

Міністерство освіти і науки України  
Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка  
Природничий факультет  
Кафедра біології та методики її викладання

## **ДИПЛОМНА РОБОТА**

магістра

з теми: «**БІОІНДИКАЦІЙНИЙ ПОТЕНЦІАЛ  
*POPULUS TREMULA L.* В УМОВАХ УРБАНІЗОВАНОГО  
СЕРЕДОВИЩА (НА ПРИКЛАДІ М. КАМ'ЯНЦЯ-ПОДІЛЬСЬКОГО)**»

Виконала: студентка Biolb1 – M18 групи  
спеціальності 014.05 Середня освіта  
(Біологія)

**Закардонєць Анастасія Володимирівна**

Керівник:

Григорчук І.Д., кандидат біологічних наук,  
доцент кафедри біології та методики її  
викладання

Рецензент:

Оптасюк Ольга Михайлівна, кандидат  
біологічних наук, доцент кафедри біології та  
методики її викладання

м. Кам'янець-Подільський – 2019 р.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ.....	7
1.1. Загальна характеристика забруднення атмосфери.....	7
1.2. Фізіолого-біохімічні реакції рослин на забруднення повітря.....	10
1.3. Аналіз сучасних методів і підходів оцінки техногенного впливу на урбанізованій території.....	17
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	22
2.1. Біологічна та екологічна характеристика <i>Populus tremula</i> L.....	22
2.2. Методика проведення дослідження.....	27
2.3. Правила техніки безпеки та охорони праці під час дослідження.....	32
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	33
3.1. Визначення завантаженості вулиць м. Кам'янця-Подільського автотранспортом.....	33
3.2. Аналіз рівня забруднення досліджуваних ділянок м. Кам'янця Подільського викидами автотранспортних засобів.....	35
3.3. Аналіз морфометричних показників <i>Populus tremula</i> L. в міському середовищі.....	46
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54

## ВСТУП

**Постановка проблеми.** В даний час триває активне зростання урбанізованих територій – урбоекосистем. Транспорт, промислові підприємства, висока щільність населення сприяють накопиченню забруднюючих речовин на території міста. Одним із способів оптимізації урбанізованого середовища є озеленення. Рослини, які використовуються для цих цілей, повинні бути стійкими до високого рівня техногенного впливу. Водночас, рослини можуть служити індикаторами стану середовища. Широке використання для цих цілей отримали деревні рослини [6, 9, 20, 27, 57].

Адаптивні механізми рослин в умовах міста вивчалися багатьма дослідниками [11, 14, 19, 26,]. Особливий інтерес при індикації екологічних умов докільля мають листя листопадних рослин. Це органи, які щорічно поновлюються і піддаються впливу техногенних поллютантів урбаносередовища, що відбивається на їх морфологічних і фізіологічних показниках. Одним з перспективних підходів для інтегральної характеристики якості середовища є оцінка стану живих організмів за рівнем флуктуючої асиметрії (ФА) морфологічних структур, яка характеризує стабільність розвитку організмів [1, 15]. Величина флуктуючої асиметрії зростає при дії будь-яких стрес-факторів [21-23]. Це дозволяє використовувати ФА листка різних видів деревних рослин для оцінки рівня забруднення природного середовища [52].

Актуальність дослідження полягає в накопиченні даних для проведення екологічного моніторингу стану міського середовища та обґрунтованості застосування в якості індикаторів забруднення навколишнього середовища, найбільш поширених або характерних для конкретної ділянки спостереження рослин.

Тому метою роботи є аналіз біоіндикаційного потенціалу *Populus tremula* L. в умовах урбанізованого середовища на прикладі м. Кам'янця-Подільського.

**Завдання дослідження:**

1. З'ясувати особливості використання рослинних об'єктів в біоіндикаційних дослідженнях.
2. Визначити основні фізіолого-біохімічні реакції рослин у відповідь на забруднення атмосфери.
3. Проаналізувати інтенсивність руху транспорту на вулицях м. Кам'янця-Подільського та розрахувати кількість викидів автомобілями забруднюючих речовин в атмосферу.
4. Проаналізувати морфометричні показники листків *Populus tremula* L. в різних умовах м. Кам'янця-Подільського.
5. Встановити стабільність розвитку листкових пластинок (флуктуючу асиметрію) *Populus tremula* L. в різних екологічних зонах м. Кам'янця-Подільського.

Об'єкт дослідження – *Populus tremula* L., як біоіндикатор стану навколишнього середовища.

Предмет дослідження – біоіндикаційні особливості *Populus tremula* L. в різних умовах м. Кам'янця-Подільського.

**Методи дослідження.** Для аналізу біоіндикаційних особливостей *P. tremula* визначали площу листка, коефіцієнт асиметрії вершини листкової пластинки, коефіцієнт подовженості листка та флуктуючу асиметрію відповідно до методики В.М. Захарова та Г. М. Мелькумова і Д. Е. Волкова [21, 22, 35]. Збір зразків здійснювали у вересні 2019 р., в стандартних погодних умовах на ділянках з різним антропогенним впливом.

Ділянка № 1 – вул. Тімірязєва, поблизу Кам'янець-Подільського харчового коледжу НУХТ – характеризується незначним антропогенним навантаженням (низькою інтенсивністю руху транспорту, віддаленістю від потужних підприємств), тому прийнята за контроль.

Ділянка № 2 – вул. Північна, поблизу магазину будівельних товарів «Арс» – є середньозавантаженою транспортом вулицею.

Ділянка № 3 – вул. Хмельницьке шосе, поряд з торговельним центром «Епіцентр» – ділянка зі значним потоком транспорту.

Ділянка № 4 – вул. Васильєва, вздовж скверу «Васильєва» – ділянка зі значним потоком транспорту, знаходиться в щільно заселеному районі міста.

Ділянка № 5 – вул. Хмельницьке шосе, поблизу факультету ветеринарної медицини і технологій у тваринництві ПДАТУ – ділянка зі значним потоком транспорту, знаходиться на відстані 4 км від найбільшого забруднювача Хмельницької області ПАТ «Подільський цемент», та є вулицею, що є частиною автошляху національного значення «Чернівці – Житомир».

Ділянка № 6 – вул. Привокзальна, поблизу залізничного вокзалу – ділянка із середнім завантаженням транспорту, є частиною об'їзної дороги міста для вантажних автомобілів.

Ділянка № 7 – вул. Ценського, в районі ЗОШ № 12 – ділянка із середнім завантаженням транспорту.

Для оцінки антропогенного впливу визначали інтенсивність автомобільного потоку вулицями міста та кількість викидів забруднюючих речовин автотранспортом [59].

Отримані результати опрацьовані методами статистичного аналізу [29].

**Практичне значення одержаних результатів.** Матеріали даного дослідження можуть бути використані при викладанні природничих дисциплін у вищих навчальних закладах, зокрема «Екологія», «Фітоіндикація», «Ріст і розвиток рослин», «Стійкість рослин».

**Апробація результатів дослідження.** Результати роботи були представлені на науковій конференції студентів та магістрантів за результатами НДР у 2019-2020 рр. (Кам'янець-Подільський, 2019 р.).

**Структура роботи.** Магістерська робота складається зі вступу, 3-х розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 61 сторінок.

## ВИСНОВКИ

Отже, за результатами наших досліджень можна зробити наступні висновки:

1. На сучасному рівні, одним з важливих методів оцінки стану навколишнього середовища є метод біоіндикації із застосуванням рослин. Рослини, як важливий компонент біогеоценозу, помітно впливають на інші його елементи, сприяють формуванню ґрунтового покриву, впливають на хімізм ґрунту і його родючість, покращують склад атмосфери, поглинаючи вуглекислий газ та виділяючи молекулярний кисень, а також на життя усіх живих організмів, одночасно реагуючи на всі зовнішні фактори.
2. Промислові та транспортні відходи, які надходять у ґрунт та атмосферу проникають у рослини і викликають порушення фізіолого-біохімічних процесів, що, у кінцевому рахунку, виявляються в зниженні приросту, втраті декоративності і зниженні репродуктивної функції.
3. Кількість автомобільних викидів в навколишнє середовище залежить від інтенсивності руху транспорту. Найбільша інтенсивність транспортного потоку відмічена на вул. Хмельницьке шосе, що залежить від її типу і розміщення у різних за кількістю населення районах міста.
4. Значна частка викидів на досліджуваних вулицях припадає на оксид вуглецю, вуглеводні і діоксид азоту.
5. У різних екологічних умовах м. Кам'янця-Подільського морфометричні показники листової пластинки *P. tremula* змінювалися. На ділянках з високою інтенсивністю руху транспорту зменшувалася площа листка, коефіцієнт подовженості листової пластинки та збільшувався коефіцієнт асиметрії вершини листка.

6. Показник флуктуючої асиметрії листкових пластинок у *P. tremula* в умовах зростання м. Кам'янця-Подільського варіює в межах від 0,036 до 0,067 і характеризує нестабільність розвитку. Збільшення ФА у дерев, що зростали в умовах більшого навантаження автотранспортом вказує на погіршення якості середовища зростання.
7. Таким чином, морфометричні показники листків *P. tremula* можуть використовуватися у фітоіндикаційних та фітомоніторингових дослідженнях стану навколишнього середовища.



## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Андреева М. В. Оцінка стану оточуючого середовища насаджень в зонах промислових викидів за допомогою рослин-індикаторів : дис. канд. сільськогосп. наук : 06.03.03 / Андреева Марина Володимирівна. – Санкт-Петербург, 2007. – 167 с.
2. Безель, В. С. Химическое загрязнение среды: вынос химических элементов наземной фитомассой травянистой растительности / В. С. Безель, Т. В. Жуйкова // Экология. – 2007. – № 4. – С. 259–267.
3. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 197 с.
4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб пособие / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева и др. – М.: Академия, 2007. – 288 с.
5. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем: Пер. с нем. / Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
6. Бухарина И. Л. Эколого-биологические особенности древесных растений урбанизированной среде: монография / И. Л. Бухарина, Т. М. Поварницина, К. Е. Ведерников. – Ижевск: Ижевская ГСХА, 2007. – 216 с.
7. Векірчик К. М. Фізіологія рослин / К. М. Векірчик. – К. : Вища школа, 1984. – С. 47 – 50.
8. Влияние загрязнения воздуха на растительность: Пер. с нем. / Бёртиц С., Эндерляйн Х., Энгманн Ф. и др; Под ред. Десслера Х.-Г. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 184 с.
9. Воскресенский, В. С. Экологические особенности древесных растений в урбанизированной среде: автореф. дис. ... канд.биол.наук: 03.02.08 / Воскресенский Владимир Станиславович. – Казань, 2011. – 23 с.

10. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: підручник / М.П. Гандзюк, С.П. Желібо, М.О. Халімовський. – К.: Каравела, 2011. – 384 с.
11. Гарапова, Р. А. Оценка экологического состояния промышленного города и здоровье населения (на примере Усть-Каменогорска) / Р. А. Гарапова // Ползуновский вестник. – 2011. – № 4-2 – С. 72–75.
12. Глухов О. З., Сафонов А. І., Хижняк Н. А.. Фітоіндикація металопресингу в антропогенно трансформованому середовищі / Донецький ботанічний сад НАН України. — Донецьк: Норд-Пресс, 2006. — 358 с.
13. Гриб Й. В., Чемерис І. А. Екологічна оцінка стану навколишнього середовища методами фітоіндикації // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – В. 1 (29). – Рівне: НУВГП, 2005. – С. 3 – 11.
14. Горышина Т.К. Растения в городе. – Л.: Издательство Ленинградского университета, 1991. – 152 с.
15. Гордеева И. В. Коэффициент флуктуирующей асимметрии листовой пластинки как показатель общего экологического стресса / И. В. Гордеева // Успехи современной науки. – 2016. – Том 9, № 12. – С. 105 – 108.
16. Гутаревич Ю. Ф. Запобігання забрудненню повітря двигунами. – К.: Урожай, 1982. – 64 с.
17. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт: Навчальний посібник / Ю. Ф. Гутаревич, Д. В. Зеркалов, А. Г. Говорун, А. О. Корпач, Л. П. Мержиєвська. — К.: Арістей, 2006. — 292 с.
18. Дідух Я. П., Плюта П. Г. Фітоіндикація екологічних факторів / АН України; Інститут ботаніки ім. М.Г. Холодного / Під ред. К. М. Ситника. — К.: Наук. думка, 1994. — 280 с.

19. Есенжолова А. Ж. Листья древесных и кустарниковых растений как биоиндикаторы состояния окружающей среды городов Восточного, Северного и Центрального Казахстана: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.02.08 / Есенжолова Ажар Жумановна. – Новосибирск, 2013. – 19 с.
20. Есенжолова А. Ж. Биоиндикационный потенциал листьев древесных и кустарниковых растений г. Темиртау / А. Ж. Есенжолова, М. С. Панин // Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2012. – № 3 (19). – С. 160–168.
21. Захаров В. М. Биотест. Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов / В. М. Захаров, Д. М. Кларк. – Москва: Международный Фонд “Биотест“ и его Московское отделение., Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, РАН, 1993. – 68 с.
22. Захаров В. М. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. – М. : Центр экол. политика России, 2001. – 78 с.
23. Зорина А. А. Методы статистического анализа флуктуирующей асимметрии. // Науч.электр.ж. Принципы экологии. – 2012. – Т. 1. – № 3. – С. 24–47.
24. Иванова Л. А., Пьянков В. И. Влияние экологических факторов на структурные показатели мезофилла листа // Бот. журн. – 2002. – Т. 87. – № 12. – С. 17–28.
25. Илькун Г. М. Загрязнители атмосферы и растения. – К.: Наукова думка, 1978. – 246 с.
26. Кузнецов М. Н., Голышкин Л. В. Сравнительная характеристика особенностей флуктуирующей асимметрии листьев яблони в разных экологических условиях. // С/Х биология. – 2008. – № 3. – С. 72–77.

27. Кулагин Ю. З. Древесные насаждения и промышленная среда. – М.: Наука, 1974. – 215 с.
28. Куцоконь Н.К. Основні напрямки генетичної трансформації представників роду *Populus* // Цитология и генетика. – 2011. – № 6. – С. 123 – 134.
29. Лакин Г. Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980. – 293 с.
30. Лаптев О. О. Екологія рослин з основами біогеоценології / О. О. Лаптев. – К.: Фітосоціоцентр, 2001. – 144 с.
31. Ларина Г. Е. Фитоиндикация техногенного загрязнения с помощью древесных пород в условиях города / Г. Е. Ларина, М. С. Казменко // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2012. – № 9. – С. 198–202.
32. Лихолат Ю. В. Конспект лекцій із курсу «Фізіологія адаптації рослин» / Ю. В. Лихолат. – Д.: РВВ ДНУ, 2013. – 32 с.
33. Луканин В.Н. Автотранспортные потоки и окружающая среда: Учебное пособие для вузов / В. Н. Луканин, А. П. Буслаев, Ю. В. Трофименко. – М.: ИНФРА-М, 1998. – 408 с.
34. Магомедова, М. А. Тополь и его использование в мониторинге загрязнения окружающей среды / М. А. Магомедова, К. А. Касимова // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2008. – № 3. – С. 82–85.
35. Мелькумов Г. М., Волков Д. Э. Флуктуирующая асимметрия листовых пластинок клена остролистного (*Acer platanoides* L.) как тест экологического состояния паркоценозов городской зоны // Вестник ВГУ. Сер. География. Геоэкология. – 2014. – № 3. – С. 95–98.
36. Мержиевська В.В. Забруднення атмосфери викидами транспортних засобів. Основні сполуки. Вплив каталітичних

- нейтралізаторів / В.В. Мержиєвська // Автошляховик України, №3 (191), 2006. – С. 20 – 23.
37. Морозова Т. В. Різномірне біоіндикаційне оцінювання екологічного стану слабко урбанізованих селітебних територій Чернівецької області: Ав-тореф. дис. ... канд. біол. наук: 03.00.16 / Чернівецький національний університет ім. Юрія Федьковича. – Чернівці, 2005. – 22 с.
38. Мэннинг Уильям Дж., Федер Уильям А. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений: Пер. с англ. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. – 143 с.
39. Ольхович О. П., Мусієнко М. М. Фітоіндикація та фітомоніторинг: Метод. рек. / Київський національний ун-т ім. Тараса Шевченка. — К.: Фітосоціоцентр, 2005. — 64 с.
40. Определитель высших растений Украины / Д. Н. Доброчаева, М. И. Котов, Ю. Н. Прокудин. – Киев: Наукова думка, 1987. – 548 с.
41. Петрунина Н. С. Биогеохимический мониторинг природно-техногенных аномалий: критерии отбора и оценки растительного материала / Н. С. Петрунина, Е. А. Карпова // Геохимическая экология и биогеохимическое изучение таксонов биосферы: Мат. 3-й Рос. биогеохим. школы, Горно-Алтайск, 4-8 сентября 2000. – Новосибирск, 2000. – С. 129–139.
42. Приседський Ю. Г. Закономірності пошкодження деяких видів деревних та чагарникових рослин за умов комплексного забруднення повітря сполуками фтору, сірки та азоту / Ю. Г. Приседський // Вісник Донецького університету. Сер. А: Природничі науки. – Донецьк: ДонНУ, 2003, 1. – С. 304–311.
43. Приседський Ю. Г. Методи підвищення стійкості рослин до забруднення повітря промисловими викидами / Ю. Г. Приседський

- // Фізіологія рослин в Україні на межі тисячоліть. – Т. 2. – К., 2001. – С. 94–97.
44. Приседський Ю. Г. Адаптація рослин до антропогенних чинників (підручник для студентів спеціальностей біологія, екологія та середня освіта вищих навчальних закладів) / Ю. Г. Приседський, Ю. В. Лихолат. ДонНУ імені Василя Стуса.– Вінниця : ТОВ "Нілан-ЛТД", 2017. – 98 с.
45. Рахмангулов Р. С. Анализ показателей жизненности и устойчивости развития *Betula pendula* Roth. на высотном градиенте (г. Большой Ирмель) // Актуальные вопросы науки и образования. – 2013. – С. 216–217.
46. Родащук Г.Ю. Значення та тенденції розвитку автомобільних доріг у сільській місцевості України / Г.Ю. Родащук // Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. – Випуск 71 (частина 2 – економіка). – 2009. – С. 71 – 80.
47. Руденко С. С., Костишин С. С., Морозова Т. В. Загальна екологія: практичний курс. – Чернівці: Рута, 2003. – 320 с.
48. Савинцева Л. С. Экологический анализ адаптивных механизмов растений в урбанизированной среде : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2015. – 24 с.
49. Смит У. Х. Лес и атмосфера: Взаимодействие между лесными экосистемами и примесями атмосферного воздуха: Пер. с англ. – М.: Прогресс, 1985. – 430 с.
50. Стійкість рослин (підручник для студентів спеціальності «Біологія» вищих навчальних закладів) / Ю. Г. Приседський. – ДонНУ імені Василя Стуса. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД», 2017. – 252 с.
51. Стефурак В. П. Использование биологической активности почв для определения загрязнения их выбросами предприятий химической промышленности: Методические рекомендации. – Ивано-Франковск, 1990. – 23 с.

52. Сынтульская Н. В. Использование флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой в оценке состояния атмосферного воздуха города Шуя / Н. В. Сынтульская // Научный поиск. – 2014. – № 2.1. – С. 88–89.
53. Тарчевский И. А. Метаболизм растений при стрессе (избранные труды) / И. А. Тарчевский. – Казань: ФЭН, 2001. – 448 с.
54. Трешоу М. Диагностика влияния загрязнения воздуха и сходство симптомов // Загрязнение воздуха и жизнь растений. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – С.126 – 143.
55. Уфимцева, М. Д. Фитоиндикация экологического состояния урбогеосистем Санкт-Петербурга / М. Д. Уфимцева, Н. В. Терехина. – СПб. : Наука, 2005. – 339 с.
56. Физиология растений: учебник для студ. вузов / Н. Д. Алехина, Ю. В. Балнокин, В. Ф. Гавриленко и др.; под ред. И. П. Ермакова. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 640 с.
57. Шиманская, Е. И. Десятилетний биомониторинг урбанизированных территорий с использованием древесных растений / Е. И. Шиманская, Е. А. Бураева, Т. В. Вардуни и др. // Успехи современного естествознания – 2014. – № 11. – С. 102–103.
58. Штирц Ю. А. Флуктуирующая асимметрия линейных билатеральных признаков листовой пластинки *Betula pendula* Roth. в экосистемах с различной степенью антропогенной трансформации. // Вестник Днепропетровского государственного университета. – 2011. – № 2. – С. 36–39.
59. Чекмарева О. В. Оценка роли автодорожного комплекса в формировании атмосферного воздуха: Методические указания к практическим занятиям / О.В. Чекмарева, Е.В. Бондаренко. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 43 с.

60. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / под ред. Т. Я. Ашихминой. – Изд. 4-е. – М.: Альма Мастер, 2008. – 416 с.