

Міністерство освіти і науки України
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка
Природничо-економічний факультет
Кафедра біології та екології

Кваліфікаційна робота
магістра

з теми: **«ПОРІВНЯЛЬНА БІОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА ДЕЯКИХ
ТЕРИТОРІЙ КАМ'ЯНЕЦЬ-ПОДІЛЬСЬКОГО РАЙОНУ З
ВИКОРИСТАННЯМ *PINUS SYLVESTRIS* L.»**

Виконав:
здобувач вищої освіти
В1-М22 групи
спеціальності 091 Біологія
Куракін Андрій Михайлович

Керівник: **Григорчук І.Д.**,
кандидат біологічних наук, доцент
кафедри біології та екології

Рецензент: **Оптасюк О.М.**,
кандидат біологічних наук, доцент
кафедри біології та екології

Кам'янець-Подільський – 2023 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	6
1.1 Особливості біоіндикаційних досліджень на сучасному етапі	6
1.2 Особливості індикації стану навколишнього середовища за допомогою <i>Pinus sylvestris</i> L.	13
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	22
2.1 Біологічні особливості <i>Pinus sylvestris</i> L	22
2.2 Характеристика території дослідження.....	23
2.3 Методика дослідження.....	26
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	30
3.1 Аналіз морфометричних показників <i>Pinus sylvestris</i> L. на досліджуваних пробних площах	30
3.2 Аналіз ушкоджень та засихань хвої <i>Pinus sylvestris</i> L. на досліджуваних ділянках.....	32
3.3 Аналіз життєвого стану <i>Pinus sylvestris</i> L. на досліджуваних ділянках.	36
3.4 Узагальнення результатів дослідження біоіндикаційної оцінки деяких територій Кам'янець-Подільського району з використанням <i>Pinus sylvestris</i> L.	37
ВИСНОВКИ.....	39
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	42

ВСТУП

Актуальність теми. Рослини, як продуценти екосистеми, впродовж життєвого циклу знаходяться під впливом трьох середовищ: ґрунтового, водного та повітряного. Вони найбільш повно відображають увесь спектр впливів на систему «рослина-навколишнє середовище». За реакцією рослинних організмів на вплив факторів середовища можна оцінювати його стан та прогнозувати зміни. У зв'язку із погіршенням стану навколишнього середовища такі дослідження є актуальними, оскільки дозволяють вивчати та контролювати рівень забруднення довкілля. Це методи біоіндикації, зокрема за участю рослин – фітоіндикації [2, 6].

Особливе місце серед біоіндикаційних методів дослідження природних процесів і антропогенних впливів займає дендроіндикація як метод оцінки стану і змін навколишнього середовища під впливом екологічних факторів за «реакцією-відповіддю» деревних рослин. Метод дендроіндикації поєднує в собі можливості щодо вирішення різнопланових і міждисциплінарних задач від оцінювання впливу викидів промислових підприємств або автомобільного транспорту на стан деревних насаджень до впливу геліофізичних і астрофізичних чинників на стан екосистем [6, 9].

Найбільш чутливими з вищих рослин до змін середовища, пов'язаних із впливом антропогенних факторів, зокрема, атмосфери, вважаються хвойні [6, 12]. Хвойні дерева слугують індикаторами різних типів забруднюючих речовин і тому використовуються в біоекологічних дослідженнях. Використання хвойних дає можливість проводити біоіндикацію на різних за площею територіях та отримувати інформацію про стан навколишнього середовища в екосистемах різного рангу та характеру. Особлива біоіндикаційна цінність хвойних рослин полягає в тому, що вони можуть слугувати індикаторами протягом року [4, 29]. Найкраще серед хвойних в якості біоіндикатора підходить сосна звичайна (*Pinus silvestris L.*). По перше, вона серед хвойних рослин є однією з найбільш чутливих до стану

атмосферного повітря. По друге, сосна поширена на більшій частині лісової зони Євразії. Зручність вибору сосни для проведення досліджень також пов'язана з тим, що сосна – вічнозелена рослина, що істотно спрощує спостереження [18]. *P. sylvestris* через свою чутливість до атмосферного забруднення сьогодні прийнята як «еталон біодіагностики».

Саме тому **метою нашої роботи** є порівняльна біоіндикаційна оцінка деяких територій Кам'янець-Подільського району з використанням *Pinus sylvestris* L.

Для досягнення мети були поставлені такі **завдання**:

- З'ясувати особливості біоіндикаційних досліджень на сучасному етапі;
- Проаналізувати особливості індикації стану навколишнього середовища за допомогою *P. sylvestris* L.;
- Проаналізувати морфометричні показники *P. sylvestris* на досліджуваних пробних площах;
- Проаналізувати ступінь ушкоджень та засихань хвої *P. sylvestris* на досліджуваних ділянках;
- З'ясувати життєвий стан *P. sylvestris* на досліджуваних ділянках Кам'янець-Подільського району.

Об'єкт дослідження – *Pinus sylvestris* L., як індикатор стану навколишнього середовища.

Предмет дослідження – біоіндикаційна оцінка деяких територій Кам'янець-Подільського району з використанням *Pinus sylvestris* L.

Під час досліджень нами були використані такі **методи дослідження**: таксономічні (закладання пробних площ); біометричні (визначення морфометричних показників дерев), аналітичні, методи математичної статистики, порівняння та узагальнення отриманих результатів. В процесі виконання роботи дотримувалися правил з техніки безпеки та охорони праці [8].

Практичне значення одержаних результатів. Отримані результати можуть бути використані під час викладання природничих дисциплін у закладах освіти.

Апробація результатів дослідження. Отримані результати були представлені та обговорені під час наукової конференції серед студентів та магістрантів, яка відбулася у 2023 році в місті Кам'янець-Подільський за підсумками науково-дослідницької роботи в 2022-2023 роках.

Структура роботи. Структура кваліфікаційної роботи включає в себе вступ, три розділи, висновки та перелік використаних джерел, який містить 51 найменування. Загальний обсяг роботи становить 48 сторінок.

ВИСНОВКИ

1. Не дивлячись на численні біоіндикаційні дослідження, на сьогоднішній день ці методи вивчення стану навколишнього середовища не втрачають актуальності. Біоіндикація є досить ефективною при оцінці екологічного стану території, оскільки живі системи дуже чутливі до змін зовнішнього середовища і мають властивість реагувати раніше, ніж ці зміни стануть очевидними. Переваги біоіндикації полягають в тому, що цей метод підсумовує всі біологічно важливі дані про навколишнє середовище і відображає його стан в цілому; вказує шляхи та місця скупчення в екосистемах різного роду забруднень; дозволяє судити про ступінь шкідливості речовин для живої природи.
2. Хвойні дерева, зокрема *P. sylvestris* відзначаються високою чутливістю до забруднюючих речовин, і, відповідно, широко використовуються в сучасних біоіндикаційних дослідженнях. Застосування хвойних видів надає можливість проводити біоіндикацію на різних територіях з різною площею та отримувати інформацію про стан навколишнього середовища у різних екосистемах за їхнім рангом і характером. Особливий біоіндикаційний потенціал хвойних рослин полягає в тому, що вони можуть слугувати індикаторами протягом усього року.
3. Найхарактернішими проявами негативного впливу забруднюючих речовин і біоіндикаційними параметрами для *P. sylvestris*, зокрема газового складу атмосферного повітря, є поява некрозів і хлорозів різного типу, скорочення довжини хвої, зменшення товщини пагонів, розміру шишок, а також зменшення частоти та розміру бруньок, а також виникнення незвичайного типу галуження. Ці зміни з часом призводять до трансформації форми та розмірів крони, що супроводжується втратою декоративності хвойних дерев.

4. Морфометричні показники *P. sylvestris* можуть вказувати на несприятливі умови зростання, а, отже, і незадовільний стан навколишнього середовища. Встановлено, що найбільш сприятливими умовами для *P. sylvestris* характеризується пробна площа 1, що в околицях сіл Великозалісся та Малозалісся, тоді як пробні площі 4 і 5, що в околицях с. Сурженці та с. Сокіл, відповідно, характеризуються несприятливими умовами для сосни звичайної.
5. Наявність хлорозів та некрозів у *P. sylvestris* на досліджуваних пробних площах вказує на дію несприятливих чинників середовища, в тому числі антропогенних. При цьому найменшого впливу зазнають сосни на ПП 1 (в околицях сіл Великозалісся та Малозалісся), а найбільшого – на ПП 4 та ПП 5 (в околицях с. Сурженці та с. Сокіл відповідно). Встановивши залежність між КУ та КЗ хвої і класами забруднення повітря, показано, що відносно чисте повітря характерне для ПП 1 (околиці сіл Великозалісся і Малозалісся), помірно забруднене повітря для ПП 2 і ПП 3 (територія санаторію «Україна», що в межах с. Маків та околиці с. Боришківці відповідно), брудне та дуже забруднене – для ПП 4 і ПП 5 (околиці с. Сурженці та с. Сокіл відповідно).
6. За життєвим станом *P. sylvestris* на ПП 1 характеризувалися, як ослаблені, на ПП 2, ПП 3, ПП 4 та ПП 5 – як ті, що засихають. Такі результати дослідження вказують, що присутній вплив несприятливих чинників навколишнього середовища на сосну звичайну, що викликає їх всихання.
7. Отримані результати досліджень вказують на те, що *P. sylvestris* в умовах Національного природного парку «Подільські Товтри» зростає у несприятливих для неї умовах. Тому, ймовірно, біоіндикаційна оцінка деяких територій Кам'янець-Подільського району з використанням *P. sylvestris* не може бути використана з

огляду на вплив низки несприятливих біотичних та абіотичних чинників та не може бути об'єктивним біоіндикатором антропогенних факторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агурова І. В., Прохорова С. І. Моніторинг стану рослинного покриву техногенних земель: популяційний та морфологічний аспекти. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2014. С. 249-262.
2. Алексеева Т.М. Біоіндикація як метод екологічної оцінки стану природного навколишнього середовища. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського* **2014**, Випуск 2 (85), с 166-171.
3. Андреева В.В. Стан сосни звичайної в умовах посиленого антропогенного тиску. *Науковий вісник НЛТУ України* **2013**, Вип. 23.17, с 14-21.
4. Ащеулова І.П. Біоекологічні особливості сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в умовах міської екосистеми (на прикладі м. Глухова). В *Біологічні, медичні та науково-педагогічні аспекти здоров'я людини: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції*: Полтава: Астроя, 2018; с 188-190.
5. Ащеулова І.П. Біоекологічні особливості сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в умовах міської екосистеми (на прикладі міста Глухова). В *Молодь. Наука. Природа* : матеріали II Всеукраїнської наукової конференції-конкурсу, м. Суми, 22 квітня 2021, Суми: ФОП Цьома С. П., 2021; с 42.
6. Барабаш О.В. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря методом дендроіндикації. *Екологічні науки* **2019**, № 4(27), с 102-108.
7. Глухов О. З., Прохорова С. І. Індикація стану техногенного середовища за морфологічною мінливістю рослин. *Промислова ботаніка*. 2008, с 3–4.
8. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: підручник. К.: Каравела, 2011.

9. Горова А.І., Кулина С.Л., Шкреметко О.Л. Про використання дендроіндикації при оцінці стану повітряного басейну Червоноградського гірничопромислового регіону за допомогою сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). <http://eco.com.ua/content/pro-vikoristannya-dendroindikatsii-pri-otsintsi-stanu-povitryanogo-baseinu-chervonogradskogo> (дата звернення: 25.09.2023).
10. Грицак Людмила, Барна Ірина, Кодлюк Ірина, Сельська Ірина, Юлія Сплавінська, Христина Сукар, Сергій Барна. Біоіндикаційні методи для потреб системного аналізу якості довкілля. *Конструктивна географія і геоecологія Наукові записки* **2017**, №2, с 153-165.
11. Дідух П.Я. *Основи біоіндикації*, К.: Наукова думка, 2012; 344 с.
12. Драган Н.В. Порухення морфогенезу і типової організації вегетативних пагонів сосни в техногенно змінених екотопах. *Питання біоіндикації та екології* **2002**, с 116-128.
13. Запольський А.К. Моніторинг довкілля : підручник. Кам'янець-Подільський : ПП «Медобори», 2006. Том 1.
14. Кейван М., Тертична О., Кейван О., Масберг І. Стан хвойних рослин (на прикладі сосни звичайної *Pinus sylvestris* L.) у зоні розташування птахофабрики. *Вісник Львівського університету. Серія біологічна* **2013**. Випуск 61, с 104-109.
15. Клименко В. Г., Цигічко О.Ю. *Забруднення атмосферного повітря*. Харків: ХНУ ім. В.Н. Каразіна, 2010.
16. Клименко М. О., Прищепа А. М., Вознюк Н. М. *Моніторинг довкілля: навч. посібник*. Рівне: УДУВГП, 2004.
17. Клименко М. О. *Моніторинг довкілля*, К.: Академія, 2006.
18. Коваленко Альона. Оцінка морфологічних ознак вегетативних та репродуктивних органів сосни звичайної в районах з різним ступенем антропогенного навантаження промислового міста. В *Збірник наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених*

- «Молода наука-2017»: Запорізький національний університет, Запоріжжя : ЗНУ, 2017. Т.4, с 63-64.
19. Козловська Т. Ф., Никифоров В. В. Рослинний покрив як тест-об'єкт оцінки ступеня екологічного ризику забруднення атмосферного повітря прикар'єрних територій. *Вісн. КрНУ ім. Михайла Остроградського* **2011**. Вип. 42(69), Ч. 1, с 49–45.
 20. Корж О.П., Дубовік О.С., Дубова О.В. Стан сосни кримської у м.Запоріжжя. *Актуальні питання біології, екології та хімії* **2016**, Том 11, №1, с 67-81.
 21. Коцун Л.О., Кузьмішина І.І., Коцун Б.Б., Тимчій А.О. Еколого-біологічні особливості *Pinus sylvestris* L. в умовах урбогенного середовища міста Луцька.https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/10433/3/%D0%9A%D0%BE%D1%86%D1%83%D0%BD_%D0%9A%D1%83%D0%B7%D1%8C%D0%BC%D1%96%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B0_%D0%9A%D0%BE%D1%86%D1%83%D0%BD_%D0%A2%D0%B8%D0%BC%D1%87%D1%96%D0%B9.pdf (дата звернення: 25.10.2023).
 22. Лакида П.І., Терентьев А.Ю., Василишин Р.Д. *Штучні соснові деревостани Полісся України – прогноз росту та продуктивності*. Монографія. К.: ФОП Майдаченко І.С., 2012.
 23. Лаптев О. О. *Екологічна оптимізація біогеоценотичного покриття в сучасному урболандшафті*. К.: Укр. екол. акад. наук, 1998.
 24. Левон Ф.М. Дослідження та оцінка особливостей росту сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) у зв'язку з промисловим забрудненням середовища. *Науковий вісник НАУ. Лісівництво*. К., **2000**. Вип. 27, с 158–168.
 25. Лівкович В.О., Муж Г.В. Біоіндикація забруднення атмосферного повітря за станом *Pinus sylvestris* L. с 40–42. <http://eprints.zu.edu.ua/26937/1/Levkovych.pdf> (дата звернення: 25.07.2023).

26. Ліси Хмельниччини. Науково-популярне видання. Тимощук О.О., Зведенюк М. А., Климчук В. В., Хмельницький: ТзОВ «Поліграфіст», 2017.
27. Ліснічук А. М. Сучасні методичні підходи в оцінці стану природних популяцій *Pinus sylvestris* L. в районі Кременецького горбогір'я. *Науковий вісник ЛНАУ*, **2013**, 50, с 38-43.
28. Лисиця А.В. Біоіндикація і біотестування забруднених територій. Методичні рекомендації до самостійного вивчення дисципліни. Рівне: Дока-центр, 2018. 94 с.
29. Лук'яненко Н.С. Експрес-оцінка забруднення атмосферного повітря лісового біогеоценозу за станом хвої *Pinus sylvestris* L. В *Освіта, наука та виробництво: розвиток та перспективи*: матеріали IV Всеукраїнської науково-методичної конференції, м. Шостка, 18 квітня 2019 року. Суми : Сумський державний університет, 2019, с 110-113.
30. Любінська Л.Г., Одукалець І.О., Мусієнко М.М. Особливості насаджень *Pinus sylvestris* L. в НПП «Подільські Товтри». *Біологічні системи*. **2010**, Т. 2. Вип. 4, с 63-66.
31. Миленка М.М. Використання деревних видів для діагностики екологічного стану довкілля урбанізованих територій. *Лісівництво і агролісомеліорація* **2008**, УкрНДІЛГА: Харків, Вип. 114, с 111-114.
32. Нечитайло В. А., Кучерява Л. Ф. *Ботаніка. Вищі рослини*, Київ : Фітосоціоцентр, 2005; 432 с.
33. Одукалець І.О., Мусієнко М.М. Стан видів роду *Pinus* L. в залежності від вмісту елементів мінерального живлення в Національному природному парку «Подільські Товтри». *Біологічний вісник МДПУ* **2012**. №2, с 108-115.
34. Одукалець І.О., Мусієнко М.М., Ольхович О.П. Дослідження причин всихання *Pinus sylvestris* L. в штучних соснових насадженнях НПП

- «Подільські Товтри». *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка* **2015**, 1(69), с 38-43.
35. Одукалець І.О. Оцінка життєвого стану лісових культур *Pinus sylvestris* L. в Національному природному парку «Подільські Товтри». *Вісник КПНУ імені Івана Огієнка. Серія екологія* **2016**, вип 1, с 184-192.
 36. Одукалець І.О., Мусієнко М.М., Кучинська О.П. Лісотаксаційна оцінка *Pinus sylvestris* L. в штучних фітоценозах Національного природного парку «Подільські Товтри». *Агроекологічний журнал* **2016**, 4, с 25-30.
 37. Одукалець І.О., Коротка І.В., Пашкевич Н.А., Любінська Л.Г., Горбняк Л.Т. Трансформація ксерофітних трав'яних фітоценозів Національного природного парку «Подільські Товтри» під впливом природного поновлення *Pinus sylvestris* L. *Укр. бот. журн.* **2018**, 75(1), с 59-69.
 38. Ольхович О.П., Мусієнко М.М. Фітоіндикація та фітомоніторинг. Фітосоціоцентр. Київ, 2005.
 39. Онищенко В. М. Стан та продуктивність штучних насаджень сосни звичайної, створених на староорних землях Центрального Полісся: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. К., 2004. 20 с.
 40. Панченко С.М. *Основи спостережень за станом довкілля: навчально-методичний посібник*. Суми: Університетська книга, 2013.
 41. Пашкевич Н.А. Адаптаційна мінливість хвої *Pinus sylvestris* L. в екстремальних умовах місцезростання. *Український фітоценологічний збірник*, Київ, **2006**. Сер. С, вип. 24, с 87-95.
 42. Пірогов М.В., Волгін С. О. *Біоіндикаційні дослідження за епіфітною лехінофлорою шпилькових і листяних дерев на західній Україні*. Львів, **2006**, с 86-91.
 43. Природа Хмельницької області. Фізико-географічний нарис. Львів: Вища школа, 1980.

44. Приседський Ю.Г., Лихолат Ю.В. *Адаптація рослин до антропогенних чинників* (підручник для студентів спеціальностей біологія, екологія та середня освіта вищих навчальних закладів), ДонНУ імені Василя Стуса, Вінниця : ТОВ "Нілан-ЛТД", 2017; 98 с.
45. Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. *Загальна екологія: практичний курс*. Частина I. Чернівці: Рута, 2003.
46. Тертична О.В., Бородай В.П., Кейван М.П., Бригас О.П. Фітоіндикація екологічного стану атмосферного повітря в зоні розміщення птахівничого підприємства (на прикладі сосни звичайної *Pinus sylvestris* L.). *Екологія* **2014**, №11 (144), с 28-29.
47. Тимчій А.О., Вагалюк Л.В. Біоіндикація, як метод оцінки та аналізу стану навколишнього природного середовища на прикладі *Pinus sylvestris* L. В *Збірник матеріалів доповідей VII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Екологія – філософія існування людства»*, Київ, квітень 21-23, 2021; Київ, 2021; с 165-167.
48. Федорова Г.В., Гортен А.Г. Визначення стану повітря українських міст за пошкодженнями та усиханням голок сосни звичайної як радіо- та газочутливого біоіндикатора атмосфери. *Матеріали XIX Міжнародної науково-практичної «Екологія. Людина. Суспільство»*, **2016**, Київ, с 58-60.
49. Штиволока М.В., Павлюк С.Д. Фітоіндикація, як один з методів оцінки антропогенного навантаження на урбоекосистему. *«Екологія – філософія існування людства»*, збірник матеріалів доповідей VII міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених 21-23 квітня 2021 р., Київ, 2021; с 172-175.
50. Glibovytska, N. Environmental sustainability and phytomelioration suitability of woody plants in urban ecosystems. *The Journal of V.N.Karazin Kharkiv National University. Series «Biology»*, 28, 12-21.

51. Jager E.J. Indikation von Luftverunreinigungen durch morphometrische Untersuchungen an Hoheren Pflanzen. In: R. Schubert, J. Schuh (Hrsg.). Bioindikation, Teil 3, Kongress und Tagungsberichte der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Wiss. Beiträge. 1980, 43-52.