

Міністерство освіти і науки України  
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
Природничий факультет  
Кафедра екології

## **ДИПЛОМНА РОБОТА**

бакалавра

з теми: **«БІОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ  
М. КАМ'ЯНЦЯ-ПОДІЛЬСЬКОГО З ВИКОРИСТАННЯМ  
*PINUS SYLVESTRIS L.*»**

Виконав: студент Ес011-В16 групи  
Спеціальності 101 «Екологія»

**Логінов Сергій Олександрович**

Керівник:

Григорчук Інна Дмитрівна, кандидат  
біологічних наук, доцент кафедри біології та  
методики її викладання

Рецензент:

Семерня Оксана Миколаївна, доктор  
педагогічних наук, доцент кафедри екології

м. Кам'янець-Подільський – 2020 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 СТАН ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ.....	5
1.1. Аналіз забруднення атмосфери в Україні.....	5
1.2. Проблеми моніторингу якості повітря в Україні .....	11
РОЗДІЛ 2 БІОІНДИКАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ.....	17
РОЗДІЛ 3 <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L. В БІОІНДИКАЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ.....	21
РОЗДІЛ 4 МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	27
4.1 Характеристика урбоекосистеми м. Кам'янця-Подільського.....	27
4.2 Біологічні особливості <i>Pinus sylvestris</i> L.....	28
4.3 Методика дослідження.....	31
4.4 Техніка безпеки при проведенні дослідження.....	34
РОЗДІЛ 5 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	36
5.1 Стан <i>Pinus sylvestris</i> L., що зростала на вул. Князів-Коріатовичів.....	36
5.2 Особливості <i>Pinus sylvestris</i> L., що зростали на вул. Червоноармійській.....	37
5.3 Стан <i>Pinus sylvestris</i> L., що зростали на вул. Молодіжній.....	39
5.4 Порівняльна характеристика стану <i>Pinus sylvestris</i> L. в різних умовах м. Кам'янця-Подільського.....	41
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	46

## ВСТУП

**Актуальність роботи.** Якість навколишнього середовища безпосередньо впливає на здоров'я і самопочуття людини, особливо це гостро стосується атмосферного повітря, через його здатність проникати в інші середовища, а також безпосередньо впливати на організм [5, 16].

На сьогоднішній день забруднення повітря є однією з найважливіших екологічних проблем в усьому світі, особливо гостро це питання стосується міських і промислових територій [15, 16]. Кожна країна світу стикається з проблемами забруднення атмосферного повітря, внаслідок чого виникають питання не тільки про вирішення цих проблем, але перш за все про визначення рівня забруднення [6, 16].

Ступінь чистоти повітря можна визначати багатьма методами, але більшість з них вимагають значних матеріальних і фінансових затрат. На допомогу приходять методи біоіндикації, які мають інтегральний характер та є значно простішими і не потребують значних матеріальних витрат. Найбільш поширеним методом моніторингу стану повітряного середовища є аналіз морфометричних параметрів та показників флуктуаційної асиметрії листкових пластинок судинних рослин [9, 34]. Одним з видів біоіндикаторів, який вдало репрезентує екологічний стан середовища, зокрема, атмосферного повітря є сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L.). Численні дослідження показують, що *P. sylvestris* є вдалим індикатором забруднення довкілля [4, 7, 29, 33, 41, 44]. Сосну звичайну *Pinus sylvestris* L. розглядають як класичний фітоіндикатор забруднення аерополітантами, який чутливо реагує на негативні зміни атмосферного повітря [17, 41].

Тому **метою нашої роботи** є біоіндикаційна оцінка атмосферного повітря м. Кам'янця-Подільського з використанням *Pinus sylvestris* L.

**Завданнями роботи** є:

- Проаналізувати стан забруднення атмосферного повітря в Україні;

- Проаналізувати літературні джерела щодо використання *Pinus sylvestris* L. в біоіндикаційних дослідженнях;
- З'ясувати стан *Pinus sylvestris* L. в різних умовах зростання на території м. Кам'янця-Подільського;
- Оцінити стан забруднення атмосферного повітря м. Кам'янця-Подільського за станом *Pinus sylvestris* L.

*Об'єкт дослідження* – стан атмосферного повітря.

*Предмет дослідження* – біоіндикаційна оцінка атмосферного повітря м. Кам'янця-Подільського з використанням *Pinus sylvestris* L.

**Методи дослідження.** Біоіндикацію стану атмосферного повітря м. Кам'янця-Подільського за допомогою *P. sylvestris* здійснювали у трьох точках міста впродовж 2019-2020 років під час експедиційних досліджень. Обрані точки відрізняються антропогенним навантаженням, зокрема інтенсивністю транспорту та наближеністю до промислових об'єктів. За біоіндикаційні ознаки *P. sylvestris* було обрано морфометричний метод вимірювання довжини хвої та метод оцінки дерев за станом кори стовбура, ступенем пошкодження його хворобами та комахами-шкідниками, кількістю обезхвоєних засохлих гілок, наявністю некрозів і хлорозів хвої [18, 38, 44, 48].

**Апробація результатів дослідження.** Матеріали досліджень подані на наукову конференцію студентів та магістрантів за результатами НДР у 2019-2020 навчальному році (Кам'янець-Подільський, 2020 р.).

**Структура роботи.** Дипломна робота складається зі вступу, 5-ти розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 52 сторінки.

## ВИСНОВКИ

1. Рівень забруднення атмосферного повітря в Україні характеризується підвищеним фоном. Україна має недосконалі механізми моніторингу якості стану атмосферного повітря, зокрема перелік речовин, за якими ведеться спостереження не відповідає актуальним потребам, удосконалення потребують методи вимірювання концентрацій забруднюючих речовин, використання індикативного вимірювання або моделювання є слабо врегульованим нормативно-правовою базою України, недосконалими є гігієнічні нормативи якості атмосферного повітря, відсутня нормативно-правова база щодо інформування населення про якість атмосферного повітря.
2. Біоіндикаційні властивості *P. sylvestris* дозволяють використовувати її з метою виявлення стану забрудненості атмосферного повітря. Інформативними є морфометричні параметри хвої, показник флюктууючої асиметрії довжини хвої в парі та ступінь її пошкодженості.
3. *P. sylvestris*, що зростала на території водойми «Гунські криниці», що по вул. Князів Коріатовичів, можна вважати умовно здоровою (крона виглядала здоровою, без видимих ознак пошкодження, ступінь обезхвоєності мутовок із гілками 2-го порядку становив 19-20%, кількість некротично-вражених хвоїнок – 1-5 %). Відповідно дану територію вважаємо умовно чистою, або з невисоким рівнем антропогенного забруднення.
4. *P. sylvestris*, що зростала на вул. Червоноармійській, згідно шкали пошкодженості деревостану, слід вважати сильно-ослабленою: характеризувалася потемнілою і місцями пошкодженою комахами-шкідниками кроною; висвітленою, сильно-зрідженою – до 35-40% на мутовках основних гілок хвоєю; значною кількістю некротично-уражених хвоїнок на нижніх гілках, що становило близько 55-85%. Ця територія відповідно вважається сильно забрудненою.

5. Сосну звичайну, що зростала на вул. Молодіжній, за шкалою пошкодженості деревостану можна вважати помітно ослабленою: кора в окремих місцях стовбура була потемнілою, хвоя в окремих частинах подекуди висвітленою, зрідженою – до 25-30% на мутовках гілок, кількість некротично-вражених хвоїнок на гілках становила 5-15%. Тому досліджувану територію можна охарактеризувати, як територію з середнім рівнем атмосферного забруднення.
6. Стан *P. sylvestris* в різних умовах зростання дозволяє охарактеризувати досліджувані ділянки за ступенем антропогенного навантаження, тобто може бути біондикатором стану довкілля.
7. Найбільш забрудненим атмосферним повітрям серед досліджуваних ділянок є територія на вул. Червоноармійській, де сосна звичайна знаходилася у сильно-ослабленому стані.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алексеев В. А. Чувствительность растений и стандарты на загрязнение атмосферы // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / Владислав Александрович Алексеев. – Л.: Наука, 1990. – 198 с.
2. Аналітичний звіт «Базове дослідження стану та напрямів розвитку екологічної політики України та перспектив посилення участі організацій громадянського суспільства у розробці та впровадженні політик, дружніх до довкілля», Київ, 2019. [Електронний ресурс] / – Режим доступу: [https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research\\_report\\_publishing-dec-2019.pdf](https://www.irf.ua/wp-content/uploads/2019/12/baseline-research_report_publishing-dec-2019.pdf)
3. Ананьєва О. В. Вдосконалення гігієнічної оцінки забруднення атмосферного повітря викидами автомобільного транспорту : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук : спец. 14.02.01 «гігієна та професійна патологія» / Ананьєва О. В. — Київ, 2017. — 22 с.
4. Андреєва В.В. Стан сосни звичайної в умовах посиленого антропогенного тиску // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.17. – С.14-21.
5. Батлук В. А., Азарський К. І. Рівень забруднення атмосферного повітря та його вплив на стан здоров'я населення України. [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <http://nz.uad.lviv.ua/static/media/2-10/20.pdf>
6. Баштаннік М.П., Жемера Н.С., Кіптенко Є.М., Козленко Т.В. Стан забруднення атмосферного повітря над територією України // Наукові праці УкрНДПМІ, 2014. – Вип. 266. – С.70-93.
7. Горова А.І., Кулина С.Л., Шкременко О.Л. Про використання дендроіндикації при оцінці стану повітряного басейну Червоноградського гірничопромислового регіону за допомогою сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.). [Електронний ресурс] / – Режим доступу:

<http://eco.com.ua/content/pro-vikoristannya-dendroindikatsii-pri-otsintsi-stanu-povitryanogo-baseinu-chervonogradskogo>

8. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць // Лист Головного державного санітарного лікаря від 03 березня 2015 року Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) затверджені наказом МОЗ від 9 липня 1997 року № 201. [Електронний ресурс] / – Режим доступу: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=81980](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81980)
9. 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. №2. 2017. – С.153-165.
10. Дерев'янюк Т.В. Екологічна характеристика дендрофлори зелених насаджень мікрорайону «Алмазний» (м. Полтава) // Біологія та екологія. – 2016. Том 2. – № 2. – С. 22-27.
11. Дзендзелюк О. Автоматизована система моніторингу параметрів довкілля / О. Дзендзелюк, І. Мусійчук, В. Рабик // Теоретична електротехніка. — 2010. — № 61. — С. 90–98.
12. Директива 2008/50/ЄС Європейського Парламенту та Ради від 21 травня 2008 року про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» від 21.12.2010 № 2818-VI. [Електронний ресурс] / – Режим доступу: [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_950#Text](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_950#Text)
13. Дишко В. А. Внутрішньопопуляційна мінливість у культурах сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) за біохімічними ознаками хвої лісівництво і агролісомеліорація Харків: УкрНДІЛГА, 2014. – Вип. 124. – С.92-99.
14. Дідух П.Я. Основи біоіндикації / П.Я.Дідух. – К.: Наукова думка, 2012. – 344 с.



15. Дмитрієва О. О., Варламов Є. М., Квасов В. А., Палагута О. А., Нестеренко Л. М., Нестеренко У. Ю. Стан мережі спостереження за атмосферним повітрям в Україні та її відповідність вимогам директиви 2008/50/ЄС. // Проблеми охорони навколишнього природного середовища та екологічної безпеки. — 2016. — № 38. — С. 99–110.
16. Доценко Л.В., Демиденко А.С. Порівняльний аналіз методів визначення рівня забруднення атмосферного повітря // Екологічна безпека. — 2014. — №2, (18). — С.71-74.
17. Драган Н.В. Порушення морфогенезу і типової організації вегетативних пагонів сосни в техногенно змінених екотопах / Н.В. Драган // Питання біоіндикації та екології. — 2002. — С. 116-128.
18. Жидков А.Н. Диагностика состояния насаждений хвойных пород // Лесное хоз-во. — 2000. — №4. — С. 20-22.
19. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 р. № 2707-ХІІ. [Електронний ресурс] / — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12>
20. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» від 28.02.2019 р. № 2697-VIII. [Електронний ресурс] / — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19>
21. Запорожець А. О. Аналіз засобів моніторингу забруднення повітря навколишнього середовища // Наукоємні технології. — 2017. — № 3 (35). — С.242-252.
22. Калініченко О.А. Декоративна дендрологія: Навч. посіб. —К.: Вища шк., 2003. — 199 с.
23. Кам'янець-Подільський. [Електронний ресурс] / — Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D0%BC%27%D1%8F%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9>
24. Клименко М. О. Моніторинг довкілля. — К.: Академія, 2006. — 360 с.

25. 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
26. Коршиков И. И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды. – К.: Наук. думка, 1996. – 238 с.
27. Качество атмосферного воздуха и здоровье. Основные факты. Информационный бюллетень. Всемирная организация здравоохранения. 02 мая 2018 года. [Электронный ресурс] / – Режим доступа: [https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-qualityand-health](https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-qualityand-health)
28. Левандовська С.М. Екологічний аналіз та оцінка стійкості дендрофлори Томилівського парку // Матеріали міжнародної науково-практичної конференції [“Scientific discoveries: projects, strategies and development”], (Edinburgh, Scotland, October 25, 2019) (Vol. 1). – Edinburgh, UK: European Scientific Platform. – С. 118–120.
29. 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.
30. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2015 році. [Електронний ресурс] / – Режим доступа: <https://menr.gov.ua/news/31768.html>
31. Нечитайло В.А., Кучерява Л.Ф. Ботаніка. Вищі рослини. – Київ: Фітосоціоцентр. – 2001. – С. 187-192.
32. 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.
33. 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.

34. Пірогов М.В., Волгін С. О. Біоіндикаційні дослідження за епіфітною лехінофлорою шпилькових і листяних дерев на західній Україні. – Львів, 2006. – С.86-91.
35. Пляцук Д.Л. Проведення інтегральної експрес-оцінки якості атмосферного повітря в умовах зміни промислової інфраструктури регіону // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. –75.– С. 58-63.
36. Погрібний О.О., Сорока М.І., Заячук В.Я. Фітоценотична структура лісових угруповань за участю сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в українських Карпатах // Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць – 2015. – Вип. 13. С.99-106.
37. Правдин Л.Ф. Сосна обыкновенная. Изменчивость, внутривидовая систематика и селекция. – М. : Наука, 1964. – 189 с.
38. Руденко С.С. Загальна екологія: практичний курс: Навчальний посібник : У 2-х ч. Ч. 1. / С.С. Руденко, С.С. Костишин, Т.В. Морозова. – Чернівці: Книги – ХХІ, 2008. – 308 с.
39. Сидоренко, Г. И., Новиков С. М. Современные проблемы совершенствования системы гигиенического нормирования факторов окружающей среды / Проблемы гигиенического нормирования и оценки химических загрязнений окружающей среды в ХХІ веке: Материалы пленума межведомственного научного по экологии человека и гигиене окружающей среды — М: 1999. — С. 1-17.
40. Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 рік» / За ред. О. М. Прокопенко. Державна служба статистики України. К., 2018. [Електронний ресурс] / – Режим доступу: [http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2018/zb/11/zb\\_du2017.pdf](http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zb_du2017.pdf)
41. 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.

42. Тишкевич Богдан, Вербицкий Иван. Пальцем в небо? Як Україна вимірює забруднення повітря // Аналітичний журнал про місто. – 22 травня, 2018 р. [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <https://mistosite.org.ua/ru/articles/paltsem-v-nebo-yak-ukraina-vymiriuiie-zabrudnennia-povitria>
43. Турос О. І., Ананьева О. В., Петросян А. А. Вдосконалення підходів до кількісної оцінки забруднення атмосферного повітря викидами автомобільних транспортних засобів. // Гігієна населених місць. — 2014. — С. 23-30.
44. Феклистов П. А., Тутьгин Г. С. Дрожжин Д. П. Состояние сосновых древостоев в условиях аэротехногенного загрязнения атмосферы – Архангельск, изд-во АГТУ, 2005. – 132 с.
45. Хмельницька обласна державна адміністрація. Стан довкілля. [Електронний ресурс] / – Режим доступу: [https://www.adm-km.gov.ua/?page\\_id=1625](https://www.adm-km.gov.ua/?page_id=1625)
46. Шелухо В.П. Состояние хвойных насаждений в условиях загрязнения фторидами // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2006, вып.13. [Електронний ресурс] / – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/sostoyanie-hvoynyh-nasazhdeniy-v-usloviyah-zagryazneniya-ftoridami>
47. Шепятене Я.А., Вянцкус А.К. Методика оценки состояния хвойных лесов в процессе лесоустройства при локальном загрязнении среды // Лесн. хоз-во. – 1986. – №10. – С. 47-49.
48. Шульц Х. И. Биохимическая индикация хвои – способ раннего распознавания эффектов повреждения / Х. И. Шульц // Биондикация и биомониторинг. – М.: Наука, 1991. – С. 70.
49. Яловенко А.С. Розподіл видів деревних рослин парку залізничної станції Запоріжжя II за екологічними шкалами // Питання біоіндикації та екології. – 2011, вип.16, № 1. – С.24-28.
50. Ярмишко ВТ., Лянгузова И.В. Особенности роста и жизненное состояние хвои сосны обыкновенной в условиях антропогенного

воздействия // Продуктивность таежных биогеоценозов. – Красноярск,  
1986. – 82 с.