

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

06.04 – КМР. 1934 “С” 2020.12.08. 005 ПЗ

Ковальчук Ліани Сергіївни

2021 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**
Факультет (ННІ) захисту рослин, біотехнології та екології

УДК 502.3:613.15:582.685.4

ПОГОДЖЕНО **ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**
Дека́н факультету (Директор ННІ) в.о. Завідувача кафедри
Захисту рослин, біотехнології та екології Екології агро́сфери та екологічного контролю
(назва факультету (ННІ)) (назва кафедри)

_____ Колومیєць Ю. В.
(підпис) (ПІБ)

_____ Наумовська О.І.
(підпис) (ПІБ)

“ ” 2021 р. “ ” 2021 р.
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Оцінка рівня екологічної безпеки урбоєкосистеми за станом
атмосферного повітря на прикладі асиметрії листя липи

Спеціальність 101 «Екологія»
(код і назва)

Освітня програма «Екологічний контроль та аудит»
(назва)

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми
д-р сг. н., професор Чайка В.М.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
д-р біол. н., професор Гайченко В. А.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав _____ Ковальчук Д. С.
(підпис) (ПІБ студента)

КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННД) захисту рослин, біотехнології та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ

в.о. Завідувача кафедри Екології агросфери
та екологічного контролю

Доцент, кандидат с-г наук Наумовська О. І.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІП)
" " 20 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Ковальчук Діани Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 101 «Екологія»

(код і назва)

Освітня програма Екологічний контроль та аудит

(назва)

Орієнтація освітньої програми Освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Оцінка рівня екологічної безпеки
урбоєкоосистеми за станом атмосферного повітря на прикладі асиметрії листя липи

затверджена наказом ректора НУБіП України від 08.12.2020р. № 1934 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 08.12.2021р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи _____

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. За даними гідромета визначити ступінь забруднення повітря рухомими та
стаціонарними джерелами та вибрати дослідні ділянки.

2. Дослідити вплив забруднення на морфологію листкової пластинки.

3. Встановити залежність морфологічних змін листкової пластинки від ступеню
забруднення повітря.

4. Провести зонування території за даними фітоіндикації.

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

Дата видачі завдання 30.11.2020 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

Гайченко В. А.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Ковальчук Д. С.
(прізвище та ініціали студента)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 65 с., рис. – 12, табл. – 14, джерел літератури – 93,
додатки – 1.

Тема: Оцінка рівня екологічної безпеки урбоекосистеми за станом атмосферного повітря на прикладі асиметрії листя липи

Мета дослідження: Дослідити та оцінити рівень екологічної безпеки урбоекосистеми за станом атмосферного повітря на прикладі асиметрії листя липи.

Предмет дослідження: вивчення впливу забруднення атмосферного повітря на асиметрію листя липи.

Об'єкт дослідження: асиметрія листя липи, в залежності від ступеню забруднення атмосферного повітря.

Завдання дослідження:

1. За даними гідромета визначити ступінь забруднення повітря рухомими та стаціонарними джерелами та вибрати дослідні ділянки.
2. Дослідити вплив забруднення на морфологію листкової пластинки
3. Встановити залежність морфологічних змін листкової пластинки від ступеню забруднення повітря.
4. Провести зонування території за даними фітоіндикації

Методи дослідження: для дослідження асиметрії листя липи було використано метод фітоіндикації, метод підрахунку автомобілів різних типів, статистичний обробіток.

Актуальність роботи: Атмосферне повітря в містах наповнене пилом, сажею, аерозолями, твердими частинами. До основним джерел забруднення відносяться промислові та паливо-енергетичні підприємства та автотранспорт.

При техногенному забрудненні полутанти більшою мірою впливають на фітоценози, тому що рослини не можуть уникнути стресового впливу і змушені адаптуватися до нього за допомогою фізіолого-біохімічних та анатомо-морфологічних перебудов організму.

НУБІП України

Це дозволяє використовувати рослини в якості біоіндикаторів забруднення атмосферного повітря. Для характеристики екологічного стану великих територій мегаполісів найбільш придатні деревні рослини; при виборі

аналізованого органу дерев і для оцінки його стану перевага віддається листю,

НУБІП України

білатеральна симетрія якого в ідеалі характеризує благополучні умови зростання, а її порушення з проявом асиметрії - погіршення стану середовища.

Одним з таких методів є визначення асиметрії листя липи як інтегрального показника стану довкілля та одночасно показника стійкості розвитку рослин. Як

НУБІП України

відомо, що флуктуюча асиметрія збільшується під дією багатьох стресових чинників навколишнього середовища. Тому флуктуюча асиметрія листя різних

видів рослин (у нашому випадку листя ТІЛІА СОРДАТА МІЛЛ.) широко використовується для оцінки рівня екологічного стресу, викликаного

антропогенними, абіотичними та біотичними факторами.

НУБІП України

Ключові слова: АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ЗАБРУДНЮВАЧІ, БІОІНДИКАЦІЯ, АСИМЕТРІЯ, ТІЛІА СОРДАТА МІЛЛ., АВТОТРАНСПОРТ.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

	ЗМІСТ
ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД	9
1.1. Поняття про забруднення та його класифікація	9
1.2. Основні джерела забруднення атмосфери	10
1.3. Біоіндикація як метод оцінки як забруднення навколишнього середовища	12
1.4. Біоіндикація як метод оцінки забруднення довкілля	13
1.5. Рівні біоіндикації	20
1.6. Метод флюктууючої асиметрії	23
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	26
2.1. Фізико-географічний опис місця дослідження	26
2.1.1. Загальний опис території Київської області	26
2.2. Оцінка стану навколишнього природного середовища міста Біла Церква	28
2.2.1. Атмосферне повітря	30
2.3. Характеристика виду <i>TILIA</i>	34
2.3.1. Опис липи серцеподібної (липа дрібнолиста) – <i>TILIA CORDATA MILL.</i> (<i>TILIA PARVIFOLIA ENRH.</i>)	37
2.4. Збір матеріалу	40
2.5. Камеральний обробіток	43
2.6. Статистичний розрахунок асиметрії листя липи	44
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	47
3.1. Результати розрахунку рівня забруднення повітряного середовища відпрацьованими газами автомобілів за концентрацією оксиду вуглецю	47
3.2. Результати розрахунку асиметрії листя липи	49
ВИСНОВКИ	60
Список використаних джерел	62
ДОДАТКИ	70

ВСТУП

Зміни природного середовища під впливом урбанізації і господарської діяльності людини набули глобального характеру. Це вимагає необхідності

швидкої оцінки якості навколишнього природного середовища. Атмосферне

повітря в містах наповнене пилом, сажею, аерозолями, твердими частинами. До

основним джерел забруднення відносяться промислові та паливо-енергетичні підприємства та автотранспорт. При техногенному забрудненні полотноанти

більшою мірою впливають на фітоценози, тому що рослини не можуть уникнути

стресового впливу і змушені адаптуватися до нього за допомогою фізіолого-біохімічних та анатомо-морфологічних перебудов організму.

Це дозволяє використовувати рослини в якості біоіндикаторів забруднення атмосферного повітря. Для характеристики екологічного стану великих

територій мегаполісів найбільш придатні деревні рослини; при виборі

аналізованого органу дерев і для оцінки його стану перевага віддається листю,

білатеральна симетрія якого в ідеалі характеризує благополучні умови зростання, а її порушення з проявом асиметрії - погіршення стану середовища.

Одним з таких методів є визначення асиметрії листя липи як інтегрального

показника стану довкілля та одночасно показника стійкості розвитку рослин. Як

відомо, що флюктуюча асиметрія збільшується під дією багатьох стресових чинників навколишнього середовища. Тому флюктуюча асиметрія листя різних

видів рослин (у нашому випадку листя *TILIA CORDATA MILL*) широко

використовується для оцінки рівня екологічного стресу, викликаного

антропогенними, абіотичними та біотичними факторами.

Липа в порівнянні з відомим видом-біоіндикатором березою, характеризується більш стабільним генотипом, так як схильна до

внутрішньовидової гібридизації. Липа є однією з вагомої частини зеленого

ландшафту міста, вона різко реагує на забруднення атмосферного повітря та

наявність в ньому полотноанти, тому є хорошим представником для використання її в біомоніторингу.

Мета дослідження: Дослідити та оцінити рівень екологічної безпеки урбоекосистеми за станом атмосферного повітря на прикладі асиметрії листя липи.

Предмет дослідження: вивчення впливу забруднення атмосферного повітря на асиметрію листя липи.

Об'єкт дослідження: асиметрія листя липи, в залежності від ступеню забруднення атмосферного повітря.

Завдання дослідження:

1. За даними гідромета визначити ступінь забруднення повітря рухомими та стаціонарними джерелами та вибрати дослідні ділянки.

2. Дослідити вплив забруднення на морфологію листкової пластинки

3. Встановити залежність морфологічних змін листкової пластинки від ступеню забруднення повітря.

4. Провести зонування території за даними фітоіндикації

Методи дослідження: для дослідження асиметрії листя липи було використано метод фітоіндикації, метод підрахунку автомобілів різних типів, статистичний обробток.

РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Поняття про забруднення та його класифікація.

Забруднення називають надходження в навколишнє природне середовище будь яких твердих, рідких і газоподібних речовин, мікроорганізмів чи енергії у вигляді шуму, звуків, випромінювання у кількості, що завдає шкоди здоров'ю людей, тваринам, стану рослин і екосистемам.

Забруднення розділяють на : антропогенні, природні, а також на первинні (ті що надходять саме з джерела забруднення) і вторинні (надходять в результаті розкладання первинних або хімічних реакцій) [17].

Серед джерел антропогенного забруднення можна виділити промислові підприємства, що поділяються на хімічні, металургійні, гірничі і тд; теплоенергетика, транспорт, сільське господарство, комунальне господарство.

Природним забрудненням можна вважати пилові бурі, лісові пожежі, вулканічний пепіл.

Також виділяють наступні види забруднення: механічне, хімічне, фізичне та біологічне. По розповсюдженню забруднення може бути локальним, місцевим регіональним та глобальним.

Фізичним забрудненням називають забруднення з змінами фізичних параметрів середовища: теплових, світлових, електромагнітних, радіаційних.

Прикладом може бути термічне забруднення, яке вважається результатом підвищення температури середовища в зв'язку з промисловими скидами тепло води, потоків нагрітого повітря, диму чи газів.

Термічне вплив може бути вторинним як результат зміни хімічного складу середовища, в цьому випадку парниковий ефект, який виник в результаті антропогенного забруднення атмосферного повітря вуглекислим газом, метаном, які пропускають сонячні промені, але затримують теплове випромінення поверхні Землі, тим самим, викликає підвищення температури атмосфери.

Хімічне забруднення проявляється в зміні хімічних властивостей середовища, коли склад деяких хімічних елементів чи речовин перевищують середні багаторічні коливання. Особливо небезпечні промислові викиди, що

містять двооксид сірки, оксид азоту і продукти їх перетворень, що призводять до кислотних дощів [76].

Глобальне забруднення називають також фоновим-біосферним, ці види забруднення помічають в будь якій точці планети, частіше всього на значимій відстані від джерела, як правило ці джерела являються антропогенними і пов'язані з глобальним впливом людства як екологічного фактору.

Регіональні це такі внесення в навколишнє середовище чи виникнення в ній нових, зазвичай не характерних для неї фізичних, хімічних чи біологічних агентів або перевищення природнього середньорічного рівня концентрацій вказаних вище агентів в середовищі. Помічаються в межах значимих межах, но не охоплюючи всю планету [18].

Локальним забрудненням називають забруднення невеликого регіону, як правило навколо населеного пункту, промислового підприємства і тд.

1.2. Основні джерела забруднення атмосфери

Потрібно відмітити, що забруднення атмосфери може бути природнього і антропогенного походження.

Головним природнім процесом забруднення атмосфери є вулканічні активності Землі. Крупні виверження вулканів приводять до глобального і довготривалому забрудненню атмосфери. Тому що вищі шари атмосфери миттєво підхоплюють з великою швидкістю повітряними потоками і швидко розповсюджуються по всьому світу. Тривалість забрудненого стану атмосфери після великих вулканічних вивержень досягає декількох років.

Антропогенними джерелами забруднення обумовлені господарською діяльністю людей, до них можна віднести:

- Робота теплових електростанцій, коли при згоранні високосірчистого вугілля в результаті виділяється сірчистий газ і мазута, утворюються кислотні дощі.

- Згорання горючих копалин, які супроводжуються викидом 5 млрд. т. газу в рік.

- Викиди речовин від автомобілів. Вихлопи сучасних турбореактивних літаків з оксидами азоту і газоподібним фторвуглеводом зі аерозолей, які можуть призвести до пошкодження озонового шару атмосфери.

- Забруднення важеними частинками.

- Вентиляційні викиди зі збільшеною концентрацією озону зі приміщень з установками високих енергій (ультрафіолетові джерела, атомні реактори).

- Спалювання палива в котлах, супроводжуваних утворенням оксидів азоту, які викликають смог.

При згоранні палива найбільш інтенсивне забруднення приземного шару атмосфери відбувається в мегаполісах і великих містах, промислових центрах в результаті широкого розповсюдження в них автотранспортних засобів, ТЕЦ, котельень і других енергетичних установок, працюючих на вугіллі, нафті, дизельному паливі, природному газі чи бензині [59].

Внесок автотранспорту в загальне забруднення атмосферного повітря досягає 40-50%. Сильним і дуже небезпечним фактором забруднення атмосфери вважається катастрофи на АЕС і випробування ядерної зброї в атмосфері [65].

На даний час в приземному шарі атмосфери знаходяться десятки тисяч забруднюючих речовин антропогенного походження. Через тривалий ріст промислового і сільськогосподарського виробництва, з'являються нові хімічні сполуки, в тому числі сильно токсичні. Основними антропогенними забруднювачами атмосфери окрім оксидів сірки, азоту, вуглеводів, пилу і сажі вважаються ще тяжко органічні, хлороорганічні і нітросполучення, техногенні радіонукліди. Найбільш небезпечні широко розповсюджені в повітряному басейні діоксин, бенз(а)пирен, феноли, формальдегід, сірковуглерод [43].

Тверді зважені частки представлені у вигляді сажі, кальцитом, сульфатами, хлоридами. Основний внесок у високий рівень забруднення вносять підприємства чорної і кольорової металургії, хімічні та нафтохімічні, будівельні, енергетичні, а також в великих містах котельні.

Джерелами забруднення теплоелектростанції, які разом з димом викидають в повітря сірчистий і вуглекислий газ, металургійні підприємства, які викидають в повітря оксиди азоту, сірководень, хлор, фтор, аміак, хімічні і цементні заводи. Шкідливі гази потрапляють в повітря в результаті спалювання і переробки побутових і промислових відходів.

З природних і антропогенних джерел в атмосферу кожен рік надходять сотні мільйонів тон аерозолів. Аерозолі це тверді або рідкі частини, що надходять у зваженому стані в атмосферу.

Аерозолі поділяються на первинні, це ті що викидаються з джерел забруднення, а вторинні це ті, що утворюються в атмосфері, леткі – переносяться на дальні відстані і нелеткі – відкладаються на поверхні поряд зон викиду [76]

Також не малу небезпечність для атмосфери і біосфери представляють аерозолі антропогенного характеру, утворившись при спалюванні палива або що містяться у промислових викидах.

Двооксид сірки і різні оксиди азоту викидаються в атмосферу автомобільним транспортом, в результаті діяльності металургійних підприємств і електростанцій, а також при спалюванні вугілля і деревини. Вступають в реакцію з водою атмосфери, вони перетворюються в розчини кислот – сірчаної, сірчистої, азотної та азотистої. Потім, разом з снігом або дощем, вони випадають на Землю.

1.3. Біоіндикація як метод оцінки як забруднення навколишнього середовища

Реакція живих організмів на різноманітні хімічні та фізичні фактори та їх поєднання характеризуються такими особливостями, як інтегральність та акумулятивність безлічі впливів, парадоксальні ефекти слабких доз на організми тварин та рослин, наявність ланцюгових процесів та віддалених наслідків локальних впливів на різні рівні складно організованих екосистем.

Екологічну небезпеку чи ризик слід оцінювати з урахуванням не тільки характеру і сили антропогенного впливу, а й біологічних властивостей системи, що реагує. Відповідно до цього є дві групи методів екологічного моніторингу: фізико-хімічні і біологічні тобто біомоніторинг. Кожен з видів моніторингу має

свої обмеження. Для якісної оцінки та прогнозу стану природного середовища необхідне їх поєднання. Таким чином, фізико-хімічний та біологічний моніторинг не виключають, доповнюють один одного.

Реалізація основних принципів сталого розвитку цивілізації у сучасних умовах можлива лише за наявності відповідної інформації про стан довкілля у відповідь на антропогенний вплив, зібраний під час проведення біологічного моніторингу. Оцінка якості середовища є ключовим завданням будь-яких заходів у галузі екології та раціонального природокористування.

Комплексний підхід у проведенні біологічного моніторингу, тобто поєднання методу біоіндикації та біотестування, при систематичному спостереженні дозволяє судити про перспективи зміни структури співтовариств, продуктивності популяції та стійкості екосистем по відношенню до антропогенних факторів [12].

Біоіндикація це визначення біологічно значимих навантажень основні реакції на них живих організмів та їх угруповань. Повсюдно це відноситься до всіх видів антропогенних забруднень. Біоіндикацію можна визначити як сукупність методів і критеріїв, призначених для пошуку інформативних компонентів екосистеми які могли б: адекватно відобразити рівень впливу середовища включаючи комплексний характер забруднення з урахуванням явищ синергізму факторів що діють; діагностувати ранні порушення у найбільш чутливих компонентах біологічних співтовариств. Оцінювати їх значимість для всієї екосистеми в найближчому та віддаленому майбутньому.

1.4. Біоіндикація як метод оцінки забруднення довкілля

Біоіндикація представляє собою метод визначення ступені забруднення природного середовища за допомогою живих організмів. Індикація екологічних умов проводиться на основі оцінки зміни як видового розмаїття організмів тієї чи іншої місцевості, так і їх хімічного складу, який відображає властиву їм здатність накопичувати елементи та з'єднання, що надходять із навколишнього середовища [5].

Наприклад, оцінка стану навколишнього середовища щодо зміни кількості видів пов'язана з тим, що найбільш чутливі до тих чи інших забруднюючих речовин види рослин і тварин зникають з біоценозу або, навпаки, збільшують свою чисельність.

Функції індикатора виконує той вид, який має вузьку амплітуду екологічної толерантності по відношенню до будь-якого фактора [19]. Переважно індикаторами є рослини – організми, не здатні до активного переміщення. Якщо в лісі на стовбурах дерев рясні лишайники, значить у повітрі майже немає шкідливих домішок, особливо сірчистого газу. За наявності сірчистого газу лишайники зникають. Деякі рослини досить широко використовуються як індикатори. Коли сосна чи ялівець, наприклад, ростуть над покладами уранової руди, в їх хвої міститься значно більше урану, ніж зазвичай.

Види астрагалів є індикаторами селену, а деякі хрестоцвіті – сірки.

У ролі індикатора може виступати весь фітоценоз, оскільки особливості клімату, ґрунтів, вологість впливають на видовий склад рослинності. Іншими словами, за флористичним складом можна встановити якість ґрунтів та їх фізико-хімічні властивості, характер місцевих кліматичних умов, наявність у середовищі тих чи інших хімічних елементів, вплив біотичних факторів та різних форм діяльності людини на природу [48].

Біологічна індикація дає змогу судити не лише про стан середовища в даний відрізок часу, а й стежити за його змінами, передбачати та прогнозувати напрям цих змін та своєчасно запобігати шкідливим наслідкам тих чи інших дій людини.

Біоіндикація є складовою екологічного моніторингу. Потрібно відзначити, що крім біоіндикаторів існують ландшафтні індикатори (рельєф, поверхневі води, сніг і лід, торф, ґрунт та ін.), що дозволяють визначати ступінь забруднення зовнішнього середовища різними антропогенними токсикантами. Основна вимога, що пред'являється до природних індикаторів, – здатність відбивати (фіксувати) вплив та зберігати його. Ландшафтна індикація дозволяє визначати

скупинь впливу промислових об'єктів на навколишнє середовище та давати рекомендації щодо їх розташування з урахуванням типу природних зон [62].

Отже, представлені способи та приклади їх застосування показують його корисність для екологічного моніторингу, наприклад – у природоохоронній, сільськогосподарській, реакційній діяльності. Застосування запропонованих способів сприяє виявленню глибоких антропогенних впливів на ранніх стадіях, дозволяє своєчасно та якісно приймати рішення щодо покращення стану водоїм, повітря, ґрунту з найменшою шкодою для навколишнього середовища.

Складовою екологічного моніторингу є біологічний моніторинг, тобто система спостережень, оцінки та прогнозу будь-яких змін у біоті, викликаних антропогенними факторами. Завдання такого моніторингу – виявлення, ідентифікація та визначення концентрації забруднюючих речовин у біоті з використанням індикаторних організмів.

Хімічні та фізико-хімічні методи аналізу не в змозі охопити все різноманіття забруднюючих речовин, які зазнають у навколишньому середовищі складних трансформацій, утворюючи часом більш токсичні сполуки. Тому необхідні методи інтегральної оцінки якості середовища, такі як біотестування та біоіндикація.

Біоіндикація – це визначення біологічно значимих навантажень на основі реакцій на них живих організмів та їх угруповань. Повною мірою це стосується всіх видів антропогенних забруднень. Основним завданням біоіндикації є розробка методів та критеріїв, які могли б адекватно відобразити рівень антропогенних впливів з урахуванням комплексного характеру забруднення та діагностувати ранні порушення у найбільш чутливих компонентах біотичних співтовариств. Організми та спільноти організмів, життєві функції яких тісно корелюють з певними факторами середовища та можуть застосовуватися для їх оцінки, називаються біоіндикаторами [33].

Під біотестуванням зазвичай розуміють процедуру встановлення токсичності середовища за допомогою тест-об'єктів спеціально відібраних та вирощуваних живих організмів, що сигналізують про небезпеку незалежно від

того, які речовини та в якому поєднанні викликають зміни їх життєво важливих функцій.

Біоіндикація дуже близький до біотестування прийом, що використовує організми, що мешкають в досліджуваному середовищі, присутність, кількість або особливості розвитку яких служать показниками природних процесів, умов або антропогенних змін довкілля [51]

Умови, які визначаються за допомогою біоіндикаторів, називаються об'єктами біоіндикації. Ними можуть бути типи природних об'єктів (грунт, вода, повітря), різні властивості цих об'єктів (механічний, хімічний склад та ін.) та певні процеси (ерозія, дефляція, заболочування тощо) що відбувається, у тому числі під впливом людини.

При виборі біоіндикаторів один із екологів, Л. В. Жорняк, пропонує враховувати наступні критерії:

1) стенотопні види (приспособлені до існування в строго певних умовах), більш рідкісні види, як правило, є кращими індикаторами, ніж евритопні (широко поширені, що мають широкий діапазон екологічної витривалості);

2) більші види є зазвичай кращими індикаторами, ніж дрібні, тому що швидкість обороту останніх в біоценозах вище, і вони можуть не потрапити в пробу в момент досліджень;

3) при виділенні виду (групи видів), що використовується як індикатор впливу того чи іншого фактора, необхідно мати польові та експериментальні відомості про лімітуючі значення даного фактора з урахуванням можливих реакцій організму;

4) чисельне співвідношення різних видів (популяцій або угруповань) більш показове і більш надійним індикатором, ніж чисельність одного виду.

Біоіндикаційні дослідження поділяються на два рівні: видовий та біоценотичний. Видовий рівень включає констатацію присутності організму, а біоценотичний враховуються різні показники різноманітності видів, продуктивності даного співтовариства. За сучасними уявленнями біоіндикатори-організми, присутність, кількість або особливості, розвитку яких служать

показниками природних процесів, умов або антропогенних змін довкілля. Біоіндикація – метод, який дозволяє судити про стан довкілля за фактом зустрічі, відсутності, особливостями організмів-біоіндикаторів [66].

Умови, що визначаються за допомогою біоіндикаторів, називаються об'єктами біоіндикації. Існують різні види біоіндикації. Якщо одна й та сама реакція викликається різними факторами, то говорять про неспецифічну біоіндикацію. Якщо ж ті чи інші зміни, що відбуваються, можна пов'язувати тільки з одним фактором, то йдеться про специфічну біоіндикацію. Наприклад, лишайники та хвойні дерева можуть характеризувати чистоту повітря та наявність промислових забруднень у місцях їх зростання. Видовий склад тварин і нижчих рослин, що мешкають у ґрунті, є специфічним для різних ґрунтових комплексів.

Залежно від того, які організми виступають як індикатори, виділяють такі

види біоіндикації

- ортоіндикація – використання лишайників як біоіндикатори;
- фітоіндикація – це виявлення та визначення екологічно значущих антропогенних навантажень на основі реакцій на них рослин;

- ліхеноіндикація – використання лишайників як біоіндикатори ступеня забруднення атмосферного повітря, засноване на вивченні складу та біологічних особливостей ліхенофлори;

- дендроіндикація – використання деревних рослин для оцінки стану та змін навколишнього середовища під впливом екологічних факторів.

Серед біоіндикаційних методів дослідження природних процесів та антропогенних впливів дендроіндикація займає особливе місце, тому що дозволяє вирішувати багато різнопланових та міждисциплінарних завдань: від оцінки впливу викидів конкретного підприємства на найближчий лісовий масив до впливу геліофізичних та астрофізичних факторів на лісові екосистеми.

Також біоіндикатори можуть бути прямими і непрямими (відповідно біоіндикація – пряма та непряма). Прямий біоіндикатор – це організм або їх співтовариство напряду, що безпосередньо реагують на фактори середовища

(орбілясті плями) на листі тютюну виникають від прямої дії озону, дехромація листя внаслідок дії SO₂).

У непрямих біоіндикаторів реакція на фактори середовища виникає через систему опосередкованих взаємопов'язаних реакцій і безпосередньо не пов'язана зі стресовим впливом.

Позитивні біоіндикатори характеризуються збільшенням реакції (кількісних характеристик) при наростанні стресу. Так, наприклад, позитивним індикатором вмісту токсичних газів у повітрі є збільшення концентрації поллютантів у біомасі. Наростання рекреаційного навантаження на екосистему індикуюється збільшенням великої кількості рудеральних видів рослин: кульбаби *Taraxacum officinale*, суріпки *Barbarea vulgaris*, перстачу гусячого *Potentilla anserina* та інші..

Прикладом негативних індикаторів на забруднення атмосферного повітря є зменшення видового розмаїття, чисельності епіфітних лишайників та утворення так званої лишайникової пустелі в умовах постійного рівня викидів токсичних газів. Залежно від реакції біоіндикатора на певний стресорний фактор виділяють специфічні та неспецифічні біоіндикатори. Специфічні біоіндикатори на певний тип дії реагують певним типом реакції [13].

Біоіндикатори, здатні однаково реагувати на зміну різних чинників середовища відносять до неспецифічних. У такому разі говорять про неспецифічну індикацію. Наприклад, зниження чисельності ґрунтових безхребетних може відбуватися і за різних видів забруднення ґрунту, і при вигоптуванні, і в період посухи та з інших причин. Якщо при біоіндикаційних дослідженнях використовується один (приватний) параметр, то говорять про приватний біоіндикатор. У тому випадку, коли застосовується система біоіндикаційних ознак, говорять про комплексний біоіндикатор. Виділяють також чутливі та акумулятивні біоіндикатори.

Чутливий швидко реагує значним відхиленням показників від норми. Наприклад, відхилення у поведінці тварин, у фізіологічних реакціях клітин

можуть бути виявлені практично відразу після початку дії порушуючого фактора.

Акумулятивний – накопичує впливи без порушень. Наприклад, ліс на початкових етапах його забруднення залишиться колишнім за своїми основними

характеристиками. Лише після якогось часу погине загальна чисельність організмів тощо [46].

Найбільш важливими сферами застосування біоіндикації можуть бути такі:

- виявлення природного буферного потенціалу агроценозу та допустимих

навантажень екзогенних речовин за різних технологій обробітку сільськогосподарських культур;

- контроль за станом фітопопуляції з метою ранньої діагностики та запобігання негативним наслідкам полутантів, які можуть вплинути на

структуру та функції біоти, продуктивність агроценозу, а також на здоров'я

людини.

комплексна система екологічного моніторингу агросфери, включаючи виявлення негативних змін, їх діагностику на ранній стадії антропогенного

впливу;

- збереження біорізноманіття агроландшафту, що дозволяє забезпечити існування якомога більшої кількості організмів, особливо рідкісних видів біоти, високочутливих до забруднення.

В залежності від швидкості прояву біоіндикаторних реакцій виділяють

декілька різних типів чутливості тест-організмів:

1 тип – біоіндикатор виявляє раптову та сильну реакцію, що триває деякий час, після чого перестає реагувати на забруднювач;

2 тип – біоіндикатор протягом тривалого часу лінійно реагує на вплив зростаючої концентрації забруднювача;

3 тип – після негайної сильної реакції у біоіндикатора спостерігається її згасання, спочатку різке, потім поступове;

4 тип – під впливом забруднювача реакція біоіндикатора поступово стає все більш інтенсивною, проте досягнувши максимуму поступово згасає;

5 тип – реакція та типи неодноразово повторюються, виникає осциляція біоіндикаторних параметрів [20].

Основні підходи біотестування. «Підходами» можна умовно назвати групи методів, що характеризують подібні процеси, що відбувається з тест-об'єктами під впливом антропогенних факторів. Основні підходи: біохімічний підхід, генетичний підхід, морфологічний підхід, фізіологічний підхід, біофізичний підхід, імунологічний підхід [71].

Таким чином, біоіндикація – це визначення біологічно значущих навантажень на основі реакцій на них живих організмів та їх угруповань.

Основним завданням біоіндикації є розробка методів та критеріїв, які могли б адекватно відобразити рівень антропогенних впливів з урахуванням комплексного характеру забруднення та діагностування ранні порушення у найбільш чутливих компонентах біотичних співтовариств.

1.5 Рівні біоіндикації

Біоіндикація може здійснюватися на всіх рівнях організації живого: біологічних макромолекул, клітин, тканин та органів, організмів, популяцій, угруповань, екосистем та біосфери в цілому. На нижчих рівнях біоіндикації можливі прямі та специфічні форми біоіндикації, на вищих – лише непрямі та неспецифічні. Проте саме останні дають комплексну оцінку впливу антропогенних впливів на природу загалом.

Біоіндикація на цих рівнях заснована на вузьких межах протікання біотичних і фізіологічних реакцій. Її переваги полягають у високій чутливості до порушень, що дозволяє виявити навіть незначні концентрації поллютантів, і виявити їх швидко. До недоліків відноситься те, що біоіндикатори-клітини і молекули вимагають складної апаратури [55].

У книзі «Біоіндикація забруднень наземних екосистем» (1988) за редакцією Р. Шуберта виділено шість рівнів біоіндикації:

1. Біохімічні фізіологічні реакції;
2. Анатомічні, морфологічні, біоритмічні та поведінкові відхилення;
3. Флористичні, фауністичні та хорологічні зміни;

4. Ціотичні зміни; 5. Біогеоценотичні зміни; 6. Зміни ландшафтів.

НУБІП України

На нижчих рівнях організації живої речовини найчастіше переважає пряма специфічна індикація. Біоіндикація на нижчих рівнях діалектично входить у біоіндикацію на вищих рівнях, набуваючи нових якісних рис. У цьому переважає непряма неспецифічна індикація.

На цьому рівні поєднано так звані латентні ушкодження. Багато живих організмів мають відносно високу чутливість до впливу забруднюючих речовин.

Їх можна використовувати як індикатори для визначення рівня та виду забруднення, а також для проведення моніторингу стану атмосферного повітря, природних вод та ґрунтів. Якщо організми здатні накопичувати достатню кількість забруднюючих речовин без зміни їх метаболічних процесів і якщо ці

поліганти можуть бути легко виявлені та ідентифіковані в біомасі, такі види можна використовувати для визначення загальної кількості забруднюючих речовин, накопичених в організмах за певний проміжок часу. При слабкій інтенсивності впливу стресора такі ушкодження справді залишаються невидимими.

Одним із широко застосовуваних методів екологічної оцінки стану довкілля є аналіз особливостей морфологічної будови біологічних об'єктів.

Накопичення поллютантів в організмі при емісійних впливах, порушення метаболізму, що виникають при параметричних та ландшафтнореструктивних

змінах екосистем, призводять до зміни будови тканин, органів та загалом до модифікації діагностичних ознак видів. При оцінці екологічного стану навколишнього середовища за морфологічними відхиленнями в якості

індикаторів повинні бути обрані найбільш чутливі види, що мають добре виражені, яскраві та легко розпізнавані реакції на певний антропогенний вплив.

Вивчення анатомо-морфологічних ознак, яке не потребує великих матеріальних витрат, має особливе практичне значення для експрес-оцінки інтенсивності техногенного впливу на екосистеми. В якості індикаторних ознак ефективне

застосування морфологічних показників: висоти рослин, довжини і ширини
листя, міжвузлів тощо [56]. У деревних видів можливе вивчення таких
морфологічних ознак, як висота стовбурів, висота прикріплення крони, першої
живої гілки, висота кірки, що відшаровується, стояння і розрідженості кони,
суховершинність та ін. Можливість кількісної оцінки перерахованих параметрів
при порівняльному аналізі фонових та антропогенно порушених територій із
застосуванням апарату математичної статистики підвищує надійність та
достовірність прогнозу сукцесій та висновків про сучасний стан екосистем.

Важливим завданням щодо оцінки стану довкілля із застосуванням
біоіндикаційного методу є вибір видів-індикаторів. Від правильності її
вирішення залежить ефективність методу, що застосовується в моніторингових
дослідженнях і достовірність отриманих матеріалів. Різні види живих організмів
реагують на антропогенні впливи по-різному: одні – більше, інші – менш чутливі

до антропогенного стресу. Деякі види найбільше підходять для індикації
порушення ґрунтового покриву, інші – повітряного забруднення.

Види-індикатори – це організми (або популяції), зустрічальність,
життєвість і чутливість яких змінюється під впливом зовнішніх умов. Це
поширені, екологічно пластичні види зональних фітоценозів. Критерії вибору
індикаторних видів на даний момент переважно визначені: широкий ареал
поширення виду, висока зустрічальність, достатня біомаса. Необхідно, щоб
поряд з простотою обліку та видобутку вони мали б специфічну реакцію на
фактори навколишнього середовища [60].

Відповідно до завдань дослідження виникають особливі вимоги до
фітоіндикатора. Так, наприклад, деякі види особливо підходять для індикації
повітряного забруднення, інші – для оцінки інтенсивності рекреаційного
навантаження. Крім того при оцінці екологічного стану навколишнього
середовища за морфологічними відхиленнями та хімічним складом біомаси як
індикатори повинні бути обрані найбільш чутливі види. При вивченні хімічного
складу рослин як показників забруднення геосистем необхідні стійкі види, що
відбивають зміну хімізму середовища. У широколистяних лісах

фітоіндикаторами антропогенних порушень є липа дрібнолиста, дуб черешковий, бук лісовий, граб. У степах найбільш показовими є степова шавлія, фіолетовий коров'як, полин австрійський, справжній підмаренник. У селітебних умовах, де відсутня природна зональна рослинність, індикаторами можуть бути використані інтродуковані види роду тополя, липа дрібнолиста, дуб черешчатий.

Біоіндикаторами можуть бути як натуральні об'єкти, так і тесторганізми, що мають відому реакцію на вплив стресу і штучно поміщені у випробувані умови [64].

1.6. Метод флуктуючої асиметрії

Метод моніторингу навколишнього середовища, заснований на дослідженні впливу змінних екологічних факторів на різні характеристики біологічних об'єктів і систем, що дає уявлення про механізми та закономірності формування реакції біологічних систем на спільну дію факторів різної природи, біоіндикаційні показники ясно відображають картину стану самих рослинних організмів. В нормальних умовах організм реагує на вплив середовища у вигляді складної фізіологічної системи буферних гомеостатичних механізмів. Ці механізми підтримують оптимальний перебіг процесів розвитку. Під впливом несприятливих умов ці механізми можуть бути порушені, що призводить до зміни розвитку.

Заміна гомеостазу розвитку відображають базові зміни функціонування живих істот і знаходять вираження в процесах, що протікають на різних рівнях, від молекулярного до організмового, і відповідно, можуть бути оцінені за різними параметрами з використанням різних методів. Рівень гомеостазу розвитку можна оцінити з морфологічного погляду. Для цієї мети застосовується метод флуктуючої асиметрії.

Флуктуючою асиметрією називають відхилення від білатеральної асиметрії в організмів або їх частин (наприклад листя лиця). Величину флуктуючої асиметрії у різних видів організмів використовують як індикатор стану середовища, ступеня антропогенного забруднення. Всі зростаючі впливи на навколишнє середовище диктують необхідність контролю їх стану,

НУБІП УКРАЇНИ

забезпечення їх сприяє для живих організмів та людини. З усіх методів оцінки якості середовища пріоритетним є біоіндикація як серія біологічних оцінок у природі. В нормальних умовах організм реагує на вплив середовища у вигляді складної фізіологічної системи буферних гомеостатичних механізмів.

НУБІП УКРАЇНИ

Під впливом несприятливих умов ці механізми можуть бути порушені, що призводить до зміни розвитку [34].

НУБІП УКРАЇНИ

Зміна гомеостазу розвитку відображають базові зміни функціонування живих істот і знаходять вираження у процесах, що протікають на різних рівнях, від молекулярного до організмового, і можуть бути оцінені за різними параметрами з використанням різних методів. Насамперед, рівень гомеостазу розвитку може бути оцінений з морфологічної точки зору.

Флуктуюча асиметрія дозволяє оцінити нестабільність розвитку організму.

НУБІП УКРАЇНИ

Флуктуючою асиметрією називають відмінності між правою і лівою сторонами різних морфологічних структур, які в нормі мають білатеральну симетрію. Більшість авторів пропонує вважати визначення флуктуючої асиметрії одним із морфологічних методів оцінки стану та динаміки біосистем, а сам показник флуктуючої асиметрії – індексом стабільності розвитку організму.

НУБІП УКРАЇНИ

Основна вимога до ознак, за якими ведеться визначення флуктуючої асиметрії – відносно рівна їх величина, відсутність впливу на них ряду факторів, серед яких велике значення має вищелування зі загальної асиметрії двох її форм спрямованої асиметрії та антисиметрії.

Для деревних рослин найкращим вегетативним органом є листя рослини.

НУБІП УКРАЇНИ

При антропогенних впливах у листі відбуваються морфологічні зміни, наприклад зменшення площі листової пластинки, поява асиметрії. Хорошими біоіндикаторами у місті є листя липи, дерева з високими поглинальними якостями. При формуванні листової пластини, у міру накопичення токсичних речовин, відбувається гальмування ростових процесів та деформація листа. При остаточному формуванні листових пластин на деревах, що зазнають високого техногенного навантаження, їх площа менша, ніж на деревах, що ростуть у більш сприятливих екологічних умовах [27].

Метод спирається на аналіз показника флуктуючої асиметрії, яка є незначними ненаправленими відхиленнями в будові тих чи інших білатеральних структур від сурової симетрії. Така характеристика виявляється можливою при

використанні всього декількох не з корельованих між собою ознак або навіть

однієї ознаки. Отримувана під час аналізу певної кількості ознак, інформація відбиває рівень стабільності індивідуального розвитку загалом.

Аналіз при цьому може бути обмежений лише ознаками зовнішньої морфології. При несприятливих природних абіотичних умовах, до яких

відноситься і вплив на організм забруднюючих речовин, ненаправлені

відмінності між двома сторонами тіла у організмів, що формуються, збільшуються. Тим самим рівень флуктуючої асиметрії служить показником стабільності розвитку організмів у тій чи іншій екологічній ситуації [34].

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

2.1. Фізико-географічний опис місця дослідження

2.1.1. Загальний опис території Київської області

Київська область розташована на півночі України у переважній частині на правобережному боці басейну річки Дніпро. Місто Біла Церква розташовано на південному заході Київської області. Площа області становить 2813 км² (Рис.2.1.1).



Рис.2.1.1. Київська область

На сході межує з Чернігівською та Полтавською, на півдні та південному-сході з Черкаською, на південному-заході з Вінницькою, на заході з Житомирською областями. Також, на півдні межує з Білорусією, а саме з Гомельською областю.

Київська лісостепова область розташована на південні та південно-східній лінії від Київ-Фастів до лінії Біла Церква – Рокитне - Корсунь-Шевченківський, на сході обмежена долиною р. Дніпро. Київська височина приурочена до схилу щита, перекритою товщею крейдових, юрських, палеогенових і неогенових відкладів.

На північній і придніпровській частині лісостепу переважають ландшафти лучно-степові, широколистяно-лісові. На північні області поширені місцевості лесових височин і їх схилів з сірими лісовими ґрунтами, долинами і балками.

Великі площі займають місцевості лесових рівнин з мало гумусними і опідзоленими чорноземами. Це великі вододільні одно-висотні згладжені лесовим покривом рівнини. Найбільш значні за розміром вони в центральній і західній частині області. Близьче до р. Дніпро їх площі зменшуються в зв'язку з більшою розчленованістю території. Ґрунти сформувалися на лесовому покриві під різною злаковою рослинністю в порівняно однорідних кліматичних і гідро-геологічних умовах. Однорідність ґрунтового покриву порушується лише в зв'язку з західним рельєфом.

Сучасний ландшафтний вигляд області обумовлений тим, що тут до початку льодовикового періоду утворилися широкі долини і балки. Відкладення дніпровського льодовика покривали її поверхню нерівномірним по потужності шаром. На них залягають пилові палево-жовті лесові породи. Вони однорідні, пористі, з добре видимими стовпчастими відділеннями. Товща над моренних лесів розподіляється шаром похованих ґрунтів на два або три горизонти. На схилах і високих терасах лесові відкладення стають більш піщаними, мають чітко виявлену солоність і іноді зміщуються тонокзернистими пилюватими пісками. Серед лесових порід у вигляді островів поширені моренні і зандрові відкладення дніпровського зледеніння, які зазнали вітрову та воду ерозію.

Ландшафтні особливості Київського Полісся в першу чергу обумовлені його становищем на середньодніпровському схилі Українського щита до Дніпровсько-Донецької западини, а також гідрологічними, кліматичними і ґрунтово-рослинними умовами. На території Київського Полісся річкова сітка досить густа. Головні річки – Прип'ять, Уж, Тетерів, Здвиж, Ірпінь, Рось [57].

У кліматичному відношенні Київське Полісся являє собою перехідну область між Житомирським і Чернігівським Поліссям. Тут дещо менш, ніж у Житомирському Поліссі, річні суми опадів і вищі літні температури. Тривалість періоду зі середньодобовою температурою повітря більше 0°C становить 240-245 днів, більше 5°C – 200, більше 10°C – на більшій частині території 155, а на північному-заході області – 160-165, більше 15°C – 110 днів. Безморозний період триває 160-165 днів. Суми активних температур від 2510 на південному-сході до 2650°C на південному-сході області. За рік випадає 530-570 мм опадів.

Ґрунтовий покрив Київської області досить різноманітний. Найпоширенішими є чорноземи. У південній частині області переважають глибокі мало-гумусні чорноземи, дерново-підзолісті. Київська область розташована у межах двох природних зон: лісостепової та змішаних лісів.

Природні ліси збереглися мало. Широко поширені штучні насадження сосни. В заліснених районах переважають сосново-дубові ліси. Лісистість в басейнах рік складає 20-40%. На заплавах річок розвинена лугова і болотна рослинність.

Клімат – помірно-континентальний, теплий, м'який з достатньою вологістю. Середня температура в зимній період – 6°C . Середня температура літнього періоду від 18 до 20°C . Кількість опадів варіює в межах 480-620 мм, більша їх частина припадає на теплий проміжок року [16].

2.2. Оцінка стану навколишнього природного середовища міста Біла Церква

Біла Церква місто обласного значення, одне із найбільш розвинутих промислових міст Київщини. Основу промислового потенціалу міста становлять 81 підприємство, які мають виробничі потужності на території міста, 4 транспортних підприємства для пасажироперевезень, 1354 малих підприємства,

об'єкти Міністерства Оборони України, всі вони є потенційними забруднювачами навколишнього природного середовища міста.

Ступінь екологічної безпеки у місті Біла Церква обумовлюється величиною антропогенного навантаження. На території міста можна виділити

такі види діяльності, що є основними факторами впливу на навколишнє природне середовище: промислова діяльність, містобудування і функціонування міської інфраструктури, діяльність об'єктів торгівлі та побутового обслуговування населення, життєдіяльність населення.

Оцінка стану довкілля в місті свідчить, що практично немає компонентів екосистеми, які б не зазнавали постійного негативного антропогенного впливу.

Переважними галузями, які формують обсяги промислового виробництва міста, є: виробництво гумових та пластмасових виробів, постачання електроенергії, газу, пари та кондиційованого повітря, виробництво машин та устаткування, будівництво житлових і нежитлових будівель, виробництво харчових продуктів, виробництво меблів, виробництво іншої неметалевої мінеральної продукції, виробництво електророзподільної та контрольної апаратури тощо.

Провідними підприємствами міста є:

— ПрАТ «Росава» — виготовлення шин для легкових автомобілів, комерційного транспорту та сільсько-господарської техніки, виготовлення гумових сумішей;

— ТОВ «Білоцерківський завод «Трібо» — виробництво накладок, гальмівних колодок;

— ТОВ «Інтер-ІТВ» — спеціалізується на випуску формових та неформових виробів, пасів клинових приводних, вентиляторних, варіаторних, пластини технічної, килимів діелектричних та ін.;

— ТОВ «Біофарма-Інвест» — розробка та виробництво інноваційних високотехнологічних препаратів, вироблених з донорської крові людини, рекомбінантних препаратів та препаратів на основі спороутворюючих бактерій;

ТОВ СП «Укрінтерм» гідравлічне та пневматичне устаткування (котли);

ТОВ «Завод пакувального обладнання «Термопак» – виробництво пакувального обладнання в термозбігову плівку, етикетувальне обладнання для

нанесення поліпропіленової, паперової, самоклеючої етикетки, транспортні системи будьякої конфігурації;

ТОВ «Маревен Фуд Україна» – виготовлення продуктів швидкого приготування: вермішель, локшина, картопляне пюре, яєчна локшина та універсальні приправи [91].

2.2.1. Атмосферне повітря

Забруднення атмосферного повітря є ключовим чинником, що негативно впливає на стан природного середовища.

Обсяг викидів в атмосферне повітря міста зумовлюється господарською діяльністю промислових підприємств, організацій, автотранспортом та наслідком трансграничного перенесення забруднюючих речовин.

В атмосферне повітря міста викидається більше ніж 300 різних інгредієнтів, серед яких, в основному, пили органічного та неорганічного походження, сполуки вуглеводнів, свинець, фенол, формальдегіди, оксиди азоту, хрому, сульфат барію, марганцю, цинку, нікелю, кантакеу, тіурами і багато інших газоподібних сполук.

Спостереження за станом забруднення атмосферного повітря в місті проводиться центральною геофізичною обсерваторією державної служби України з надзвичайних ситуацій на двох стаціонарних постах: в районах вулиці Леваневського (ПСЗ №1) та вулиці Сломчинського (ПСЗ №2).

У 2019 році в атмосфері міста зафіксовано підвищений вміст діоксиду азоту, середньорічна концентрація якого перевищувала середньодобову гранично допустиму концентрацію в 2,3 рази. Середньорічні концентрації інших домішок дорівнювали: завислих речовин – 0,7 ГДКс.д., оксиду вуглецю та діоксиду сірки – 0,5 ГДКс.д.

Максимальні 3-разових концентрацій забруднювальних домішок досягли: діоксиду азоту – 1,0 ГДКм.р. (у червні 2019 р. на ПСЗ № 2), оксиду вуглецю та завислих речовин – 0,4 ГДКм.р., діоксиду сірки – 0,1 ГДКм.р. Середні за рік та максимальні з середньомісячних концентрацій важких металів не досягали 0,1 ГДКс.д., лише зі свинцю середньорічна концентрація становила 0,1 ГДКс.д., а максимальна з середньомісячних – 0,2 ГДКс.д. (зафіксована у листопаді). Рівень забруднення атмосферного повітря (за середньорічними концентраціями) був однаковим на обох постах спостережень.

За даними центральної геофізичної обсерваторії державної служби України з надзвичайних ситуацій рівень забруднення атмосферного повітря у порівнянні з 2018 роком дещо підвищився за рахунок зростання вмісту діоксиду азоту [92].

Обсяг викидів забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел забруднення у 2019 році становить – 13751 тону. Динаміка викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення, починаючи з 2019 року, наведена у Таблиці 2.2.1.1.

Таблиця № 2.2.1.1

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря міста Біла Церква від стаціонарних джерел забруднення (т)

Рік	2015	2016	2017	2018	2019
Обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря міста Біла Церква від стаціонарних джерел забруднення	1358	1421	1368	1338	1952

Зростання викидів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел пов'язане з відновленням промислового виробництва, яке було незадіяним в останні роки, із введенням нових технологічних ліній і виробництв у місті, а також переходом підприємств, установ та організацій на альтернативні види

палива. У Таблиці 2.2.1.2 наведені дані про вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Біла Церква.

До основних промислових підприємств міста, що здійснюють викиди забруднюючих речовин можна віднести : ПРАТ «Білоцерківська ТЕЦ», ПРАТ «РОСАВА», КП БМР «Білоцерківтепломережа», КП «Білоцерківхлібопродукт», ТОВ «БІЛОЦЕРКІВВОДА», ТОВ «ІНТЕР-ГТВ».

Таблиця 2.2.1.2

Вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Біла Церква

Назва забруднюючої речовини	Середньорічний вміст, мг/м ³	Середньодобові ГДК, мг/м ³	Максимальні разові ГДК, мг/м ³	Максимальний вміст, мг/м ³
Діоксид сірки	0,02	-	-	0,06
Оксид вуглецю	1,7	-	-	2,0
Діоксид азоту	0,09	-	-	0,20
Завислі речовини	0,11	0,15	0,50	0,20
Кадмій	0,002x10 ⁻³	0,3x10 ⁻³	-	0,003x10 ⁻³
Залізо	0,53x10 ⁻³	40,0x10 ⁻³	-	0,88x10 ⁻³
Манган	0,01x10 ⁻³	1,0x10 ⁻³	-	0,02x10 ⁻³
Мідь	0,02x10 ⁻³	2,0x10 ⁻³	-	0,04x10 ⁻³
Нікель	0,01x10 ⁻³	1,0x10 ⁻³	-	0,02x10 ⁻³
Свинець	0,02x10 ⁻³	0,3x10 ⁻³	-	0,05x10 ⁻³
Хром	0,01x10 ⁻³	1,5x10 ⁻³	-	0,02x10 ⁻³
Цинк	0,04x10 ⁻³	50,0x10 ⁻³	-	0,06x10 ⁻³

На сьогодні викиди від пересувних джерел є найбільшими забруднювачами атмосферного повітря в місті. За матеріалами державної статистичної звітності, вони в 2019 році становили 11,799 тис. т. Хімічний склад викидів від пересувних джерел забруднення характеризується перевагою вмісту оксиду вуглецю (до 77,5%), сполук азоту та вуглеводнів (відповідно 9 та 11,5%), діоксиду вуглецю та діоксиду сірки по 1%.

Станом на 01.10.2019 р. у Білій Церкві зареєстровано 66534 одиниць транспортних засобів (в т.ч. легкових – 63800 од., автобусів – 2734 од.) За період з 01.01.2013 р. по 01.10.2019 р. кількість транспортних засобів збільшилась на 27079 одиниць.

Перевезення мешканців міста забезпечується в рамках 17 маршрутів, із них тролейбусних - 6 та автобусних - 21, для обслуговування яких використовується 243 автобуси та 20 одиниць електротранспорту.

Інформація щодо викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення наведена у Таблиці 2.2.1.3.

Таблиця 2.2.1.3.
Викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення (т)

Рік	2011	2012	2013	2014	2015
Обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря міста Біла Церква від пересувних джерел забруднення	14918	19004	15575	14113	11799

Зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря міста від пересувних джерел можна пояснити переобладнанням автотранспортних засобів на стиснений природний газ.

1. Основні чинники та критерії для визначення основних екологічних проблем, у тому числі пов'язаних із:

1) забрудненням атмосферного повітря викидами забруднюючих речовин від промислових підприємств та автотранспорту;

Основними проблемами забруднення атмосферного повітря області продовжують залишатися:

- застарілі технології та устаткування, на базі яких функціонують підприємства, і які вже не в змозі забезпечити дотримання встановлених законодавством нормативів граничнодопустимих викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря;

- значна частка газоочисного обладнання, яке експлуатується на підприємствах, морально і фізично застаріла. Газоочисне обладнання підприємств уловлює в основному тільки пил, у той час як найбільш шкідливі з'єднання - окисли азоту, вуглецю, фенол, сірчисті, фтористі сполуки та ін. - викидаються без очищення;

- великі обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від неорганізованих джерел

Найбільші обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря мають підприємства: енергетики – 55,679 тис. т, або 68,5 % від загальних викидів стаціонарними джерелами по області; сільського, лісового та рибного господарства – 12,825 тис. т, або 15,8 %; переробної промисловості 5,246 тис. т, або 6,5 %, інші – 7,508 тис. т., або 9,2 % [90].

2.3. Характеристика виду TILIA

Сімейство липових містить близько 45 пологів і до 700 видів і по своєму поширенню ділиться на дві незрівняно нерівні частини. Більшість пологів мешкає в тропічних і субтропічних областях Азії, Америки, Африки та Австралії і лише один рід - липа (*Tilia*) - займає ареал в межах північних помірних широт.

Різноманітна і форма листя липових: від цільних і цілокраїх до зубчастих і лопатевих. Це різноманітність можна іноді спостерігати навіть в межах одного і того ж роду. Багато представників сімейства відіграють значну роль в рослинному покриві. Однак, за винятком липи, вони не утворюють чистих насаджень.

Липа налічує близько 50 видів, поширених в північній півкулі. Основне морфологічне відмінність його від інших родів - наявність сунніддя, службовця, на думку одних, як «вітрила» для поширення плодів за допомогою вітру (анемохорія), а на думку інших, - для залучення запилюючих комах.

Здебільшого липа - велике листопадне дерево, що досягає у висоту 15-25 м і в діаметрі 2 м. Коренева система потужна, глибока, з добре вираженим стрижневим коренем. На коренях часто утворюється микориза. Перші роки липа росте повільно, потім, років з п'яти, швидше і обганяє в зростанні дуб. До 100 років її розміри досягають максимуму. Дає рясну пневу поросль при вирубці або пошкодженні. Плодоношення починається з 10-25 років, в залежності від умов зростання. Граничний вік зазвичай не перевищує 150 років. Однак іноді доживає до 500 і більше років. Особливо довговічні: липа європейська (*T. europaea*) і липа широколиста (*T. platyphyllos*) [1].

Липа - одна з найбільш тіньовитривалих, і газонитривалих порід, особливо форми, що мають блискучі гладкі листя, наприклад яскраво-зелена форма кавказької липи (*T. caucasica forma euchlora*). Найбільш зимостійкими є липа серцеподібна (*T. cordata*), липа сибірська (*T. sibirica*) і липа амурська (*T. amurensis*). Липа є важливою лісовими породами.

Рід підрозділяється на 4 секції, відмінності між якими іноді досить значні. Наприклад, крім видів зі звичними для нас зубчатим листям, є види з листям, забезпеченими рідкісними голчастими зубчиками, наприклад липа Туань (*T. tuan*) з Південно-Східного Китаю, або навіть із зовсім суцільнокраїм листям, як у липи мюфунгської (*T. mufungensis*).

Квітки липи ароматні, вони виділяють велику кількість нектару, зібраного різними комахами. Встановлено близько 70 видів комах, які відвідують квітки липи. Основними денними обпилувачами і збирачами нектару є бджоли і мухи, нічними - метелики, а також хрущі. Липа є найкращим медоносом і пергоносом. Денна продуктивність нектару з однієї квітки липи широколистяної при сприятливій погоді складає 2,3 мг, а липи серцеподібної - 1,3 мг. За період цвітіння 1 га суцільного дровостоя липи виділяє близько 1500 кг нектару.

Плоди липи поширюються не тільки вітром, але і деякими тваринами. Так, в далекосхідних лісах можна спостерігати, як бурундуки і білки набивають горішками липи защічні мішки і зносять в свої комори, про які іноді забувають, а плоди там проростають і утворюють нову поросль. Сойки і дятли також є розповсюджувачами плодів липи.

У липи багато ворогів, до яких відноситься, зокрема, омела, а також різні комахи, які пошкоджують листя, луб і кору, і паразитичні гриби, що викликають загибель сіянців, гниль стовбура дорослих дерев, плямистість листя і всихання гілок.

У Закарпатті, Молдавії і сусідніх з нею районах України поширена липа повстяна - *Tilia tomentosa* Moench (*T. argentea* Desf. Ex DC.). Проникла на територію СРСР із Західної Європи. Від липи серцеподібної відрізняється густо опушеними пагонами, округлими, іноді злегка лопатевими, знизу повстяні-

НУБІП УКРАЇНИ
опушеними листям, опушеним сидячим приквітковим листом, щільною дерев'янистою оболонкою плодів. Нерідко гібридизують з липою серцеподібною. Зростає разом з ясенем і кленом, входить до складу деревного полога дубових і грабово-дубових лісів. У великій кількості росте в центральній частині Молдови.

НУБІП УКРАЇНИ
У гірському Криму і на Кавказі поширена липа бегонієлиста - *Tilia begoniifolia* Stev. Відрізняється від липи серцеподібною зубчато-пильчатим листям, загостреними в ость і зверненими до верхини зубцями листя, сірими борідками волосків у кутках жилок і п'ятиребрними плодами. На Кавказі росте зазвичай як домішка до інших листяних породам, піднімаючись від берега моря високо в гори. У Криму зустрічається переважно на узліссях букових лісів, у верхньому лісовому поясі і серед скель на Яїлі [29].

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

2.3.1. Опис липи серцеподібної (ліпа дрібнолиста) - *TILIA CORDATA* MILL.
(*TILIA PARVIFOLIA* EHREN.)

Листопадне дерево високою до 25-30 м, з компактною овальною кронею, струнким стовбуром циліндричної форми, з темною, поздовжньо-борозенчастою корою на старих деревах. Верхні гілки крони зазвичай направлені вгору, середні йдуть майже горизонтально, нижні звисають вниз.



Рис. 2.3.1.1. Липа серцеподібна (ліпа дрібнолиста) - *TILIA CORDATA* MILL.

Молоді гілочки червонувато-бурі з дрібними чечевичками. Листки чергові, де рано опадають прилистки, довгочерешкові, серцеподібні (іноді несиметричні), з серцеподібною підставою і відтягнуті-загостреною верхівкою, зубчасті, зверху зелені, голі а знизу сірі з борідками рудих волок в кутах жилок, нерідко опушені, завдовжки до 9 см і шириною 5-8 см.

Квітки дрібні, жовтувато-білі, пахучі, близько 1 см в діаметрі. Зібрані по 3-11 в суцвіття з характерним світло-зеленим прицветком. Квітка п'ятимірна, зав'язь верхня.

Плід - кулястий, тонкостінний, одно-двосім'яний горішок без ребр. Вага 1000 насінин - 26-37 г. Живе до 300-400, іноді 600 років.

Цвіте в червні - липні, цвітіння триває 12-17 днів, плоди дозрівають в серпні - вересні.

Відрізняється великою тіньовитривалістю, високою морозостійкістю, чутлива до посухи, середньо-вибаглива до ґрунтових умов, більш-менш добре переносить міські умови, добре затримує пил. Прекрасно витримує формовку крони і є однією з найважливіших деревних порід, найбільш широко використовуваних в садах і парках.



Рис.2.3.1.2. Цвітіння липи [93]

Розмноження: в тому числі насінням. При посіві воєнні зрілих плодів з сухою твердою оболонкою бурого кольору сходи можуть з'явитися тільки на другу або навіть третю після посіву весну. Тому багато фахівців рекомендують збирати плоди, які встигли тільки пожовтіти і оболонка їх ще не затверділа, і

відразу ж сіяти їх на глибину 2-3 см. Перші роки сіянці липи вимагають притінення. Вони ростуть повільно, але потім, років з 5-7, швидше. До 100 років розміри дерева досягають максимуму. Цвітіння і плодоношення починаються з 10-25 років, в залежності від умов зростання [1].

Екологічна характеристика

Основні райони поширення липи серцеподібної знаходяться в зоні широколистяних лісів. Вона є одним з лісоутворювачів широколистяних та хвойно-широколистяних лісів, але майже завжди зустрічається в суміші з іншими породами, особливо з дубом. Часто, особливо на півночі ареалу, липа росте в підліску. Зазвичай служить показником багатих ґрунтів, може переносити тимчасовий надлишок вологи, але не переносить заболочування.

Хімічний склад.

У квітках липи серцеподібної містяться: ефірна олія (0,05%), гесперидин, тіпацин, сапоніни, каротин і аскорбінова кислота. У складі ефірної олії знайдений фарнезол.

Використання.

В медицині застосовується настій квіток («липовий цвіт») як потогінний засіб при простудних захворюваннях і як бактерицидний засіб для полоскання порожнини рота.

Один з найважливіших медоносів. Деревина липи застосовується в столярному і токарному виробництвах, вживається для виготовлення фанери, тари та різних виробів. Липа - одна з найважливіших порід для озеленення населених пунктів.

Липа є однією з основних порід, широко використовуваних в зеленому будівництві в садах, парках і лісопарках. Ефектні в алеєвих, рядових вуличних посадках і одиночних. Однак в придорожніх насадженнях дерева сильно страждають від сопи, витоптування, а види з сильно опушеними листами - від пилу. У таких несприятливих умовах вони уражаються шкідниками і хворобами. Якщо розміри садової ділянки дозволяють посадити липову алею і навіть масив, то найбільш придатні для цього добре перевірені багатовіковим

досвідом вирощування липи серцеподібної і липи широколистої. При посадці 1-2-метрових саджанців можна очікувати, що алея буде "виглядати" через 10-15 років [29].

2.4. Збір матеріалу

Об'єктом дослідження було обрано липу дрібнолисту (*TILIA CORDATA* MILL.), яка широко розповсюджена в міському озелененні та характеризується чутливістю до дії антропогенного забруднення.

Територія вибірки №1 (умовно чистої) розташована в межах парку «Олександрія» м. Біла Церква (максимальна відстань від промислових підприємств). На Рис. 2.4.1. позначено місця збору першої вибірки.

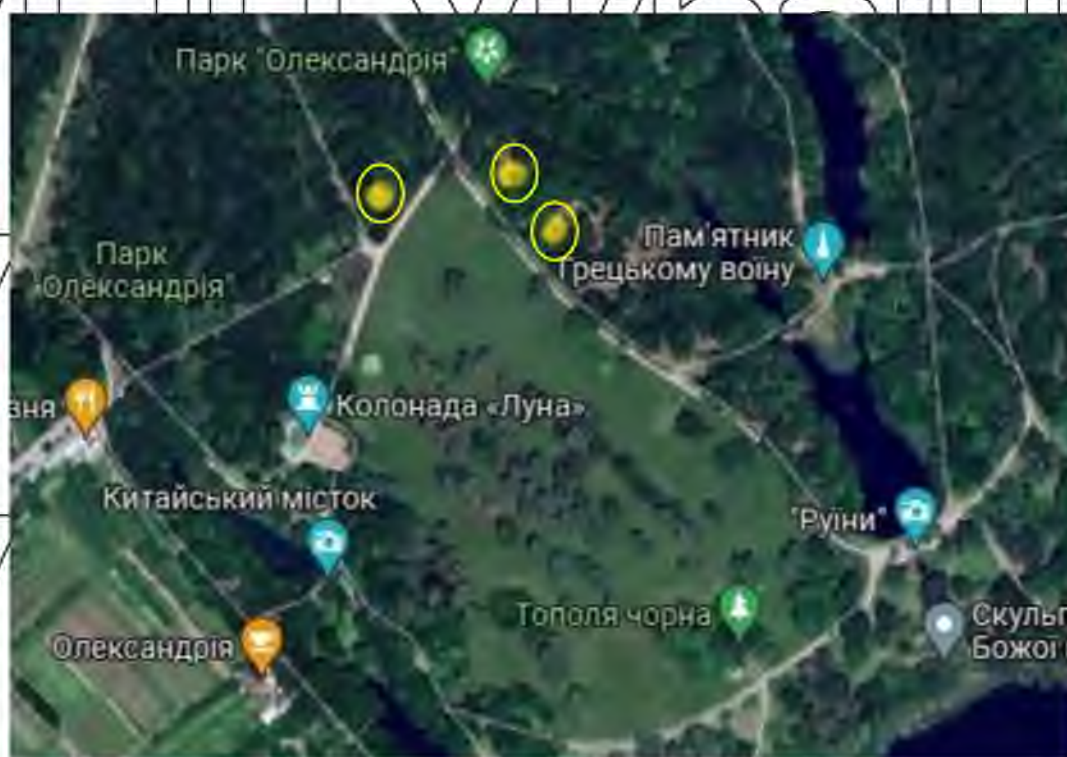


Рис. 2.4.1.1. Точки збору в парку «Олександрія»



Рис. 2.4.2. Об'єкти дослідження парк «Олександрія»

Територія вибірки №2 знаходиться за адресою м. Біла Церква, вул. Леваневського 135. На далій ділянці розташовані потенційно небезпечні об'єкти. Даний район міста вважається промисловим, так як там зосереджена велика кількість техногенних об'єктів. Досліджувані ліпи оточені проїжджою частиною та такими підприємствами: ТОВ Білоцерківський завод Трібо, ALFA Smart Agro, ROSAVA Шинний завод. Точки збору позначені на Рис. 2.4.3.



Рис. 2.4.3. Точки збору біля підприємств



Рис. 2.4.4. Об'єкт дослідження біля підприємств

На кожній ділянці в 31 липня 2021 року з 3 дерев відібрали неушкоджені максимально розвинуті листки. Збір листя проводився після завершення інтенсивного росту листя. Збір листя з рослин, проводився у відносно однакових умовах для кожної вибірки. До уваги бралися дерева одного вікового діапазону.

Збір проводився з нижньої частини крони на рівні витягнутої руки до колу, з усіх можливих гілок.

Для камерального обробітку було зібрано дві вибірки. Кожна складається з трьох дерев по 10 листків з кожного (разом 30 в одній вибірці).

Всі листки зібрані для однієї вибірки, поміщають в поліетиленовий пакет, який помічається етикеткою: вказується місце, дата збору. Зібраний матеріал бажано почати обробляти відразу ж, коли листки не зів'яли. Або зробити

гербарій, але листя стає крихким і це може стати причиною втрати досліджуваного матеріалу.

2.5. Камеральний обробіток

При виконанні досліджень виконують такі операції. Для вимірювання листя липи помішають перед собою червону (внутрішню) стороною вгору. З кожного листа знімають показники по п'яти замірах з правої та лівої сторони.

(Рис. 2.5)

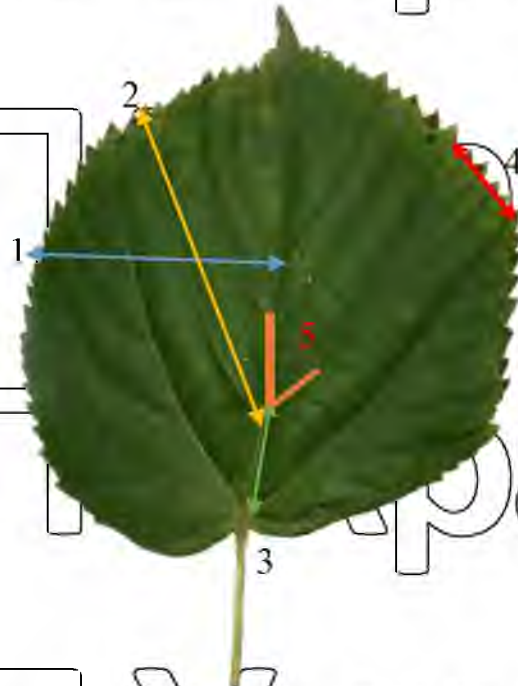


Рис. 2.5. морфологічні ознаки для оцінки стабільності розвитку липи
Схема морфологічних ознак використаних для оцінки стабільності

розвитку липи

1. Ширина лівої і правої половинки листа. Для вимірювання лист складають пополам, з'єднуючи кінчик листа з основою листової пластинки. Потім розгинають лист і по утвореній складці вимірюють відстань від границі центральної жилки до краю листа.

2. Довжина жилки другого порядку, другої від основи листа.

3. Відстань між основою першої і другої жилки другого порядку

4. Відстань між кінцями цих же жилок

5. Кут між головою жилкою і другою від основи листа жилкою другого порядку.

Для дослідження потрібно циркуль, лінійка і транспортир. Заміри 1-4 ознак виконуються циркулем, кут між жилками (5-а ознака) вимірюються транспортиром. Для цього центр транспортира з'єднують з точкою розгалуження другої жилки другого порядку від центральної жилки. Ця точка відповідає вершині кута. Кромку основи транспортира потрібно з'єднати з промінем, що йде з вершини кута і проходить через точку розгалуження третьої жилки другого порядку. Другий промінь, що утворив вимірювальний кут, отримують, використовуючи лінійку. Цей промінь йде з вершини кута і проходить по дотичній до внутрішньої сторони другої жилки другого порядку. Результати дослідження заносяться в таблицю [35,36,38,39].

2.6. Статистичний розрахунок асиметрії листя липи

Для мірних ознак величини асиметрії у рослині розраховується як різниця в замірах зліва і справа, віднесене до суми замірів на двох сторонах. Інтегральним показником стабільності розвитку для комплексу мірних ознак являється середня величина відносної різниці між сторонами на ознаку. Цей показник розраховується як середнє арифметичне суми відносної величини асиметрії по всім ознакам у кожного листа, відносно до числа використаних ознак. Така схема опрацювання використовується для рослин. В таблицях 2.6 та 2.6.1 на прикладі липи проводиться розрахунок середньої відносної величини асиметрії для 5 ознак листка у 2 вибірках, що складаються з 30 листків липи.

Табл. 2.6

Приклад таблиці для опрацювання даних по оцінці стабільності розвитку

с використанням мірних ознак

		Номер ознаки									
		1		2		3		4		5	
N		зліва	справа	зліва	справа	зліва	справа	зліва	справа	зліва	справа
	1										
2											
3											

Спочатку для кожного досліджуваного листа вимірюють відносні величини асиметрії для кожної ознаки. Для цього модуль різниці між замірами зліва (L) і справа (R) ділять на суму цих же замірів :

$$|L - R| / |L + R|$$

Отримані величини заносять в додаткову таблицю 2.6.1.

Наступним кроком є обрахунок асиметрії для кожного листка. Для цього додають значення відносних величин асиметрії по кожній ознаці і ділять на кількість ознак.

$$\frac{n_1 + n_2 + \dots + n_n}{n}$$

Результати обчислень заносять в додаткову таблицю 2.6.1

Останнім на етапі обчислення інтегрального показника стабільності розвитку – величина середньої відносної відмінності між сторонами на ознаку.

Для цього обчислюють середню арифметичну всіх величин асиметрії для кожного листка. Це значення округлюється до третього знаку після коми [36, 39, 40, 41].

Табл. 2.6.1

Зразок допоміжної таблиці для розрахунку інтегрального показника

№	асиметрії листа у вибірці					Величина асиметрії листка
	1	2	3	4	5	
1						
2						
3						
Величина асиметрії у вибірці:						X=

Статистична значимість різниці між вибірками по величині інтегрального показника стабільності розвитку визначається по t-критерію Стюдента.

Для оцінки ступені виявлених відхилень від норми, їх розташування в загальному діапазоні можливих змін показника, розроблена бальна шкала. Діапазон значень показників інтегрально показника асиметрії, що приймається

як умовно нормальному фоновому стану, приймається як перший бал (умовна норма). Він відповідає даним, отриманих в природних популяціях при відсутності явного негативного впливу. Потрібно розуміти і те, що на практиці

при оцінці якості навколишнього середовища в районі з підвищеним антропогенним впливом, фоновий рівень порушень у вибірці рослин чи тварин,

навіть з точки умовного контролю не завжди буде знаходитися в діапазоні значень, що відносяться до першого балу. Діапазон значень, що відносяться до

критичного стану, приймають за п'ятий бал. Він відповідає тим популяціям, де є видимий негативний вплив і такі зміни стану організму, що призводять до

гибелі організму. Весь діапазон між цими пороговими рівнями ділиться по величині значень показників. Дана бальна система наведена нижче [35, 36, 38,

39, 40, 41].

П'ятибальна шкала оцінки відхилень стану організму від умовної норми

по величині інтегрального показника стабільності розвитку для риби.

Бал	Величина показника стабільності розвитку
I	<0,040
II	0,040 - 0,044
III	0,045 - 0,049
IV	0,050 - 0,054
V	>0,054

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Результати розрахунку рівня забруднення повітряного середовища відпрацьованими газами автомобілів за концентрацією оксиду вуглецю

Підрахунок статистичного матеріалу по завантаженості вулиці Леваневського, 135 автотранспортом проводиться три рази на добу (1. з 8:00 до 9:00, 2. з 13:00 до 14:00, 3. з 18:00 до 19:00). З трьох замірів вираховується середнє значення.



Рис.3.1. Територія проведення підрахунку інтенсивності руху автомобілів

Інтенсивність руху автомобілів визначаємо методом підрахунку автомобілів три рази по 60 кв. в кожному із термінів. Підрахунок проводиться методом позначень та отримані дані записуються у вигляді таблиці.

Табл. 3.1.

Тип автомобілів	Інтенсивність руху автомобілів			Середнє значення
	8:00-9:00	13:00-14:00	18:00-19:00	
Вантажний	126	51	71	83
Автобус	368	295	358	340
Легковий	583	367	484	478
Всього	1077	713	913	901

Оцінка завантаженості вулиці автотранспортом визначаємо за інтенсивність руху: $901 \times 24 = 21\ 624$ – інтенсивність висока.

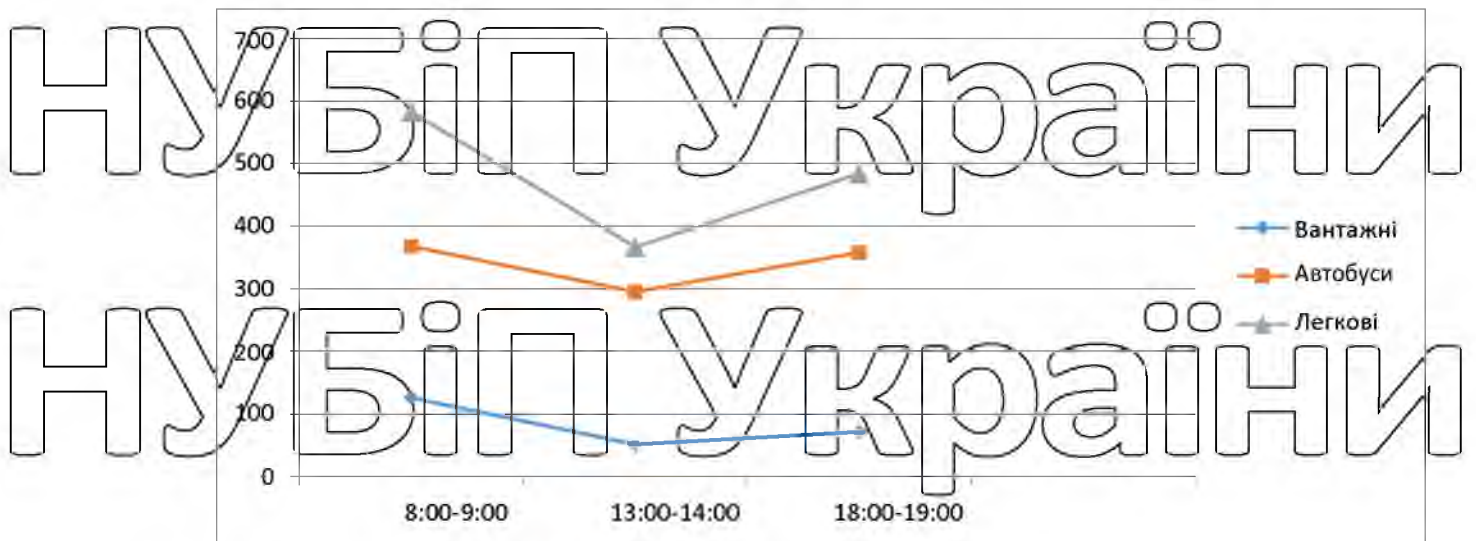


Рис. 3.1.1. Інтенсивність руху автомобілів

Розрахунок концентрації CO відбувається за формулою Бегма (1984), модифіковану Шаповаловим (1990):

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \times N \times K_m) K_a \times K_n \times K_c \times K_v \times K_p, \text{ де}$$

0,5 - фонове забруднення атмосферного повітря нетранспортного походження, мг/м³;

N - сума інтенсивності руху автомобілів на міській дорозі, автомобілів за год.;

K_m - коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в атмосферне повітря оксиду вуглецю (II);

K_a - коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості;

K_n - коефіцієнт, що враховує зміни забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю (II) в залежності від величини поздовжнього нахилу;

K_c - коефіцієнт, що враховує зміни концентрації оксиду вуглецю (II) в залежності від швидкості вітру;

K_v - коефіцієнт, що враховує зміни концентрації оксиду вуглецю (II) в залежності від вологості повітря;

K_p - коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю (II) біля перехресть [61].

Дані K_a, K_n, K_c, K_v, K_p були взяті зі стандартів (додаток 1).

Табл. 3.1.2.

Результати обстежень автомагістралі

Km	Ka	Kн	Kс	Kв	Kп
1,15	0,4	1,06	1,05	0,75	1,8

Рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \times 901 \times 1,15) \times 0,4 \times 1,06 \times 1,50 \times 0,75 \times 1,8 = 9,33 \text{ мг/м}^3$$

Перевищення ГДК чадного газу (CO) для атмосферного повітря (ГДК 5 мг/м³) у 1,87 рази.

3.2. Результати розрахунку асиметрії листя липи

Проаналізувавши зібраний матеріал було проведено статистичний обробіток матеріалу за 5 ознаками. За цими даними було сформовано наступні дані які занесені до: Таблиці 3.2.1. та Таблиці 3.2.3.

Таблиця 3.2.1

Дані по оцінці стабільності розвитку с/використанням мірних ознак вибірки №2

№	Номер ознаки									
	1		2		3		4		5	
	ліва	права	ліва	права	ліва	права	ліва	права	ліва	права
1	37	30	43	41	16	15	20	15	46	48
2	34	39	58	54	17	20	16	14	48	47
3	28	35	42	55	11	20	15	13	50	49
4	34	34	53	53	16	16	10	10	38	40
5	34	29	48	51	16	16	10	12	42	39
6	34	25	49	40	12	11	15	17	46	48
7	29	23	49	45	18	19	11	11	51	50
8	27	21	41	36	10	10	12	14	36	37
9	32	35	54	56	17	17	13	15	34	34
10	30	24	42	41	16	13	13	14	45	46
11	29	33	47	49	17	17	12	12	41	43
12	33	34	52	55	21	21	15	16	37	34
13	29	21	37	35	11	12	10	10	39	40
14	36	34	56	54	17	17	17	12	36	40
15	29	34	46	50	17	16	11	10	55	52
16	27	25	44	45	13	12	15	12	52	49
17	30	32	50	51	13	12	10	16	42	46
18	22	20	42	42	13	12	17	17	43	42
19	33	42	54	54	17	21	15	15	45	47
20	35	32	59	55	21	19	22	17	38	37
21	41	39	59	60	21	20	17	23	50	48

Продовження Таблиці 3.2.1

22	34	25	41	38	12	9	8	13	49	47
23	24	27	40	42	13	14	11	15	46	44
24	30	29	50	46	14	18	17	17	41	45
25	48	40	65	63	20	20	16	22	39	37
26	27	22	41	36	10	10	12	14	36	37
27	36	33	56	54	17	17	17	12	36	40
28	34	30	48	52	16	16	10	13	42	39
29	35	42	54	54	17	21	15	15	45	47
30	34	34	49	40	12	11	15	17	46	48

Таблиця 3.2.3

Дані по оцінці стабільності розвитку с використанням мірних ознак
вибірки №1

№	Номер ознаки									
	1		2		3		4		5	
	ліва	права	ліва	права	ліва	права	ліва	права	ліва	права
1	29	30	46	46	15	16	10	21	37	38
2	28	32	40	49	23	17	18	18	35	39
3	38	37	51	50	17	21	15	22	34	32
4	26	27	40	41	17	16	11	11	36	39
5	42	40	58	52	20	23	14	14	40	42
6	29	29	53	35	16	11	8	15	41	40
7	39	39	59	53	23	20	15	16	37	40
8	35	31	53	51	20	23	17	16	33	37
9	42	41	57	56	24	25	19	13	36	35
10	27	28	45	46	17	20	12	12	37	38
11	36	42	47	53	26	25	12	19	36	39
12	27	30	41	41	16	16	9	10	38	37
13	30	30	49	49	20	20	15	13	40	42
14	34	34	47	46	25	23	15	14	42	40
15	29	28	43	42	16	18	16	16	46	48
16	31	32	50	49	21	21	13	17	40	41
17	34	37	54	51	19	19	15	13	39	37
18	33	32	46	49	11	12	17	19	34	36

Продовження Таблиці 3.2.3

19	34	35	55	54	19	19	16	16	37	32
20	40	37	54	50	22	23	20	14	45	43
21	39	36	51	49	21	21	19	1,5	42	40
22	32	33	49	47	22	23	19	12	42	41
23	37	38	56	57	23	21	20	15	46	43
24	35	35	55	56	21	21	16	18	35	38
25	36	34	52	52	22	22	14	14	36	33
26	37	37	46	48	20	21	19	19	37	36
27	30	32	40	49	23	17	18	18	35	39
28	31	32	50	49	21	21	15	17	40	41
29	29	29	34	35	16	11	8	15	41	40
30	29	28	43	42	16	18	16	16	46	48

Провівши аналіз даних Таблиці 3.2.1 та Таблиці 3.2.3, було розраховано інтегральний показник асиметрії листя для кожної вибірки та поставлений бал відхилень стану організму від умовної норми по величині інтегрального показника стабільності розвитку. Дані по вибірці №2 занесені в Таблицю 3.2.2, дані вибірки №1 занесені в Таблицю 3.2.4.

Таблиця 3.2.2

Розрахунку інтегрального показника асиметрії листя у вибірці №2

№	Ознака					Величина асиметрії листка	Бал
	1	2	3	4	5		
1	0,104	0,024	0,032	0,143	0,021	0,065	V
2	0,068	0,036	0,081	0,067	0,011	0,052	V
3	0,111	0,134	0,290	0,071	0,010	0,123	V
4	0,000	0,000	0,000	0,000	0,026	0,005	I
5	0,079	0,030	0,000	0,130	0,037	0,055	V
6	0,153	0,101	0,043	0,063	0,021	0,076	V
7	0,115	0,043	0,027	0,000	0,010	0,039	I
8	0,125	0,065	0,000	0,077	0,014	0,056	V
9	0,045	0,018	0,000	0,071	0,000	0,027	I
10	0,111	0,012	0,103	0,037	0,011	0,055	V
11	0,065	0,021	0,000	0,000	0,024	0,022	I
12	0,015	0,028	0,000	0,032	0,042	0,023	I

Продовження Таблиці 3.2.2

13	0,160	0,028	0,043	0,000	0,013	0,049	III
14	0,029	0,018	0,000	0,172	0,053	0,054	V
15	0,079	0,042	0,030	0,048	0,028	0,045	III
16	0,038	0,011	0,040	0,111	0,030	0,046	III
17	0,032	0,010	0,040	0,231	0,045	0,072	V
18	0,048	0,000	0,040	0,000	0,012	0,020	I
19	0,120	0,000	0,105	0,000	0,022	0,049	III
20	0,045	0,035	0,050	0,128	0,013	0,054	V
21	0,025	0,008	0,024	0,150	0,020	0,046	III
22	0,153	0,038	0,143	0,238	0,021	0,118	V
23	0,059	0,024	0,037	0,154	0,022	0,059	V
24	0,017	0,042	0,125	0,000	0,047	0,046	III
25	0,091	0,016	0,000	0,158	0,026	0,058	V
26	0,102	0,065	0,000	0,077	0,014	0,052	IV
27	0,043	0,018	0,000	0,172	0,053	0,057	V
28	0,063	0,040	0,000	0,130	0,037	0,054	V
29	0,091	0,000	0,105	0,000	0,022	0,044	II
30	0,000	0,101	0,043	0,063	0,021	0,046	III
Середнє	0,0729	0,0336	0,0468	0,0841	0,0242	-	-
Величина асиметрії у вибірці						$\chi = 0,0541$	V

Якщо проаналізувати Таблицю 3.2.2, можна помітити, що у вибірці переважають бали відхилень стану організму від умовної норми по величині інтегрального показника стабільності розвитку такі як III та V. Вони відносяться до критичного рівня, що слугує ще одним підтвердження дії антропогенного забруднення на об'єкт дослідження.

Найвищий показник флуктуючої асиметрії у вибірці №2 становить 0,123.

Цей показник перевищує критичний рівень у 2,28 рази. Найнижчий показник флуктуючої асиметрії в даній вибірці становить 0,005. Сама величина асиметрії у вибірці становить 0,0541, що свідчить про вкрай несприятливі умов, рослини перебувають у сильно пригніченому стані.

За результатами замірів та статистичної обробки величини асиметрії по 5 параметрам листової пластинки найбільш стійкою виявилася ознака № 5 кут між головою жилкою і другою від основи листа жилкою другого порядку (0,0242). По параметру № 4 відстань між кінцями цих же жилок, розбіжність між

показниками лівої та правої сторони листка липи виявилися максимальними (0,0841).
 За ступенем збільшення порушення асиметрії ознаки утворили таку послідовність: 5>2>3>1>4.

Таблиця.3.2.4

Розрахунку інтегрального показника асиметрії листя у вибірці №1

№	Ознака					Величина асиметрії листка	Бал
	1	2	3	4	5		
1	0,017	0,000	0,032	0,055	0,013	0,033	I
2	0,067	0,101	0,150	0,000	0,054	0,074	V
3	0,013	0,010	0,105	0,189	0,030	0,070	V
4	0,019	0,012	0,030	0,000	0,040	0,020	I
5	0,024	0,055	0,070	0,000	0,024	0,035	I
6	0,000	0,029	0,185	0,304	0,012	0,106	V
7	0,000	0,054	0,070	0,032	0,039	0,039	I
8	0,061	0,019	0,070	0,030	0,057	0,047	II
9	0,012	0,009	0,020	0,188	0,014	0,049	II
10	0,018	0,011	0,081	0,000	0,013	0,025	I
11	0,077	0,060	0,020	0,226	0,040	0,084	V
12	0,053	0,000	0,000	0,053	0,013	0,024	I
13	0,000	0,000	0,000	0,071	0,024	0,019	I
14	0,000	0,011	0,042	0,034	0,024	0,022	I
15	0,018	0,012	0,059	0,000	0,021	0,022	I
16	0,016	0,010	0,000	0,133	0,012	0,034	I
17	0,042	0,029	0,000	0,071	0,026	0,034	I
18	0,015	0,032	0,043	0,056	0,029	0,035	I
19	0,014	0,009	0,000	0,000	0,072	0,019	I
20	0,039	0,038	0,022	0,176	0,023	0,060	V
21	0,040	0,020	0,000	0,854	0,024	0,188	V
22	0,015	0,021	0,022	0,226	0,012	0,059	V
23	0,013	0,009	0,045	0,143	0,034	0,049	V

Продовження Таблиці 3.2.4

24	0,008	0,009	0,000	0,059	0,041	0,022	I
25	0,029	0,000	0,000	0,000	0,043	0,014	I
26	0,000	0,021	0,024	0,000	0,014	0,012	I
27	0,032	0,101	0,150	0,000	0,054	0,067	V
28	0,016	0,010	0,000	0,063	0,012	0,020	I
29	0,000	0,014	0,185	0,304	0,012	0,103	V
30	0,018	0,012	0,059	0,000	0,021	0,022	I
Середнє	0,0223	0,0239	0,0495	0,1088	0,0284	-	-
Величина асиметрії у вибірці:						X=0,0436	II

Аналіз отриманих результатів показав, що в зоні мінімального забруднення атмосферного повітря м. Біла Церква морфологічні параметри листової пластинки липи дрібнолистої знаходяться в межах значень, характерних для цього виду рослин.

Можна припустити, що в цій зоні умови росту та розвитку берези повислої знаходяться майже на рівні природного ареалу. У зв'язку з цим отримані значення морфометричних характеристик листків липи дрібнолистої мною були використані як умовний контроль.

Що стосується аналізу Таблиці 3.2.4, можна помітити, що у вибірці переважає I бал відхилень стану організму від умовної норми по величині інтегрального показника стабільності розвитку. Показує на відсутність дії несприятливих факторів на вибірку №1. Рослини маю сприятливі фактори для стабільного росту.

За результатами замірів та статистичної обробки величини асиметрії по 5 параметрам листової пластинки найбільш стійкою виявилася ознака № 1 ширина лівої і правої половинки листа (0,0223). Параметр № 5 кут між головою жилкою і другою від основи листа жилкою другого порядку характеризується найвищим рівнем розходження між правим і лівим боками листової пластинки липи (0,1088). Величина асиметрії у вибірці становить 0,0436, відноситься до 2 балу відхилень стану організму від умовної норми по величині інтегрального

показника стабільності розвитку, рослини зазнають слабого впливу негативних факторів.

За ступенем збільшення порушення асиметрії ознаки утворили таку послідовність: 1>2>5>3>4.

Зазначимо, що показники асиметрії та площі листових пластинок відображають не лише якість середовища, але загальний стан даного рослинного організму. Погіршення стану спостерігається при дії чинників, що підвищують рівень порушення стабільності розвитку, оскільки цей вид дерев є чутливим біоіндикатором до різноманітних забруднень.

Використовуючи величину асиметрії листя, було проведено статистичний обробіток. По двох вибірках було вираховано середнє арифметичне (\bar{X}), медіана (Me), квадратичне відхилення (σ), коефіцієнт варіації (Cv), середня похибка (m).

Дані представлені в таблиці 3.2.5 та таблиці 3.2.6.

Таблиця 3.2.5.

Результати статистичного обробітку вибірки №2

№	1		2		3		4		5	
	л	п	л	п	л	п	л	п	л	п
Сер. Арф. (\bar{X})	32,17	31,13	48,97	48,23	15,37	15,73	13,9	14,47	43,13	43,33
Медіана (Me)	33	32,5	49	50,5	16	16	15	14	42,5	44,5
Квадр. Відхил. (σ)	4,98	6,08	6,77	7,53	3,17	3,71	3,25	3,02	5,48	5,04
Коеф. Варіації (Cv) %	15,48	19,53	13,84	15,6	20,61	23,55	23,37	20,87	12,71	12,62
Середня похибка (m)	0,91	1,11	1,24	1,37	0,58	0,68	0,59	0,55	1	0,92

За всіма мірними ознаками встановлені середні рівні мінливості, що відповідають коефіцієнтам варіації в діапазонах 12-23,55%. Ознака №3 наближається до високого рівня коефіцієнту варіації, а саме 23,55%. Низький рівень мінливості (< 10 %) в даній досліджуваній вибірці (№2) не зафіксовано.

Таблиця 3.2.6.

Результати статистичного обробітку вибірки №1

№	1		2		3		4		5	
	л	п	л	п	л	п	л	п	л	п
Сер. Арф. (X)	33,27	33,5	48,13	48,23	19,73	19,47	15,33	15,63	38,77	39,13
Медіана (Me)	33,5	32,5	49	49	20	20,5	15,5	16	37,5	39
Квадр. Відхил. (σ)	4,55	4,12	6,68	5,41	3,38	3,65	3,32	2,81	3,7	3,7
Коеф. варіації (Cv) %	13,66	12,3	13,88	11,22	17,11	18,75	21,65	17,98	9,55	9,46
Середня похибка (m)	0,83	0,75	1,22	0,99	0,52	0,67	0,61	0,51	0,68	0,68

Аналогічно проаналізувавши вибірку №1 а всіма мірними ознаками встановлені середні рівні мінливості, що відповідають коефіцієнтам варіації в діапазонах 11-21,65%, але в порівнянні з вибіркою №2, можна зауважити, що у вибірці №1 відсоток варіації наближений більше до низького. Низький рівень мінливості < 10 % зафіксовано промірах ознаки №5.

Аналіз досліджень свідчить, що найбільш чутливими до забруднення атмосфери є значення відстань між основою першої і другої жилки другого порядку та відстань між кінцями цих же жилок. Слід відзначити, що показники довжини жилки другого порядку, другої від основи листа, найменшим чином залежать від забруднення атмосфери.

Порівнюючи коефіцієнт варіації двох вибірок, на перший погляд може здатися, що різниця незначна, але навіть така різниця має велике значення. В середньому різниця в коефіцієнті варіації між двома вибірками становить 2,25%.



Рис. 3.2 Порівняння коефіцієнтів варіації

Аналізуючи коефіцієнти варіації двох вибірок (рис. 3.2) можна побачити як суттєво відрізняються показники у вибірках. З першого погляду може здатися, що графіки мають одну амплітуду, але до уваги потрібно брати самі показники і те, що коефіцієнт варіації у 2 вибірці вищий.

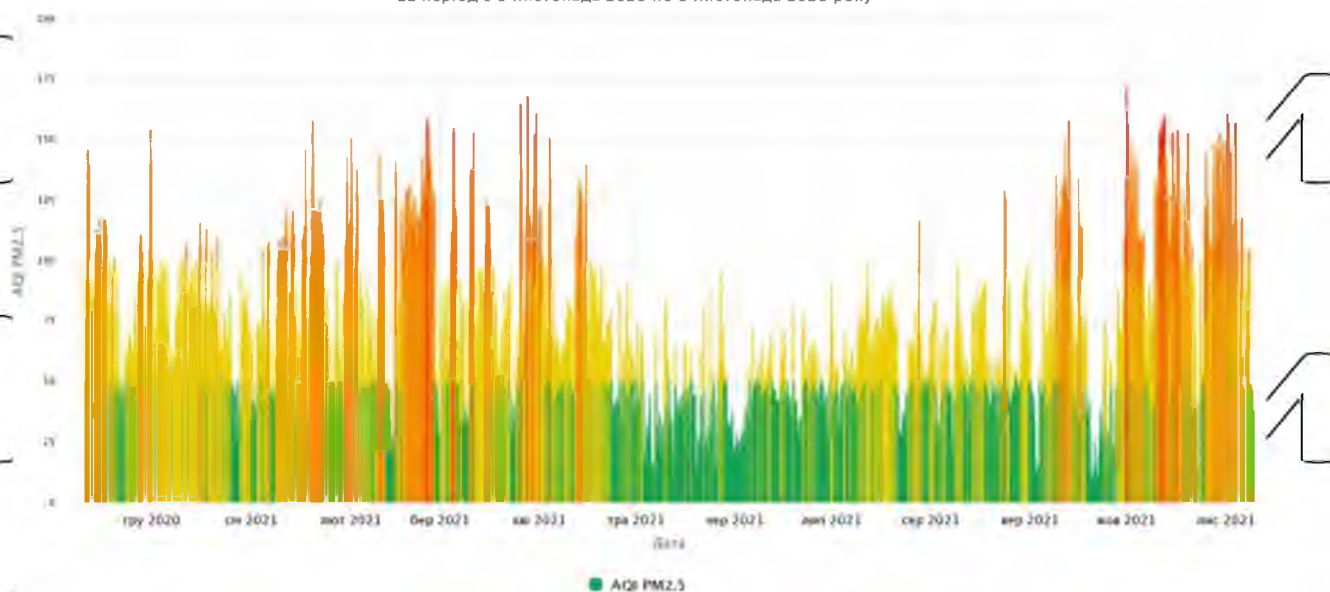
Коефіцієнтом варіації називають відносною величиною, що слугує для характеристики відносної міри варіації і дозволяє порівнювати ступінь варіації ознак в рядах розподілу з різним рівнем середніх арифметичних. Зі збільшенням варіації ознаки збільшується і його значення. Чим більший коефіцієнт варіації, тим менш однорідна сукупність і тим менш типова середня для даної сукупності. Чим менший цей показник, тим менше коливання в сукупності і тим більш однорідна сукупність.

Відомо, що сукупність з коефіцієнтом варіації більше 10 вважається мінливою, а це, в свою чергу, дає можливість заключити, що в обох вибірках має місце відхилення від нормального розподілу. Коефіцієнт варіації 11-25% - середня мінливість, при досягненні значення більше 25% трактується як сильна мінливість. З одного боку це може свідчити про необхідність збільшення об'єму вибірок, з іншого - про ріст рослин в умовах суттєвого екологічного пресу. Саме вплив мінливих умов середовища існування призводить до збільшення варіабельності ознак як відповіді на вплив середовища.

Саме тому цим показником можна судити про можливість застосування методики з використанням листя липи. Завдяки цьому показнику можна зробити висновок про те, що, в даному випадку можна застосовувати методику флюктуючої асиметрії, щоб оцінити якість навколишнього середовища м. Біла Церква і вплив антропогенних факторів на листя липи дрібнолистої, так як варіабельність морфометричних ознак липи відповідає середньому рівню мінливості (23,37%).

Середній індекс якості повітря у місті Біла Церква

За період з 9 листопада 2020 по 9 листопада 2021 року



Середній щоденний індекс якості повітря за формулою NonSm (IQ EPA) для дрібнодисперсної частки PM2.5. Дані швидкості вітру: Український гідрометеорологічний центр.



Рис. 3.2.1 Середній індекс повітря у Білій Церкві

Також до уваги потрібно взяти показник якості повітря. Де на Рис. 3.2.1 видно, що в період коли починає формуватися листя липи, спостерігається підвищений рівень забруднення, що не може не впливати на стабільний розвиток листя.

Листки рослин, особливо деревних, виступають в якості фільтрів оточуючого повітря, поглинаючи аерозолі та шкідливі гази, які викидаються в атмосферу автотранспортом та промисловими підприємствами. На листках осідає пил, сажа та інші мілкодисперсні частки. Зміна морфо-анатомічної будови листків та їх фізіоло-біохімічних показників під впливом забруднювачів повітря

використовують у ролі біомаркерів стану навколишнього середовища в урботехногенних умовах.

Техногенне забруднення є одним із екстремальних факторів, що порушує внутрішні регуляторні механізми, які відповідають за стабільність розвитку організму, і це призводить до збільшення рівня флюктууючої асиметрії листків, що доведено проведенням нами дослідом.

В результаті наших досліджень встановлено, що п'ять ознак мають різну чутливість до рівня аеротехногенного забруднення. Найбільш стабільною є ознака №5 (кут між головою жилкою і другою від основи листа жилкою другого порядку), значення якої становило 0,0242 (табл. 3.2.2). Найвища розбіжність виявлена між показниками ознаки №4 – відстань між кінцями цих же жилок – 0,0841, яка є найчутливішою серед п'яти досліджених параметрів

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВКИ

Зелені насадження міст відіграють важливу роль в екологічному стані навколишнього середовища. Вони прикрашають зовнішній вигляд вулиць, виділяють кисень і фітонциди, пом'якшують добові коливання температури і вологості, затримують пил і викиди від промислових підприємств і транспортних засобів. Водночас, зелені насадження міст самі є уразливими до тих чинників, від яких захищають населення.

З використання методики оцінки якості середовища по флуктуючі асиметрії липи (Захарова В.М.) проведено вивчення морфологічних показників досліджуваного об'єкта на умовно чистій ділянці парку Олександрія та умовно забрудненій території навколо промислових комплексів.

1. Результати проведеного дослідження свідча про можливість використання аналізу пропорцій листової пластинки дерев, що зростають в умовах підвищеного антропогенного тиску, методом визначення ступеню флуктуючої асиметрії.

2. Найвищий рівень флуктуючої асиметрії зареєстрований на ділянці 2 (0,0541), що свідчить про вкрай несприятливі умови зростання рослин, які перебувають у сильно пригніченому стані.

3. У рослин з цієї ділянки в структурі листової пластинки переважають бали відхилення стану організму від умовної норми за величиною інтегрального показника стабільності розвитку такі як III та V. Вони відносяться до критичного рівня, що слугує ще одним підтвердження дії антропогенного забруднення на об'єкт дослідження.

4. Аналіз асиметрії листків липи, зростаючої на контрольній ділянці (ділянка 1) засвідчив, що у рослин переважає I бал відхилень стану від умовної норми за величині інтегрального показника стабільності розвитку. Останнє свідчить про відсутність дії несприятливих факторів рослини, які зростають у сприятливих умовах.

5. Аналіз мінливості форми листової пластинки липи засвідчив відносно високий ступінь мінливості на обох ділянках, проте на ділянці 2

коefficient варіації в середньому вищий ніж на контрольній ділянці (18,8 та 13,6 % відповідно)

6. Вивчення ступеню завантаженості вулиці автотранспортом за

інтенсивністю руху, показало високу кореляцію інтенсивності руху та перевищення вмісту оксиду вуглецю в повітрі – перевищення ГДК у 1,87 рази.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Список використаних джерел

1. Атлас лекарственных растений СССР. М., Изд-во мед. лит., 1962.
2. Алиев, Р. А. Основы общей экологии и международной экологической политики.: учебное пособие / Р.А. Алиев, А.А. Авроменко и др. - М.: Аспект-Пресс, 2014. - 384 с.
3. Алексеев, В.А. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение / В.А. Алексеев - Л.: Наука. Ленинградское отделение. 1990. - 197 с. 1
4. Андросова, Н. К. Экология. Основы геоэкологии. : учебник для бакалавров / Н.К. Андросова, А.Г. Милютин, Н.К. Андросова, И.С. Калинин. - М.: Юрайт, 2013. - 542 с.
5. Афанасьев Ю.А. Мониторинг и методы контроля окружающей среды. Методическое пособие. Изд-во МНЭПУ. М., 2001. 337 с.
6. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие // Киров: ООО «Типография «Старая Вятка», 2012. 95 с.
7. Ашихмина Т.Я. Биоиндикация и биотестирование – метода познания экологического состояния окружающей среды. Киров. Издат. Москва. 2005. 236 с.
8. Ашихмина Т. Я. Экологический мониторинг: Учебн. – методическое пособие / Т.Я. Ашихмина, Н.Б. Зубкина; под ред. Т.Я. Ашихминой - М.: Академический проект, 2005. - 205 с. 2
9. Берлянд, М. Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосфер. : монография/ М.Е. Берлянд. - Международный книжный дом, Лайма - Москва, 2012. - 312 с.
10. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. Пер. с нем. / Под ред. Р. Шуберта. - М.: Мир, 1988. - 350 с.
11. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Мелехова, О.П., Егорова, Е.И., Евсеева Т.И. и др.; под ред. Мелеховой, О.П. и Егоровой, Е. И. : учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. - М.: Издательский центр «Академия», 2014. - 288 с.
12. Блази К. Оценка влияния окружающей среды: соответствует ли она требованиям современного мира и как ее улучшить? // Вестник Международной

академии наук. 2010. № 3. С. 4–5.

13. Боголюбов А.С. Оценка загрязнения воздуха методом лишеноиндикации. Методическое пособие. Издат. «Экосистема». М., 2001. 15 с.

14. Белюченко И.С., Смагина А.В., Федоненко Е.В. Биомониторинг состояния окружающей среды. Учебное пособие. Краснодар: КубГАУ. 2014. 153 с.

15. Белякова Г. А., Дьяков Ю. Т., Тарасов К. Л. // Журнал ботаника. 2006. Т. 2. 320 с.

16. Бабиченко В. Н. Природа Украинской ССР. Климат / Бабиченко В. Н., Барабаш М. Б., Логвинов К. Т. и др. – Киев : Наук. Думка, 1984. - 232 с.

17. Ветошкин, А.Г. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи. : учебное пособие / А.Г. Ветошкин. - СПб.: Лань, 2014. - 512 с.

18. Волкова, П. А. Основы общей экологии. : учебное пособие / П.А. Волкова. - М.: Форум, 2012. - 128 с.

19. Ветчинников А.А. Мониторинг и методы контроля состояния компонентов окружающей среды. Учебно-методическое. Нижегородская гос. с.-х. академия. М., 2015. 39 с.

20. Вайнерт Э., Вальтер Р. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / под ред. Р.Шуберта. М.: Мир.1988. 348с.

21. Верхоглядова А.С. Биоиндикация атмосферного воздуха как инновационная технология // Материалы IV межрегиональной научнопрактической конференции. Москва, 2017. 144 с.

22. Верзилина И.Н. Анализ антропогенной нагрузки на территориях крупного города // Вестник новых медицинских технологий. 2007. Т.10, №1. С. 151–154.

23. Волкова П.А., Шипунов А.Б. Статистическая обработка данных в учебно-исследовательских работах. - М.: Экспресс, 2008. - 60 с.

24. Горышина, Т. К. Экология растений.: / Т.К. Горышина - М.: Высшая школа, 1991.- 315 с.

25. Губанов И. А. Дикорастущие полезные растения СССР. М.: Мысль, 1976. 360 с.

26. Гуртяк А.А., Углев А.А. Оценка состояния среды городской территории с использованием березы повислой в качестве биоиндикатора // Известия Томского политехнического университета. 2010. Т. 317, № 1. С. 200–204.

27. Гуртяк А.А., Углев В.В. Исследование флуктуирующей асимметрии и её пригодность для мониторинга зелёных насаждений. // Наука и современность, 2010. — 368 с.

28. Дьяченко Г.И. Мониторинг окружающей среды // Экологический мониторинг. Новосибирск, 2003. 121 с.

29. Деревья и кустарники СССР. Т. 4. Л., Изд-во АН СССР, 1958.

30. Еремеева А. С., Донченко М. И., Бучельников В. С., и др. Обзор методов биоиндикации и биотестирования для оценки состояния окружающей среды // Молодой ученый. 2015. №11. С. 537–540.

31. Емельянов А. Г. Основы природопользования / А. Г. Емельянова. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 304 с 8

32. Жукова А.А. Биоиндикация качества природной среды. Методическое пособие. Минск. М., 2014. 112 с.

33. Захваткин, Ю. А. Основы общей и сельскохозяйственной экологии. : Методология, традиции, перспективы / Ю.А. Захваткин. - М.: КД Либроком, 2013. - 352 с.

34. Захаров В.М. Флуктуирующая асимметрия билатеральных структур животных в природных популяциях. автореф. дисс. канд. биол. наук. М.: Ин-т биологии развития АН СССР, 1979. 19 с.

35. В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, Н.Г. Кряжева, Е.К. Чистякова, А.Т. Чубинишвили. Здоровье среды: методика оценки. Центр экологической политики России, Центр здоровья среды. – М., 2000. – 68 с.

36. Захаров В.М., А.Т. Чубинишвили, С.Г. Дмитриев, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, Е.Ю. Крысанов, Н.Г. Кряжева, А.В. Пронин, Е.К.

Чистякова. Здоровье среды: практика оценки. Центр экологической политики России, Центр здоровья среды. – М., 2000. – 320 с.

37. Захаров В.М. Асимметрия животных. - М.: Наука, 1987. – 216 с.

38. Захаров В.М., Кларк Д.М. (ред.) Биотест: интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов. Моск. отделение МФ «Биотест» - М., 1993. – С.68

39. Захаров В.М. Асимметрия морфологических структур животных как показатель незначительных изменений состояния среды // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - Л.: Гидрометеиздат, 1981. Т.4. – С.59-66.

40. Захаров В.М. Анализ гомеореза как метод биомониторинга // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - Л.: Гидрометеиздат, 1985. Т.7. – С.72-77.

41. Захаров В.М., Яблоков А.В. Анализ морфологической изменчивости как метод оценки состояния природных популяций // Новые методы изучения почвенных животных в радиоэкологических исследованиях. - М.: Наука, 1985. – С.176-185.

42. Израэль, Ю. А. Экология и контроль состояния природной среды -- Л., 1984;

43. Костицын, В. А. Эволюция атмосферы, биосферы и климата. / В. А. Костицын. Учебное пособие для вузов. М.: Наука - Москва, 2013. - 464 с.

43. Келина, Н. Ю. Экология человека, Келина Н.Ю., Безручко Н.В., : учебное пособие / М.В. Курганский Гидрометеиздат - Москва, 2012. – 373 с.

45. Кривенко, В. П. Биологические основы экологии: Учебнометодическое пособие / В.П. Кривенко. - СПб.: ГУАП, 2012. - 144 с.

46. Кузнецов, А.Е. Градова Н.Б. Прикладная экобиотехнология: Т 2. М.: Бином, 2010. 244 с.

47. Криволуцкий Д. А. Тихомиров Ф.А., Фёдоров Е.А. Биоиндикация и экологическое нормирование // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. М.: «Наука», 1987. С. 18–26.

48. Кокорина Н.В., Татаринцев П.Б. Методические вопросы выбора тест объектов биоиндикации с использованием алгоритма сравнения коэффициента вариации // Вестник Томского государственного университета. 2010. Т.11, №3. С.141–150.

49. Крупская Л. С., Дербенцева А. М., Новороцкая А. Г., Яковенко Г. П. Мониторинг среды обитания. Учебное пособие. Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета. М., 2007. 180 с.

50. Ляшенко О. А. Биоиндикация и биотестирование в охране окружающей среды. Учебное пособие. СПб.: Наука, 2012. 67 с.

51. Мелехова Е. И., Сарапульцева Т. И., Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Учебное пособие для студ. высш. учеб. Заведений. М.: Издательский центр «Академия». 2008. 288 с.

52. Менделеева Д. И. Биоиндикация и антропогенные стрессоры. М.: РХТУ им. 2006. 135 с.

53. Матерна Я. Воздействие атмосферного загрязнения на природные экосистемы // Загрязнение воздуха и жизнь растений. Л.: Гидрометеиздат, 1988.

С. 436 – 459.

54. Матвеев А. Н., Самусенок В. П., Юрьев А. Л. Оценка воздействия на окружающую среду: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2007. – 179 с.

55. Мелехова О. П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева, под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с. 12

56. Мэнниг У. Д. Биомониторинг загрязнения атмосферы с помощью растений / У. Д. Мэнниг, У. А. Федер. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 156 с. 13

57. Маринич А. М. Природа Украинской ССР. Ландшафты и физико-географическое районирование / Маринич А. М., Пащенко В. М., Шищенко П. Г. – Киев: Наук. Думка, 1985. – 224 с.

58. Наац В. И., Математические модели и численные методы в задачах экологического мониторинга атмосферы.: Учебное пособие / В. И. Наац.; ФИЗМАТЛИТ - Москва, 2013. - 328 с.

59. Новиков, А. Н. Иващук О. А.; Ставчикова Л. Ф. Влияние технического состояния парка автомобилей на загрязнение атмосферного воздуха.: Учебное пособие - Чувашия - Москва, 2015. - 868 с.

60. Норышева Р.А. Биоиндикация состояния окружающей среды // Сбор, науч. трудов аспирантов, соискателей и молодых учёных / отв. ред. доц. Е.С. Березина. - Тара: изд. ОмГАУ, 2006. - С.66-71.

61. Навчально-методичний посібник для практичного вивчення дисципліни „Загальна екологія” (для студентів, які навчаються за напрямом 0708 – «Екологія», аспірантів і науково-педагогічних працівників). / Соломенко Л.І., Підиснюк В.В., Слободенюк М.О. – К.: Видавничий центр ЮАУ, 2004. – 64 с.

62. Обуховский Ю.М. Ландшафтная индикация. Учебное пособие. Минск. 2008. 299 с.

63. Опекунова М.Г. Биоиндикация загрязнений. Учебное пособие. СПб: Изд-во С.-Петербур. ун-та. 2016. 300 с

64. Опекунова М. Г. Биоиндикация загрязнений// Издательство: Издательство Санкт-Петербургского университета, 2004 г 266 с

65. Подольский, В. П., Артюхов В. Г., Турбин В. С., Канищев А. Н. Автотранспортное загрязнение придорожных территорий: Учебное пособие. - Издательство Воронежского Университета - Москва, 2013. - 264 с.

66. Павлов И.Н. Древесные растения в условиях техногенного загрязнения. Улан-Удэ. Наука. 2005. 370 с.

67. Полетаев П.И., Швецов М.М. Рациональное природопользование и охрана окружающей среды / П.И Полетаев. - М.: Знание, 1982. - 64 с. 16 с. 18

68. Реймерс, Н. Ф. Экологизация. Введение в экологическую проблематику. : Учебное пособие. - / Н.Ф. Реймерс - М.: Изд-во РОУ, 2002.- 240с.

69. Соловых Г.Н. Биотехническое направление в решении экологических проблем / Г.Н. Соловых и др. - Екатеринбург: Ур. отд. РАН, 2003. - 178

70. Ступин, Д. Ю. Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления.: научное практическое пособие. - Дать - Москва, 2013. - 432 с.

71. Смирнова Н.Н. Биологические методы оценки природной среды. М.: издательство «Наука», 1978. 156 с.

72. Тарасов, В. В. Мониторинг атмосферного воздуха. : Учебное пособие. - М.: Форум : ИНФРА-М, 2012. - 280с.

73. Туровцев, В. Д., Краснов, В.С. Биоиндикация. Учебное пособие. - Тверь: Твер. гос. ун-т, 2014. - 260 с.

74. Тарасов В. В., Тихонова И. О., Кручинина Н. Е. Мониторинг атмосферного воздуха. М.: РХТУ им. Д. И. Менделеева, 2000. 97 с.

75. Туровцев В.Д., Краснов В.С. Биоиндикация. Учебное пособие. Издат. Твер.гос.ун-т. М., 2005. 260 с.

76. Химия окружающей среды: Учебник для студентов вузов, обучающихся по спец. «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» направления подготовки дипломированных специалистов «Защита окружающей среды» М.: Мир: ИНФРА-М, 2014 – 296с.

77. Чеснокова С.М. Биологические методы оценки качества объектов окружающей среды. Методы биотестирования. Изд-во Владим. гос. ун-та, 2008. 92 с.

78. Чекмарева О.В., Бондаренко Е.В. Комплексная оценка источников выбросов в атмосферный воздух: Методические указания к практическим занятиям. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. - 34 с.

79. Чукаева Н.В., Некоторые аспекты использования методик биоиндикации // Успехи современного естествознания. – 2011г. – № 8 – С. 78-79

80. Шуберт, Р. Биоиндикация загрязнителей наземных экосистем.: Учебное пособие. - /Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1998.- 220 с.

81. Шакуров, М. Ш. Основы процессов инженерной экологии. Теория, примеры, задачи. . Учебное пособие / М.Ш. Шакуров. - СПб.: Лань, 2014. - 512 с.

82. Шарп, С. Основы экологии микроорганизмов. : Учебное пособие / С. Шарп. - СПб.: Лань, 2013. - 240 с.

83. Шестакова Г.А., Стрельцов Е.Н. Методика сбора и обработки материала для оценки стабильности развития березы повислой. Константин. Калуга: КГПУ им. К.Э. Циолковского, 2004. С. 187–195.

84. Шадманова Т.Х., Чуйков Ю.С. Экологические основы биодинамических исследований // Астраханский вестник экологического образования. 2012. №4, С. 157-164.

85. Шабалдас О.Г., Зеленская Т.Г., Пospelова О.Г. Экология: методы исследований. Учебно-методическое пособие. М., 2008. 136 с.

86. Эрхард, Ж. П.; Сежен, Ж. Планктон. Состав, экология, загрязнение; Л.: Гидрометеоиздат - Москва, 2009. - 236 с.

87. Якунина, И. В. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг. : учебное пособие / И.В. Якунина, Н.С. Попов. - Тамбов. Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2013. - 188 с.

88. Якушина, Э. И. Древесные растения и городская среда. Древесные растения, рекомендуемые для озеленения города. : Учебное пособие./ Э.И Якушина - М: Наука, 2013. – 316с.

89. Якунина И.В., Попов Н.С. Методы и приборы контроля окружающей среды. Экологический мониторинг. Учебное пособие. - Тамбов. Изд-во ТГТУ, 2009. - 188 с.

90. Регiональна доповідь про стан навколишнього природного середовища кiвської області у 2018 році – Режим доступу : URL :

<https://mepi.gov.ua/files/docs/Reg.report/20187%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%E2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%8C.pdf>

91. Перелік промислових підприємств 2020 рік – Режим доступу : URL :

<http://economy.bc-rada.gov.ua/ekonomika-mista/pidpriemnytstvo/promyslovist>

92. Інвестиційний паспорт міста Біла Церква та Білоцерківського району – Режим доступу : URL :

<http://economy.bc-rada.gov.ua/images/docs/investitsiina-polityka/pasport/investitsiyny-pasport-mista-bila-cerkva.pdf>

93. Цвітіння липи – Режим доступу : URL : <https://liktravy.ua/useful/encyclopedia-of-herbs/lypy-kvitky>

НУБІП України ДОДАТКИ

Додаток 1

Табл.1. Аерація місцевості

Тип місцевості за ступенем аерації	Коефіцієнт K_a
Транспортні тунелі	2,7
Транспортні галереї	1,5
Магістральні вулиці та дороги з багатоповерховою забудовою з двох сторін	1,0
Житлові вулиці з одноповерховими будівлями; вулиці та дороги у виїмці	0,6
Міські вулиці та дороги з односторонніми будівлями; набережні; естакади; високі насипи	0,4
Пішохідні тунелі	0,3

Табл.1.2. Поздовжній нахил місцевості

Поздовжній нахил α	Коефіцієнт K_n
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Табл.1.3. Швидкість вітру

Швидкість вітру, м/с	Коефіцієнт K_c
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Табл.1.4. Вологість повітря

Відносна вологість, %	Коефіцієнт Кв
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75

Табл.1.5. Забруднення повітря СО біля перехрестя

Тип перехрестя	Коефіцієнт Кп
Регульоване перехрестя зі світлофорами звичайне	1,8
Регульоване перехрестя зі світлофорами кероване	2,1
Саморегульоване перехрестя	2,0
Нерегульоване перехрестя зі зниженням швидкості	1,9
Нерегульоване перехрестя кільцеве	2,2
Нерегульоване перехрестя з обов'язковою зупинкою	3,0