

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ВАСИЛЯ СТУСА

МИЛКА АРТЕМ ВАДИМОВИЧ

Допускається до захисту:
В.о. завідувача кафедри
ботаніки та екології, канд. біол.
наук, доцент, доцент
_____ О.В. Машталер
« ____ » _____ 2022

**ФЛУКТУЮЧА АСИМЕТРІЯ ЛИСТКІВ *BETULA PENDULA* ROTH. ЯК
МЕТОД БІОІНДИКАЦІЇ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ**

Спеціальність 101 Екологія

Кваліфікаційна (магістерська) робота

Науковий керівник:
О.В. Машталер, доцент
кафедри ботаніки та екології
канд.біол.наук, доцент

(підпис)

Оцінка: _____ / _____ /

(бали/за шкалою ЄКТС/за національною шкалою)

Голова ЕК _____
(підпис)

Вінниця 2022

АНОТАЦІЯ

Милка А.В. Флуктуюча асиметрія листків *Betula pendula* Roth. як метод біоіндикації стану довкілля Вінницької області. Спеціальність 101 «Екологія», Освітня програма «Екологія». Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця 2022.

У кваліфікаційній роботі досліджено оцінку стану середовища, за показником флуктуючої асиметрії листків *Betula pendula* Roth. в умовах урбанізованого середовища Вінницької області. Проаналізовано морфологічні особливості листків *Betula pendula* Roth. в різних умовах Вінницької області. Отримано висновки щодо оцінки стану території Вінницької області.

Ключові слова: біоіндикація, *Betula pendula* Roth., флуктуюча асиметрія.

___ с., ___ табл., ___ рис., ___ джерел

Myka A. Fluctuating asymmetry of leaves *Betula pendula* Roth. as a method of bioindication of the state of the environment of Vinnytsia region. Specialty 101 “Ecology”, Programme “Ecology”. Vasyl’ Stus Donetsk National University, Vinnytsia, 2022.

In the qualification work, the assessment of the state of the environment, based on the indicator of fluctuating asymmetry of the leaves of *Betula pendula* Roth, was investigated. in the conditions of the urbanized environment of the Vinnytsia region. Morphological features of *Betula pendula* Roth leaves were analyzed. in different conditions of Vinnytsia region. Conclusions were obtained regarding the assessment of the state of the territory of the Vinnytsia region.

Keywords: bioindication, *Betula pendula* Roth., fluctuating asymmetry.

Tabl. ____, Fig. ____, Bibliography ____ items.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ	
1.1. Природно-кліматичні умови Вінницької області	6
1.1.1. Географічне положення та рельєф	6
1.1.2. Клімат	9
1.1.3. Характеристика ґрунтів	11
1.1.4. Гідрологічний режим	13
1.1.5. Рослинний та тваринний світи	14
1.2. Флуктуюча асиметрія листків як метод біоіндикації	17
1.3. Досвід використання показників флуктуаційної симетрії в Україні	21
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ	24
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	27
ВИСНОВКИ	32
СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ПОСИЛАНЬ	34

ВСТУП

Активізація господарсько-виробничої діяльності людини в сучасних умовах природокористування та глобальні масштаби її антропогенного впливу на головні складові біосфери створюють ситуацію гострої екологічної кризи, обумовлену деградацією об'єктів навколишнього середовища. У зв'язку з цим для оптимізації умов взаємодії людини з природою важливою представляється роль всебічного аналізу навколишнього природного середовища.

На сьогодні все більшої актуальності набуває проблематика якісної експрес-оцінки рівня забруднення компонентів довкілля. Оцінювати якість навколишнього середовища, ступінь її сприятливості для людства необхідно, передусім, з метою: визначення стану природних ресурсів; розробки стратегії раціонального використання регіону; визначення гранично допустимих навантажень для будь-якого регіону; вирішення питання про вплив певного підприємства; оцінки ефективності природоохоронних заходів; створення рекреаційних і заповідних територій. Жодне з цих питань не може бути об'єктивно вирішене лише на рівні розгляду формальних показників, а вимагає проведення спеціальної різнобічної оцінки якості середовища проживання, тобто необхідна інтегральна характеристика її стану, біологічна оцінка. У зв'язку чим відбувається широке впровадження методів біоіндикації та інтенсивний розвиток їх методологічного забезпечення.

Для оцінки стану середовища використовується цілий ряд методик, серед яких все більшого значення надають біологічним методам. Серед біоіндикаційних ознак, на думку вчених, дуже перспективним є використання морфологічних особливостей листків. Така увага до листка обумовлюється тим, що він найбільш пластичний орган рослини, та є одним з головних органів, пов'язаних з функціонуванням рослин та достатньо зручний для дослідження

Біоіндикація є досить ефективною при оцінці екологічного стану території, оскільки живі системи дуже чутливі до змін зовнішнього середовища і мають властивість реагувати раніше, ніж ці зміни стануть очевидними. Переваги біоіндикаторів полягає в тому, що вони підсумовують всі біологічно

важливі дані про навколишнє середовище і відображають її стан в цілому; усувають важке завдання застосування дорогих методів дослідження; виключають неможливість реєстрування залпових і короткочасних викидів токсикантів; вказують шляхи та місця скупчення в екосистемах різного роду забруднень; дозволяють судити про ступінь шкідливості речовин для живої природи.

У сучасній екології широко застосовують дуже багато різних фізико-хімічних методів аналізу. Оскільки рослини в цілому володіють відносно високою чутливістю до дії деяких забруднюючих речовин, їх можна використовувати в якості індикаторів для виявлення забруднення і визначення його рівня, а також при здійсненні моніторингу стану забруднення атмосфери. Оцінка повітряного середовища, або інтегральна оцінка якості середовища проживання живих організмів, проводиться за станом вищих деревних рослин. Ці рослини мають чітко виражену двосторонню симетрію, що є головною вимогою до методу нашого дослідження. Даний метод заснований на виявленні порушень симетрії розвитку листкової пластини деревних форм рослин під дією антропогенних факторів.

Мета роботи: здійснити оцінку стану середовища, за показником флюктуючої асиметрії листків берези повислої (*Betula pendula* Roth.) в умовах урбанізованого середовища Вінницької області.

Об'єкт дослідження: : Береза повисла (*Betula pendula* Roth) , як біоіндикатор стану навколишнього середовища.

Предмет дослідження : морфологічні та фізіологічні особливості листяних пластин берези повислої.

Актуальність роботи полягає у тому, що результати нашого дослідження дозволять оцінити якість стану довкілля на території його проведення.

Для досягнення поставленої мети були заплановані наступні *завдання*:

- ознайомитися з особливостями використання рослинних об'єктів в біоіндикаційних дослідженнях;

- проаналізувати морфологічні особливості листків *B. pendula* в різних умовах Вінницької області;
- дослідити флюктуючу асиметрію листків берези повислої в різних умовах урбанізованого середовища;
- вибрати рослини-індикатори для біотестування рівня забрудненості атмосферного повітря;
- провести дослідження динаміки флюктуючої асиметрії берези повислої.

Наукова новизна роботи полягає в аналізі можливостей використання морфометричних показників листків берези повислої для біоіндикації стану урбанізованого середовища на прикладі м. Могилева-Подільського, та надання оцінки стану дослідженим територіям.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1. Природно-кліматичні умови Вінницької області

Географічне положення та рельєф

Вінницька область - область в Україні. Утворена 27 лютого 1932 року. Обласний центр - місто Вінниця. Розташована на правобережжі Дніпра в межах Придніпровської та Подільської височин. На заході межує з Чернівецькою та Хмельницькою, на півночі з Житомирською, на сході з Київською, Кіровоградською та Черкаською, на півдні з Одеською областями України та з Республікою Молдова, в тому числі частина кордону приходить на невизнане Придністров'я. Площа області 26513 км². Область займає майже 4,5% території України.

Вінницька область розміщена в лісостеповій зоні центральної частини Правобережної частини України. Річкою Південний Буг територія області ділиться на дві частини: лівобережну, яка відноситься до Придніпровської височини і правобережну - Подільського плато. Поверхня Вінниччини - підвищене плато, що знижується в напрямі з північного заходу на південний схід. Більша частина території Вінницької області розташована в межах Українського кристалічного щита. Складна геологічна історія території вплинула на формування рельєфу. Значний вплив на формування рельєфу також спричинила робота протікаючих вод, розгалужена чисельними долинами річок, ярами та балками, особливо в районі Придністров'я.

Подільське плато займає більшу частину області. Воно продовжується далі на захід на території Хмельницької і Тернопільської областей. Зниження в рельєфі, по якому течуть ріки Снивода, Соб і Південний Буг, відокремлює Подільське плато від Придніпровської височини, частина якої заходить на територію області. На території Вінницької області Подільське плато має найбільшу висоту у Шаргородському районі. Максимальна висота – 384 м над рівнем моря. Поблизу села Степашки (Барський район) окрема ділянка плато має відмітку 382 м. Взагалі плато не становить суцільної рівної поверхні і дуже порізане долинами численних невеликих річок та ярами. Та частина

Подільського плато, що має нахил у бік Дністра, відзначається дуже великою роздробленістю на окремі пасма. Верхів'я річок Лядова, Немія, Жван, Мурафа, що течуть по дну широких розложистих балок, мають пологі й лагідні схили, і тому рельєф цієї місцевості має вигляд хвилястої рівнини, а з наближенням долин річок до Дністра всі вони стають типово подільськими. Ріки глибоко врізуються в осадові породи, долини каньйоноподібні, цілком позбавлені терас, схили утворюють круті урвища з частими відшаруваннями вапняків та пісковиків. Глибокі долини річок Придністров'я надають цій частині області вигляду гірської місцевості. Східна і північно-східна частини Подільського плато в межах області значно менше розчленовані долинами річок.

У північно-східній частині області, від верхів'я Сниводи до Гірського Тікичу, лежить Придніпровська височина. Найбільш підвищена частина її має середню висоту 300 м. У північно-західній частині області Придніпровська височина має середню висоту від 250 до 300 м. Окремі підвищення є на північний захід від Вінниці (середня висота 300 м), на південь від Хмільника (середня висота-300 м, найбільша-345 м). Рельєф Придніпровської височини не зовсім однорідний. В західній частині він більш спокійний: річково-балочна система порівняно не густа, річкові врізи неглибокі; але на сході і особливо південному сході характер рельєфу дуже змінюється: дуже багато ярів, зростає кількість балок і схилів.

Низовин в межах області немає. Є окремі рівні ділянки території, що лежать нижче навколишньої місцевості. На північному заході області, між Південним Бугом і його притокою Згаром, лежить дуже заболочена Летичівська низина, її абсолютні висоти майже скрізь не перевищують 300 м.

Вінниччина, в геоструктурному плані, в основному розташована на південно-західній окраїні українського кристалічного масиву (щита), складеного архей-протерозойськими метаморфічними та магматичними породами, вік яких сягає 1,5 - 3,5 мільярда років. Це, так званий, кристалічний фундамент. І тільки південно-західна окраїна області розташована на Волино - Подільській плиті, де породи фундаменту перекриті відносно потужною

товщею осадових відкладів та рідше вулканічних утворень. На території області породи фундаменту - гнейси, кристалічні сланці, мігматити, граніти та більш специфічні утворення - чарнокіти, ендербіти, дайки габбро-діабазів та інші залягають на незначних глибинах - від безпосередніх виходів на поверхню, переважно на схилах та в долинах річок, до 50-100 м на водорозділах, і лише на Наддністрянщині вони занурюються до глибин в 150-300 м і більше. Глибина поширення самих кристалічних порід сягає десятків кілометрів. Ці породи перетерпіли кілька етапів метаморфізму та інтенсивних деформацій. Вони часто зм'яті в складки, в окремих зонах інтенсивно роздроблені, пронизані жилами кварцу та зонами мінералізації іншого складу. В Придністровській частині області на породах фундаменту залягає специфічний проміжний верхньопротерозойський комплекс, складений осадовими (пісковики, глинисті сланці) та вулканічними (базальти, туфи) породами. Вік цих утворень оцінюється приблизно в 600-700 мільйонів років. Вони залягають на глибині до 100-150 м. На водорозділах, а в долинах річок часто виходять безпосередньо на поверхню. Потужність цієї товщі змінюється від перших метрів на відстані в 30-50 км північніше Дністра до 100-150 м неподалік його русла. В цих відкладах іноді теж спостерігаються прояви деформацій, слабого метаморфізму та різного типу мінералізації. Майже на всій території області верхня частина кристалічних порід фундаменту в мезозойську еру (100-200 мільйонів років), під впливом вологого та теплого клімату зазнала інтенсивних змін (хімічного звітрювання) з утворенням кори звітрювання, переважно каолінового складу. Потужність каолінових кор, що збереглися, місцями сягає до 100 м. На породах фундаменту, чи їхніх корах звітрювання, а на Наддністрянщині на утвореннях проміжного верхньопротерозойського комплексу, залягають осадові відклади платформного чохла - вапняки, глини, піски та інші. При цьому, знову ж таки тільки на Наддністрянщині, цей комплекс починається з відкладів крейдового періоду - крейдоподібних вапняків та мергелів, опок, трепелу, глауконітових пісків з фосфоритами, вік яких сягає близько 100 мільйонів років. Сумарна потужність крейдових порід

місцями сягає до 30-80 м. В окремих місцях області в складі платформеного чохла присутні відклади палеогенового періоду (40-60 мільйонів років) - піски, вуглисті глини, місцями з лінзами бурого вугілля. На всій території Вінниччини поширені відклади неогенового періоду (2-25 мільйонів років) - глини, піски та вапняки в її південно-західній частині. Їх потужності сягають до 30- 50, на півдні до 100 м. Завершують розріз чохла утворення плейстоценового (четвертинного) періоду (до 2 мільйонів років) - суглинки на плато та схилах, піщаногравійно-галечникові наноси на Дністровських терасах, піски вздовж інших річок та льодовикові піщано-глинисті відклади в північній половині області. Потужність цих відкладів, поширених більш ніж на 95% площі області, коливається від перших метрів до 10-20, рідше 30 м [4, стор. 143-144].

1.1.2. Клімат

Клімат Вінницької області помірно континентальний: помірного та достатнього тепло забезпечення, достатнього зволоження, лише в Придністров'ї недостатнього зволоження. За своїм географічним розташуванням територія області знаходиться у сфері впливу насичених вологою атлантичних повітряних мас, та периферійної частини сибірського (азійського) антициклону, для якого характерні сухі холодні континентальні повітряні маси. На клімат впливають також повітряні маси з Арктики та Середземномор'я.

Вінниччина, як і вся Україна, розташована в помірному поясі. Обласний центр - м. Вінниця - знаходиться під 49° північної широти, тобто віддалений від екватора на 49°, а від Північного полюса - на 41°. Місто розташоване північніше Північного тропіка на 26° і південніше Північного полярного кола на 17°. Отже, саме географічне положення в середніх широтах визначає помірність клімату області.

В літню пору на території області, як і всього Поділля, переважають вологі вітри західного і північно-західного румбів. Вони найбільше впливають на кліматичні умови районів, розташованих на північний захід від лінії

Могилів-Подільський - Гайсин. У холодну пору року (з жовтня по квітень) на території області, що лежить на південний схід від цієї лінії, відчутний вплив сибірського антициклону з вітрами південних і південно-східних румбів.

Найхолоднішим місяцем по всій області є січень, найтеплішим - липень. Середні амплітуди коливань температури протягом року не перевищують 25°. Під дією континентальних повітряних мас іноді буває, що взимку температура повітря в окремі дні знижується навіть до -32°...-38°. Влітку температура підвищується іноді до +37 °С.

Середньорічні суми опадів на території області складають 440-590 мм. Найбільша кількість опадів буває на північному заході території Вінниччини. Максимум опадів припадає на травень - липень (130-170 мм). Найменш вологими є зимові місяці, на холодну пору року припадає 25% опадів: в грудні-лютому випадає 65-80 мм опадів.

Стійкий перехід середньодобової температури через 0 °С є початком весни на території області. Це найчастіше буває в другій декаді березня. Весна триває близько двох місяців. Характерними рисами весни в області є: інтенсивне підвищення вдень температури, завдяки чому сходить стійкий сніговий покрив, відтає ґрунт, посилюється випаровування. У квітні середня температура повітря о 13-й годині досягає +10...+13 °С. Перехід середньої добової температури повітря через +5 °С відбувається у першій декаді квітня, а через +10 °С - наприкінці третьої декади. Літо триває з другої половини травня до першої половини вересня, денні температури становлять у травні +18...+20°С, у липні +21...+25°С. В цей же час випадає найбільше опадів, переважно у вигляді злив. Кількість днів з опадами поступово зменшується з наближенням осені. Осінь настає з переходом середньої добової температури повітря через +10 °С у бік зниження. Перед цим близько місяця стоїть тепла погода. Настання осені (перша декада жовтня) супроводиться заморозками, загальним зниженням температури, зменшенням кількості опадів. Характерною рисою осені на Вінниччині є повернення теплих сонячних днів. Осінь закінчується наприкінці листопада, коли середні добові температури повітря переходять

через 0° у бік зниження. Перед настанням зими на території області середні добові температури скрізь нижчі 0°, але вищі -5 °С. До початку зими стоїть нестійка погода: морозні дні змінюються відлигою, не раз утворюється і сходить сніговий покрив. Відлиги під час зими є характерними для Вінниччини, а температура повітря іноді підвищується до +10...+13 °С. Найхолодніші місяці в області - січень і лютий [22, стор. 51].

1.1.3. Характеристика ґрунтів.

Сучасний ґрунтовий покрив Вінницької області представлений різними типами ґрунтів. Утворення яких пов'язане, в першу чергу, з складними відношеннями між лісовою і степовою рослинністю, а також різноманітними умовами рельєфу, поверхневого і ґрунтового зволоження та інших чинників.

На найбільш припіднятих і розчленованих масивах центральної частини області (Жмеринської височини та південь Козятинської) під дубово-грабовими лісами сформувалися сильноопідзолені ґрунти – світло-сірі і сірі. Вплив дерев'янистої рослинної формації спричиняє проходження підзолистого процесу і формування менш родючих сильноопідзолених ґрунтів.

На масивах плато і давніх терас в південній і північній частинах області з відносно невеликою розчленованістю під покривом трав'янистої рослинності утворилися ґрунти чорноземного типу в результаті впливу дернового процесу. При цьому на ділянках чорноземних ґрунтів, надалі зайнятих лісом і на масивах опідзолених ґрунтів, де деякий час знаходилась трав'яниста рослинність, утворилися темно-сірі опідзолені ґрунти і опідзолені чорноземи.

На масивах, звільнених з під лісу, під степовою рослинністю на опідзолених ґрунтах відбувається дерновий процес і утворюються реградовані ґрунти.

На схилах під впливом водної ерозії ґрунти стають слабо-, середньо- і сильнозмитими.

В заплавах річок та струмків разом з дерновим відбувається болотний процес, в наслідок перезволоження та близького залягання ґрунтових вод. Результатом є утворення болотних ґрунтів, в тому числі і торфовищ.

Таким чином, під лісовим покривом постійно відбувався підзолистий процес ґрунтоутворення; на ділянках під степовою рослинністю проходить дерновий процес; на територіях, де лісова рослинність змінюється на трав'янисту (при умові залягання ґрунтових вод в межах капілярної дії та наявності карбонатних ґрунтоутворюючих порід) утворюються реградовані ґрунти.

В результаті дернового процесу під трав'янистою рослинністю утворились чорноземи. Їх особливості – накопичення гумусу, поживних речовин, гарний водно-повітряний режим. В ґрунтах дернового типу ґрунтоутворення відсутні розчинні кислі речовини, наявність карбонатів.

При сумісній дії підзолистого і дернового процесів ґрунтоутворення, на Вінниччині утворилися дерново-підзолисті ґрунти, бідні на органічні речовини, з від'ємним водно-повітряним і поживним режимами.

Лучні ґрунти характерні для ділянок де делювіальні потоки не мають великої сили (балки, пониження, заплави річок і струмків). В нижніх горизонтах ґрунтового профілю оглеєна порода, в якій знаходяться токсичні для рослин кислі сполуки заліза і алюмінію. Ґрунтові води на глибині 1.0 - 1.5 метра, бувають і ближче до поверхні, залежно від сезону року. Ці ґрунти мають низьку гідролітичну кислотність і нейтральну реакцію ґрунтового розчину.

Лучно-болотні ґрунти утворилися в умовах надмірного зволоження, спричиненого ґрунтовими водами. Нестача кисню в них приводить до того, що рослинні залишки розкладаються не повністю, а накопичуються у вигляді грубого гумусу (в верхньому горизонті до 5 %). Реакція ґрунтового розчину близька до нейтральної.

Серед зональних типів ґрунтів переважають сірі опідзолені ґрунти, темно-сірі та чорноземи опідзолені та типові малогумусні чорноземи, а також зустрічаються азональні дерново-підзолисті ґрунти. В ряді районів -

Калинівському, Барському, Жмеринському, Немирівському, Тульчинському і деяких інших основний фон становлять ясно-сірі і сірі опідзолені ґрунти. Ґрунтово-кліматичні умови області досить сприятливі для розвитку сільського господарства, зокрема для вирощування озимої пшениці, ярих зернових культур і особливо цукрових буряків, а також овочівництва, садівництва [5, стор. 91-94].

1.1.4. Гідрологічний режим

Територією області проходить вододіл басейнів річок Південний Буг та Дністер. У центральній частині області з північно-західного на південносхідний напрямок протікає р.Південний Буг, по південно-західній межі області тече р. Дністер. На території області протікають 204 річки завдовжки понад 10 км кожна. Вони належать до басейнів Південного Бугу (Згар, Рів, Дохна, Соб, Савранка), Дністра (Мурафа, Лядова, Марківка, Русава, Немія) та Дніпра (Рось, Гнилоп'ять, Гуйва). Пересічна густота річкової мережі становить 0,38 км/км². В межах області 56 водосховищ, загальною площею водного дзеркала 11167 га; найбільше Ладижинське водосховище (2,2 тис.га), 5356 ставків загальною площею водного дзеркала біля 30,0 тис.га. Річки і водойми використовують для рибництва, промислового і комунального водопостачання, зрошення земель, а також як джерело Велика кількість ставків є потенційною загрозою підтоплення населених пунктів та ланів у паводковий період, а також може з'явитися причиною катастрофічних затоплень у випадку зруйнування гребель та дамб, особливо від Ладижинської ДРЕС та Дністровського гідрокаскаду. Болота на території Вінниччини розташовані по долинах річок. Найбільше боліт у північній і середній частинах області. Найбільші площі боліт є вздовж Згару, Рову, Рівця, Собі, Соврані, Постолової, Десни. Живляться річки дощовими (48%), сніговими (25%) і підземними водами (27%). Мінералізація води гідрокарбонатно-кальцієва. Всього територією області протікає 3,6 тисячі річок, загальною протяжністю 11,8 тис.км. Пересічна густота річкової мережі становить 0,45 км/км². В цілому, річки Вінницької області можна поділити за

такими категоріями: - великі річки - 2 (Південний Буг і Дністер), довжиною по території Вінницької області, що становить 0,1%; - середні річки - 4 (Соб, Гірський Тікич, Мурафа, Рось), загальною довжиною 348км, що становить 0,1%; - малі річки (довжиною понад 10 км) - 226; - струмки (довжиною менше 10 км) – 3594 загальною довжиною 10935км, що становить 99,8%. Басейн Південного Бугу займає 62% території області (16,4 тис.км²), густота річкової мережі цього басейну становить 0,43/км². Всього нараховується 2230 річок довжиною 7226км, з них середні річки: Соб та Гірський Тікич (початок); 49 водосховищ загальною площею 9246,6 га.

Майже для всіх річок області характерним є водний режим з помітною весняною повінню та високим ступенем зарегульованості штучними водоймами - водосховищами і ставками. У Вінницькій області налічується понад 5300 ставків загальним обсягом 246 млн.м³ та площею водного дзеркала понад 24 тис.га. Більшість ставків побудовано на малих річках та ставках, внаслідок чого їх водний режим зарегульований на 40-60%. Площа ставків області коливається в широкому діапазоні – від 0,1 до 80 га. Найбільше ставків в області припадає на басейн Південного Бугу. В межах Вінницької області побудовано 52 водосховища місткістю 293 млн.м³, загальною площею водного дзеркала майже 10 тис.га. Крім того, частини двох водосховищ Дністровського каскаду розташовані на південному кордоні області. До водосховищ віднесено штучні водойми місткістю понад 1 млн.м³. Для більшості водойм зменшення площ водного дзеркала і об'єму відбулося через замулення і заболочення їх верхів'їв. Використовуються ставки та водосховища області для потреб гідроенергетики, водопостачання, риборозведення та рекреації. Значна частина штучних водойм передана фізичним та юридичним особам у користування на умовах оренди, в основному – для рибогосподарських потреб [21, стор. 129-133].

1.1.5. Рослинний та тваринний світи

Рослинний світ Вінниччини вирізняється своїм багатством. У різноманітних природних комплексах на території області зустрічається

близько 1200 видів рослин. Практично всі вони приурочені до певних умов зростання, які виділяються на Східному Поділлі: по всій області поширені лісові та прибережно-водні види. Лучні та болотні види більш характерні для півночі Вінниччини, а степові – для півдня. Розсіяно по всій території Східного Поділля зустрічаються види вапнякових та гранітних відслонень. Надзвичайно багато в області заносних видів рослин, котрі ростуть переважно в місцях, де природний рослинний покрив порушений або зник взагалі. З понад тисячі видів рослин Вінниччини близько 200 є рідкісними – такими, що зустрічаються лише в окремих місцевостях, урочищах або скорочують свій ареал. Рідкісні види флори можна поділити на кілька груп за ступенем їх поширення, екологічної пристосованості, приуроченості до певних природних комплексів. Так, за географічним принципом виділяються: ендемічні, реліктові, гранично-ареальні, диз'юнктивно-ареальні види. За фітоценотичним – лісові, лучні, болотні, водні і прибережно-водні, степові та петрофітні види. За господарським – декоративні, лікарські, технічні, ароматичні тощо. За фенологічним – ранньовесняні, весняні, літні, ефемероїди тощо. Окремо виділяються систематичні групи рідкісних видів: орхідні, ковили, цибулинні тощо та група зниклих видів.

Тваринний світ області різноманітний. Однак, на фоні досить великою біорізноманіття, звичайно властивого лісостепу, все ж таки необхідно підкреслити певну тенденцію до збідненості фауни наземних хребетних області, що викликано напівізолюваністю внаслідок сильної фрагментації природних територій.

На підставі аналізу розподілення головним чином хребетних тварин за біотопами можливе виділення наступних фауністичних комплексів:

1. Лісовий, до якого входять тварини, що мешкають в лісах різного типу. Серед ссавців тут домінують полівка руда, миша жовтогорла, кріт європейський, землерийка звичайна, куниця лісова; серед птахів — зяблик, вівчарик-ковалик, велика синиця, дрозди чорний та співочий, дятли строкаті великий та середній, сова сіра; земноводні представлені ропухою сірою, а плазуни — веретільницею. Чагарниковий фауністичний комплекс охоплює

тварин, що заселяють чагарники по балках та узліссях. Чагарникові стації трапляються рівномірно на всій території області. Різноманіття тварин у цих місцях досить значне, що викликано проміжним характером чагарникових стацій — тут зустрічаються як представники лісового, так і степоагрогенного комплексу. Домінуючими видами чагарникових біотопів слід вважати: серед ссавців — мишу польову та лісову, полівка звичайну та руду, їжака європейського, ласку та горностая, борсука, лисицю звичайну; серед птахів — сорокопуда жулана, славку сіру, вівсянку звичайну, одуда, чечевицю, щиглика, кобилочку річкову; серед плазунів тут зустрічається мідянка та ящірку прудка. В норах ярів гніздяться бджолоїдки.

2. Лучний фауністичний комплекс включає тварин, що живуть на відкритих і місцями зарослих чагарником ділянках. Звичайними для цих місць серед ссавців є миша польова, землерийка-бурозубка звичайна та мала, кутора велика, кріт європейський, ласка; серед птахів — плиска біла, куликперевізник, рибалочка, ластівка берегова; серед плазунів — вуж звичайний; серед амфібій — квакша. Крім того саме тут зустрічається досить велике число видів з Червоної книги: горностай, видра, орлан-білохвіст та кулик-сорока.

3. Болотяний фауністичний комплекс включає окремі ділянки прибережних зон. Видовий склад ссавців принципово не відрізняється від лучного комплексу, а серед птахів тут є ряд видів притаманних виключно водно-болотяним стаціям. Досить часто зустрічається крижень, водяна курочка, лиска, велика очеретянка. Більш рідкими є вівсянка очеретяна, очеретянка лучна та кобилочка солов'їна. В прибережних смугах у досить великій кількості зустрічається і жаба озерна.

4. Степоагрогенний фауністичний комплекс включає види, що живуть на досить просторих степових ділянках, а також на полях, пасовищах і перелогах, що розміщуються більш-менш рівномірно. Для цих стацій притаманні також і сліпак подільський, заєць-русак, білозубка мала та білочерева. Серед птахів тут звичайні жайворонок польовий та плиска жовта. Рідше зустрічаються — чубатий жайворонок, сіра куріпка, перепілка та чекан лучний.

5. Синантропний фауністичний комплекс включає види, життя яких тісно пов'язане з людським помешканням і населеними пунктами. Саме тут концентруються види, що можливо вважати синантропами: хатня миша, пацюк сірий, куниця кам'яна, тхір чорний, кажан пізній, горобці хатній та польовий, ластівка сільська. Всього в області налічується близько 420 видів тварин, у т.ч. риб – 30, земноводних – 11, плазунів – 8, птахів – 300, ссавців – 70 [6, стор. 432-433].

1.2. Флуктуюча асиметрія листків як метод біоіндикації.

Одним із найбільш простих, доступних та перспективних методів інтегральної оцінки якості навколишнього середовища є біоіндикація. Головна перевага біоіндикаційного підходу полягає в тому, що якість довкілля оцінюється за станом тих об'єктів, які безпосередньо та постійно перебувають у відповідному середовищі. До того ж, такий підхід дозволяє одночасно визначити дію як окремих шкочочинних чи сприятливих факторів, так і умов середовища існування в цілому. Також враховується констатація факторів, яка спостерігається досить часто і модифікує вплив окремих чинників. Саме тому, біоіндикаційні методи є інтегральними.

Біоіндикація (грец. *bios* - життя лат. *indico* - вказую) - оперативний моніторинг навколишнього середовища на основі спостережень за станом і поведінкою біологічних об'єктів (рослин, тварин та ін.). Цей метод дедалі поширюється, оскільки рослини - індикатори мають такі переваги:

- підсумовують біологічно важливі дані щодо навколишнього середовища;
- здатні реагувати на короткочасні й залпові викиди токсикантів;
- реагують на швидкість змін, що відбуваються в довкіллі;
- вказують на місця накопичення забруднювачів та шляхи їх міграції;
- дають змогу розробляти оцінки шкідливого впливу токсикантів на людину й живу природу на ранніх стадіях та нормувати допустиме навантаження на екосистеми. Біоіндикація використовується в екологічних

дослідженнях, як метод виявлення антропогенного навантаження на біоценоз. Метод біоіндикаторів заснований на дослідженні впливу екологічних факторів, що змінюються, на різні характеристики біологічних об'єктів і систем. У якості біоіндикаторів вибирають найбільш чуттєві до досліджуваних факторів біологічні системи або організми.

Перспективним біоіндикаційним методологічним підходом є група методів оцінки якості довкілля за перебігом процесів стабільності індивідуального розвитку певних видів (біоіндикаторів). Зміст методу виявлення рівня стабільності (нестабільності) індивідуального розвитку особин деякого конкретного виду у певних (порушених, забруднених тощо) умовах середовища полягає у виявленні ступеню неспівпадання білатерально-симетричних морфологічних ознак особини (або її органу, для модулярних організмів). Тобто, досліджується сила прояву асиметрії. Зазвичай виділяють три типи асиметрії (Palmer, 1994) – напрямлену, антисиметрію та флуктуючу асиметрію. З позицій проведення біотестування інтерес представляє лише останній тип.

Флуктуюча асиметрія – незначні ненаправлені відхилення (розходження) між правою й лівою (R-L) сторонами різних морфологічних структур від строгої білатеральної симетрії. З різних форм асиметрії білатеральних ознак живих організмів особливо виділяється флуктуюча асиметрія (ФА), що дозволяє оцінити нестабільність розвитку цілого організму або його частини.

При флуктуючій асиметрії розходження між сторонами не є строго генетично детермінованими. Такі розходження, зазвичай, є результатом помилок в ході розвитку організму. Флуктуюча асиметрія (на відміну від інших типів асиметрії) не має самостійного адаптивного значення, а є вираженням незначних ненаправлених порушень симетрії, які перебувають у межах певного люфту. Це допускається природним добром і не впливає на життєздатність. Значні розходження між сторонами можуть мати місце в природі лише в тому випадку, якщо вони носять пристосувальний характер. При нормальних умовах їхній рівень мінімальний, а зростає тільки при будь-якому стресовому впливі,

що і призводить до збільшення асиметрії. Флуктуюча асиметрія проявляється у відмінностях між боками тіла, при цьому, в одній популяції можуть бути виявлені як майже симетричні, так і асиметричні особини при наявності (або відсутності) будь-якого взаємозв'язку між значеннями ознаки боків тіла. А.Г. Васильєв використовував у своїх публікаціях термін фенетичний моніторинг, під яким розуміє виявлення популяційних порушень морфогенезу в груп організмів, які перебувають в умовах техногенного забруднення довкілля. Саме порушення симетрії морфометричних ознак А.Г. Васильєв розглядав як флуктуючу асиметрію.

Стабільність розвитку особини проявляється у її здатності приймати «ідеальний» стан при відповідних (ідеальних) умовах розвитку (Zacharov, 1992). Ідеальний стан рідко зустрічається а. Однак, в ідеалі, білатеральні структури проявляють абсолютну симетрію, з якою можна порівнювати наявні відхилення (Palmer, 1986). Чим нижча стабільність, тим вища ймовірність того, що особина буде відхилятися від «ідеального» стану. Таким чином, з'являється можливість кількісної оцінки відхилень процесів розвитку від норми, а, отже, і відповідної оцінки якості середовища. Важливо, що за використання показників флуктуючої асиметрії можлива кількісна оцінка як стабільності розвитку окремих особин, так і цілих популяцій.

Вважається, що подібний підхід є чутливим і дозволяє виявляти негативні зміни до прояву виражених порушень будови чи функціонального стану особини (Zacharov, 1987, Palmer, 1986). Можливість використання флуктуючої асиметрії з метою біоіндикації успішно показана як для тваринних, так і для рослинних тест-об'єктів (Zacharov et al., 2000). У вищих рослин для досліджень використовують білатерально симетричні органи (переважно листки), тому усереднені результати можливі як на рівні особини, так і на рівні популяції. Біотестування з використанням прояву флуктуючої асиметрії вищих рослин, на нашу думку, є більш перспективним в системі екологічного моніторингу. Переваги очевидні – чітка приуроченість тест-об'єкту до місцезростання, а, отже, і до території досліджень, практично необмежений об'єм матеріалу, що

дозволяє завжди отримувати репрезентативні вибірки, потреба у мінімальному обладнанні та незначні зусилля для збору матеріалу, можливість повторних досліджень однієї особини як протягом одного сезону, так і декількох років поспіль, дотримання принципів біоетики – дослідження без вилучення особин з популяції.

Переважає більшість наукових розробок, присвячених біоіндикації, стосується досліджень особливості біології та екології найбільш чутливих до забруднення видів рослин і тварин. Як наслідок, види-біоіндикатори першими зникають з угруповань та екосистем, що зазнають антропогенного впливу, тобто – стають раритетними. Одним з критеріїв «придатності – непридатності» певного виду для завдань біоіндикації та моніторингу є його поширення та трапляння. В Україні, особливо на урбанізованих територіях, які в першу чергу потребують ретельних біоіндикаційних досліджень, переважна більшість рідкісних та таких, що зникають, видів або дуже нечисельна, або відсутня. Саме тому для урбанізованого середовища пошуки «адекватних біоіндикаторів» мають бути спрямованими на фонові, тобто поширені види. Використання біоіндикації за показниками флуктуючої асиметрії в системі екомоніторингу дозволяє перейти від використання певних чутливих видів, трапляння достатньої кількості яких в антропогенно трансформованому середовищі є проблематичним, до використання в якості індикаторів фонових видів, які є в достатній кількості. До того ж, порівняння ступеню та характеру асиметрії теоретично можливе для будь-якого виду. Таким чином, флуктуючу асиметрію можна вважати своєрідним універсальним «екологічним термометром» на морфофізіологічному рівні, що дає змогу вимірювати оптимальність умов середовища для різних видів за єдиною методологічною схемою.

Серед біоіндикаторів, які використовують для експрес-оцінки якості атмосферного повітря за флуктуаційною асиметрією, вимірюють у берези першу жилку від основи листа. Серед переваг вище зазначених рослин-біоіндикаторів слід зазначити наступні: 1) листя у них формується кожен рік, що дає змогу

проводити дослідження щорічно; 2) види мають чітко виражені ознаки, широкий ареал і масове розповсюдження [1, стор. 10-11, 43-45].

1.3. Досвід використання показників флуктуаційної симетрії в Україні та світі.

Термін «флуктуюча асиметрія» (fluctuating asymmetry) був запропонований Ван Валеном у 60-х роках минулого сторіччя (Van Valen, 1962), хоча пов'язаний з ним напрям досліджень стабільності розвитку (developmental stability) почав розвиватися значно раніше (Thoday, 1958, Waddington, 1957), а пізніше був спрямований на вивчення генетичних основ згаданих процесів (Lewontin, 1983, Mather, 1953, Zacharov, 1989, Palmer, 1992). Флуктуюча асиметрія проявляється у відмінностях між боками тіла, при цьому, в одній популяції можуть бути виявлені як майже симетричні, так і асиметричні особини при наявності (або відсутності) будь-якого взаємозв'язку між значеннями ознаки боків тіла [2, 6]. А.Г. Васильєв використовував у своїх публікаціях термін фенетичний моніторинг, під яким розуміє виявлення популяційних порушень морфогенезу в груп організмів, які перебувають в умовах техногенного забруднення довкілля. Саме порушення симетрії морфометричних ознак А.Г. Васильєв розглядав як флуктуючу асиметрію [1]. У працях В.М. Захарова, присвячених дослідженням показника ФА, говориться про пряму залежність між розходженням ознак правої та лівої боках тіла у білатеральних організмів і умовами навколишнього середовища [3]. Результати досліджень Н.Н. Яковлева доводять залежність зниження стабільності розвитку як відповідь організму на зміни умов навколишнього середовища, що проявляється в асиметрії морфологічних ознак [7].

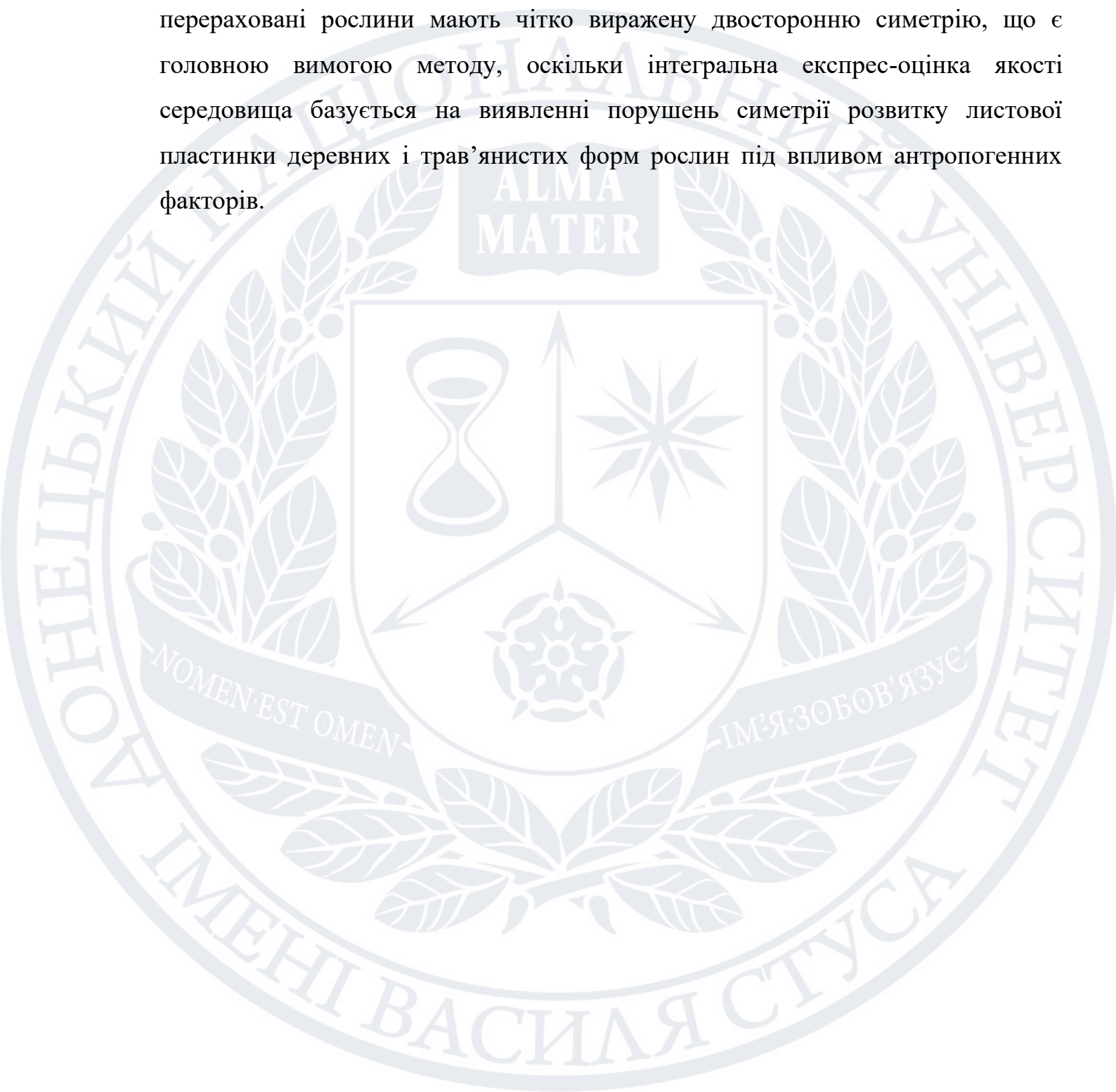
Стабільність розвитку особини проявляється у її здатності приймати «ідеальний» стан при відповідних (ідеальних) умовах розвитку (Zacharov, 1992). Ідеальний стан рідко зустрічається а ртіогі. Однак, в ідеалі, білатеральні структури проявляють абсолютну симетрію, з якою можна порівнювати наявні відхилення (Palmer, 1986). Чим нижча стабільність, тим вища ймовірність того,

що особина буде відхилятися від «ідеального» стану. Таким чином, з'являється можливість кількісної оцінки відхилень процесів розвитку від норми, а, отже, і відповідної оцінки якості середовища. Важливо, що за використання показників флуктуючої асиметрії можлива кількісна оцінка як стабільності розвитку окремих особин, так і цілих популяцій. Вважається, що подібний підхід є чутливим і дозволяє виявляти негативні зміни до прояву виражених порушень будови чи функціонального стану особини (Zacharov, 1987, Palmer, 1986). Можливість використання флуктуючої асиметрії з метою біоіндикації успішно показана як для тваринних, так і для рослинних тест-об'єктів. У вищих рослин для досліджень використовують білатерально симетричні органи (переважно листки), тому усереднені результати можливі як на рівні особини, так і на рівні популяції. Біотестування з використанням прояву флуктуючої асиметрії вищих рослин, на нашу думку, є більш перспективним в системі екологічного моніторингу. Переваги очевидні – чітка приуроченість тест-об'єкту.

Вимірювання параметрів стану довкілля лише за допомогою інструментальних методів багатьма дослідниками вважається досить трудомістким, дорогим та недостатньо точним та не дозволяє отримувати інформацію в польових умовах. Тому на їх думку перспективним є використання заходів фітоіндикації, які дають змогу з'ясувати екологічні фактори і стан фітосистем у цілому. Крім цього, методи фітоіндикації дають змогу також прогнозувати наслідки як еволюційних природних процесів, так і антропогенного втручання людини. Як відомо, всім живим організмам, і рослинам в тому числі, властива тенденція формоутворення на основі радіальної або білатеральної симетрії. Тобто симетрія є ознакою оптимального стабільного формоутворення, а відхилення від неї – індикатором впливу на рослину стресових факторів.

Флуктуюча асиметрія листків як метод біоіндикації досліджувалась в таких містах України як: Чернівці, Кривий Ріг, Рівне, Кам'янець-Подільський, Київ, Одеса.

Найбільш зручними для біоіндикації серед деревних порід є: тополя бальзамічна (*Populus balsamifera*), клен гостролистий (*Acer platanoides*) і ясенелистий (*A. negundo*), береза бородавчаста (*Betula pendula*). Всі перераховані рослини мають чітко виражену двосторонню симетрію, що є головною вимогою методу, оскільки інтегральна експрес-оцінка якості середовища базується на виявленні порушень симетрії розвитку листової пластинки деревних і трав'янистих форм рослин під впливом антропогенних факторів.



РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТ, МЕТОДИ ТА МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єктом дослідження було обрано березу повислу (*Betula pendula* Roth.), яка широко розповсюджена в міському озелененні та характеризується чутливістю до дії аеротехногенного забруднення. Для оцінки стабільності розвитку живих організмів застосовують критерії флуктуаційної асиметрії (ФА), які виявляють незначні ненаправлені відмінності між правою і лівою сторонами органу, що закладаються під час онтогенезу.

Серед **переваг** берези слід зазначити, наступні: 1) листя у неї формується кожен рік, що дає змогу проводити дослідження щорічно; 2) цей вид має чітко виражені ознаки, широкий ареал і масове розповсюдження.

Збір матеріалу згідно з методикою був проведений після завершення інтенсивного росту листя (початок липня). Збір листя проводився з рослин, що знаходяться у відносно однакових екологічних умовах за рівнем освітлення, типом біотопу. Одна вибірка становила мінімум 10 листків з одного дерева.

Матеріалом досліджень слугували гербаризовані листкові пластинки *B. pendula*, відібрані після зупинки росту листя. При зборі листя враховували його розмір і функціональний стан.

Збір матеріалу відбувався у десяти місцях міста Могилева-Подільського протягом 2021-2022 років:

- 1) Могилів-Подільська окружна лікарня інтенсивного лікування, територія.
- 2) «Могилів-Подільський машинобудівний завод ім С.М.Кірова.
- 3) Могилів-Подільський залізничний вокзал.
- 4) Кіровський район міста Могилів-Подільський.
- 5) Митний пункт пропуску «Могилів-Подільський - Отач».
- 6) Ринок.
- 7) Центральний район міста Могилів-Подільський.
- 8) Стадіон «Олімп».
- 9) Вулиця Дачна.
- 10) 119 мікрорайон міста Могилів-Подільський.

На території міста Вінниця протягом 2022 року у районах:

- 1) Поділля
- 2) Вишенського парку
- 3) Проспекту «Космонавтів»
- 4) Західного автовокзалу

Тульчинського району смт. Крижопіль, село Комаргород, смт. Вапнярка, Томашпіль та Могилів-Подільського району смт. Чернівці відповідно у 2022 році.

Виміри параметрів

З кожного листа знімалися показники по п'яти параметрам, з лівої та правої сторони (див. рис. 2.1)

1. Ширина половини листової пластинки. Лист згинають навпіл, прикладаючи верхівку до основи, розгинають і на отриманому згині вимірюють.
2. Довжина другої жилки другого порядку від основи листа.
3. Відстань між основами 1 і 2 жилок другого порядку.
4. Відстань між кінцями 1 і 2 жилок другого порядку
5. Кут між основною жилкою (першого порядку) і другого від основи жилки другого порядку.

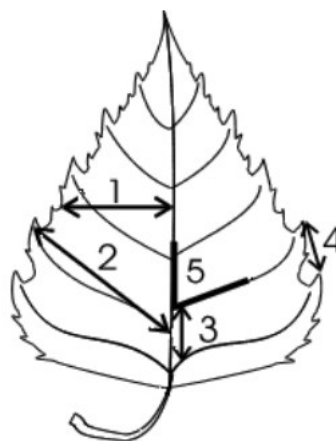


Рисунок 2.1-Морфометричні параметри листової пластинки *betula pendula*

1-ширина половини листка; 2-довжина 2-ої жилки II порядку від основи листка; 3-відстань між основами 1-ої та 2-ої жилки II порядку; 4-відстань між кінцями цих жилок; 5-кут між головною жилкою і 2-ою від основи II порядку.

При аналізі комплексу морфологічних ознак використовували інтегральний показник за методикою В. М. Захарова. Ступінь порушення стабільності розвитку *V. pendula* оцінювали за п'ятибальною шкалою (див. табл. 2.1)

Кожному балу, відповідає певне значення стабільності розвитку: 1 бал характеризує стабільність умовної норми; 2 бали – відображають незначне відхилення від норми; 3 бали – середній рівень відхилення від норми; 4 бали – значне відхилення від норми; 5– критичний стан.

Таблиця 2.1- Стабільність розвитку та значення показника асиметрії (X)
(за В.Н. Захаровим и др., 1996)

Бал	Опис стану та розвитку середовища	Значення показника асиметрії «X»
1	Стабільність умовної норми	До 0,040
2	Початкові (незначні) відхилення від норми	0,040-0,044
3	Середній рівень відхилення від норми	0,045-0,049
4	Істотні (значні) відхилення від норми	0,050-0,054
5	Критичний стан	більше 0,054

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Місто Могилів-Подільський розташоване на південному заході Вінницької області, за 119 км від обласного центру м. Вінниці та 344 км від м. Києва у глибокій і вузькій долині Дністра при впадінні його лівих протоків — річок Дерло і Немія, пролягає вздовж берегової лінії на 14 км. Середня висота над рівнем моря 80 м. Територія – 2163 га. Особливістю Могилева-Подільського є те, що місто прикордонне. Залізниця та важливі шосейні шляхи з системою мостів через Дністер (їх три) роблять місто важливим посередником в економічних зв'язках України з Молдовою, Румунією, Болгарією та іншими країнами. Використовуються і можливості річки Дністер, як водного шляху. Проживає у місті 32,5 тисяч чоловік різних національностей. Основну частину складає корінне населення — українці, окрім них: євреї, молдовани, росіяни, білоруси.

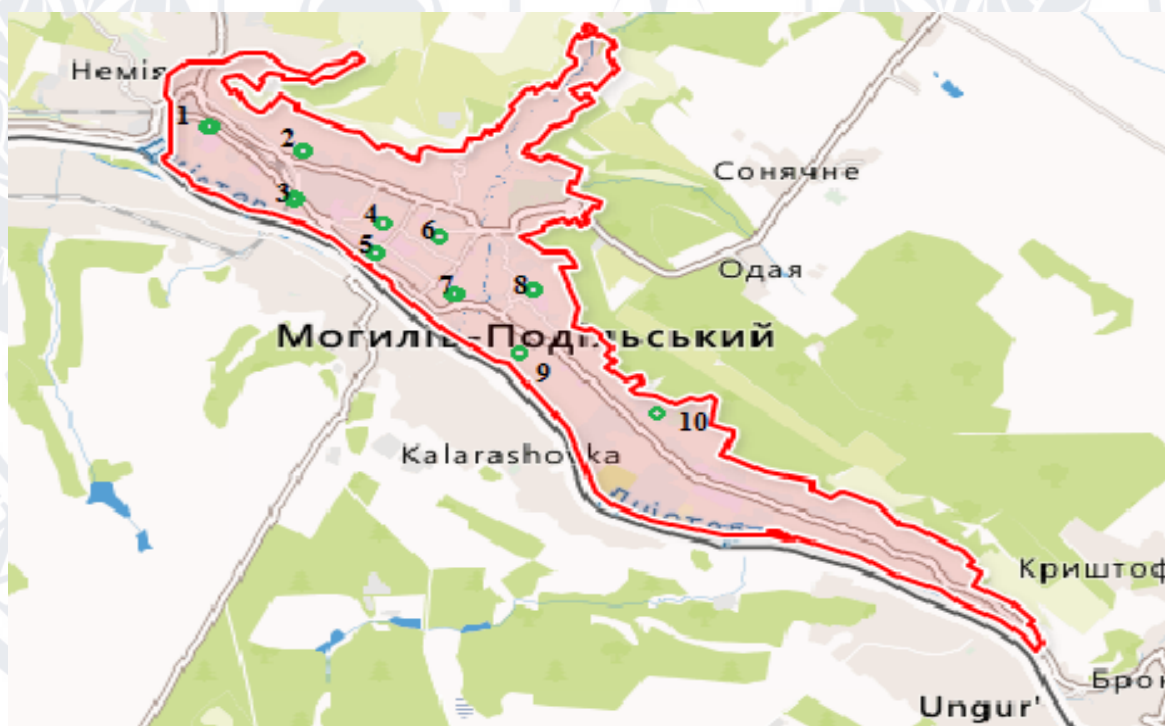


Рис 3.1 - Карта м. Могилева-Подільського

1-Могилів-Подільська окружна лікарня інтенсивного лікування; 2-Могилів-Подільський машинобудівний завод ім. С.М Кірова; 3-Могилів-Подільський залізничний вокзал; 4-Кіровський район; 5-пункт пропуску «Могилів-Подільський - Отач»; 6-ринок; 7-центральный район; 8-стадіон «Олімп»; 9-вулиця Дачна; 10-119-мікрорайон;

Опис досліджуваних територій

1) Могилів-Подільська окружна лікарня інтенсивного лікування (див рисунок 3.1).

Листки були зірвані на території лікарні в затишному місті, відстань до дороги приблизно 500 м. Автомобільне навантаження невелике. Поблизу немає шкідливих виробництв, які могли б забруднити цю ділянку.

2) Могилів-Подільський машинобудівний завод ім С.М.Кірова.

Листки берези були зірвані на території недіючого заводу, що знаходиться поблизу дороги, що є в свою чергу великою транспортною розв'язкою. Кількість машин значна.

3) Могилів-Подільський залізничний вокзал.

Листки були зірвані поблизу колій Жд вокзалу, де часто курсують поїзди, і автомобільної дороги, по якій вантажівки прямують до митниці.

4) Кіровский район.

Листки були зірвані в спальному районі, поблизу житлового будинку. Поряд проходить дорога до цього двору. Кількість машин не велика, інших забруднюючих факторів не виявлено.

5) Пункт пропуску «Могилів-Подільський - Отач».

Листки були зірвані поблизу митниці, а саме пункту пропуску «Могилів-Подільський - Отач». Характерним для цієї зони є велика кількість вантажівок і легкових автомобілів, які перетинають кордон. Поряд знаходиться річка Дністер.

6) Ринок.

Листки були зірвані поблизу міського ринку а саме біля центральної дороги міста, по якій прямує величезна кількість автомобілів.

7) Центральний район.

Листки були зірвані в спальному районі поблизу дитячого майданчика. Крім транспорту який проїжджає на стоянку інших забруднювачів немає. Поруч знаходиться Кондитерський Дім "Вацак"

8) Стадіон «Олімп».

Листки були зірвані на території міського стадіону. Можливе забруднення транспортом в тому числі і мотоциклами, які заїжджають прямо на стадіон.

9) Вулиця Дачна.

Листки були зірвані в дачному районні міста, де мінімальна кількість транспорту і максимальна віддаленість від дороги. Поблизу знаходиться річка Дністер.

10) 119-мікрорайон.

Листки були зірвані в спальному районі поблизу житлових будинків, поряд проходить дорога до цього комплексу. Кількість машин не велика. Неподалік знаходиться «Моги́лів-Подільський консервний завод»

В ході проведення досліджень було встановлено загальний показник асиметрії морфологічних параметрів листової пластинки дерев *B. Pendula* (див. рис. 3.2). Виявлені відмінності по середнім показникам ФА, що є сукупним відображенням порушення стабільності розвитку листка даного виду на різних ділянках.

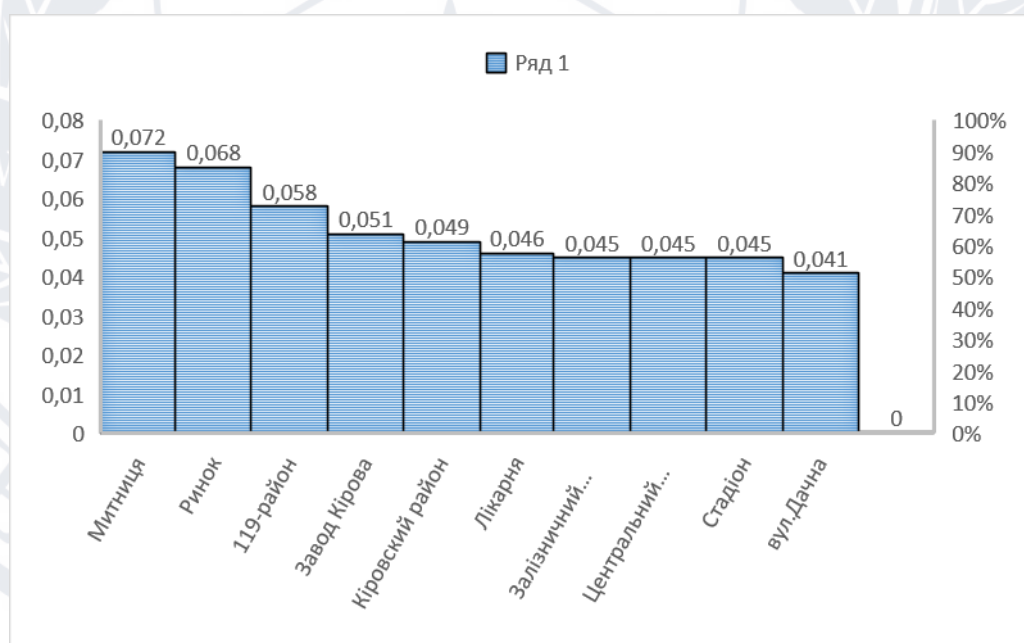


Рисунок 3.2 – Середнє значення показників асиметрії листків *Betula pendula*. м.Моги́лів-Подільський (2021 р.)

Максимальний показник ФА *B. pendula* відмічений на ділянках 5, а саме 0,072 (Пункт пропуску «Моги́лів-Подільський - Отач»), 6 (Ринок), що мають

значення 0,068 (вкрай несприятливі умови) та 10, 119-район відповідно. На основі обчислення середнього значення ФА встановлена залежність порушення рівня симетрії від забруднення. Найбільшого техногенного впливу *B. pendula* зазнає, на нашу думку, завдяки великій інтенсивності транспортного потоку. Об'єкт №2 (Машинобудівний завод) з коефіцієнтом ФА 0,051, знаходиться у значному відхиленні від норми.

На ділянках №1,3,4,7,8 а саме: Стадіон, Центральний район, Залізничний вокзал, Лікарня, Кіровський район, коефіцієнт ФА коливається в межах від 0,045-0,051, в межах умовної норми (див. табл. 3.1). Мінімальні показники асиметрії 0,041 спостерігаються в районі вул. Дачної, це пов'язано з тим, що ця ділянка найбільш віддалена від центральної дороги, тому вона не зазнає великого транспортного навантаження.

Таблиця 3.1 - Характеристика районів м. Могилева-Подільського за інтегральним показником флюктуючої асиметрії популяції *Betula pendula* (2021 рік)

Дослідж. райони	Показники асиметрії (Q)	Бал	Характеристика стану середовища
Лікарня	0,046	1	Умовна норма
Завод ім. Кірова	0,051	1	Умовна норма
Залізничний вокзал	0,045	1	Умовна норма
Кіровський район	0,049	1	Умовна норма
Митниця	0,072	5	Вкрай несприятливі умови
Ринок	0,068	4	Сильно забруднений район

Центральний район	0,045	1	Умовна норма
Стадіон «Олімп»	0,045	1	Умовна норма
Вул. Дачна	0,041	1	Умовна норма
119-мікрорайон	0,058	2	Рослини зазнають слабого впливу негативних факторів

В багатьох літературних джерелах зазначають, що на стабільність розвитку *B. pendula* впливає не тільки антропогенний фактор (викиди промислових підприємств та вихлопні гази автотранспорту) [9, 14, 18, 20]. Значний вплив спричиняють абіотичні (затінення, виснажений ґрунт, вологість повітря, середня температура повітря, клімат) [1, 3, 5, 23] та біотичні (видова та міжвидова конкуренція, гриби) [2, 21]. Сукупно всі фактори завдають суттєвого навантаження на рослинні насадження, що може відобразитись на зміні морфологічних ознак асиміляційного апарату *B. pendula*.

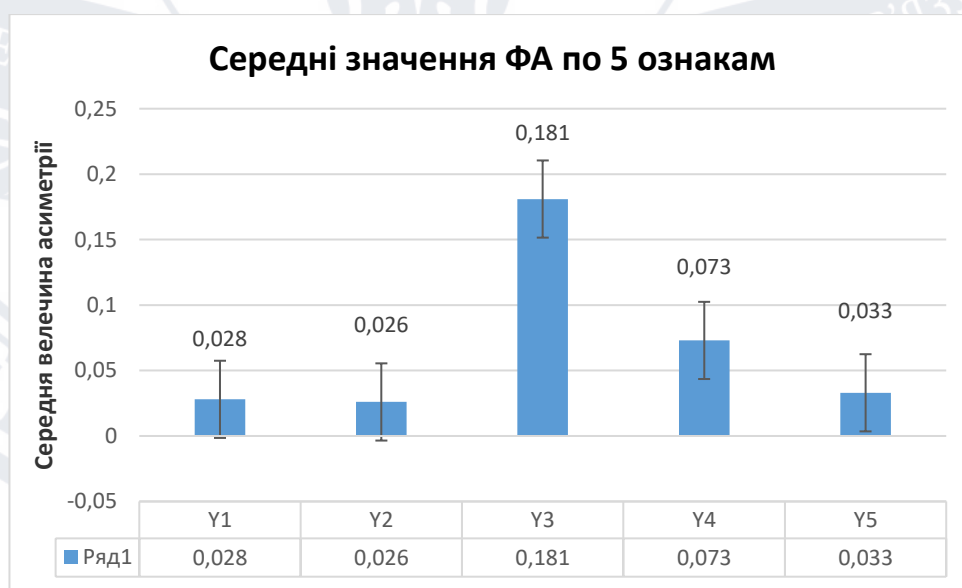


Рисунок 3.3 – Середні значення ФА листків *betula pendula* по 5 ознакам м.Могилів-Подільський (2021 рік)

За результатами замірів та статистичної обробки величини асиметрії по 5 параметрам листкової пластинки, найбільш стійкою виявилась ознака Y_2 – довжина другої жилки другого порядку від основи листка (0,026), що свідчить про її нечутливість до факторів навколишнього середовища (відповідно до рисунку 3.3). По параметру Y_3 (відстань між основами першої та другої жилки другого порядку) розбіжність між показниками лівої і правої сторони листка виявилась максимальною (0,181).

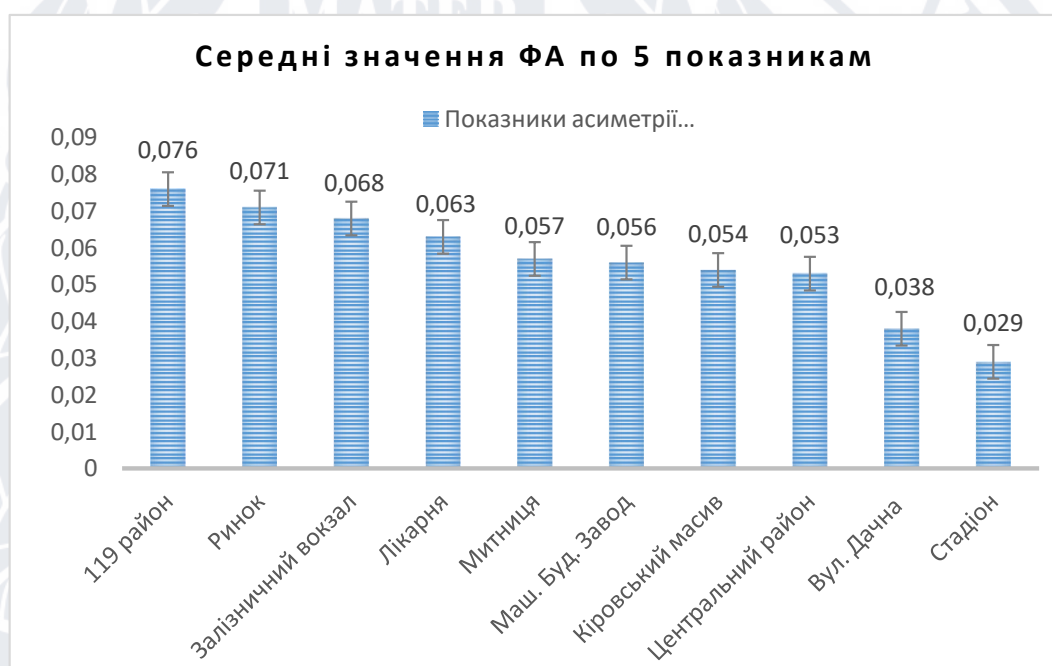


Рисунок 3.4 - Середнє значення показників асиметрії листків *betula pendula* м. Могилів-Подільський (2022 рік)

Порівняльний аналіз одержаних результатів за інтегральним показником флуктуючої асиметрії берези повислої (*b.pendula*) дозволяє віднести такі території як Кіровський масив, Машинобудівний завод, Митниця, Лікарня, Залізничний вокзал, Ринок, 119-район до критичного стану, межі показників яких коливаються від 0,054-0,076. Центральний район знаходиться в межах значного відхилення від норми з результатом у 0,053. А інтегральний показник асиметрії популяції берези повислої в районі міського стадіону і вулиці Дачної знаходяться у межах умовної норми з показниками 0,029-0,038.

Таблиця 3.2 - Характеристика районів м. Могилева-Подільського за інтегральним показником флуктуючої асиметрії популяції *Betula pendula* (2022 рік)

Дослідж. райони	Показники асиметрії (X)	Бал	Характеристика стану середовища
119 район	0,076	5	Критичний стан
Ринок	0,071	5	Критичний стан
Залізничний вокзал	0,068	5	Критичний стан
Лікарня	0,063	5	Критичний стан
Митниця	0,057	5	Критичний стан
Кіровський масив	0,054	4	Істотні відхилення від норми
Центральний район	0,053	4	Істотні відхилення від норми
Вул. Дачна	0,038	1	Стабільність умовної норми
Стадіон	0,029	1	Стабільність умовної норми
Маш. Буд. Завод	0,056	5	Критичний стан

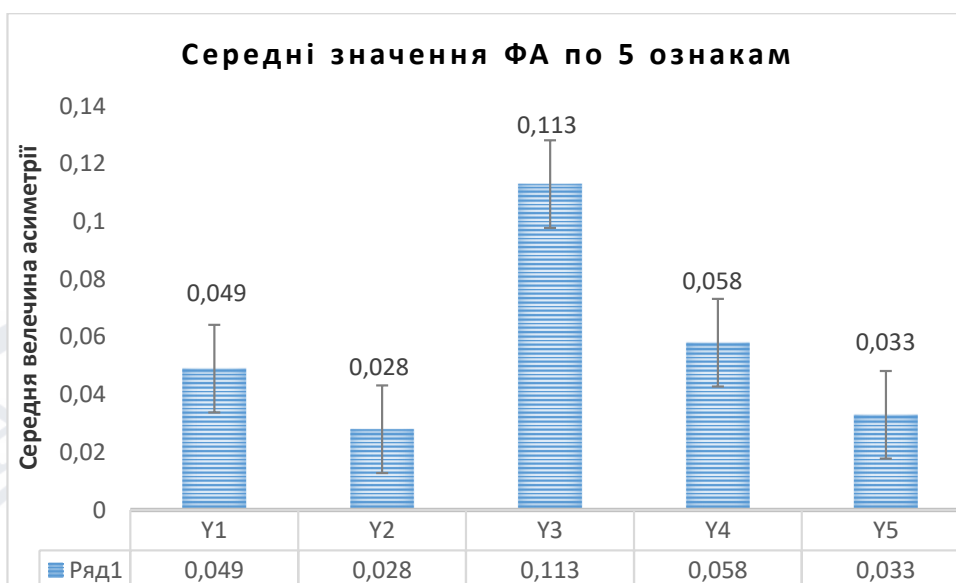


Рисунок 3.5 – Середні значення ФА листків *betula pendula* по 5 ознакам м.Могилів-Подільський (2022 рік)

За результатами замірів по 5 ознакам ФА листків берези повислої ми бачимо, що найбільш стійкою ознакою є Y2, довжина другої жилки другого порядку від основи листа (0,028), що співпадає з минулим роком, параметр Y3 відстань між основами 1 і 2 жилок другого порядку (0,113), є найбільш не стабільним показником асиметрії, що також зходить з дослідом у 2021 році.

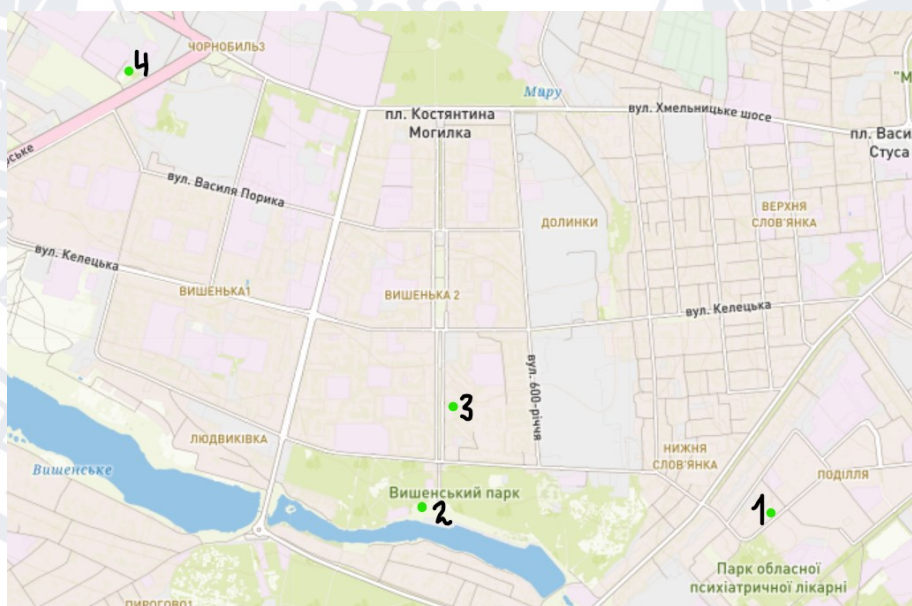


Рис 3.6 - Карта Вишеньського району: 1-Поділля, 2-Вишеньський парк, 3-Проспект Космонавтів, 4-Західний Автовокзал

Опис досліджуваних територій

1) Поділля.

Листки були зірвані в районні житлового комплексу Поділля, поблизу дороги. Для цієї ділянки характерний великий транспортний і пішоходний потік.

2) Вишенський парк.

Зразки були зібрані, у Вишенському парку поблизу пішохідної дорожки. Для цієї ділянки характерна велика кількість пішоходів, поблизу знаходиться озеро, значна відстань до проїжджої частини.

3) Проспект Космонавтів.

Матеріал було зібрано, поблизу дороги і житлового будинку. Транспортний і пішоходний потік великий.

4) Західний автовокзал.

Листки були зірвані поблизу автовокзалу, поруч проходить дорога. Транспортний і пішоходний потік значний.

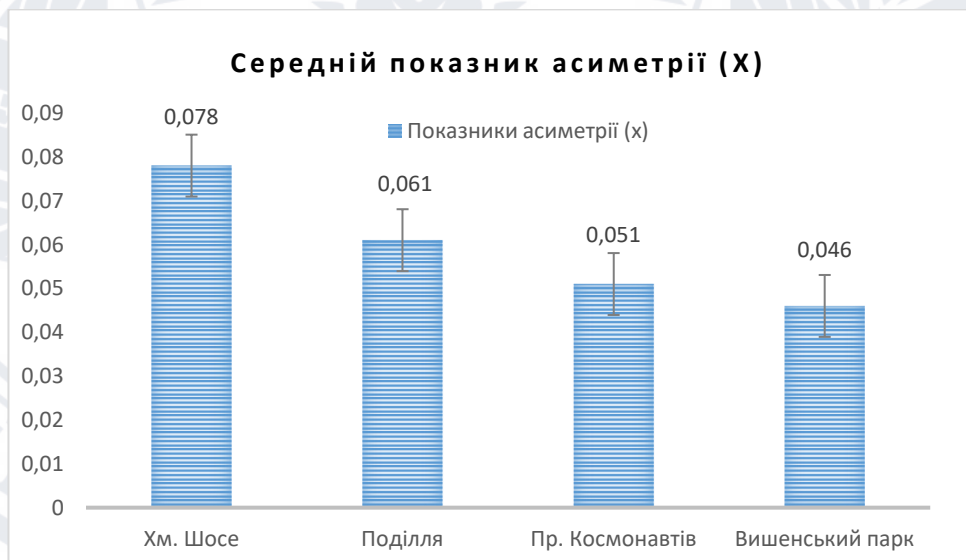


Рисунок 3.7 - Середні значення показників асиметрії листків *Betula pendula*.
м.Вінниця (2022 рік)

Під час проведення дослідження встановили загальний показник асиметрії морфометричних параметрів листової пластинки дерев *Betula*

pendula. Максимальний показник флуктуючої асиметрії *Betula pendula* відзначили на ділянці Хм.шосе (0,078) і району Поділля (0,061) що відноситься до критичного стану. Територія проспекту Космонавтів має значне відхилення від норми з результатом у (0,051). Середній рівень відхилення від норми має Вишенський парк з показником (0,046).

Таблиця 3.3 - Характеристика районів м. Вінниці за інтегральним показником флуктуючої асиметрії популяції *Betula pendula* (2022 рік)

Дослідж. райони	Показники асиметрії (X)	Бал	Характеристика стану середовища
Хм.шосе	0,078	5	Критичний стан
Поділля	0,061	5	Критичний стан
Пр. Косонавтів	0,051	4	Значне відхилення від норми
Вишенський парк	0,046	3	Середній рівень відхилення від норми

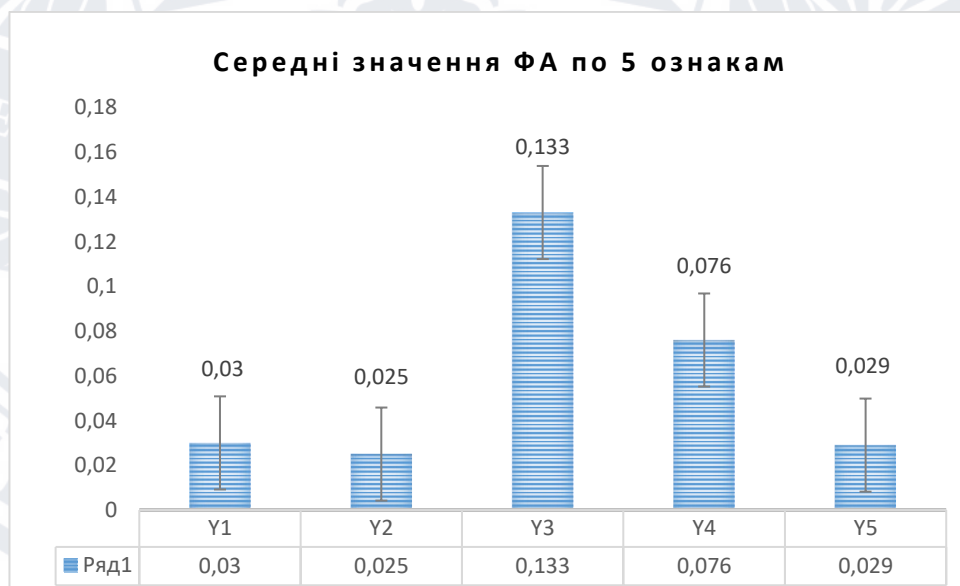


Рисунок 3.8 – Середні значення ФА листків *betula pendula* по 5 ознакам м.Вінниця (2022 р.)

За результатами замірів та статистичної обробки величини асиметрії по 5 параметрам листкової пластинки найбільш стійкою виявилась ознака №2 – довжина другої від основи листка жилки другого порядку (0,025).

По параметру №3 (відстань між основами першої та другої жилки другого порядку) розбіжність між показниками лівої і правої сторони листка виявилась максимальною (0,133).

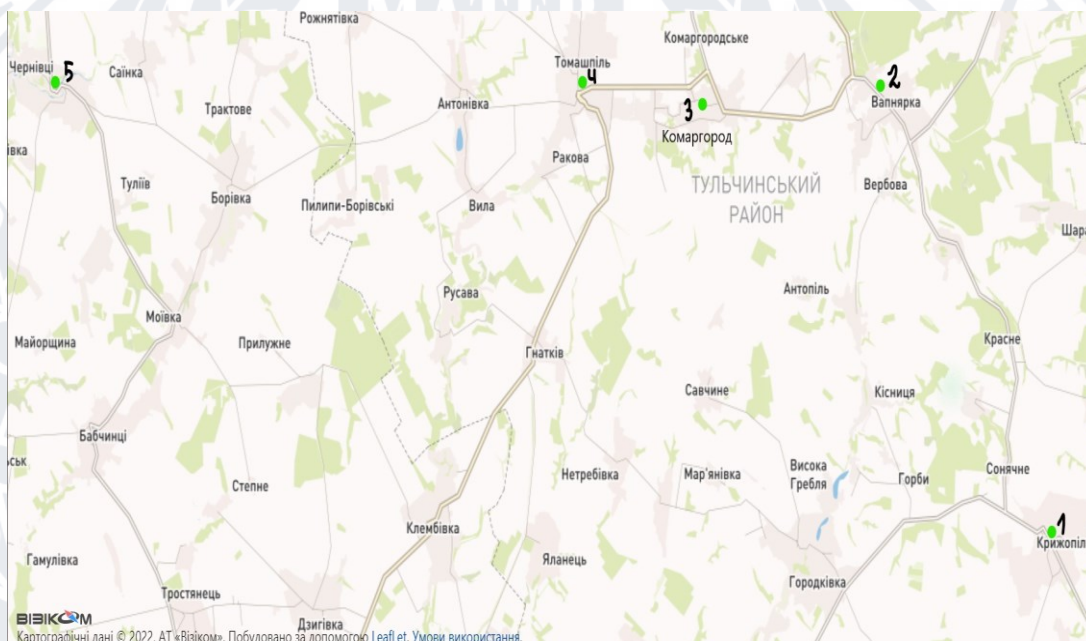


Рис 3.9 - Карта Тульчинського і Могилів-Подільського району (2022 р.):

1-сміт Крижопіль, 2-сміт Вапнярка, 3-село Комаргород, 4-сміт Томашпіль, 5-сміт Чернівці

Опис Досліджуваних територій

1) Сміт Крижопіль.

Листки були зірвані за залізничним переїздом, поблизу дороги.

2) Сміт Вапнярка.

Матеріал було зібрано поблизу центральної дороги, поруч знаходиться жд вокзал.

3) Село Комаргород.

Зразки були були зібрані поблизу дороги.

4) Сmt Томашпіль

Листки були зібрані, в центрі Томашпіля, поблизу дороги, поруч знаходиться автовокзал.

5) Сmt Чернівці

Матеріал був зібраний поблизу дороги.

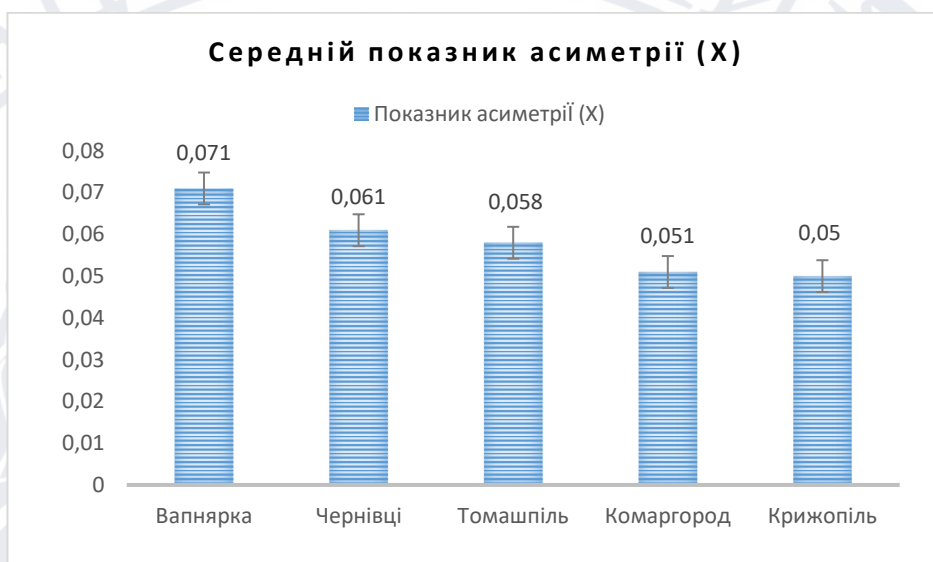


Рисунок 4 - Середнє значення показників асиметрії листків *betula pendula* Тульчинського і Могилів-Подільського районів (2022р.)

Порівняльний аналіз одержаних результатів за інтегральним показником флуктуючої асиметрії берези повислої (*B.pendula*), дозволяє віднести такі селища і села як: Томашпіль, Чернівці, Вапнярка до територій з критичним станом, показники яких коливаються у межах від 0,058-0,071. Село Комаргород з результатом (0,051) та сmt.Крижопіль (0,05) має значне відхилення від норми.

Таблиця 3.4 - Характеристика Тульчинського і Могилів-Подільського районів за інтегральним показником флуктуючої асиметрії популяції *Betula pendula* (2022 рік)

Дослідж. райони	Показники асиметрії (X)	Бал	Характеристика стану середовища
Вапнярка	0,071	5	Критичний стан
Чернівці	0,061	5	Критичний стан
Томашпіль	0,058	5	Критичний стан
Комаргород	0,051	4	Значне відхилення від норми
Крижопіль	0,050	4	Значне відхилення від норми

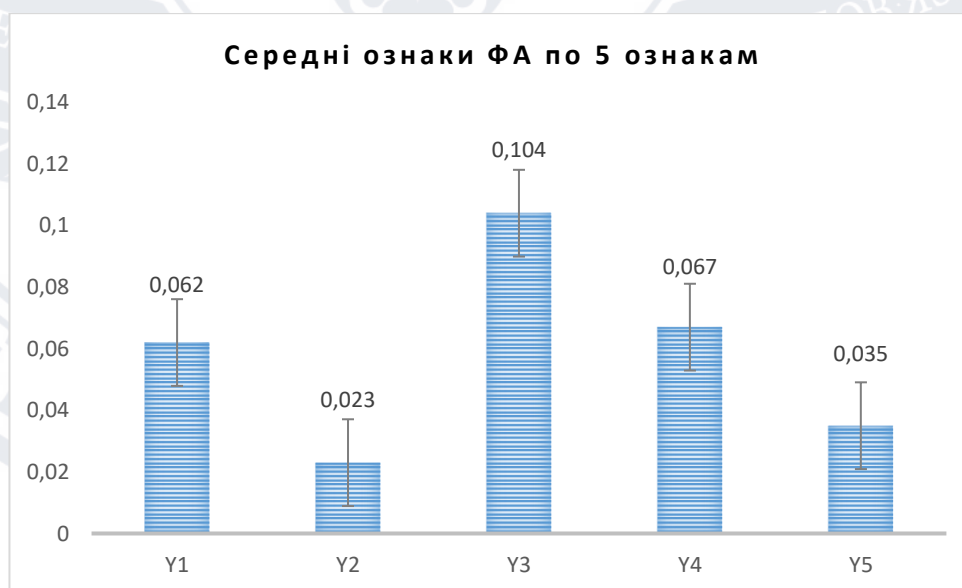


Рисунок 4.1 – Середні значення ФА листків *betula pendula* по 5 ознакам Тульчинського і Могилів-Подільського районів (2022 рік)

Аналіз наших досліджень свідчить, що найбільш чутливими до забруднення атмосфери є ознака Y_3 - відстань між основами 1 і 2 жилок другого порядку. Слід відзначити, що Y_2 -довжина другої жилки другого порядку від основи листа найменшим чином залежать від забруднення атмосфери.

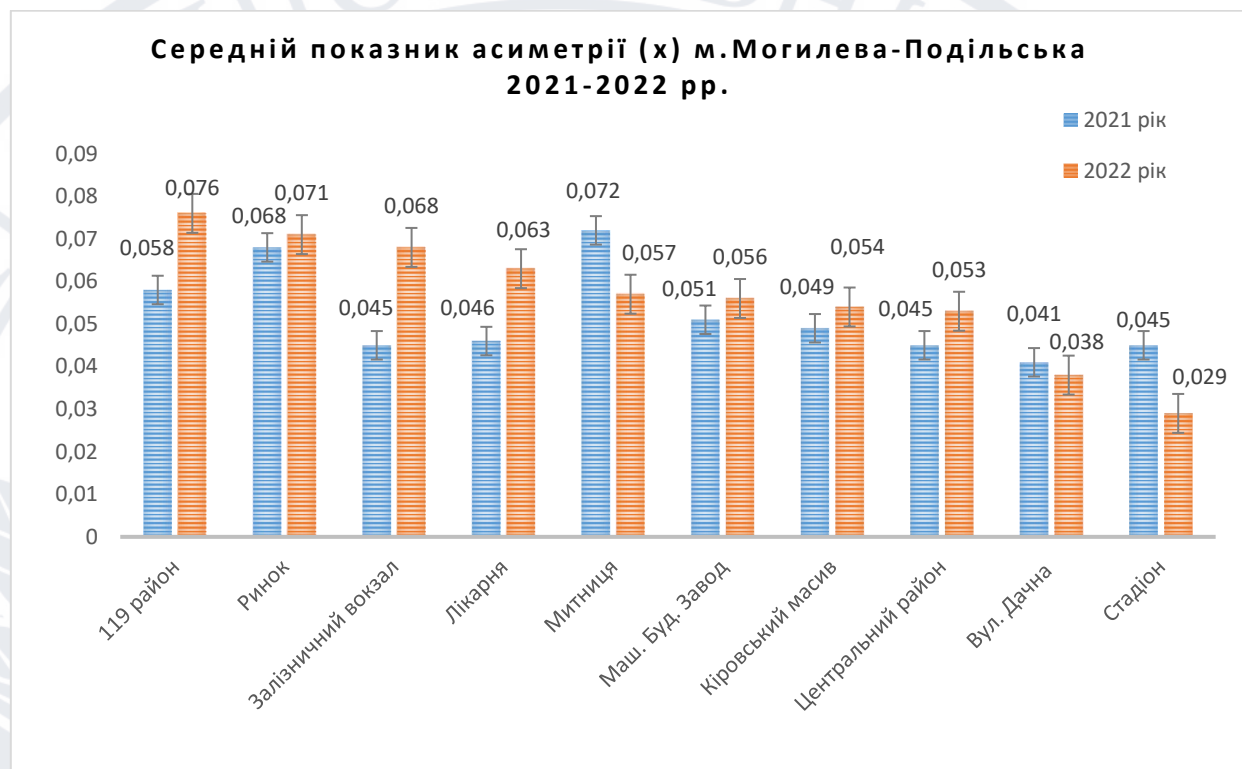


Рисунок 4.2 - Середні значення показників асиметрії листків *Betula pendula*. м. Могилів-Подільський (2021-2022 рр.)

На рисунку ми бачимо, що ФА семи моніторингових точок, таких як 119 район, Ринок, Залізничний вокзал, Лікарня, Машинобудівний завод, Кіровський масив, Центральний район, збільшились у показниках, порівняно з 2021 роком. Однак три райони, показали позитивну тенденцію до зменшення ФА а саме: Митниця, вулиця Дачна, та Стадіон.

Таблиця 3.5 - Характеристика районів м. Могилева-Подільського за інтегральним показником флюктуючої асиметрії популяції *Betula pendula* (2021-2022 рік)

Дослідж. райони	Показники асиметрії (X)		Бал		Характеристика стану середовища	
	2021 рік	2022 рік	2021 рік	2022 рік	2021 рік	2022 рік
119 район	0,058	0,076	5	5	Критичний стан	Критичний стан
Ринок	0,068	0,071	5	5	Критичний стан	Критичний стан
Залізничний вокзал	0,045	0,068	3	5	Середній рівень відхилення від норми	Критичний стан
Лікарня	0,046	0,063	3	5	Середній рівень відхилення від норми	Критичний стан
Митниця	0,072	0,057	5	5	Критичний стан	Критичний стан
Кіровський масив	0,049	0,054	3	4	Середній рівень відхилення від норми	Значне відхилення від норми
Центральний район	0,045	0,053	3	4	Середній рівень відхилення від норми	Значне відхилення від норми
Вул. Дачна	0,041	0,038	2	1	Незначне відхилення від норми	Стабільність умовної норми
Стадіон	0,045	0,029	3	1	Середній рівень відхилення від норми	Стабільність умовної норми
Маш. Буд. Завод	0,051	0,056	4	5	Значне відхилення від норми	Критичний стан

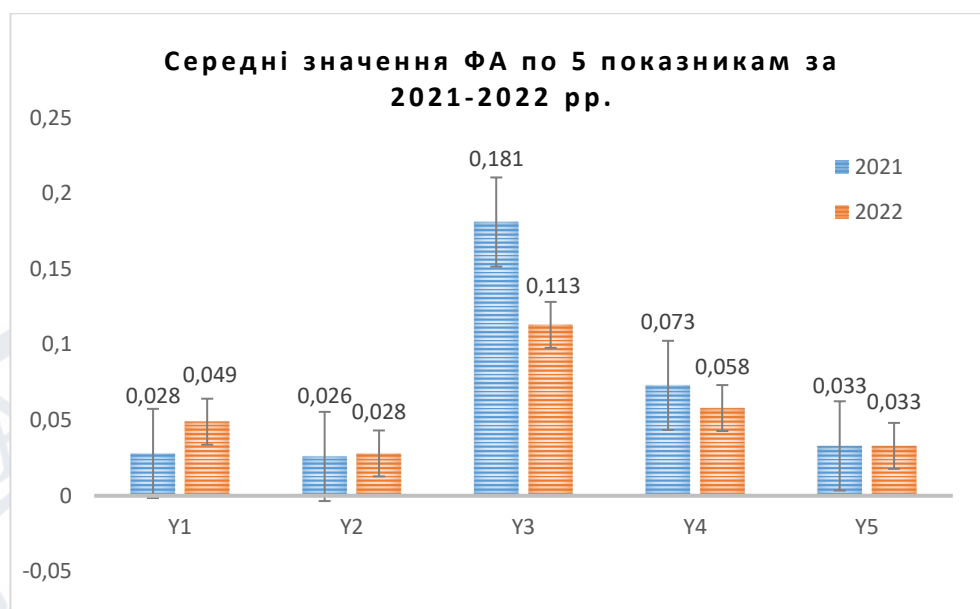


Рисунок 4.3 – Середні значення ФА листків *Betula pendula* по 5 ознакам м.Могилева-Подільського (2021-2022 рр.)

Під час проведення дослідження порівняли загальні показники асиметрії морфометричних параметрів листкової пластинки дерев *Betula pendula* за 2021-2022 роки. На графіку ми бачимо, що показник Y2 є найстабільнішою ознакою за 2 роки досліджень. Натомість ознака Y3 є найбільш чутливою до забруднення атмосфери, що також співпадає з минулорічним дослідженням.

ВИСНОВКИ

1. За результатами проведеної роботи можна стверджувати, що серед біоіндикаційних ознак, що дозволяють оцінювати стан довкілля, перспективним є використання морфологічних особливостей листків, в тому числі їх флуктуючої асиметрії.

2. Результати дослідження свідчать, що величина флуктуючої асиметрії *B.pendula* зростає в місцях високого антропогенного навантаження. Найчутливішими до впливу урботехногенного середовища пластинки *Betula pendula* є показник 3 параметра – відстань між основами першої та другої жилок другого порядку, середнє значення якого становить 0,132.

3. Нами було визначено, що параметр 2 – довжина другої жилки другого порядку є найбільш стійкий до впливу чинників техногенного забруднення середовища, асиметрія не перевищує 0,028.

4. На основі обчислення середнього значення флуктуючої асиметрії встановлено залежність порушення рівня симетрії внаслідок забруднення довкілля. Найбільшого техногенного впливу *Betula pendula* зазнає в місцях, що знаходяться біля промислових підприємств, уздовж вулиць з інтенсивним транспортним потоком, та щільною житловою забудовою (межі коливання від 0,054 до 0,078). Також можна підтвердити гіпотезу, що зі збільшенням відстані до джерела забруднення спостерігається зниження показника флуктуючої асиметрії.

5. Показники флуктуючої асиметрії листових пластинок *Betula pendula* показує критичний стан екологічної ситуації у Вінницькій області в цілому.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРНИХ ПОСИЛАНЬ

1. Бессонова В. П. Методи фітоіндикації в оцінці екологічного стану довкілля. – Запоріжжя: Вид-во ЗДУ, 2012. – 196 с.
2. Бессонова В. П. Практикум з фізіології рослин. – Дніпропетровськ:РВВДДАУ, 2005. – 316 с.
3. Векірчик К. М. Фізіологія рослин / К. М. Векірчик. – К. : Вища школа, 2013. – С. 47 – 50.
4. Гаврикова В. С. Динаміка флуктуючої асиметрії листків *betula pendula roth* урбанізованих територій / Ігнатюк О.А; Нац. пед. ун-т ім. М.П. Драгоманова// Інститут еволюційної екології НАН України.
5. Ганжа Д. Морфологічна реакція листків тополі в різних умовах урботехногенного навантаження // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2012. Вип. 60. С. 163–170.
6. Глухов О.З., Прохорова С.І. Індикація стану техногенного середовища за морфологічною мінливістю рослин // Пром. ботаника. 2018. Вип. 8. С. 3–11
7. Гриб Й.В., Чемерис І.А. Екологічна оцінка стану навколишнього середовища методами фітоіндикації // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування. – В. 1 (29).– Рівне: НУВГП, 2013. – С. 3–11.
8. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем: гідрологія, гідробіологія, управління. Рівне, 2014. 139 с.
9. Денисик Г.І., Кирилюк Л.М. Висотно-ландшафтні комплекси Поділля та їх класифікація // Мат. наук.-практ. конф. «Природничі науки на межі століть». Ніжин, 2020. С. 143-144.
10. Дідух Я. П., Плюта П. Г. Фітоіндикація екологічних факторів. – К., 2016. – 280 с.
11. Дідух Я. П. Основи біоіндикації. Київ : НВП «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2012. – 344 с.

12. Доповідь про стан навколишнього природного середовища у Вінницькій об-ласті (2017 рік). – Вінниця: Департамент екології та природних ресурсів ОДА, 2017. С. 6-109.

13. Доповідь про стан навколишнього середовища Хмельницької області у 2017 р. / Сагайдак Г. А. – Хмельницький, 2010. – 116 с.

14. Екологічна енциклопедія: у 3 т. / Редколегія: А.В. Толстоухов (гол. ред.) та ін. – К.: ТОВ «Центр екологічної освіти та інформації», 2014. – Т. 1: А – Е. – 432 с.

15. Екологічний стан Вінницької області на рубежі тисячоліть. Аналітично-статистичний довідник. Вінниця: Велес, 2010 162 с. 168.

16. Еталони природи Вінниччини: Монографія / О. В. Мудрак, Г. В. Мудрак, В. М. Поліщук, С. Л. Кушнір [та ін.]. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2014. 533 с. 167.

17. Жуков О.В. Оцінка методами геометричної морфометрії морфологічної мінливості листкових пластинок *Betula pendula* Roth в екосистемах з різним ступенем антропогенної трансформації / О.В. Жуков, Ю.О. Штірц,

18. С.П. Жуков // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – 2019. – № 1 (11). – С. 128–134.

19. Захаров В. М. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях / В. М. Захаров та ін. М.: Центр экол. 2015. – 78 с.

20. Злобин Ю.А. Индикаторная роль листьев растений в биоэкологическом мониторинге // Наук. вісн. Миколаїв. держ. ун-ту. — 2017. — 24, № 4(1). — С. 93—96.

21. Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Бондарева Л. М. та ін. Концепція морфометрії в сучасній ботаниці / Злобин Ю.А. Концепція морфометрії у сучасній ботаниці /

22. Ю.А. Злобин, В.Г. Скляр, Л.М. Бондарева, К.С. Кирильчук //Чорноморський ботанічний журнал. – 2016. – Т. 5, № 1. –С. 5–22.ніці // Чорномор. ботан. журнал. 2009. Т. 5. №1. С. 5–22.

23. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія / О.Г. Васенко, О.В. Рибалова, С.Р. Артем'єв, Н.С. Горбань [та ін.]. Х: НУГЗУ, 2015. 419 с.
24. Клименко М. О. Моніторинг довкілля. – К.: Академія, 2010. – 360 с.
25. Крищенко В. П., Труханова С. Н., Федін К. Н. Методи аналізу рослинної продукції / під. ред. В. П. Крищенко. – М. : Колос, 2015. – 314 с.
26. Кряжева Н. Г., Чистякова Е. К., Захаров В. М. Аналіз стабільності розвитку берези повислої в умовах хімічного забруднення // Екологія. – 2020. – № 6. – С. 441-444.
27. Кукурудза С.І., Гумницька Н.О., Нижник М.С. та ін. Моніторинг природних комплексів. – Львів: ред. вид. відділ Львів ун-у. – 2011- 144с.
28. Легета У.В., Ситнікова І.О. Оцінка екологічного стану територій Чернівецької області за інтегральним показником флуктуючої асиметрії (на прикладі *Tussilago farfara* L.) // Природничий альманах. — 2012. — 13. —С. 98—104.
29. Мелехова О.П., Егорова Е.И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. – М.: Академия, 2014. – 288 с.
30. Методи дослідження і способи оцінки стійкості рослин до посухи і високої температури : метод. посібник / [І. П. Григорюк, В. І. Ткачов, С. В. Савінський та ін.]. – К. : Знання, 2015. – 89 с.
31. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Біоіндикація і біотестування» призначені для студентів магістрів спец. 8.04010601 «Екологія та охорона навколишнього середовища» — Житомир: ЖДТУ, 2014. — 25 с.
32. Морозова Т. В., Кирнична Л. І. Морфологічні особливості деревних рослин в умовах аеротехногенного забруднення // Вісн. Прикарпат. нац. ун-ту. Сер. біол. 2012. XVI. С. 175–179.
33. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин: Підручник. – К.: Фітосоціоцентр, 2014. – 392 с.
34. Неверова, О. А. Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды / О. А. Неверова // Биосфера. – 2016. – Т. 1, № 1. – С. 82–92.

35. Нестерова Н.Г. Особливості водного режиму деревних видів рослин в екологічних умовах м. Київ / Н.Г. Нестерова, І.П. Григорюк // Збалансоване природокористування. – 2013. – № 2–3. – С. 89-95.

36. Осипова Л. М., Сумська А. М. Характер впливу атмосферних токсикантів на вміст різних форм води й інтенсивність транспірації листя деревних рослин // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. – Донецьк: ДонНУ, 2017. – № 1 (9). – С. 202 – 206.

37. Панасенко Б. Д. Поверхневі води // Географія Вінницької області. Вінниця: Гіпаніс, 2018. С.79.

38. Петрушкевич Ю.М. Вплив промислових умов на величину флуктуючої асиметрії листкової пластинки *Betula pendula* // Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту. Сер. біол. – 2018, № 1 (72). – С. 82 – 89.

39. Пірогов М.В., Волгін С. О. Біоіндикаційні дослідження за епіфітною лехіофлорою шпилькових і листяних дерев на західній Україні. – Львів, 2019. – С.86-91.

40. Пляцук Д.Л. Проведення інтегральної експрес-оцінки якості атмосферного повітря в умовах зміни промислової інфраструктури регіону // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. –75.– С. 58-63.

41. Савосько В. М., Католиченко О. М. Флюктуююча асиметрія листків берези повислої в умовах аеротехногенного забруднення Криворіжжя // Питання біоіндикації та екології. 2014. Вип. 19. № 2. С. 90–102

42. Савосько В.М. Морфологічні особливості листків берези повислої культурдендроценозів степу в умовах промислового міста / В.М. Савосько, К.М. Домшина, В.В. Савосько // Питання біоіндикації та екології. – 2013. – Випуск 18. – № 2. – С. 121–133.

43. Суханова, І. П. Лехіоіндикація якості повітряного середовища дендропарку «Софіївка» НАН України [Текст] / І. П. Суханова // Збірник наукових праць Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди. Біологія та валеологія. – 2012. – Вип. 14. – С. 162–170.

44. Стрельцов А. Б., Логинов А. А. Біоіндикаційний метод оцінки антропогенного впливу // СПб., 2016. – С. 40-41

45. Федорова Г. В. Біогеохімія для екологів : Навч. посібник. Одеса : Екологія, 2015. 284 с

46. Федоровський В.Д. Дендрофлора зелених насаджень м.Кривий Ріг і перспективи її збереження та збагачення /В.Д. Федоровський, Ю.С. Юхименко, О.В. Данильчук та ін.// Вісті Біосферного заповідника "Асканія-Нова". 2012. – Том 14. – С. 405–408.

47. Хаєцький Г.С. Внутрішньоаквальна ландшафтна структура антропогенних водних об'єктів Поділля // Антропогенні географія і ландшафтознавство в ХХ і ХХІ століттях. Вінниця-Воронеж: Гіпаніс, 2012. С. 129-133.

48. Царенко О.М., Олійник Г.М. Захист довкілля в у мовах зростаючого техногенного навантаження на природу – Суми: Слобожанщина, 2013. – 464 с

49. Цицюра Я.Г., Грунтовий покрив Вінничини: генезис, склад, властивості та напрямки ефективного використання: монографія / Я. Г. Цицюра, Л. Ф. Броннікова, Л. В. Пелех ; Він. нац. аграр. ун-т. – Вінниця : ВНАУ, 2017 – 452с.).

50. Штірц Ю. О. Показники асиметрії листової пластинки *Populus nigra* L. та їх біоіндикаційна інформативність // Чорномор. бот. журнал. 2013. Т. 3. № 9. С. 349–358.