється високим рівнем ефективності, не потребує значних витрат і дає характеристику екологічного стану навколишнього природного середовища за тривалий періоду часу.

Фактори середовища, які досліджуються дуже строго визначають, які саме організми можуть характеризуватися даним місцем існування, а які ні. Враховуючи це, ми можемо застосовувати обернений варіант закономірності і характеризувати про фізичне середовище організму, який в ньому проживає.

Легкість і доступність фітоіндикаторів, інформативність біоіндикційних досліджень щодо рівня впливу активної лісогосподарської діяльності є актуальним варіантом в екологічній науці сьогодення.

**Метою роботи** було вивчення ведення інтенсивного лісокористування на стан параметрів навколишнього природного середовища.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити **наступні завдання:**

- ознайомитися з загальними характеристиками організмів-біоіндикаторів, які притаманні регіону дослідження;
- визначити та проаналізувати основні екологічні зміни параметрів біоіндикаторів, які вивчалися;
- проаналізувати отримані дані стосовно дослідження впливу інтенсивної лісгосподарської діяльності на стан ґрунту та атмосферного повітря за допомогою біоіндикаторів.

**Об'єкт дослідження:** інтенсивна лісгосподарська діяльність Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України».

**Предмет досліджень:** рослини-індикатори, ентомокомплекси, показники біорізноманіття.

**Методи дослідження:** загальноприйняті методи біоіндикаційних, екологічних досліджень, метод аналізу та систематизації даних, статистична обробка.

**Перелік публікацій автора за темою дослідження:**

Evert A. Bioindicative state of soils under intensive forestry activities. Proceedings of the scientific and practical conference "Science and innovation of technologies". Warsaw. June 19, 2023. P.8.

Evert A. Bioindicative state of atmospheric air under intensive forestry activities. Materials of the scientific and practical conference "Science and modern technologies". Prague. June 21, 2023. P.18.

**Практичне значення отриманих результатів.**

Використовувати результати досліджень можливо в практиці ефективної ведення лісгосподарської діяльності для мінімізації негативного екологічного впливу на стан ґрунту та атмосферного повітря.



**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновку, списку використаної літератури. Викладена на 38 сторінках комп'ютерного тексту. Список використаної літератури нарахує 32 літературних джерела.

# РОЗДІЛ 1. ЕКОЛОГІЧНЕ ЗНАЧЕННЯ БІОІНДИКАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

## 1.1 Біоіндикація як інформативний швидкий метод екологічних досліджень

Біоіндикація – це оцінка якості параметрів довкілля за станом його біоти. Метод біоіндикації заснований на варіанті проведення спостережень за складом і чисельністю організмів-індикаторів.

Біоіндикація в екологічних дослідженнях – це метод потенційного виявлення негативного антропогенного навантаження на екосистеми. Метод біоіндикації був заснований на оцінці рівня впливу сукупності різних екологічних факторів, які змінюються, на різні біологічних об'єктів і систем.

У якості біоіндикаторів часто обирають найбільш чуттєві до антропогенних досліджуваних факторів організми. Проводиться детальна оцінка характерних змін в поведженні тест-об'єкта порівняно з контрольними варіантами, прийнятими за еталон [9, 10, 12].

Живі організми-індикатори не повинні характеризуватися підвищеною чуттєвістю до факторів занадто стійкого забруднення та повинні мати досить тривалий варіант життєвого циклу. Надзвичайно важливим фактором є широке поширення на планеті, причому кожен з видів повинний бути характерним до визначеного місцеперебування. Біоіндикація звісно має певний ряд переваг перед варіантами інструментальних методів. Біоіндикація відрізняється високим рівнем ефективності, не потребує значних витрат і дає характеристику екологічного стану навколишнього природного середовища за тривалий періоду часу.

Фактори середовища, які досліджуються дуже строго визначають, які саме організми можуть характеризуватися даним місцем існування, а які ні.

Враховуючи це, ми можемо застосовувати обернений варіант закономірності і характеризувати про фізичне середовище організму, який в ньому проживає.

Біологічну індикацію широко застосовують сьогодні для екологічної оцінки забруднення навколишнього природного середовища, яке сприяє "усуванню" з природних екологічних систем нестійких до факторів негативного забруднення видів нижчих і вищих рослин, а також ряду представників фауни [9, 12].

Методи біоіндикаційних досліджень широко використовують для санітарної оцінки водних об'єктів. За характерним складом біорізноманіття флори і фауни водних об'єктів визначають рівень придатності води для пиття та визначити ефективність роботи наявних очисних споруд. За допомогою фітоіндикаторів та мікроорганізмів-індикаторів можна надати орієнтовну екологічну оцінку якосним показникам ґрунту.

У зв'язку з все більшою нинішньою потребою щодо проведення глобального моніторингу стану довкілля, ефективно масштабно застосування індикаційних можливостей різноманітних біологічних об'єктів набуває великого значення. Рослини-індикатори можна використовувати як для виявлення окремих видів забруднювачів, так і для загального варіанту спостереження за екологічним станом середовища [8, 16].

## **1.2. Біоіндикація стану довкілля за допомогою рослин**

Посилена увага до застосування методів біоіндикації щодо визначення рівня забруднення навколишнього природного середовища може пояснюватися високим рівнем чутливості рослин та відповідними специфічними реакціями на дію конкретних речовини, високим рівнем інтенсивності газообміну з навколишнім природним середовищем, що в рази вища, ніж для більшості представників тваринного світу [17].

Біоіндикація характеризується значними перевагами як метод отримання безпосередньої інформації щодо зміни параметрів стану біоти в варіанті конкретних умовах шкідливого забруднення, проте він поєднується з різними хімічними та геофізичними дослідженнями для одержання комплексу не лише якісних, але і кількісних характеристик [8, 14].

Біоіндикаційні зміни в варіанті біологічних систем завжди мають залежність від комплексу антропогенних та природних факторів навколишнього природного середовища. Дана система дає відповідну реакцію на екологічний вплив в сукупності з внутрішніми життєвими факторами такими, як спосіб живлення, вікова структура, генетично-контрольована стійкість і наявні популяційні порушення біосистеми [7, 16].

Концепція біоіндикації ґрунтується на адекватному варіанті відображення реакції живих організмів на умов природного середовища, в яких дана біота розвивається, на зміни яких певним чином реагує.

Біоіндикаційний метод має наступні основні переваги [9, 18, 22]:

- Дає можливість провести оцінку сумарного ефекту зовнішньої дії чинників;
- Визначити вплив забруднення довкілля на стан рослини і тварин, тобто встановлення біологічної дії різноманітних фізичних і хімічних факторів середовища життя біоти;
- Високий рівень чутливості.

Найінформативнішим показником щодо рівня ушкодження екосистем є рослинні організми. Значна площа можливого контакту та інтенсивний процес газообміну з навколишнім природним середовищем характеризують їх високий рівень чутливості до дії чинників різноманітного виду забруднення. Окрім того, варто відзначити, що люди і тварини більш адаптовані до рівня вмісту в атмосферному повітрі кисню, в той час, як рослинні організми з їх легкочутливим

асиміляційним апаратом більш пристосовані до нижчих рівнів концентрацій в атмосферному повітрі вуглекислого газу.

За впливу значного рівня забруднення навколишнього природного середовища змінюється значення еколого-фізіологічних ознак, наприклад, рівень пігментації та забарвлення певних частин рослин [10].

Характерними визначними ознаками несприятливого навколишнього природного середовища, а особливо стану газового складу атмосферного повітря, є поява різного варіанту некрозів і хлорозів, зменшення показників розмірів певних органів (довжини хвої, пагонів, розміру шишок, зменшення розмірів бруньок та інтенсивності галуження.)

Через зменшення показника росту пагонів та хвої, в забруднених зонах спостерігається процес фізіологічного зближення відстані між хвоєю, потовщення хвої та зменшення тривалості її життя .

Забруднення атмосферного повітря також має значний вплив на збільшення чисельності наявних стерильних насінин і на рівень зниження показника схожості насіння.

У хвойних деревних рослин гостре токсичне ураження супроводжується верхівковим некрозом, який проявляється червонувато-коричневим або коричневим кольором, що вподальшому може розповсюджуватися до основи хвої. Таким чином, найбільш чутливою реакцією хвойних рослин на стресові антропогенні впливи проявляються у варіанті закупорювання смоляних ходів, некротизації хвої та її повного відмирання [30].

Отже, вплив антропогенних негативних факторів визначеного рівня інтенсивності має у рослинних організмах виражений морфологічний ефект, що дає змогу проводити достатньо точну неспецифічну оцінку якості навколишнього природного середовища із використанням морфометричних показників біоіндикаторів.

## РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 2.1. Місце проведення досліджень

Дослідження проводилися на базі Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство» ДП «Ліси України».

Згідно середніх метеорологічних багаторічних даних показники середньомісячної та річної температури атмосферного повітря характеризується наступними даними.

Середня температура повітря, °С становить: січень – (-6,3); лютий – (-5,0); березень – (-1,0); квітень – 7,0; травень – 14,0; червень – 17,0; липень – 19,5; серпень – 18,5; вересень – 13,5; жовтень – 7,5; листопад – 1,0; грудень – (-3,5).

Отже, показники середньої місячної температури коливається в межах від – 6,3 до + 19,5 °С. Показник абсолютного максимуму температури атмосферного повітря влітку сягає 39 °С, а мінімум – 35 °С.

Найбільш ранні осінні заморозки спостерігаються в вересні, а найбільш пізні спостерігаються у травні. Зростання рівня середньодобової температури повітря, що проходить різко і комплекс сприятливих кліматичних умов для вегетації сільськогосподарських рослин наступають швидко навесні.

Показник середньої місячної кількості опадів, мм становить: січень – 27; лютий – 25; березень – 31; квітень – 39; травень – 59; червень – 74; липень – 86; серпень – 59; вересень – 39; жовтень – 35; листопад – 37; грудень – 36.

Як видно з наведених даних, показник річної кількості опадів становить 537 мм, більша кількість опадів випадає в період з квітня по вересень, а максимальна їх кількість припадає на червень та липень, тобто період, коли спостерігається найбільш інтенсивний рісту рослин.

Напрямок вітрів протягом року нестійкий. В зимовий період вітри переважають північно-західного, західного та південно-східного напрямків, а літній період – північно-західного, західного та північного напрямків.

На території проведення досліджень переважали дерново-слабопідзолисті, дерново-середньопідзолисті оглеєні, ясно-сірі, сірі лісові, дерново-підзолисті та лучно-чорноземні солонцюваті, дернові й слабогумусові ґрунти та піски.

## 2.2. Об'єкти досліджень

До об'єктів дослідження відносяться угруповання ентомофауни, які в регіоні дослідження були представлені такими рядами, як твердокрилі (*Coleoptera*), лускокрилі (*Lepidoptera*), напівтвердокрилі (*Hemiptera*), двокрилі (*Diptera*), прямокрилі (*Orthoptera*), перетинчастокрилі (*Hymenoptera*) та рівнокрилі (*Homoptera*).

На досліджуваних ділянках лісгосподарства були зафіксовані наступні види комах: коник сірий *Decticus verrucivorus* L.; сліпняк гладкий *Stenodemalae vigatum* L., щитник зелений *Palomena prasina* L., елія гостроголова *Aelia acuminata* L.; бджола медоносна *Apis mellifera* L., джміль кам'яний *Bombus lapidaries*; ястребниця прозорокрила *Dioctria hyalipennis* F., дрозofiла фруктова *Drosophila melanogaster* L., комар довгоніг шкідливий *Tipula paludosa* Mg.; біляночка капустяна *Pieris brassicae* L., голуб'янка крушина *Celestrina argiolus* L.; хрущ лучний *Anomala dubia* Scop.; листоїд тополевий *Melasoma populi* L.; сонечко чотирнадцятикрапкове *Coccinula quatuordecimpustulata*; сонечко семирапкове *Coccinella septempunctata* L.; довгоносик багатодіний *Tanymecus palliates* F., мармуровий хрущ липневий *Polyphyllofullo* L.; пінниця слюнява *Philaenus spumarius* L.; цикадка зелена *Cicadella viridis*.

Об'єктами дослідження серед рослин-біоіндикаторів було обрано: звіробій звичайний, деревій степовий, чистотіл великий, вишня звичайна, акація біла,

сосна звичайна.

### 2.3. Методи дослідження

Дослідження проводилися в межах Філії «Овруцьке спеціалізоване лісове господарство». Контролем слугувала ділянка з відповідними геокліматичними умовами на відстані 1000 м від лісових господарств, що не зазнавала антропогенного впливу.

Представників комах відбирали в угрупованнях досліджуваних екосистем на 4 дослідних ділянках площею 100 м<sup>2</sup> методом косіння ентомологічним сачком (100 раз) згідно методики К.К. Фасулаті.

Показник значення видового багатства комах розраховували за індексом Р.Маргалєфа:

$$D=(S-1)/\ln N,$$

де S – число виявлених видів,

N – загальне число особин усіх видів.

Значення індексу видового різноманіття визначали за Шенноном:

$$H_i = - \sum_i^P P_i \ln P_i$$

де H<sub>i</sub> – видове різноманіття в бітах;

P<sub>i</sub>– ймовірність внеску кожного виду:

$$P_i=n/N,$$

де n – кількість особин виду комах;

N – загальна сума особин усіх видів комах;

за Сімпсоном:



$$P/E = 1 - \sum_i P_i^2,$$

де  $P_i$  – ймовірність внеску кожного виду:

$$P_i = n_i/N,$$

де  $n$  – кількість особин виду комах;

$N$  – загальна сума особин усіх видів комах;

Значення індексу домінування визначали за Сімпсоном:

$$C = \sum (n_i / N)^2,$$

де  $n_i$  – оцінка значущості кожного виду;

$N$  – сума оцінок значущості.

Значення індексу вирівняності визначали за Пієлу:

$$e = \frac{H_i}{\ln S},$$

де  $H_i$  – індекс видового різноманіття Шеннона;

$S$  – кількість видів.

Показник таксономічного різноманіття визначали за формулою:

$$H_t = - \sum_i P_i \ln P_i;$$

а показник складності угруповань за формулою:

$$C = (H_t / \sum_i P_i)^n,$$

де  $H_i$  – видова різноманітність таксонів  $i$ -го рівня.

Методика оцінки токсичності атмосферного повітря. Процес відбору квітів рослин-біоіндикаторів проводиться на досліджуваних ділянках, далі в лабораторних умовах переглядають до 1000 пилкових зерен при варіанті збільшення 7x40 під мікроскопом. Варіанти фертильних пилкових зерн за

використання йодного розчину зафарбовуються у коричневі кольори, а всі наявні стерильні зовсім не зафарбовуються або фрагментарно до 20–30 %.

Показник стерильності пилоквих зерен визначають у відсотках.

Оцінку екологічного стану атмосферного повітря також проводили за показником умовного ушкодження рослин-біоіндикаторів та інтегральним показником, який характеризує значення рівня токсичності атмосферного повітря.

Визначення екологічного стану навколишнього середовища за варіанту комплексу морфологічних ознак проводили у насадженнях сосни звичайної *Pinus sylvestris* L. Матеріал хвої для дослідження зрізали на висоті 1,5 м із різних частин крони. Хвою досліджували за допомогою лупи на наявність хлорозів, некрозів кінчиків хвоїнок і всієї поверхні, встановлювали їх відсоток і характер розповсюдження. Вимірювали показник довжини та ширину (всередині хвоїнки) хвої на пагоні за минулий рік у 10-кратній повторності.

### **Розділ 3. ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА СТАНУ НАВКОЛИШНЬОГО ПРИРОДНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ВПЛИВУ ДІЯЛЬНОСТІ ЛІСОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

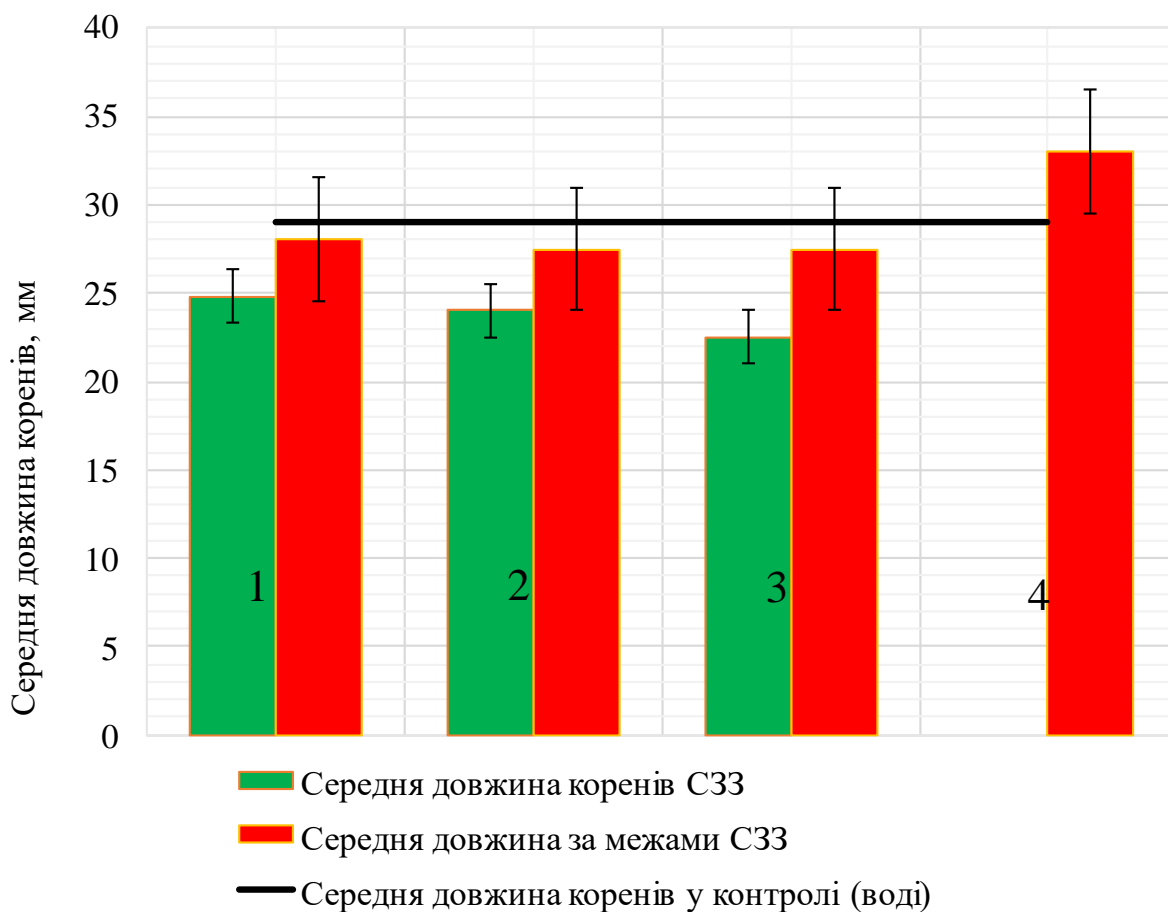
#### **3.1. Екологічна оцінка стану ґрунтів біоіндикаційними методами**

Визначення показника загальної токсичності ґрунту проводили за рівнем значень росту коренів крес-салату (*Lepidium sativum* L.).

За результатами проведених досліджень встановлено, що пригнічують ріст коренів крес-салату у ґрунті, що відібраний в межах лісосік, де ведуться рубки головного користування і довжина коренів на 3,5–5% більша, ніж їх довжина у ґрунті в межах лісогосподарства. Проте також встановлено, що показник довжини коренів крес-салату контрольної ділянки на 3,5% вищий значень показника контролю (води). Дослідженнями доведено, що підвищується навантаження на ґрунт за впливу активної діяльності лісогосподарства.

Значення показників токсичності ґрунтів лісогосподарств 5,5–7,2%, в той час, як на контрольній ділянці – до 3,4%. Це характеризує той факт, що загальна токсичність ґрунту суттєво підвищується поблизу місць, де проводиться активна антропогенна діяльність, застосовується спеціалізована техніка і проводяться активні роботи у варіанті лісозаготівлі.

Загальній токсичності ґрунтів поблизу лісосік властива сезонна динаміка впродовж року. Встановлено, що показник середньої довжини коренів рослини-біоіндикатора знижується у досліджуваних водних витяжках ґрунту, які відбирали у літній період року порівняно з аналогічними варіантами показників зимового періоду до 8,5%, а у порівнянні з показником контролю – на 9,1%.



**Рис. 3.1. Загальна токсичність ґрунту за впливу діяльності лісогосподарства (1 – 1000 м від зони активної діяльності; 2 – 500 м від зони активної діяльності; 3 – в зоні активної діяльності; 4 - контроль)**

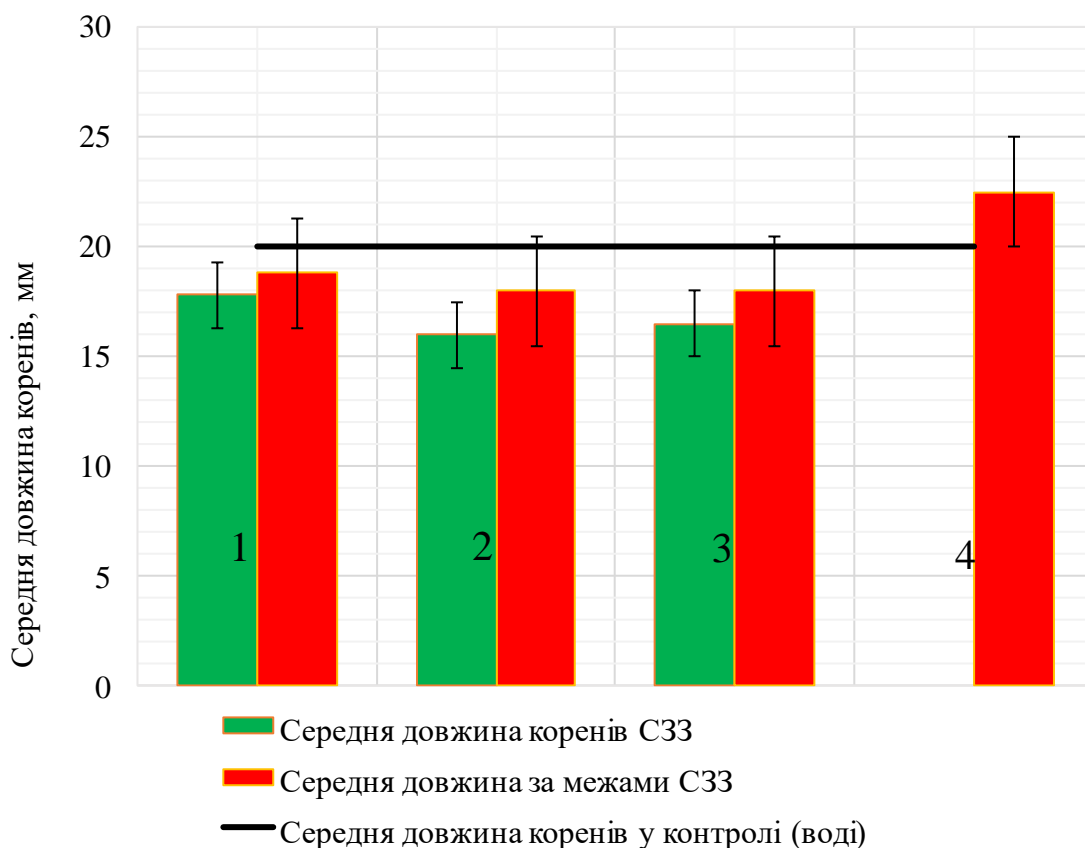
В зимовий період показник росту коренів крес-салату покращується на 3,2% у межах лісогосподарств та на 6,9% за межами проведення активної діяльності порівняно із контрольним значенням.

Визначення загальної токсичності ґрунту за показниками росту коренів цибулі (*Allium cepa* L.). Використана методика є простою та водночас інформативною в питанні оцінки рівня загальної токсичності, що спричинена забруднювачами ґрунту. Процес пригнічення інтенсивності росту коренів цибулі є основним критерієм наявності забруднення. Експериментально доведено, що значення рівня проростання насіння показник менш чутливий, ніж показники

щодо пригнічення росту коренів біоіндикатора.

Ріст коренів цибулі на 2,4–4,5% пригнічується в ґрунтах відібраних в зоні активної діяльності порівняно з даним показником у ґрунтах, що були відібрані на контрольному варіанту ґрунту.

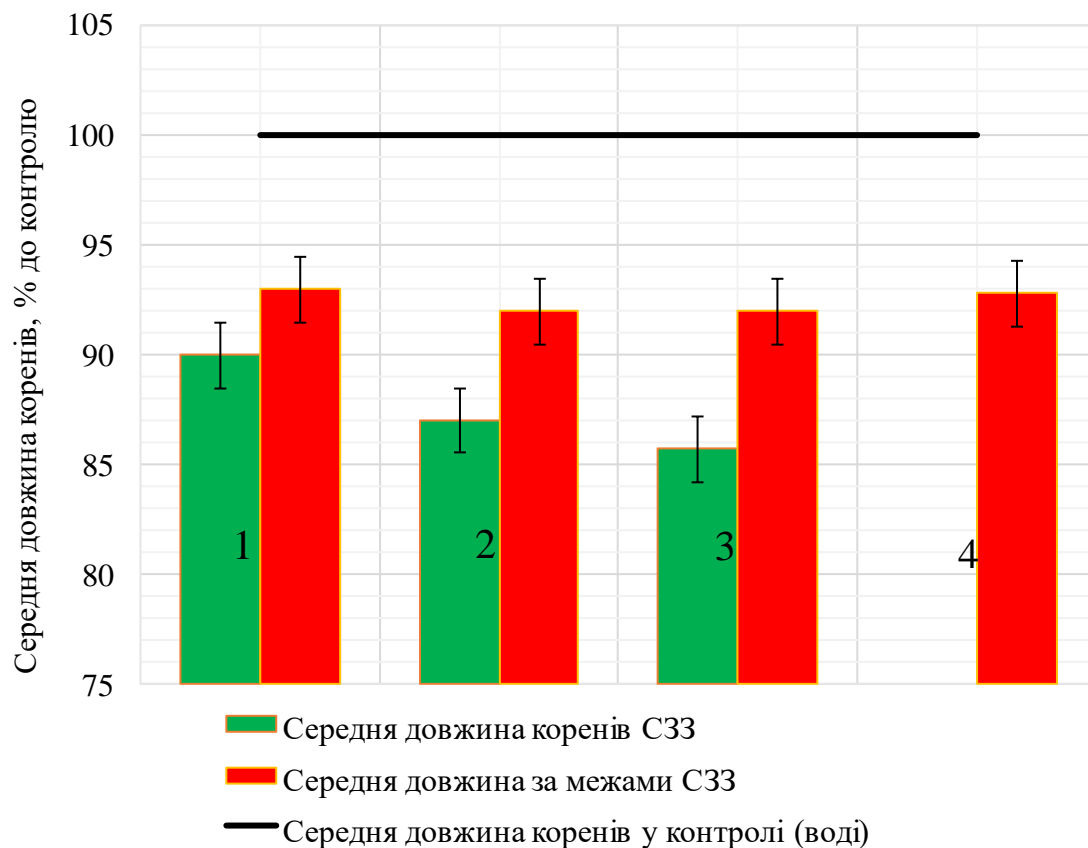
Значне підвищення токсичності ґрунту підтверджується за ростом коренів цибулі у теплий період: показники літнього періоду перевищують зимові значення на 15,1% і на 7,2% вищі значень на контролі (вода).



**Рис. 3.2. Показник загальної токсичності ґрунту за впливу активної лісогосподарської діяльності за ростом коренів цибулі (1 – 1000 м від зони активної діяльності; 2 – 500 м від зони активної діяльності; 3 – в зоні активної діяльності; 4 - контроль)**

Окрім того, важливою характеристикою рівня токсичності ґрунтів є показник пониження можливості зворотного впливу токсичних речовин ґрунту

за лісогосподарської діяльності. На 15% нижчим контролю є показник зворотного впливу токсичних речовин у ґрунтах активної лісогосподарської діяльності.



**Рис. 3.3. Зворотній вплив токсичних речовин у ґрунті за впливу лісогосподарської діяльності за ростом коренів цибулі (1 – 1000 м від зони активної діяльності; 2 – 500 м від зони активної діяльності; 3 – в зоні активної діяльності; 4 - контроль)**

Показник зворотнього впливу токсичних речовин у літній сезон порівняно із контрольними значеннями нижчий на 30% у межах зони активної лісогосподарської діяльності.

### 3.2. Екологічна оцінка агрохімічної якості ґрунтів за методом фітоіндикації

В результаті проведених досліджень встановлено, що активна лісогосподарська діяльність спричиняє значне зниження показників агрохімічної якості ґрунтів.

Таблиця 3.1

#### Перелік рослин-індикаторів низької агрохімічної якості ґрунтів за впливу активної лісогосподарської діяльності

Категорія агрохімічних показників	Еудомінанти (>30,0%)	Домінанти (10,1–30,0%)	Субдомінанти (3,1–10,0%)	Рецеденти (1,1–3,0%)	Еурецеденти (<1,0%)
<b>Ділянки з активною лісогосподарською діяльністю</b>					
Індикатори сирості нижніх шарів ґрунту					гірчак земноводний (1)
Індикатори застійної вологи в орному шарі ґрунту		мітлиця повзуча (15)			
Індикатори засоленості ґрунту	конюшина суницевидна (40)	покісниця розставлена (15)			
<b>Контроль</b>					
Рослини-індикатори низької агрохімічної якості ґрунтів	не виявлено (0)				

**Примітка:** \* у дужках вказано відсоток домінування видів рослин-індикаторів.

Оскільки було встановлено, що на території контрольної ділянки фітоіндикатори низької агрохімічної якості ґрунту були відсутні, то можна стверджувати, що негативний вплив активної лісогосподарської діяльності є локальним.

Із збільшенням потужності лісогосподарської діяльності підвищується й рівень домінування видів рослин-фітоіндикаторів, що також є підтвердженням залежності агрохімічної якості ґрунтів від негативного впливу діяльності лісогосподарств (рис. 3.4).

Таким чином, біотестування – простий та інформативний спосіб екологічної оцінки, який дозволяє виявити проблеми на початкових їх стадіях виникнення.

За допомогою використання тесту за ростом коренів цибулі можна отримати повніші результати, проте всі отримані результати описують загальний рівень токсичності, яка викликана негативним впливом антропогенної діяльності на ґрунт.

### **3.3. Біоіндикація стану атмосферного повітря за допомогою *Robinia pseudoacacia* L.**

Для дослідження стану повітря в зоні активної лісогосподарської діяльності використовували фітоіндикатор *Robinia pseudoacacia* L.

У бобах акації, які були відібрані на дослідній ділянці у 2021 році відсоток зрілого насіння становить 28,8 %, в той час як на контрольній ділянці 73,77 %, у 2022 році 46,6 % і 75,6 % відповідно (рис. 3.4).

Усереднені дані за 2021 – 2022 рр. показали, що у бобах акації, які були відібрані у зоні активної лісогосподарської діяльності відсоток зрілого насіння становить 37,7 %, в той час на контрольній ділянці 74,7 %, що свідчить про вплив на рівень забруднення атмосферного повітря.



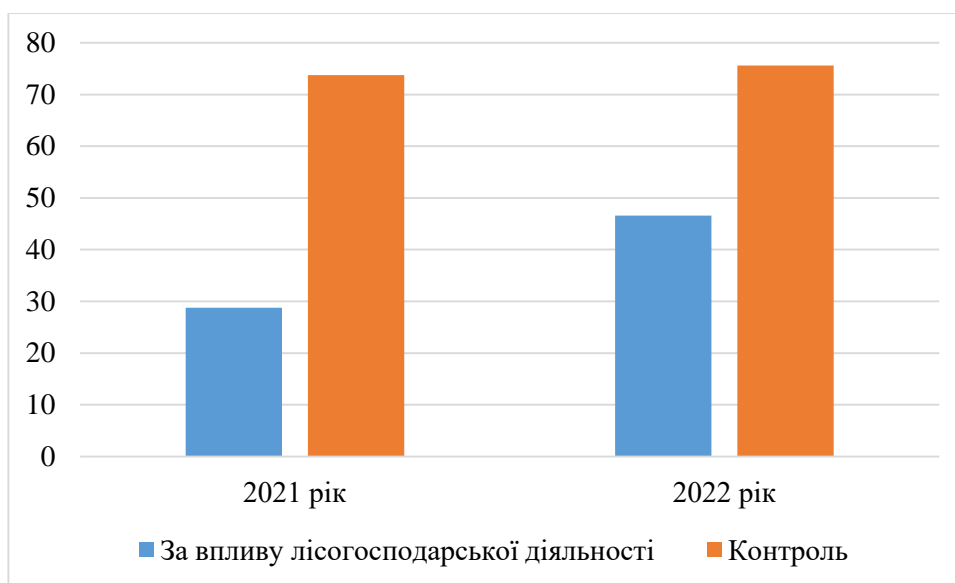


Рис. 3.4. Відсоток зрілого насіння бобів робінії звичайної *Robinia pseudoacacia L.* (2021– 2022 рр.)

Таким чином, відповідно до результатів досліджень, встановлено наявний негативний вплив на стан атмосферного повітря на території активної лісогосподарської діяльності.

### 3.4. Дослідження стерильності пилку рослин-біоіндикаторів в зоні активної лісогосподарської діяльності

В якості фітоіндикаторів було обрано звіробій звичайний *Hypericum perforatum L.* та деревій степовий *Achillea stepposa Klok.*

Отримані результати досліджень свідчать про те, що показники значень умовного показника ушкодженості у клітинах пилку *Hypericum perforatum L.* змінюються від 0,93 до 1,50 на території активної лісогосподарської діяльності, та від 0,33 до 0,60 у варіанті контролю.

Значення інтегрального показника ушкодженості пилку *Hypericum perforatum L.* на території лісогосподарської діяльності становив 1,12, що свідчить про значний антропогенний вплив на навколишнє природне

середовище. Значення умовного показника ушкодженості клітин пилку *Achillea stepposa* Klok. змінювалися в межах від 0,91 до 1,03 на території активної лісогосподарської діяльності та від 0,24 до 0,35 на території контролю (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

**Оцінка екологічного стану навколишнього середовища за тестом  
«Стерильність пилку рослин біоіндикаторів»**

Місце відбору зразків	Біоіндикатор	ІУПУ
Ділянка активної лісогосподарської діяльності	<i>Hypericum perforatum</i> L.	1,12
Контроль	<i>Hypericum perforatum</i> L.	0,46
Ділянка активної лісогосподарської діяльності	<i>Achillea stepposa</i> Klok.	0,97
Контроль	<i>Achillea stepposa</i> Klok.	0,29

Основним показником значного антропогенного впливу на біогеоценоз є показники отриманих значень інтегрального варіанту для рослин-біоіндикаторів на території активної лісогосподарської діяльності (0,97). Показники отриманих результатів дають підстави стверджувати, що рівень ушкодженості екосистем «високий» на території активної лісогосподарської діяльності.

### 3.5. Біоіндикація стану атмосферного повітря за допомогою сосни звичайної *Pinus sylvestris* L.

Об'єктом наших досліджень були соснові насадження, що зазнавали впливу антропогенної діяльності в умовах рубок головного користування лісгосподарства.

У досліджуваних зонах проводили відбір хвої з п'яти дерев на 4 дослідних ділянках, працювали з середніми показниками, тобто оцінювали середні значення морфометричних показників на території активної лісгосподарської діяльності та на території контролю.

Візуальний аналіз матеріалу для досліджень сосни звичайної показав, що поблизу джерела активної лісгосподарської діяльності на хвої присутні характерні пошкодження у вигляді світло-зелених плям, некротичних точок та всихання.

Отримані дані свідчать про те, що в зоні проведення активної лісгосподарської діяльності відсоток хвої з некротичними плямами та ознаками всихання становив близько 35 %, а на контрольній ділянці – 5 % у 2021 році та 30 % і 0 % у 2022 році відповідно.

За даними проведених досліджень, простежується зниження показників абсолютних величин довжини хвої в насадженнях з наближенням до зони впливу активної лісгосподарської діяльності.

Окрім того, відмічається збільшення кількісної характеристики хвої на пагоні, що теж свідчить про певний рівень забруднення атмосферного повітря довкола зони ведення активної лісгосподарської діяльності (табл. 3.4.).

**Морфометричні показники сосни звичайної на території активної  
лісогосподарської діяльності**

№ п/п	Кількість хвоїнок на 10 см, шт.	Вага 1000 хвоїнок, г	Некрози	
			%	Тип некрозу
1.	292	10,18	4	верхівкові
2.			5	бокові
3.			-	-
4.			3	бокові
5.			-	-
6.			-	-
7.			-	-
8.			1	бокові
9.			-	-
10.			2	бокові
11.			20	бокові
12.			-	-
13.			-	-
14.			2	бокові
15.			-	-
16.			-	-
17.			-	-
18.			-	-
19.			-	-
20.			-	-

Нижчі значення визначеного показника ваги хвоїнок абсолютно сухої (9,48) на території впливу активної діяльності лісового господарства також показують негативний вплив на рослини *Pinus sylvestris* L., оскільки на території контрольної ділянки значення даного показника було значно вищим 18,32.

**Морфометричні показники *Pinus sylvestris* L. на території контрольної ділянки**

№ п/п	Довжина хвої, мм	Ширина хвої, мм	Кількість хвоїнок на 10 см, шт.	Вага 1000 хвоїнок, г	Некрози	
					%	Тип некрозу
1.	115	2	154	16,72	1	Верхівкові
2.	115	2			-	-
3.	116	2			-	-
4.	107	2			-	-
5.	113	2			-	-
6.	107	2			-	-
7.	109	2			-	-
8.	111	2			-	-
9.	120	2			-	-
10.	120	2			-	-
11.	115	2			-	-
12.	115	2			-	-
13.	114	2			-	-
14.	114	2			-	-
15.	100	2			-	-
16.	106	2			-	-
17.	107	2			-	-
18.	106	2			-	-
19.	115	2			-	-
20.	114	2			-	-

За даними проведених досліджень встановлено, що зоні активної лісогосподарської діяльності пучки хвої були більш зближені, а їх кількість на 10 см пагона більша, ніж в чистій зоні.

Загалом, визначені морфометричні показники хвої варіюювали у широкому діапазоні числових значень, при цьому показник рівня їх некротичного ушкодження став найбільш інформативною біоіндикаційною ознакою.

### 3.6. Оцінка стану навколишнього природного середовища за індексами біорізноманіття

Стан угруповань ентомофауни оцінювали за розрахунковими параметрами екологічних індексів: видового багатства Маргалефа, різноманіття Шеннона, домінування Сімпсона та вирівняності Пієлу; таксономічного різноманіття та складності угруповань комах.

Індекс видового багатства Маргалефа угруповань комах на території лісгосподарської діяльності у 2018 році змінювався в межах від 1,80 до 2,84, а на території контрольної ділянки – від 2,38 до 4,26. Максимальні значення даного показника виявлені на початку червня на території контрольної ділянки (4,26), а найменше значення на території лісгосподарської діяльності в кінці вересня (1,80).

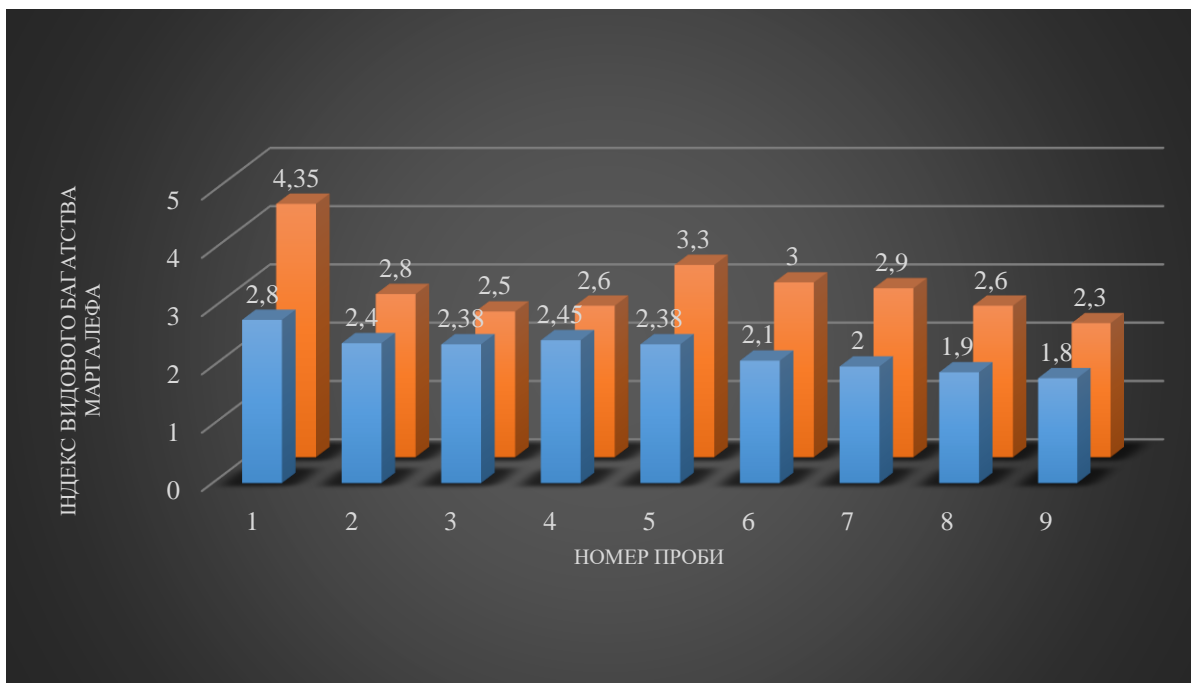


Рис. 3.5. Показники індексу видового багатства Маргалефа на території лісгосподарської діяльності та контролю (сині значення – активна лісгосподарська діяльність, оранжеві – контроль)

Індекс видового багатства Маргалєфа угруповань ентомофауни на території активної лісгосподарської діяльності змінювався в межах від 2,26 до 2,71, а у варіанті контролю – від 2,76 до 3,65.

Показник значення індексу видового різноманіття Шеннона ( $H_i$ ) угруповань комах в зоні лісгосподарської діяльності коливався від 1,52 до 2,04, а на території контролю від 1,78 до 2,43. Максимальні значення індексу видового різноманіття комах були встановлені на початку червня на території контрольної ділянки (2,43), а найменші показники значень на території активної лісгосподарської діяльності в кінці вересня (1,52).

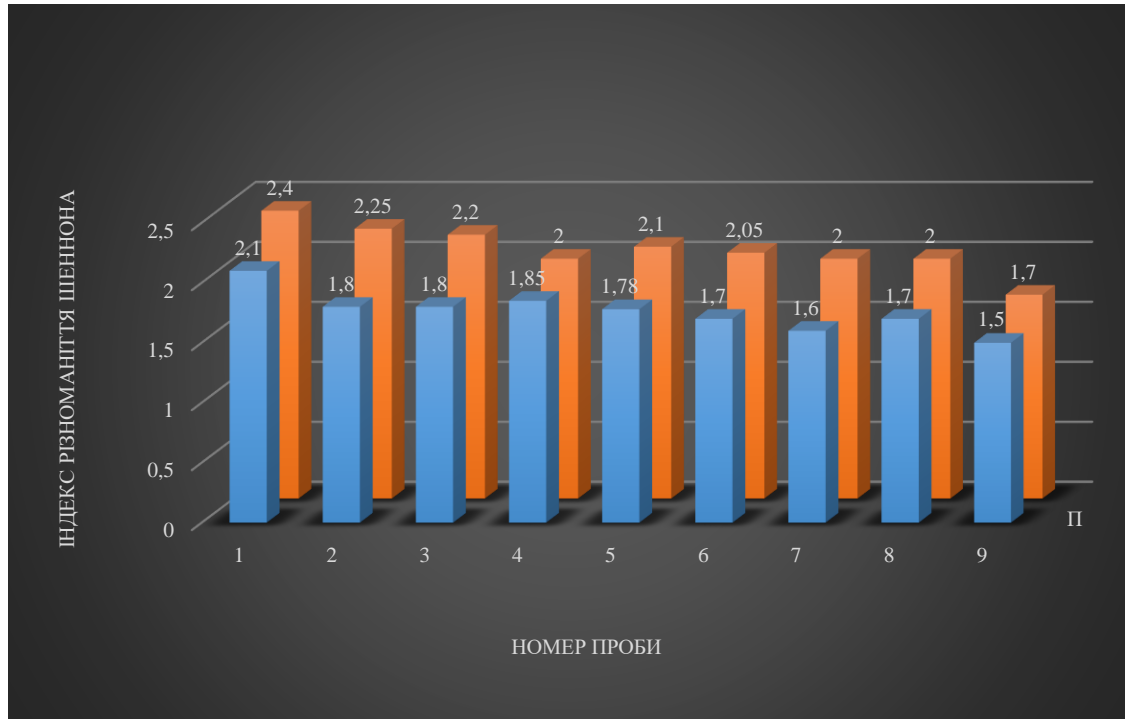


Рис. 3.6. Показники індексу біорізноманіття Шеннона на території лісгосподарської діяльності та контролю (сині значення – активна лісгосподарська діяльність, оранжеві – контроль)

Середнє значення індексу домінування Сімпсона угруповань ентомофауни змінювався 0,17 до 0,27 на території активної лісогосподарської діяльності та коливався від 0,13 до 0,24 на території контролю.

Інші варіанти розрахункових індексів були мало інформативними.

Отримані результати досліджень дають підстави стверджувати, що активна лісогосподарська діяльність негативно впливає на рівень біорізноманіття комах, оскільки було відмічено досить низький рівень значень індексів біологічного різноманіття на території ведення активної лісогосподарської діяльності в порівнянні з контролем.

Враховуючи той факт, що показник біорізноманіття є основою структурної і функціональної організації живої речовини у біосфері, рівень його подальшого скорочення призводить до ряду екологічних проблем з подальшими непередбачуваними наслідками, що можуть спричинити дестабілізацію біоти в екологічних системах, загибель фауни та флори не тільки на території ведення активної лісогосподарської діяльності, але і за її межами, що призведе до значних порушень рівноваги екосистем.



## ВИСНОВКИ

В процесі проведених досліджень щодо екологічного впливу лісогосподарської діяльності на стан атмосферного повітря та ґрунту було встановлено:

3. Із збільшенням потужності лісогосподарської діяльності підвищується й рівень домінування видів рослин-фітоіндикаторів, що також є підтвердженням залежності агрохімічної якості ґрунтів від негативного впливу діяльності лісогосподарств.

4. Отримані результати досліджень дають підстави стверджувати, що активна лісогосподарська діяльність негативно впливає на рівень біорізноманіття комах, оскільки було відмічено досить низький рівень значень індексів біологічного різноманіття на території ведення активної лісогосподарської діяльності в порівнянні з контролем.

Враховуючи той факт, що показник біорізноманіття є основою структурної і функціональної організації живої речовини у біосфері, рівень його подальшого скорочення призводить до ряду екологічних проблем з подальшими непередбачуваними наслідками, що можуть спричинити дестабілізацію біоти в екологічних системах, загибель фауни та флори не тільки на території ведення активної лісогосподарської діяльності, але і за її межами, що призведе до значних порушень рівноваги екосистем.

Таким чином, біотестування – простий та інформативний спосіб екологічної оцінки, який дозволяє виявити проблеми на початкових їх стадіях виникнення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бессонова В.П.,ФендюкЛ.М., ПересипкінаТ.М. Можливості використання декоративних квіткових рослин для фітоіндикації забруднення навколишнього середовища. Український Ботанічний Журнал. 1996. Т. 53.№3. С. 224–229.
2. Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління. К.: Наук. думка , 1999. 704 с.
3. Бурда Р.І.,Созінов О.О. Моніторинг біологічної різноманітності в агроекосистемах. Агроєкологія та біотехнологія. 1999. Вип. 3. С. 9–19.
4. Бурлака В.,Хом'як В. Екосистемологічна оцінка природних пасовищ.Тваринництво України. 2007. № 11. С. 13–14.
5. Войцицький А.П., СкрипниченкоС.В. Нормування антропогенного навантаження на природне середовище: Навч. посіб. Житомир: ЖДТУ, 2007. 201 с.
6. Вплив забруднення на стан земельних ресурсів (Земельні ресурси України). За ред. В.В. Медведєва, Т.Л. Лактионової. Київ: Аграрна наука, 1998.
7. Герман В.В. Екологічний моніторинг довкілля при виробництві птахівничої продукції / В.В. Герман, О.В. Тертична, С.В. Ященко, О.І. Мінералов. Науковий вісник Львівського НУВМ ім. Гжицького. Т. 10, № 4(39). 2008. С. 49–55.
8. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами): ДСП–201–97 від 09.07.1997 р. [Електронний ресурс]. Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=30150](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=30150).
9. Дідух Я.П. Основи біоіндикації: Наукове видання. К.: Наукова думка, 2012. 344 с.

10. Дрозда В.Ф. Біоценологічне обґрунтування інтегрованого захисту плодового саду від шкідників в Лісостепу України: Автореф. дис... д-ра с.-г. наук: 03.00.09/ НАУ / В.Ф. Дрозда. К., 2001. 45 с.
11. Дубин О.М. Екологічний моніторинг якості води джерел нецентралізованого водопостачання у зоні впливу тваринницького комплексу / О.М. Дубин, О.В. Василенко. Вісник Уманського національного університету садівництва. 2006. №1. С. 16–19.
12. Екологічний стан ґрунтів України / С.А. Балюк, В.В. Медведєв, М.М. Мірошниченко та ін. // Український географічний журнал. 2012. № 2. С. 38–42.
13. Збереження біорізноманіття у зв'язку із сільськогосподарською діяльністю / В.А. Соломаха, А.М. Малієнко, Я.І. Мовчан, Ю.М. Скурятін. К., 2005. 123 с.
14. Збереження біорізноманіття України: Друга національна доповідь / Міністерство екології та природних ресурсів України. К.: Хімджест, 2003. 112 с.
15. Казаков Є.О. Методологічні основи постановки експерименту з фізіології рослин / Є.О.Казаков. Київ: Фітосоціоцентр, 2000. 272 с.
16. Карпець В.Г. Відмінності таксономічної структури агрофітоценозів і рослинних угруповань узбіччя штучного лісу / В.Г. Карпець, Е.О. Євтушенко // Матеріали I Міжнар. науково-практичної конф. студентів та молодих вчених «Проблеми природокористування та охорони рослинного і тваринного світу». Кривий Ріг, 2004. С. 99 – 101.
17. Кобеньок Г.В. Збереження біорізноманіття, створення екомережі та інтегроване управління річковими басейнами: Посібник для вчителів і громадських природоохоронних організацій / Г.В. Кобеньок, О.П. Закорко, Г.Б. Марушевський. Київ: Wetlands International Black Sea Programme, 2008. 200 с.
18. Костишин С.С. Чотири важливі принципи ефективного біомоніторингу / С.С. Костишин, С.С. Руденко. Матеріали наук.-практ. конф. «Екологічна безпека: моніторинг, оцінка ризику, перспективні природоохоронні

технології». Львів: Держ. упр. охорони навкол. природ. середовища у Львівській області, 2007. С. 11 –13.

19. Куценко А.М. Охорона довкілля в сільському господарстві / А. М. Куценко, В. Н. Писаренко. К.: Урожай, 1999. С. 66–71.

20. Кучерявий В.П. Екологія / В.П. Кучерявий. Львів: Світ, 2000. 500 с.: іл.. Бібліогр.: с. 480.

21. Лаптев О.О. Екологічна оптимізація біогеоценологічного покриву в сучасному урболандшафті. К.: 1998. 208 с.

22. Лісовий М.М. екологічна функція ентомологічного різноманіття. Фауна комах-фітофагів деревних і чагарникових насаджень Лісостепу України: Монографія / М.М. Лісовий, В.М. Чайка. Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2008. 284 с.

23. Лісовий М.М. Ентомологічне біорізноманіття комах-герпетобіонтів агроландшафтів лісостепу України / М.М. Лісовий, В.М. Чайка, Н.Г. Бялковська. Екологія. Наукові праці, випуск 138, Т. 150. 2011. С. 55–59.

24. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи на тему: «Оцінка токсичності атмосферного повітря за тестом „Стерильність пилку рослин з дисциплін „Біоіндикація" та „Цитогенетичний моніторинг довкілля" для студентів напряму підготовки 6.040106 Екологія і охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування / Упоряд.: А.І.Горова, С.А.Риженко, А.В.Павличенко, О.О.Борисовська, І.Г.Миронова. Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2007. 25 с.

25. Патица В.П. Перспективи використання, збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні / В.П. Патица, В.А.Соломаха, Р.І. Бурда та ін. К.: Хімджест, 2003. 256 с.

26. Руденко С.С. Загальна екологія: практичний курс: Навчальний посібник : У 2-х ч. Частина 1. / С.С. Руденко, С.С. Костишин, Т.В. Морозова. Чернівці: Книги – XXI, 2008. 308 с.

27. Руденко С.С. Порівняльно-екологічне дослідження рослинності двох екстремальних біотопів Українських (Марамурешських) Карпат / С.С. Руденко, В.І. Чопик, С.С. Костишин, М.М. Марченко. Доп. НАН України. 2002. № 7. С. 198–205.
28. Самойлов В.Ю. Моніторинг як засіб встановлення екологічних пріоритетів і порівняльної оцінки ризиків / В.Ю. Самойлов. Екологічний вісник 2007. № 3. С. 6–8.
29. Сумароков О. М. Твердокрилі (Coleoptera) як показник відновлення екологічного потенціалу біогеоценозів Степу України при зменшенні пестицидних навантажень: автореф. дис... д-ра біол. наук: 03.00.16 / Дніпропетровський національний ун-т. Д., 2008. 36с.
30. Федоренко В. П. Видова структура угруповань турунів у типовому агроландшафті Центрального Лісостепу / В. П. Федоренко, С.В. Карлащук. Захист рослин. 2003. №10. С. 6 – 8.
31. Федоренко В.П. Ентомокомплекси в агробіоценозах зерно-бурякової сівозміни Центрального Лісостепу / В.П. Федоренко, С.В. Карлащук. Карантин і захист рослин. 2004. №9. С. 5 – 7.
32. Філик Р.А. Загальна характеристика фауни безхребетних / Р.А. Філик, В.Б. Різун // Біогеоценози заповідника "Розточчя" і розробка наукових основ їх охорони (Літопис природи) / Природний заповідник "Розточчя". Український державний лісотехнічний університет. Івано-Франкове, 1999. Кн.12. С. 128 – 159.