

**ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Навчально науковий інститут агротехнологій селекції та  
екології**

**кафедра екології, збалансованого природокористування  
та захисту довкілля**

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: «ВИКОРИСТАННЯ БІОІНДИКАТОРІВ  
СТАНУ ФІТОЦЕНОЗІВ НА АНТРОПОГЕННО-  
МОДИФІКОВАНИХ ТЕРИТОРІЯХ»**

**Виконав:** здобувач вищої освіти  
спеціальності 101 - «Екологія»

**Даценко Ярослав Володимирович**

**Керівник:** доцент кс-гн Піщаленко М.А.

**Рецензент:** доцент кс-гн Поспелова Г.Д.

**Полтава – 2024 рік**

# Зміст

## Вступ

### Розділ 1 **ВПЛИВ УМОВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА МОРФОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИСТКА** (Огляд літератури)

1.1. Морфологічна характеристика листка

1.2 Еколого-біологічні особливості просторової конструкції і мінливості листка

### Розділ 2 **РОСЛИНИ В УМОВАХ УРБОЕКОСИСТЕМИ**

2.1 Географічні та кліматичні характеристики території м. Полтави

2.2. Фактори антропогенного впливу на формування міського ландшафту

2.3. Методика проведення досліджень

### Розділ 3 **ФІТОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА СТАНУ УРБОЕКОСИСТЕМИ м. ПОЛТАВИ**

3.1 Дослідження показників флуктуючої асиметрії листової пластинки берези повислої

3.2 Оцінка стану навколишнього середовища по частоті зустрічання конюшини повзучої

### Розділ 4 **ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ**

**ВИСНОВКИ**

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

**ДОДАТКИ**

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Листя рослин надзвичайно різноманітне за формою і будовою, тому вивчення їх представляє особливий інтерес при оцінці морфологічної мінливості рослин. Така увага до ознак листа пов'язано з тим, що лист є одним з головних органів, пов'язаних з функціонуванням рослин і більш схильний до адаптації до цілком певним, специфічних умов існування. У одного і того ж виду рослин нерідко зустрічаються листя однакової форми, але різні за розміром, і навпаки, листя одного розміру часто відрізняється за геометричною формою контуру. Дані відмінності можуть бути пов'язані як з онтогенетичними факторами, які формують у листя такі відмінності, так і з умовами навколишнього середовища. Неодноразово багатьма дослідниками відзначено закономірне зменшення площі листової пластинки, довжини черешка листа і довжини жилки листової пластинки у листя рослин, які ростуть в умовах урбоекосистеми. Однак сукупне вивчення морфометричних, геометричних і структурних характеристик морфологічної будови листа показує не закономірні, а різноспрямовані відмінності в розмірах і формі листової пластинки у рослин в урбанізованому середовищі, виявлення та кількісна оцінка яких має важливе значення, для екологічних досліджень.

**Мета і завдання дослідження** Метою цієї роботи є дослідження фенотипічної мінливості морфологічних ознак листа трьох деревних рослин, найбільш поширених в міських насадженнях міста Полтави.

Для досягнення цієї мети були поставлені такі завдання:

1. Провести порівняльний аналіз мінливості морфометричних, геометричних і структурних ознак листа трьох вивчених видів в умовах урбанізованого середовища.

2. Оцінити сезонну і річну динаміку мінливості листа трьох видів деревних рослин і виявити особливості адаптації їх до умов урбоекосистеми.

4. Провести аналіз ознак форми контуру листових пластинок трьох видів деревних рослин в різних умовах зростання в урбоекосистемі.

5. Проаналізувати мінливість кількісних несиметричних і білатеральних ознак листових пластинок *Betula pendula*, *Tilia cordata* і *Acer platanoides*, які ростуть в різних умовах урбанізованого середовища та оцінити якість середовища за рівнем асиметрії листової пластинки.

**Об'єкт і предмет дослідження** залежність форми листкової пластинки від умов навколишнього середовища.

**Методи досліджень** – загально прийняті методи і методики визначення біоіндикаторів

**Структура та обсяги кваліфікаційної роботи.** Кваліфікаційна робота викладена на сторінках машинописного тесту, включає таблиць , рисунків і додатки. Список використаних джерел охоплює найменування

# РОЗДІЛ 1

## ВПЛИВ УМОВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА МОРФОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИСТКА

(Огляд літератури )

### 1.1. Морфологічна характеристика листка

Лист зазвичай поділяють на частини. Основна частина нормально розвиненого зеленого листа - пластинка, для якої характерна плоска форма, дорсовентральність, обмежений ріст. Плоска форма робить лист біфаціальним, що в перекладі з латинської означає двосторонній, з двома поверхнями. Верхню сторону листа називають адаксіальною, а нижнюю – абаксіальною [39]

Дорсовентральність листа полягає в тому, що у нього верхня і нижня боку досить суттєво різняться за анатомічною будовою, за характером жилок (вони на нижній стороні опуклі), по опушуванню, навіть за забарвленням (нижня сторона часто буває більш блідою і тьмяною, ніж верхня) [3].

Обмеженість зростання листа пов'язана перш за все з тим, що у насінневих рослин дуже скоро втрачається здатність до верхівковою наростання і не зберігається власного меристематические апекса. Крім того, зростання листка, що йде зазвичай за рахунок крайової і площинний вставних меристем, обмежені в часі. Досягнувши певних розмірів, листок потім до кінця життя залишається без змін. Саме листкова пластинка здійснює головні фізіологічні процеси, пов'язані з фотосинтезом, газообміном, транспірацією. Нижня частина пластинки, що прикріплюється до стебла, називається основою листка або листковим підніжжям. У дводольних рослин між основою і пластинкою часто формується стеблеподібний циліндричний або жолобчастий черешок листа, що виконує опорну і провідну функцію, а також регулює положення пластинки, виносячи її в умови найкращого освітлення [2].

Основа листка приймає різну форму. Іноді вона майже непомітна або має вигляд невеликого потовщення (листкова подушечка), або розростається в ширину і довжину, утворюючи трубку, звану піхвою лиска, яка захищають стебло і бруньки [29].

Часто основа листка дає парні бічні вирости - прилистки. Їх форма, розміри, виконувана функція, як правило, видоспецифічні. Прилистки бувають вільні або приросли до черешка, вони можуть зміщуватися на внутрішню сторону листа, і тоді їх називають пазушними [29]. Розростаючись раніше прилистників, вони грають захисну роль для країн, що розвиваються молодих листочків. При цьому вони не довговічні і обпадають при розгортанні бруньок (наприклад, у берези, дуба, липи, черемхи та інших дерев і чагарників). Іноді прилистки, зрослися між собою, і формують так звані розтруби, який також виконує додаткову захисну функцію. З філогенетичної точки зору необхідно відзначити, що наявність прилистників - свідчення більш примітивної організації листа [2]. З трьох основних органів рослини листок найбільш мінливий за формою, величиною, забарвленням. За формою листки можна розрізняти різні роди і види рослин в природі [29].

Форма листкової пластинки визначається співвідношенням довжини і ширини листа, розташуванням найширшої частини листа ближче до основи, до верхівки, за способом прикріплення аркуша до стебла. За формою листя бувають округлі, еліптичні, довгасті, ланцетні, обратноланцетніє [56].

Пластинка листка або листочка може бути цілісною або розчленованою більш - менш з глибокими виїмками на лопаті, розміщуються при цьому перисто- або пальчато. Розрізняють пальчатолопастне, пальчаторозсічене, перистолопасте, перистораздельне, перисторозсічені листки [32].

Одна з важливих описових ознак листка - характер жилкування [21]. Вони бувають простими, дихотомічними, сетчати-мі, дуговими і паралельними. Паралельне і дугове жилкування характерне для однодольних, а сітчасте і дугове - для дводольних. Особлива форма жилкування -

дихотомічна - відзначена лише у представників голонасінних рослин. Вона вважається філогенетично найбільш древньою [63].

Розміри листя сильно варіюють не тільки у різних систематичних груп, але нерідко і у однієї рослини. У флорі помірної лісової зони доволіно великими листками мають деякі дерева і чагарники листяних лісів, які називають широколистяними породами (липа, клен, ясен). Листя рослин споріднених видів, що мешкають в менш сприятливих умовах, набагато менших розмірів [63].

## **1.2. Еколого-біологічні особливості просторової конструкції і мінливості листка**

Лист - це просторова конструкція, для її опису можна застосовувати сукупність метричних, геометричних і структурних ознак.

Метричними ознаками є розміри листа. Розміри біологічних систем, як відомо, закономірно змінюються в процесі онтогенезу, тому даний показник часто застосовується для оцінки рівня розвитку [16]. Отримати точні кількісні дані про динаміку і величину стресових впливів на основі морфологічних через трансформаційних змін неможливо, але можна досить точно визначити величину втрат продукції і, маючи графік залежності «доза-ефект», розрахувати величину стресового впливу [1].

Теоретично можливе використання п'яти розмірних характеристик - трьох основних (довжини, ширини, товщини) і двох похідних (площі та об'єму). Виходячи з біологічного сенсу листа як органу фотосинтезу, найбільш адекватним показником його розміру слід вважати площа ассімілюючої поверхні (площа листової пластинки) [61]. Геометричні ознаки листа - це ознаки його форми. Один з них - геометрична форма контуру. Даний показник також закономірно змінюється в процесі онтогенезу [32]. Одним з фундаментальних завдань для багатьох біологічних досліджень є аналіз різно-маніття форми «в чистому вигляді», тобто повністю виключаючи вплив «фактора розміру». В даному випадку можливості

стандартних кількісних методів істотно обмежені, так як названий фактор не виключається, з їх допомогою можлива тільки непряма оцінка різноманітності форми [25, 41].

В даний час досить активним методом опису форми є метод геометричної морфометрії, математичний апарат якої достатній точно розвинений для вирішення багатьох біологічних задач [29]. Метод геометричної морфометрії, заснований на ідеях Д'Арсі Томпсона, був сформульований лише в 1980 році [19]. Він заснований на багатовимірному аналізі координат міток, що розставляються відповідно до визначених правил на поверхні морфологічного об'єкта [13]. Переважна більшість робіт з методами геометричної морфометрії присвячені в основному вивчення зоологічних об'єктів, дослідження форм ботанічних об'єктів із застосуванням цього підходу велися в основному за кордоном [76].

Структурними характеристиками листа є два показника - число візуально помітних частин і їх просторове розташування. Як візуально помітні частин листа можна розглядати його зубчики, лопасті, жилки і будь-які інші дискретні елементи. Число елементів є найпростішою кількісною характеристикою будь-якої структури, а їх розположення відноситься до категорії ознак просторової організації [76]. Окремі метричні і структурні ознаки листа рослин можуть бути білатеральними в тій чи іншій мірі симетрично проявляються на правій і лівій сторонах листової пластинки [76]. Абсолютно симетричними такі білатеральні ознаки бути не можуть, в природі зустрічаються найрізноманітніші, як спрямовані, так і випадкові, відхилення від білатеральної симетрії. Найбільш поширеною і часто використовуваною на сьогодні є класифікація Ван Валена, який запропонував все різноманіття проявів асиметрії розділити на три основні типи:

1. Спрямована асиметрія - при цьому типі в нормі будь-яка структура розвинена більше на одній стороні, причому сторона прояви генетично суворо детермінована. Подібний тип асиметрії, як правило, є результатом

приспосовувань, вироблених в ході філогенезу: серце ссавців, розміри клешнів у де-яких видів крабів, будова тіла камбалоподібних, з рослин - листові пластинки бегонії, липи [6].

2. Антисиметрія - при даному типі асиметрії відзначається негативний зв'язок прояву ознаки на різних сторонах білатеральної структури - ознака проявляється тільки на правій або тільки на лівій стороні, причому, генетично обумовлений сам факт відмінностей, а не сторона прояви. Дане явище відзначено у деяких видів червононогих молюсків, гетерохелія у ряду видів крабів [34].

3. Флуктуюча асиметрія - цей тип асиметрії є наслідком недосконалості онтогенетических процесів [6]. Являє собою незначні ненаправлені відхилення від суворої білатеральної симетрії. В даний час величина флуктуючої асиметрії розглядається як показник стабільності індивідуального розвитку особини і широко використовується для характеристики антропогенних впливів на популяції [24]. Флуктуюча асиметрія вкрай широко поширене явище. Ним охоплено практично всі білатеральні структури у самих різних живих істот. Більш того, це явище має місце навіть при інших типах асиметрії, в цьому випадку вона являє собою відхилення немає від суворої симетрії, а від певної середньої симетрії [3].

Метричні, геометричні та структурні характеристики морфологічної будови листа відносяться до різних категорій ознак. Принципово важливо, що ознаки кожної категорії змінюються незалежно один від одного. Наприклад, у одного і того ж виду рослин нерідко зустрічаються листя однакової форми, але в той же час вони істотно відрізняються за розміром, і навпаки, листя одного розміру (однакової площі) часто відрізняються по геометричній формі контуру [64].

Структурні характеристики листа настільки ж слабо пов'язані з показниками і його форми, і розміру. Особливо примітно в цьому відношенні явище гетерофілія. Строго кажучи, всі рослини - гетерофіли, оскільки не

буває повністю однакових листів: вони відрізняються, якщо не розмірами, то формою контуру, картиною жилкування [56].

Гетерофілія, про яку зазвичай ідеться - це структурна гетерофілія. Листя такого пагона відрізняються один від одного не стільки розмірами і формою, скільки просторовою структурою - числом і розташуванням лопатей і зубчиків простого або листочків складного листа [37]. Часто гетерофілія, пов'язана не тільки з віковими змінами апекса, а й з впливом зовнішніх умов, отже є екологічно обусловленою. Часто має адаптаційний характер [45].

Відносна незалежність зміни метричних (розмірних), геометричних (ознак форми контуру) і структурних ознак дозволяє говорити про три сторони морфогенезу листа або навіть розрізняти в ньому три одночасно протікаючих, але відносно самостійних процесу: розмірогенез, формогенез і структурогенезу. Залежно від того, яка сторона процесу визнається провідною за морфологічними ознаками - можливо побудова трьох типів онтогенетичних листових серії: розмірогенетичної, формогенетичної і структурогенетичної. Розмірогенетична листовая серія дозволяє встановити закономірність зміни розмірів в процесі індивідуального розвитку листа, формогенетична - про закономірність змін геометричної форми і структурогенетична - про закономірності змін числа і розташування частин листка [45].

Листя рослин одного виду іноді помітно різняться між собою в межах однієї популяції. В даному випадку можна розглядати онтогенетичні чинники, які надають листю такі відмінності, а можна підійти до цієї ж проблеми з іншого, «екологічної» сторони і відшукувати зовнішні фактори, що впливають на форму листа [12]. Численними дослідженнями було показано, що зміна морфологічних параметрів листа пов'язано зі зміною умов зростання рослин [5, 12, 34]. Найбільшою мінливістю серед морфологічних параметрів аркуша відрізняються розміри листової пластинки [21]. Зміна площі листової поверхні спостерігається у різних таксонів, що виростають в градієнті екологічних умов; всередині виду - у популяцій, приурочених до

різних середовищ існування а також в межах однієї особини [39]. У той же час показано, що в однакових кліматичних умовах у рослин різних функціональних типів не виявляється чіткої залежності між розмірами листа та умовами існування [32]. Відомо, що розміри листа у одного і того ж виду змінюються в залежності від умов зволоження, освітлення і температурного режиму [64]. Зазвичай найбільш великі листки бувають у рослин, що живуть в умовах дуже сприятливих за всіма показниками: температури, вологості повітря і ґрунту, насичення ґрунту поживними речовинами і помірної освітленості. Відзначено, що в посушливих умовах рослини мають більш дрібні листя [33]. Водний стрес часто викликає редукцію листа, що необхідно для скорочення втрати води. У зв'язку з цим часто виявляють позитивну кореляцію площі листа з кількістю опадів. Зміна розмірів листа в залежності від умов середовища може бути пов'язано з екологічними властивостями видів. У деяких видів в умовах підвищеної вологості відзначено зменшення площі листа. У мезофітів в умовах гарного зволоження спостерігалось збільшення розмірів листової пластинки, в той час як у ксерофітів максимальні розміри листа були відзначені в умовах деякого дефіциту вологи.

Зміна умов освітленості також по-різному впливає на площу листа. Листя рослин, що виростили в умовах прямого і сильного освітлення, зазвичай набагато більш дрібні і вузькі в порівнянні з родинними видами більш тінистих і вологих місць існування. У тіньовитривалих рослин в умовах помірного затінення формуються більші листя, при сильному затіненні - дрібніші. Для ксерофітів відкритих місцезростань характерна адаптивна редукція листової пластинки. У світлолюбних рослин в умовах навіть незначного зменшення освітленості відбувається редукція листа [35].

Зміна розмірів листа може бути пов'язане з адаптацією листового газообміну до температури навколишнього середовища [65]. Значне збільшення температури, так само, як і її зниження, можуть викликати редукцію листової пластинки [28, 49]. В умовах теплого клімату

збільшується тривалість зростання і життя листа, його розміри, ніж в холодному кліматі - де спостерігається зменшення устьичного коефіцієнта і площі листа [3, 55,68].

Розміри листа розрізняються у видів різних екологічних стратегій і функціональних типів. Так, для багатьох трав'янистих рослин показано, що найбільш великими листками відрізнялися види з високими конкурентними властивостями, в той час як у рослин рудералів і стрес-толерантних формуються листя невеликих розмірів. У ряді робіт містяться відомості про зв'язок розмірів листа з параметрами жилкування [19]. Показано, що розміри листа є похідними від системи жилкування і визначаються розмірами жилок і кутами їх розгалуження [29]. Відома негативна кореляція між розмірами аркуша і щільністю жилкування [3]. У деяких роботах показано, що розміри листа в значній ступені знаходяться під генетичним контролем [40].

Форма листа також може змінюватися в залежності від умов середовища і є одним з напрямків адаптації рослин, при цьому, напрямок адаптивних змін може залежати від виду [8]. Наприклад, у одного виду дуба форма листа змінювалася під впливом затінення, а в іншого лишалася незмінною [39].

Форма листа в основному залежить від температур (середньорічної, сумарної, мінімальної, тривалості промерзання ґрунту), причому більшою мірою від мінімальних, ніж від максимальних - найбільш тісну кореляцію спостерігається між мінімальною температурою і наявністю у листя більш гострої основи [3, 18]. Форма листа може впливати на опір пограничного шару повітря при дифузії газів і теплообміні. На думку де-яких авторів, більш витягнуті і вузькі листя являються адаптацією рослин до посушливих умов, оскільки можуть способувати зниження транспірації за рахунок зменшення розмірів прикордонного шару [53]. Зменшення ширини листа призводить до зниження опору пограничного шару повітря і посилення конвективного теплообміну, в результаті чого забезпечується підтримання

енергетичного балансу листа і поліпшується ефективність використання води [30].

Форма листа, також як і його розміри, є похідною від системи жилкування. На клітинному рівні форма листа визначається просторово-тимчасовим співвідношенням розподілу, розтягування і диференціації клітин і знаходиться під генетично контролем [25]. Розсіченість листка, так само як і наявність зубчиків, має зв'язок з функціональними параметрами рослин. Для деяких широколистяних видів дерев показано, що гідролітичний опір листа негативно пов'язане з їх розсіченістю [13]. Існує думка, що більш низький гідролітичний опір в глибоко розсічених листках може бути одним з механізмів поліпшення водного балансу в умовах дефіциту атмосферної вологості. Сильно розсічений край листа зменшує ефективні розміри листової пластинки, в той час як зменшення розсіченості збільшує провідність пограничного шару [8].

Для деяких деревних і трав'янистих видів був показаний зв'язок між параметрами зубчиків листа і кліматом [17]. У роботі багатьох вчених вказується, що листя з зубчастим краєм пластинки мають переваги розвитку, особливо в несприятливих умовах. Такі листки мають менші ефективні розміри, більш тонкий пограничний шар і більш високий конвективний теплообмін, в порівнянні з нерозсіченим листям. Це робить зубчасті листя більш активними по відношенню до фотосинтезу і транспірації [37]. Показано зв'язок кількості зубчиків, їх розмірів і ступеня розсіченості листової пластинки з кліматом [35]. На думку цих авторів, зміни кількості зубчиків і ступеня розсіченості листа можуть бути швидкою реакцією рослин на зміну клімату. Розміри і форми листової пластинки впливають на розподіл біомаси листа між механічними і функціональними тканинами і таким чином визначають його функціонування в різних умовах існування [30].

Найбільш мінливе листя мають зелені міські насадження. У дерев, які ростуть в населених пунктах на добре освітлених місцях, листки товщі, ніж у тих, які ростуть в тіні [7, 30]. Вони мають більше продихів і більші

хлоропласти. Утворення сухої речовини збільшується майже прямо пропорційно інтенсивності світла. Різні площі листових пластинок. У міру накопичення в листі токсичних речовин, відбувається гальмування росту листової пластинки. Під впливом загазованості верхівки і краї листя обпикаються, периферична частина листа перестає рости. Надалі листкова пластинка збільшується за рахунок росту клітин основи і середньої частини листа, відбувається сильна деформація листової пластинки і утворюються листя опуклої й увігнутої форми. До моменту закінчення ростових процесів площа пошкоджених листя в 1,5-2,5 рази менше, ніж в парку [22]. Невеликі відмінності в розмірі листя мають, наприклад, береза повисла і ясен Пенсільванський, найбільші - в'яз звичайний, липа дрібнолиста і особливо клен гостролистий [27].

У містах і промислових центрах у рослин спостерігається зменшення розмірів листя, збільшення числа продихів на листковій поверхні, трансформаційні зміни показників анатомічної структури мезофіла листа. У той же час відомо, що найбільші морфологічні зміни зазнають листя, що піддаються дії хімічних речовин в стані зачатка вказують, що найбільш чутливим до хімічних речовин є молоде листя, хоча в деяких літературних джерелах зазначено, що більш вразливими є лиски середнього віку [16, 47]. В умовах техногенного навантаження у багатьох видів рослин в лисках спостерігається явище ксерофітизації: зменшення розмірів асимілюючого апарату.

Збільшення ксероморфності будови фотосинтезуючих органів рослин при дії промислових газів, викликане придушенням фази розтягування клітин через пригнічення фотосинтезу і, можливо, порушення гормональної регуляції росту. Аналіз літературних джерел показує, що явище ксероморфоза викликають і інші несприятливі фактори середовища, наприклад нестача вологи, надлишок хлору. В умовах міста рослини часто виявляються в умовах недостатнього во-дозабезпечення. У зв'язку з цим розглядають ксерофітизацію листового апарату як адаптивну реакцію,

спрямовану на більш економне витрачання вологи рослинами в місті. Подібність в структурних змінах у рослин при дії різних агентів свідчить про їх не специфічності і, можливо, загальному механізмі виникнення. Ці зміни відображають скоріше загальну реакцію рослин на стресові впливи незалежно від чинного агента.

Зелені насадження є невід'ємною частиною міської території, їх значення зводиться, перш за все, до того, що вони впливають на чистоту і іонізацію міської атмосфери, покращують мікроклімат, служать ефективним засобом боротьби з вітром, шумом і забрудненням оточуючого середовища.

Ландшафт міста неоднорідний і складається з ряду складових: сільбищної території, промислових районів, курортних або рекреаційних зон. Тут важливу роль відіграє уявлення про взаємопов'язаному єдності основних природних і антропогенних ландшафтних складових. Міський ландшафт повинен задовольняти суспільним, культурним, функціональним, побутовим вимогам населення, відповідати його біологічним потребам і в цьому можуть допомогти озеленені території міста [23].

Озеленені території можуть просторово розмежовувати різні функціональні зони міста, підкреслювати основні планувальні осі, виділяти композиційно важливі точки. Зелені насадження служать місцем відпочинку для населення, є орієнтирами, пов'язують місто з навколишнім середовищем, є активним містобудівним елементом і беруть участь у формуванні міської території і архітектурних ансамблів, а так само міського ландшафту в цілому. Озеленення - дуже важливий елемент благоустрою. Зелені насадження сприяють поліпшенню мікрокліматичних, екологічних і санітарно-гігієнічних умов. Особливу значущість зелені насадження набувають останнім часом, у зв'язку з погіршенням соціальними, рекреаційними і екологічними проблемами в містах.

Озеленення забруднених територій міста (промислових підприємств, санітарно-захисних зони магістралей і т.п.) кількість і асортимент дров'янисто-чагарникової рослинності на різних об'єктах ландшафтної

архітектури буде змінюватися в залежності від їх площі, архітектурно-планувального рішення, санітарно-гігієнічних і кліматичних характеристик.

Деревно-чагарникова рослинність, має величезне значення для міста, захищаючи населення від пилу, газів, вітру та шуму. Вона є і біологічним фільтром, що очищає атмосферу шляхом затримання твердих і газоподібних домішок. Фільтруюча роль насаджень порозуміються тим, що частина двоокису вуглецю та інших газів поглинається рослинами в процесі фотосинтезу, а переважна частина цих газів розсіюється в верхні шари атмосфери вертикальними і горизонтальним повітряними потоками, що виникають у зв'язку з перепадом температур повітря [34].

Деревно-чагарникова рослинність, має величезне значення для міста, захищаючи населення від пилу, газів, вітру та шуму. Вона є і біологічним фільтром, що очищає атмосферу шляхом затримання твердих і газоподібних домішок. Фільтруюча роль насаджень порозуміються тим, що частина двоокису вуглецю та інших газів поглинається рослинами в процесі фотосинтезу, а переважна частина цих газів розсіюється в верхні шари атмосфери вертикальними і горизонтальним повітряними потоками, що виникають у зв'язку з перепадом температур повітря на ділянках забудови і над озелених територій [36]. Рослини можуть служити своєрідним показником для індикації в навколишньому повітрі забруднюючих речовин [18, 29]. Ефективність поглинання шкідливих газів змінюється в залежності від породного складу насаджень. Дослідженнями встановлено, що найбільше поглинання шкідливих газів здійснюється тополею пірамідальним - 436 кг / га, в меншій мірою клен гостролистий -290 кг / га, березою повислої - 122 кг / га і акацією білої - 49 кг / га [7, 28].

Дуже значна роль зелених насаджень в боротьбі за чистоту міського повітря від бактерій. Встановлено, що в міському повітрі вміст бактерій в 100 разів більше, ніж в повітрі над відкритим полем, а паркові простори міста містять бактерій в 7 разів менше, ніж повітря вулиць. Деревно-чагарникова рослинність робить досить значний вплив як фактор зміни кліматичних умов.

Вологість повітря збільшують навіть неширокі 10-метрові смуги з дерев і чагарників, які на відстані 500 м піднімають вологість на 5 - 8% по порівнянню.- з відкритою поверхнею [25]. Якщо прийняти відносну вологість на вулиці за 100%, то серед озелененою забудови вона складе 116%, а в великому парку може доходити до 200% і більше [42]. У суху погоду волога, що випаровується листям, підвищує вологість повітря і знижує його температуру, а в сиру погоду осідає на листках роса сприяє видаленню з повітря зайвої вологи. У той же час великі масиви насаджень взимку кілька підвищують температуру повітря за рахунок життєдіяльності рослин, а отже і віддачі ними тепла [3].

У зв'язку зі змінами клімату, а саме зі збільшенням глобальної середньорічної приземної температури повітря на  $0,6 \pm 0,2$  ° протягом ХХ століття, велику увагу слід приділяти інсоляційному і радіаційного режимів. В середньому між 1950 і 1993 рр мінімум добової приземної температури виріс на  $0,2$  ° С за декаду [46]. У період сонячної радіації покриття алей, доріг, майданчиків, інженерні та архітектурні споруди піддаються прямому сонячному опроміненню і нагріваються, то після заходу сонця вони ще тривалий час випромінюють тепло, яке істотно впливають на мікроклімат і викликає перегрів навколишнього середовища і підвищення температури повітря [9]. Зелені насадження здатні істотно впливати на мікроклімат, знижуючи температуру і збільшуючи швидкість руху повітря, що в умовах жаркого літа сприятливо діє на організм людини і створює комфортні тепловідчуття.

Різні види рослин мають здатність по-різному відображати, поглинати і пропускати сонячні промені в залежності від фізіологічного будови листя, структури, розмірів крони. Кращий ефект щодо зниження температури дають дерева з великими листками: каштан, дуб, липа широколиста, клен гостролистий, тополя сріблястий і ін. При горизонтальній сомкнутості крон, що дорівнює 1, під їх крону проникає менше 10% сонячної радіації, що надходить на відкриту ділянку. Зменшення зімкнутості тільки на 0,01

збільшує радіацію в залежності від пори року і періоду дня на 5 - 10% [29]. У південних районах для озеленення територій рекомендується використовувати високі рослини з щільними кронами, здатні затінити газони, паркові дороги, майданчики для відпочинку. Мікрокліматична ефективність зелених насаджень відображена в Таблиці 2.1

Таблиця 1.1

Мікрокліматична ефективність зелених насаджень [43]

Елементи озеленення зовнішнього благоустрою	Зниження температури повітря, °С ■	Підвищення відносної вологості повітря, %	Зниження швидкості вітру, %	Зниження інтенсивності прямої сонячної радіації, %	Зниження температури поверхні, °С
Масив зелених насаджень щільністю 0,8 - 1	3,5 - 5,5	10-20	50-75	95-100	20-25
Група дерев	1- 1,5	4-6	20-40	94-96	12-20
Рядова посадка дерев	1-1,5	4-7	30-50	95	12-19
Газон, квітник	0,5	1-4	-	-	6-12

Виходячи з даних таблиці можна зробити висновок, що в умовах міста всі елементи озеленення зовнішнього благоустрою покращують кліматичні показники в літню пору

Рослини здатні очищати атмосферне повітря від пилу. Листя багатьох дерев ефективно затримують і осаджують пил, причому шорсткі, складчасті,

опушені, липкі листя осаджують пилу більше, ніж гладкі. Крім цього вплив на затримання пилу надають вітровий режим, кількість і характер опадів, що випадають протягом року. Вважається, що листяні дерева затримують пил краще, ніж хвойні, завдяки більшій листовій площі [19]. Деревні насадження зменшують запиленість повітря у вегетаційний період приблизно на 42% і при відсутності листяного покриву - на 37% [45]. Навіть невелика кількість зелених насаджень, що займають частину кварталу, знижує запиленість міського повітря в літній час на 30 - 40% [67]. При цьому кількість пилу зменшується за рахунок осідання її на листі і на землю в результаті зміни в насадженнях швидкості і напрямку руху повітря [8]. Було встановлено, що екземпляр тополі чорної віку, має листову поверхню загальною площею близько  $50 \text{ м}^2$  може осаджувати за вегетаційний період близько 44 кг пилу, тополя біла – 53 кг, верба біла – 34 кг, клен - 30 кг [8]. Вивчення пилезатримуючих властивостей різних деревних рослин показало, що запиленість ( $\text{г/м}^2$ ) поверхні листя в'яза становить  $3,39 \text{ г/м}^2$ , липи дрібнолистої -  $1,32 \text{ г/м}^2$ , клена гостролистого -  $1,05 \text{ г/м}^2$ , тополі, бальзамічного -  $0,5 \text{ г/м}^2$ . Після дощу середня запиленість у в'яза склала  $0,015 \text{ г/м}^2$ , у липи -  $0,39 \text{ г/м}^2$ , клена -  $0,27 \text{ г/м}^2$ , тополі -  $0,13 \text{ г/м}^2$ , це означає, що з листя в'яза змивається дощем 81,9% затриманої пилу, з листя липи - 70,4%, клена - 74,2%, з тополі - 75,5% [23, 31,47,].

У дослідженнях С.З. Кравцова, В.В. Наташкін, А.І. Попова та ін. відзначається, що найбільше пиловловлювання припадати на сімейство ільмових - 2343 кг/га, далі йдуть береза повисла - 1966 кг/га, клен гостролистий – 1181 кг/га, тополя пірамідальний - 873 кг/га і акація біла - 487 кг/га [34, 54]. Разом з тим слід зазначити, що загальна кількість пилу, яку затримує одне дерево, по-різному і часто не збігається з показниками листової поверхні, так як різні дерева розрізняються і сумарною поверхнею листя.

Асортимент деревних і чагарникових порід, що застосовуються в озелененні міста, залишається на сьогоднішній день досить бідним.-

Переважаючі деревні 'породи - каштан кінський звичайний (*Aesculus hippocastanea.*), тополя бальзамічна (*Populus balsamifera*), ясен зелений (*Fraxinus lanceolata*), клени ясенелистний і гостролистий (*Acer saccharinum*, *Acer platanoides*), в'яз присадкуватий (*Ulmus pumild*), горобина звичайна (*Sorbus aucuparia*), липа дрібнолиста (*Tilia cordata.*). В 'парках і садах можна зустріти дуб звичайний (*Quercus robur*), береза повисла (*Betula pendula*), акацію білу (*Robinia pseudoacacia*), липу крупно-і мелколистную (*Tilia platyphyllos*, *Tilia cordata*), ялину колючу (ф. Блакитна) (*Picea pungens*), каштан кінський звичайний (*Aesculus hippocasyanum*), катальпу прекрасну (*Catalpa speciosa* Ward.), хеномелес японський (*Chaenomeles japonica* Thunb. Lindl.); з чагарників зустрічаються такі види як бузок звичайна (*Syringa vulgaris*), бузок вінцевий (*Philadelphus coronarius*), кизильник блискучий (*Cotoneaster lucidus*), ірга круглолиста (*Amelanchier ovalis*), калина звичайна (*Viburnum opulus*), калина-гордовина (*Viburnum lantana*), туя західна (*Thuja occidentalis*) і ялівець козацький (*Juniperus sabina*) [39].

В озелененні міста зустрічаються ділянки насаджень природного походження, переважаючими породами в яких є клен, в'яз гладкий, клен татарський, глід криваво-червоний, бузок звичайний. Таким чином, зелені; насадження в умовах міста знижують негативні кліматичні чинники і є біологічними фільтрами. Крім цього асортимент дерев необхідно підбирати з урахуванням естетичного фактора.

## РОЗДІЛ 2

### РОСЛИНИ В УМОВАХ УРБОЕКОСИСТЕМИ

#### 2.1. Географічні та кліматичні характеристики території м. Полтави

Полтава – місто в Україні, адміністративний Центр Полтавської області, визначний духовно-культурний осередок країни. Входить до складу північно-східного економічного району (Додаток А). Полтавщина відноситься до найбільш екологічно безпечних територій України. Природні умови дозволяють нашому регіону розвивати агроекологічну сферу й у майбутньому стати лідером у виробництві високоякісних екологічно безпечних продуктів харчування. Необхідною передумовою даного процесу є наявність об'єктивної інформації щодо агроекологічного стану регіональних ресурсів та застосування способів землекористування [46].

Територія Полтавщини належить до помірного кліматичного поясу, крайньої південної частини атлантико-континентальної помірно-вологої помірно-теплої кліматичної області. У цілому для території Полтавщини притаманні загальні риси помірного континентального типу клімату. Як відомо, особливості клімату значною мірою залежать від впливу радіаційного чинника, зумовленого географічною широтою місцевості, яка визначає показники сонячної радіації. Переважну частину сонячної енергії поверхня області отримує в теплий період року, в основному на протязі другої половини весни і в літні місяці. Радіаційний баланс території в середньому за рік є додатнім, а на протязі зими – від'ємним [34]. Другим за впливом на особливості клімату є чинник циркуляції атмосфери. Рівнинний характер поверхні області сприяє поширенню над її територією повітряних мас трьох типів і шести підтипів. Серед трьох зональних типів переважають повітряні маси помірних широт (понад 2/3 днів за рік). Арктичні повітряні маси панують в понад 1/10, а тропічні – понад 1/5 кількості днів за рік [11]. Важливим показником, що дозволяв визначити ступінь континентальності клімату, є річна амплітуда середньомісячних температур повітря. Для області

величина цього показника складає 27,3 °С, для м. Полтави – 27,5 °С. Абсолютна амплітуда температури повітря по області – 78 °С, для м. Полтави – 75 °С [18].

Місто є одним з найбільших промислових і культурних центрів Лівобережного Придніпров'я. Полтава лежить в межах великої Східноєвропейської рівнини, на рівнинному Полтавському плато і його крутому прирічковому схилі [43]. Більша, західна частина міста лежить на порівняно високому (150 - 159 м над рівнем моря) вододільному плато, розчленованому біля долини Ворскли досить глибокими балками на ряд плосковерхих виступів (Монастирський, Інститутський, Кобищанський, Іванова гора). Менша, східна частина міста (Поділ, Левада, Дублянщина) розміщена на заплаві і частково першій терасі річки Ворскли [39]. Тут переважають абсолютні висоти від 78 м до 100 м над рівнем моря. Із сходу місто обмежене долиною річки Коломак поблизу її гирла [40,75].

В основі міста - частина Східноєвропейської платформи – Дніпровсько-Донецька западина з глибиною залягання фундаменту 12 км. Осадовий чохол фундаменту містить кам'яну сіль, яка залягає під містом на глибині 2 км, будівельні піски, лісовидні суглинки [49]. Географічне положення Полтави в межах помірного кліматичного поясу зумовлює її риси помірно-континентального типу клімату [8]. Середня температура повітря липня (+ 20,5°С); середня температура повітря січня (-7,0°С); середньорічна кількість опадів 525 мм; коефіцієнт зволоження 0,7; тривалість безморозного періоду 174 дні [47]. У західних околицях міста переважають темно-сірі лісові ґрунти та чорноземи, а в східних – дернові та лучні. Зелені насадження мають понад 1/5 площі міста. Є понад 30 об'єктів природно-заповідного фонду [52, 56].

Природно-ресурсний потенціал, зручне економіко-географічне положення Полтави визначили спеціалізацію її підприємств на паливній, харчовій, легкій, деревообробній промисловості. Розташування недалеко від великих металургійних, машинобудівних, наукових центрів таких як Київ,

Харків, Дніпропетровськ зумовило розвиток машинобудування, хімічної промисловості. Місто дає 1/4 промислової продукції області.

Полтава належить до міст з густотою населення понад 3000 чол/кв. км. Близько 87% населення міста – українці. 44,0% працездатного населення зайнято у промисловості, понад 16,0% – у сфері обслуговування, 6,0% – в науці, культурі, освіті [78]. До складу міста входить 3 райони: Київський, Шевченківський та Подільський. Київський район заснований у 1949 році, має територію 5437,8 гектарів, що складає 52,8 % від загальної площі міста Полтави [45]. Станом на січень 2011 року в районі проживає постійно 106,5 тис. жителів, із них 28,4 тис. пенсіонерів, працездатного населення - 65,5 тис. осіб, молодшого за працездатний вік - 13,2 тис. осіб [75]. Шевченківський район міста Полтави вперше був створений у 1940 році (відновлений у квітні 1952 року). Район займає південно-західну частину міста. Загальна площа району більше 2000 гектар, що складає 21% від загальної площі міста. Станом на січень 2011 року населення району – 139 тис. чоловік. Подільський район м. Полтави розташований в східній частині міста в долині річки Ворскла. Територія району складає 2988 га. (26,2 % загальної площі міста). Загальна чисельність населення 53,7 тис. чол.

Площа міста – 112,52 км<sup>2</sup>, адміністративно місто розділено на три райони. Шевченківський район — займає мальовничу південно - західну частину міста, на правому березі річки Ворскла, куди входить історичний центр — ансамбль Круглої площі, Соборний майдан. Площа району – 21,6 км<sup>2</sup>. [54]. В районі налічується 233 вулиці та провулків, майже 1500 будинків, житловий фонд становить 1,5 мільйона квадратних метрів. Площа зелених насаджень 1280 гектарів [40]. На території району діє 12 ГЖЕДів, з них 4 відомчих, 76 будівельних кооперативів, 59 автогаражних кооперативи, 26 організація має свій житловий фонд, що налічує 75 будинків, більше 4 тис. приватних осель. Адміністративно до складу району входять 5 мікрорайонів та 3 промислові зони, де розміщені 3100 підприємств, установ та організацій різних форм власності та господарювання. В районі багато парків, скверів

інших зелених зон для відпочинку населення. Це і Корпусний парк, Петровський парк, Сонячний парк, Парк «Перемога», Березовий сквер, парк І.Котляревського, парк «Воїнів інтернаціоналістів».

Київський адміністративний район - розташований в північній, північно-східній і центральній частині міста. Загальна площа району становить 54, 37 км<sup>2</sup> Населення 110 600 чол [43, 54]. В районі 20 парків і скверів. Загальна площа зелених насаджень — 400 га. На території району розміщені 51 промислове підприємство, 26 будівельних організацій, 19 транспортних підприємств, 23 підприємства побутового обслуговування. У структурі промислового комплексу базовими галузями є машинобудування та металообробка (43,0 %), харчова промисловість (34,5 %), легка промисловість (7,2 %) [40,75]. Основні промислові підприємства:

- ВАТ «Полтавхіммаш» — одне з унікальних підприємств України, що випускає крупногабаритне емальоване обладнання великих об'ємів для хімічної, нафтохімічної, мікробіологічної, харчової і медичної промисловості [34].

Подільський район міста Полтава - загальна площа території району становить 2988 гектарів, в тому числі:

- сільськогосподарські угіддя: 929,6 га;
- землі під забудовою: 1861,0 га;
- заболочені землі: 36,0 га;
- під водою: 33,9 га;
- кладовища: 34,3 га;
- ліси: 88,0 га;
- землі транспорту та зв'язку: 474,1 га;
- вулиці: 84,1 га;
- зелені насадження: 322,4 га [55].

Підприємства району в основному пов'язані з залізничним транспортом

## 2.2. Фактори антропогенного впливу на формування міського ландшафту

Історичні етапи формування урбанізованих територій перетворили природні форми земної поверхні, змінили контури річкових басейнів, порушили елементи ландшафтів. Складні природні ландшафтні форми переростали у архітектурні ансамблі з властивими їм штучними формами. Тепер урбанізовану територію слід розглядати як ландшафтний комплекс, в якому співіснують природні, техногенні і соціальні компоненти [34]. Ландшафт можна розглядати з фізико-географічної і ландшафтно-архітектурної (природної і антропогенної) позицій. Територія міста неоднорідна в ландшафтному відношенні. В різних частинах міста, залежно від виду землекористування - в історичному і діловому центрі, житлових районах, промисловій, транспортній, водогосподарській, рекреаційній і приміській зонах – ступінь зміни природних елементів і насиченість техногенними об'єктами різна. Загальна для всіх міст тенденція - зменшення повністю змінених і штучних покриттів і ступеня забудованості в напрямку від центра до окраїн.

За класифікацією Мількова виділяють такі класи антропогенного ландшафту [48]:

- 1) сільськогосподарський, виникає в процесі використання земель рослинний і ґрунтовий покрив яких контролюється людиною;
- 2) промисловий, утворюється в процесі добування корисних копалин та їх обробітку різними галузями промисловості;
- 3) лінійно-дорожний, пов'язаний ; з використанням земель для забезпечення комунікації між людьми;
- 4) лісовий антропогенний, утворюється в результаті насадження лісів і відновлення лісів в місцях вирубок і пожеж;

- 5) водний антропогенний, виникає при створенні штучних водойм і водостоків;
- 6) рекреаційний, характерний для зон відпочинку;
- 7) селітебний – ландшафт міст і сіл з їх будовами, вулицями, дорогами, зеленими насадженнями;
- 8) беллігеративний, виникає в місцях ведення бойових дій чи створення оборонних споруд.

Територія міста – це мозаїка земельних ділянок з різними видами землекористування і ландшафтними характеристиками. Таким чином, урбанізований ландшафт є ширшим поняттям, ніж селітебний міський ландшафт і включає в себе урочища практично всіх класів антропогенного ландшафту.

### **2.3 Методика проведення досліджень**

Дослідження проводили з 2022 по 2023 рік, протягом вегетаційного періоду: червень, липень, серпень. У кожній з ділянок досліджувалося по п'ять дерев. Вік рослин, використовуваних для спостереження, приблизно однаковий (25-30 років). З кожного досліджуваного дерева з південного боку крони зверненої до дороги, з висоти 1,5 – 2 м від землі, зривалося по 30 неушкоджених максимально розвинених листків. Як вказує Б.Р. Васильєв, такий спосіб вибірки істотно знижує внутрішньовидову дисперсію [45]. Кожен вид в свою чергу характеризується середніми арифметичними значеннями ознак, для стійкості яких ми і використовуємо 5-кратну повторність. Листя з метою довготривалого зберігання гербарізовані одночасно, в однакових умовах і етиковані. Загальна кількість зібраного листя - 28350.

На підставі літературних даних щодо методів спостереження і візуального порівняння був намічений наступний ряд морфометричних параметрів: довжина (L1) і ширина (Dmx) листової пластинки; довжина

черешка (Lч); розташування ширини від верхівки (SDmxT) і від кінця листа (SDmxB); ширина листа на відстані 1,0 см від верхівки (DmnT) і від його нижнього кінця (DmnB); площа листової пластинки (S).

Всі лінійні виміри листа зняті за допомогою програми AutoCAD-04 - двох- і тривимірної системи автоматизованого проектування і креслення, розроблена компанією Autodesk [68]. Площа листової пластинки обчислена за допомогою двох програм: Photoshop CS3 і Scion Image. Adobe Photoshop CS3 - багатфункціональний графічний редактор, розроблений і поширюваний фірмою Adobe Systems. Програма Scion Image, створений американською корпорацією Scion, дозволяє виробляти різні виміри виділених графічних об'єктів, в тому числі і вимірювати їх площі. Програма може проводити виміри тільки контрастних однорідних графічних об'єктів, розміром не більше 500 пікселів (великі зображення програма не обраховує). Після виходу зображення об'єкта необхідно перетворити в контрастний чорно-білий файл необхідного розміру в режимі «градації сірого» і зберегти у форматі TIFF [67].

Об'єкти з великими розмірами, що перевищують максимально допустимі, наприклад, листя клена платановидного, потрібно зменшити до необхідних величин. Всі ці перетворення можна зробити і в цій програмі, але зручніше (так як менше алгоритмів дії і займає менше часу) підготувати для підрахунку об'єкт в графічному пакеті Photoshop, а підрахунки вести в програмі Scion Image. Одиниці виміру, що встановлюються цією програмою, можуть бути будь-якими (від кілометра і миль до нанометрів) [67].

З виміряних 7 абсолютних значенні (Ll, Dmx, Lч, SDmxT, SDmxB, DmnT, DmnB) складені комплекс 16 індексів (Lч , Dmx / Ll, SDmxT / Ll, DmnT / Ll, Lч / Dmx, SDmxT / L4, DmnT / L4, DmnT / Dmx, DmnB / Dmx, SDmxB / Dmx, DmnT / SDmxT, SDmxT / Dmx, SDmxB / Ll, SDmxB / Ll, SDmxB / Ln, SDmxB / SDmxT, DmnT / DmnB) за методом Ю.А. Філіпенко, співвідносилися ті абсолютні показники, між якими спостерігається середній і високий рівень кореляції або приблизно однаковий ступінь схильності до

модифікаційної мінливості [67]. Останню оцінювали за рівнем кореляції з довжиною листа, оскільки цей показник залежить від умов, в яких знаходиться вся рослина або її частини.

Мінливість форми листової пластинки виявляли за допомогою методу геометричної морфометрії. Методи геометричної морфометрії, які базуються на ідеях Д'Арсі Томпсона, були сформульовані лише на початку 1980 х років [69]. В даний час цей метод дуже активно розвивається [56, 75]. Цей метод базується на багатовимірному аналізі координат міток, що розставляються відповідно до визначених правил на поверхні морфологічного об'єкта [54].

Для цього всі досліджувані листки були відскановані. Перед цим вони були проаналізовані в ході вивчення мінливості морфологічних ознак. Сканування проводили зверху листової пластинки. Всі досліджувані листові пластинки були переведені в цифровий вигляд за допомогою сканера і збережені в файлах графічного формату з розширенням \* .jpeg і дозволом 300 dpi. За допомогою комп'ютерної програми Photoshop CS3 проведена подальша обробка зображень. Подальшу роботу проводили з зображеннями листових пластинок в пакеті комп'ютерних програм серії TPS (метод тонких пластин), який дозволяє аналізувати форму листової пластинки в цілому.

Для характеристики форми листових пластин берези, липи і клена ми використовували підхід, пов'язаний з розстановкою, так званих міток "landmarks" вибір відповідних точок виявився непростим завданням, оскільки листя геометрично досить неоднорідні і лише верхівка і підстава листа добре підходять на роль міток. Двох міток зовсім недостатньо, тому ми використовували підхід розстановки, що складається з 19, 20 і 28 міток. Для аналізу форми листових пластинок берези і липи спосіб розстановки 19 і 20 міток відповідно (Рис. 3.1.) біля основи і на верхівкових зубцях листа.

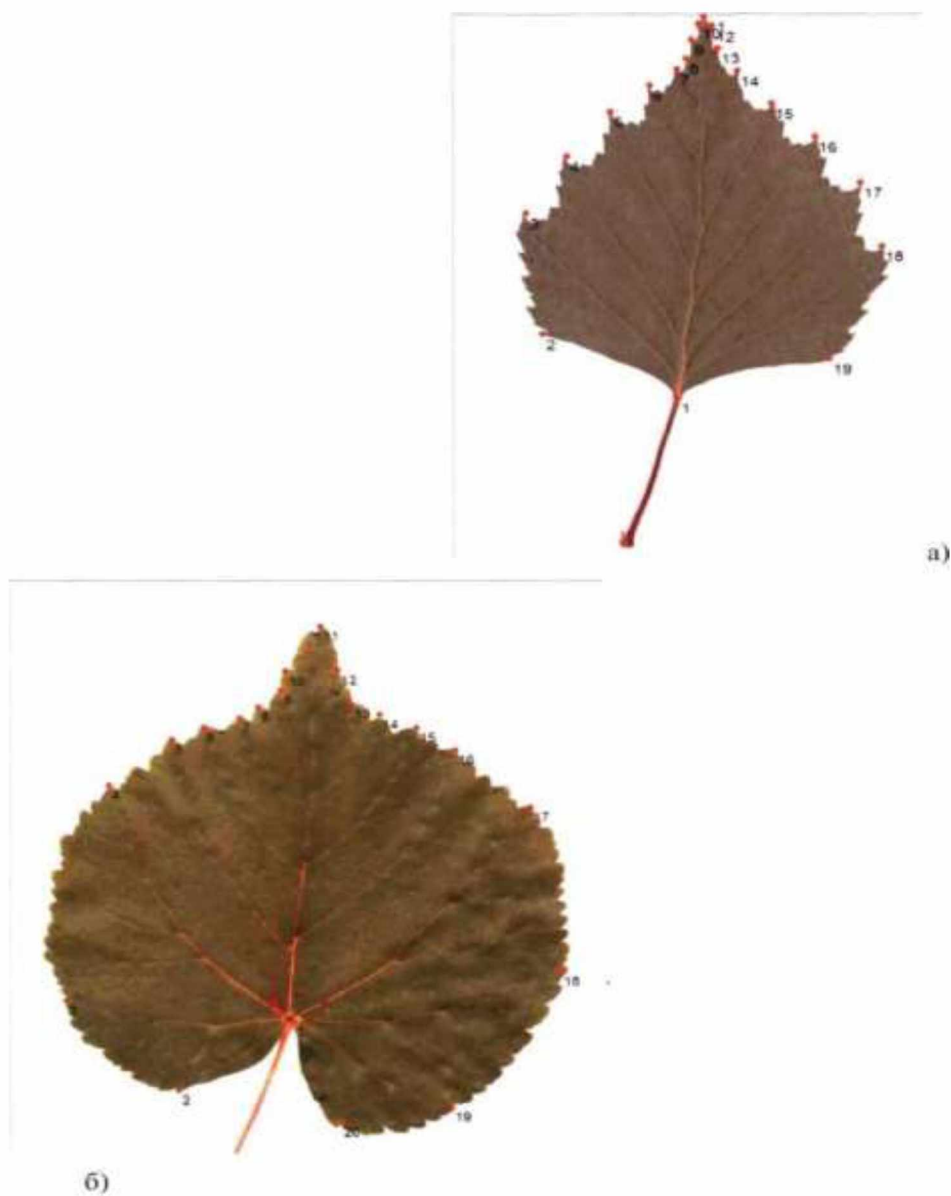


Рис.2.1 схема розстановки міток на листовій пластинці берези бородавчастої (а), липи серцелистої (б)

Для аналізу листя клена платановидного використовували розстановку міток на 5 лопатях (Рис.2.2.). Одна крапка буде знаходитися в основі листової пластинки; 4 мітки локалізовані в підставах розрізу лопатей, а решта 5 міток розташовуються на верхівкових зубцях центральної і трьох пар лопатей. Решта міток знаходяться з правого і з лівого боку від верхівки лопаті.

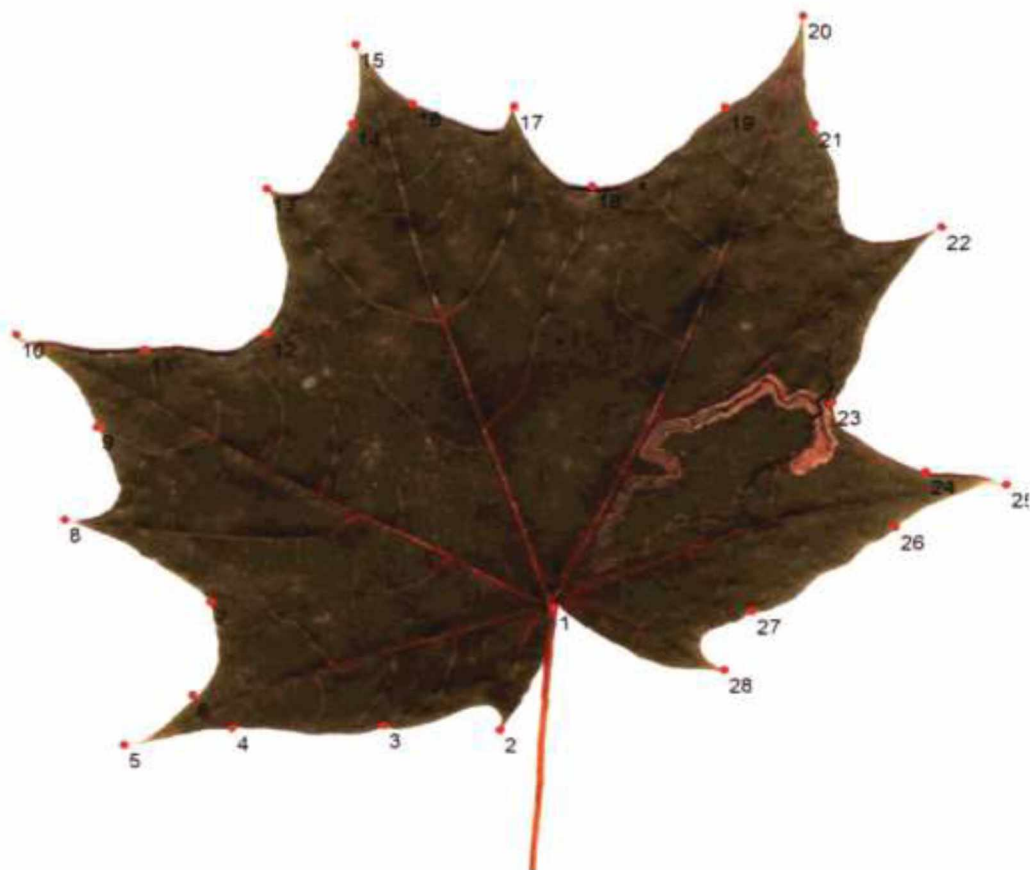


Рис. 2.2 Схема розстановки міток на листовій пластинці клена платановидного

Координати точок записувалися в файл даних за допомогою екранного дигітайзера TPSdig. Далі в програмі TPSSuper була обчислена еталонна конфігурація (consensus) листової пластинки, а потім прокрустові трансформації, що показують наскільки кожен лисок вибівки, що вивчається, відрізняється від зразка.

Всього для кожного виду отримано по 63 усереднених по контуру листової пластинки. Потім ці еталонні конфігурації візуально порівнювалися з іншими усередненими контурами листя кожної виборки. Крім того, усереднені контури листових пластинок були розбиті на групи на основі отриманих при аналізі в програмі TPSRelw значень, так званих відносних трансформацій, необхідних для приведення листка до середньої форми. При

цьому вихідні координати примірників унормовували відносно еталонної конфігурації за допомогою прокрустового накладення, коефіцієнт шкалювання приймали рівним 0. Значення листових пластинок по комплексу відносних координат аналізували за допомогою дискримінантного аналізу.

Таким чином, в пакеті комп'ютерних програм серії TPS для кожної вибірки отримані усереднені конфігурації листової пластинки, зміни форми у вигляді векторів і трансформаційної решітки, зміни форми в динаміці, відносні координати листових пластинок. Для оцінки флуктуючої асиметрії листової пластинки берези і липи використаний матеріал, відібраний за методикою оцінки стану природних популяцій по стабільності розвитку: після завершення інтенсивного росту листя, що, приблизно, відповідає кінця червня. Пошкоджені листки не використовувалися в дослідженні. Згідно існуючих методик нами були виміряні 5 лінійних параметрів (Рис.3.3.):

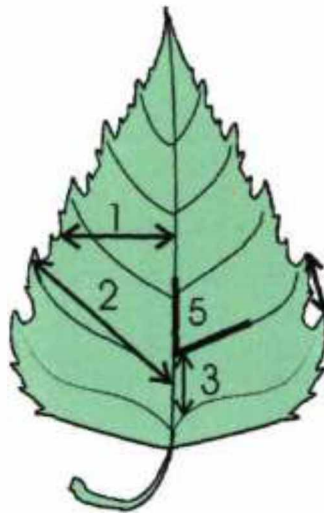


Рис.2.3. Схема морфометричних ознак листової пластинки берези повислої для аналізу стабільності розвитку

1 - ширина лівої і правої половинок аркуша; 2 - довжина жилки другого порядку, другий від основи листка; 3 - відстань між основою першої і другої жилок другого порядку; 4 - відстань між кінцями цих же жилок; 5 - кут між головною жилкою і другий від основи листка жилкою другого порядку.

Для кожного виміряних листа обчислювалися відносні величини асиметрії кожної ознаки. Для цього різницю між промірами зліва (L) і праворуч (R) ділилася на суму цих же промірів. Величину ФА оцінювали за допомогою інтегрального показника - величини середньої відносної різниці між сторонами на ознаку (середнє арифметичне відносно різниці суми промірів листка зліва і справа, віднесену до числа ознак) [48].

$$FA = L-R / L + R$$

Для оцінки відхилень стану організму за величиною ФА використовувалася 5-бальна шкала, розроблена для берези бородавчатої [48].

Основна вимога до ознак, за якими ведеться визначення ФА - щодо рівна їх величина, відсутність впливу на них ряду факторів, серед яких велике значення має виокремлення із загальної асиметрії двох її форм: спрямованої асиметрії (СА) і антисиметрії (АС).

Спрямована асиметрія відрізняється від флуктуючої тим, що значення ознаки на одній зі сторін в середньому більше, ніж на іншій. Статистично це виражається в відміні від нуля середнього відмінності між сторонами (L- R) [34]. При виявленні СА рекомендується до всіх промірів з одного боку додавати (або віднімати) значення цього відхилення . Антисиметрія має місце, коли асиметрія прояву ознаки є нормою, при цьому абсолютно не важливо в який бік спрямовано відмінність між сторонами. Статистично це виражається тим, що частоти розподілу відхиляються від нормальності в сторону від'ємного ексцесу або бімодальності [34]. При її наявності пропонується повністю виключати ознаку для розгляду. Перш ніж приступити до кількісної оцінки нестабільності розвитку через ФА необхідно переконатися у флуктуючому характері асиметрії кожної ознаки з обраного набору. З цією метою проводиться аналіз індивідуальних ознак, який включає:

*1. Вивчення виду розподілу кількісних даних. У природі, як правило, не буває строго нормального розподілу ознаки. Однак необхідно встановити чи*

є відібрана вибірка з генеральної сукупності, в якій досліджувана ознака має нормальний розподіл, що сприяє подальшій тактиці вибору статистичного аналізу параметричних або непараметричних методів [56].

2. *Вивчення спрямованості (неспрямованої) асиметрії* ознаки залежить від визначення нормальності розподілу ознаки. Якщо в даній вибірці досліджувана ознака має нормальний розподіл, то для аналізу відмінності у величині ознаки на лівій і правій стороні листової пластинки використовуються параметричні методи аналізу, якщо у вибірці нормальність розподілу близька до логістичного - непараметричні методи аналізу [47].

3 *Тест на відміну ФА від АНС, що проявляється у вигляді негативного ексцесу.*

В роботі використані наступні статистичні методи: критерій Вілкоксона-Манна-Уїтні і парний критерій Г. Стюдента, обчислювали коефіцієнт рангової кореляції Спірмена, критерій Крускала-Уолліса, застосовували методи багатовимірної статистики - кластерний аналіз, дискримінантний аналіз [34,46].

Оцінка стану середовища по частотах народження фенів конюшини повзучого проводилася за методикою, запропонованою Т. Я. Ашихмин [3].

Дослідження проводилися в червні місяці (2022 - 2023 рр). Перед безпосереднім обстеженням пробного майданчика нами задавався напрямок руху, по якому в подальшому проводилося саме дослідження. Далі, виявивши екземпляр конюшини повзучої (*Trifolium repens* L.) зазвичай у вигляді куртинки, визначали його фенотип відповідно до шкали, представленої на Рис. 3.1.

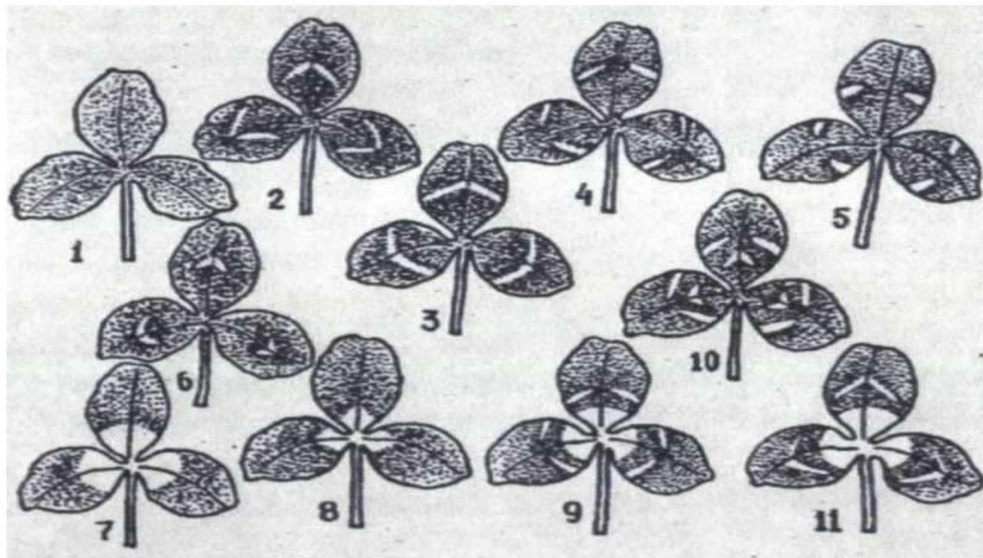


Рис. 2.4 Фени конюшини повзучої *Trifolium repens* L. (Примітка: цифрами на малюнку позначено номер фена)

Відлік фенів проводили не частіше, ніж через два - три кроки. Ця процедура повторювалася по ходу руху в заданому напрямку-до кінця пробної майданчики. Після цього напрям руху змінювався, і підрахунок триває до тих пір, поки не було зроблено не менше 200 відліків. Таким чином, за весь період досліджень обсяг вибірки на кожній пробній майданчику склав 600 шт. рослин. Слід зазначити, що ми проводили і повторні ідентифікації фенів, що є умовою для отримання стійких даних [37].

## РОЗДІЛ 3

### ФІТОІНДИКАЦІЙНА ОЦІНКА СТАНУ УРБОЕКОСИСТЕМИ м. ПОЛТАВА

#### 3.1. Дослідження показників флуктуючої асиметрії листкової пластинки берези повислої (*Betula pendula* Roth).

Методика оцінки флуктуючої асиметрії науково обґрунтована і широко висвітлена, як придатна для біоіндикації та біомоніторингу [27]. Як параметр біоіндикації в даному випадку використовується показник стабільності розвитку, який визначається як коефіцієнт флуктуючої асиметрії (ФА).

Збір даних нами проводився в триразовою повторності (кожного липня з 2022 по 2023 рр.) На найбільш зручному для біоіндикаційних цілей вигляді - *Betula pendula* Roth. Крім того, вибір цього фітоіндикатора обумовлений його достатньою поширеністю по території міста полтава.

Для отримання статистично достовірних даних на кожній пробній майданчику з п'яти умовно одновікових дерев *Betula pendula* Roth, збиралося по 50 шт. листя. Збір листя проводився на висоті 1,5 - 2 м від поверхні землі. На кожній листовій пластинці, з лівого і правого боків, знімалися показники за п'ятьма основними промірами, зазначеним в розділі 3. Дані виміри проводили за допомогою штангенциркуля, лінійки і транспортира. В якості додаткової ознаки була обрана площа правої і лівої сторін листової пластинки *Betula pendula* Roth., Яку визначали за допомогою палетки з розподілом осередків 1x1 мм. Всього за період досліджень на кожній пробній майданчику відібрано 500 березового листя (250 - на рік), знято 3000 промірів (1500 - в рік). На всій території Полтави в період з 2022 по 2023 рр. відібрано 22 500 листів та знято: 135 000 промірів. Аналіз флуктуючої асиметрії за кожною ознакою проводився двома способами. При першому способі величина флуктуючої асиметрії оцінювалася по дисперсії асиметрії -

відносної величини відмінності в промірах зліва і справа, віднесеного до їх суми.

Другий спосіб включав в себе розрахунок інтегрального показника - величини середнього відносного відмінності між сторонами на ознака. Для цього ми обчислювали середню арифметичну величину відносини різниці до суми промерів зліва і справа до числа ознак. Дисперсійний аналіз даних виявляє екологічну різномірність якості середовища, і дозволяє визначити ступінь відхилення від екологічного оптимуму в кожній конкретній точці [44].

Для оцінки ступеня порушення стабільності розвитку *Betula pendula* Roth., а отже і для оцінки порушень в екосистемі, використовувалася шкала (табл. 3.1), де перший бал відповідає умовної нормі, а п'ятий - вказує на край несприятливий стан навколишнього середовища.

Таблиця 3.1.

П'ятибальна шкала оцінки відхилень стану організму *Betula pendula* Roth, від умовної норми [23].

Бал	Величина показника стабільності розвитку (показник ФА)
1	менше 0,040
2	0,040 - 0,044
3	0,045 - 0,049
4	0,050 - 0,054
5	більше 0,054

Флуктуюча асиметрія характеризується незначним ненаправленим відхиленням від суворої білатеральної структури. Прояв таких відхилень є результатом недосконалості онтогенетичних процесів, тобто нездатністю організму розвиватися по певних шляхах [45]. Дані літератури вказують на те, що флуктуюча асиметрія виступає в якості міри стабільності розвитку

організму. Вона характеризує здатність організму до формування фенотипу при мінімальному рівні онтогенетичних порушень, який в свою чергу є показником ступеня відповідності умов середовища вимогам організму. Таким чином, мова йде про якість середовища, її «здоров'я». Збір даних нами проводився на найбільш зручному для біоіндикаційних цілей вигляді – березі пониклій *Betula pendula* Roth.

Наші дослідження показали, що 70% ознак виявилися некорельованими між собою за величиною асиметрії (L - R). Виняток становлять три пари ознак (табл. 3.2). Так, в максимальному ступені залежать один від одного ( $r = 0,4813$ ) відстань між кінцями першої і другої жилок другого порядку (ознака № 4) і кут між головною жилкою і другий від заснування жилкою другого порядку (ознака № 5). між собою виявилися скорельованими ознаки №1 і №4 ( $r = 0,3973$ ), а також параметри листа берези № 3 і №5 ( $r = 0,3817$ ) (Таблиця 3.2).

Таблиця 3.2

Матриця кореляції листкової пластинки *Betula pendula* Roth.

Ознаки	Коефіцієнт кореляції (r)				
	1	2			
1	-	0,19	-0,18	0,40	0,30
2	0,19	—	-0,01	0,24	-0,10
3	-0,18	-0,01	—	-0,10	0,38
4	0,40	0,24	-0,10	-	0,48
5	0,30	-0,10	0,38	0,48	-

Примітка: 1 - ширина половинки листа (мм); 2 - довжина другої від основи листка жилки другого порядку (мм); 3 - відстань між основами першої і другої жилок другого порядку (мм); 4 - відстань між кінцями цих же жилок (мм); 5 - кут між головною жилкою і другий від заснування жилкою другого порядку (градус).

Функціональне зонування території міста дає підставу нам припустити про наявність різних екологічних умов. Тому обробку даних по флуктуаційній асиметрії ми проводили для кожної зони окремо.

Дані Табл. 3.3 показують, що ступінь асиметрії листя *Betula pendula* Roth., зібраних з ділянок зеленої зони міста не перевищує 0,029.

Крім того, показники асиметрії за трьома ознаками (довжина другої від основи листка жилки листа; відстань між основами першої і другої жилки; кут між головною жилкою і другий від заснування жилкою другого порядку) однакові для майданчиків № 1, 2, 5, 6. Це обставина говорить про схожість екологічних умов на даній території.

Таблиця 3.3

Показники флуктуючої асиметрії (ФА) листків *Betula pendula* Roth, на ділянках паркової зони

Номер пробної ділянки	Величина ФА ((L-R)/(L+R)) для ознак:					Середня відносна різниця між лівою та правою сторонами на ознаку
	1 Ширина половники листка	2 Довжина другої від основи листка жилки	3 Кут між основою першою і другою; жилкою	4 Відстань між кінцями першої і другої жилок	5 Кут між головною і другою жилкою	
1	0,027	0,018	0,031	0,044	0,025	0,029
2	0,027	0,018	0,031	0-034	0,025,	0,027
3	0,033	0,018	0,031	0,034	0,025	0,028
4	0,030	0,018	0,031	0,034	0,025	0,028
5	0,036	0,020	0,040	0,028	0,023	0,029
6	0,020	0,009	0,051	0,034	0,021	0,027

На ділянках промислової зони міста (Табл. 3.3) відзначається висока варіація асиметрії навіть всередині одного майданчика. Наприклад, на дільниці № 4 (територія мікрорайону Сади 2) ступінь асиметрії змінюється від 0,018 (ознака № 2) до 0,073 (ознака № 3). Це вказує на неоднорідність території, а також на нестійкість параметрів навколишнього середовища.

Аналіз мінливості асиметрії обраних ознак (Таб. 3.4) показує, що найбільша асиметрія проявляється по четвертій ознаці (відстань між кінцями першої і другої жилками другого порядку): від 0,038 (район заводу Хіммаш) до 0,059 (район автовокзалу).

Другим по варіабельності ознакою є довжина другої від основи листка жилки другого порядку, за яким ступінь зміни становить 0,02.

Таблиця 3.4.

Показники флуктуючої асиметрії (ФА) листків *Betula pendula* Roth, на ділянках промислової зони

Номер пробної полщадки	Величина ФА ((L-R)/(L+R)) для ознаки:					Среднее Середня відносна різниця між лівою та правою сторонами на ознаку
	1 Ширина половинки листка	2 Довжина другої від основи листка жилки	3 Відстань між основою першою і другою жилками	4 Відстань між кінцями першої і другої жилок	5 Кут між головною і другою жилкою	
1	0,037	0,012	0,073	0,044	0,039	0,041
2	0,031	0,016	0,073	0,038	0,036	0,039
3	0,029	0,031	0,065	0,059	0,040	0,045
4	0,037	0,018	0,073	0,044	0,039	0,042
5	0,028	0,011	0,054	0,054	0,026	0,035
6	0,028	0,021	0,065	0,040	0,033	0,036

Селітебна зона (Табл. 3.4) займає більшу частину міста, і відповідно тут показники асиметрії листової пластинки *Betula pendula* Roth, характеризуються середнім ступенем варіації (11,25%). В межах житлової зони міста Полтави виділяються ділянки, де показник коефіцієнта асиметрії більше 0,04, що відповідно до п'ятибальною шкалою оцінки відхилень стану берези від умовної норми дозволяє віднести їх до другої зони благополуччя [34]. До таких ділянок відносяться квартал між мікрорайоном Сади 3 (б-р Щепотьєвата) (майданчик № 9), та район Сади 2 територія парку (майданчик № 19). На інших ділянках показник асиметрії відповідає першому балу (мінімальні показники забруднення середовища) (Табл 3.5).

Таблиця 3.5.

Показники флуктуючої асиметрії (ФА) листків *Betula pendula* Roth, на ділянках жилої зони

Номер пробної площадки	Величина ФА ((L-R)/(L+R)) для ознак:					Середня відносна різниця між лівою і правою сторонами
	1 ширина половинки листка	2 довжина другої від основи листка жилки	3 між основою і першою і другою	4 відстань між кінцями першої і другої	5 кут між головною і другою жилкою	
7	0,024	0,015	0,054	0,049	0,026	0,034
8	0,024	0,015	0,054	0,042	0,028	0,033
9	0,034	0,018	0,070	0,044	0,039	0,041
10	0,028	0,016	0,073	0,035	0,032	0,037
11	0,037	0,022	0,056	0,061	0,042	0,044
12	0,026	0,018	0,054	0,049	0,026	0,035
15	0,036	0,018	0,044	0,038	0,044	0,036
16	0,039	0,015	0,045	0,041	0,044	0,038
19	0,037	0,023	0,073	0,044	0,039	0,043
23	0,019	0,022	0,054	0,049	0,019	0,033
24	0,030	0,018	0,031	0,034	0,025	0,028
26	0,027	0,016	0,031	0,044	0,025	0,029
27	0,015	0,013	0,069	0,039	0,030	0,032

Як зазначалося, раніше в зоні громадського центру міста Полтава розташовано п'ять пробних майданчиків. Дослідження показників флуктуючої асиметрії *Betula pendula* Roth, показало, що максимальні значення коефіцієнта ФА припадають на ділянки № 20 (район Корпусного парку) і № 14 (район кінотеатру «Листопад») (табл. 3.6). Це вказує на наявність високої антропогенного навантаження, на даних ділянках внаслідок високої концентрації транспорту.

Таблиця 3.6

Показники флуктуючої асиметрії (ФА) листків берези повислої *Betula pendula* Roth, на ділянках зони міського центру

Номер пробної площадки	Величина ФА ((L-R)/(L+R)) для ознак:					Середня відносна різниця між лівою та правою; сторонами ознак
	1	2	3	4	5	
	Ширина половинок листка	Довжина другої від основи листка жилки	Між Основою першою і Другою Жилками	Відстань між кінцями першої і другої жилок	Кут між головною і другою жилкою	
13	0,043	0,019	0,045-	0,038	0,044	0,038
14	0,040	0,017	0,060	0,060	0,041	0,044
17	0,045	0,016	0,045	0,038	0,044	0,038
18	0,039	0,015	0,045	0,041	0,044	0,037
20	0,042	0,018	0,076	0,048	0,039	0,045

В якості додаткової ознаки нами була взята площа правої і лівої сторін березового листка. В цьому випадку, показники асиметрії підтвердили значення асиметрії за п'ятьма основними ознаками (Рис.4.1).

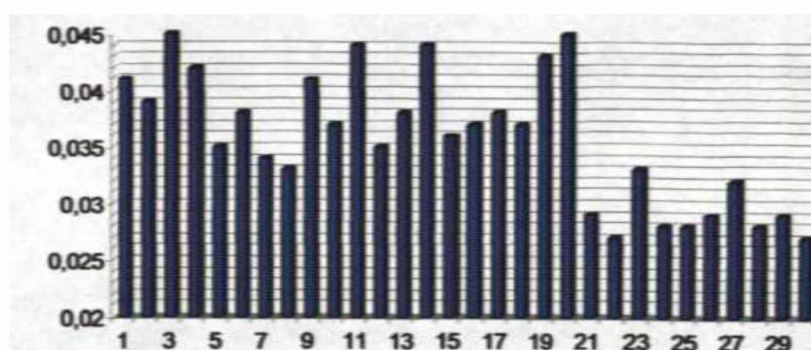


Рис. 3.1. Показники флуктуючої асиметрії (ФА) *Betula pendula* Roth, (ознака - площа лівої і правої сторін листової пластинки)

Коефіцієнт варіації показників ФА за додатковою ознакою берези повислої (*Betula pendula* Roth), склав 16,48%, що говорить про середній

ступінь мінливості даних. Мінімальне значення коефіцієнта асиметрії (0,027) спостерігається на ділянках № 22; 30. На ділянках № 2, 5 - 10, 12, 13, 15 - 18, 23, 27 коефіцієнт ФА листових пластинок берези повислої (*Betula pendula* Roth), коливається в межах 0,03 - 0,04. І найбільш схильні до впливу комплексу негативних факторів ділянки, прилеглі до автодорог, залізничних колій (№1, 3, 4, 11, 14, 19; 20), де показники асиметрії листових пластинок максимальні.

Таким чином, використана нами методика підтверджує дані за функціональною приналежністю території і відповідно за наявністю різної антропогенного навантаження. Крім того, дані по флюктуючій асиметрії підтверджують екологічне неблагополуччя в районах інтенсивного транспортного руху і функціонування промислових підприємств.

### **3.2. Оцінка стану навколишнього середовища по частотах зустрічання фенів конюшини повзучої (*Trifolium repens* L.).**

Як об'єкт індикації стану навколишнього середовища в місті-курорті Кисловодськ ми вибрали конюшина повзуча (*Trifolium repens* L.). Такий вибір обумовлений тим, що даний вид чутливий до забруднень середовища [45]. Крім того, конюшина повзуча широко поширений на території міста.

Частота зустрічання - процентна частка фенів з певними малюнками - дозволяє оцінити ступінь антропогенного навантаження і говорить про ймовірності забруднення середовища на території обстеження. За своєю суттю, фени - це варіанти якої-небудь ознаки або властивості біологічного виду які мають чіткі відмінності, вони відображають генотипічні особливості організмів і проявляються як в будові, так і у функціонуванні особин виду.

Деякими дослідниками відзначається, що на екологічно напружених територіях під впливом антропогенних факторів навколишнього середовища, в тому числі і рекреаційно навантажених, до розширення варіантів набору фенів призводить природний відбір і мутаційний процес. Дана обставина є

причиною збільшення частоти виникнення різних фенів і появи в популяціях специфічних «міських» фенотипів у самих різних видів біоти [28].

Індикація фенів конюшини повзучої *Trifolium repens* L. здійснювалася шляхом візуального підрахунку кількості зустрічаються форм рослини з різними малюнками і без нього.

Наші дослідження показали, що на території міста Полтава зустрічаються рослини різноманітних фенів. Однак слід зазначити, що фени № 10 і № 11 в межах досліджуваних майданчиків нами не були зафіксовані. Результати статистичної обробки даних представлені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Частота зустрічання фенів конюшини повзучої *Trifolium repens* L.

Фен (у відповідності до стандарту )	Кількість площадок, на яких відмічений фен	Частота зустрічання фена, %
1	30	73,71 ± 0,68
2	30	19,23 ± 0,55
3	30	5,47 ± 0,34
4	11	1,32 ± 0,31
5	6	0,90 ± 0,19
6	5	1,10 ± 0,31
7	5	0,93 ± 0,18
8	14	1,07 ± 0,14
9	2	0,82 ± 0,06
10	-	-
11	-	-
Новий (чотирихлистий) •	2	0,43 ± 0,01

Таким чином, найчастіше зустрічаються є 1-й, 2-й і 3-й фени конюшини повзучої (*Trifolium repens* L.) (відзначені на всіх пробних майданчиках). До рідкісних - відносяться 9-й, 6-й, 7-й і 5-й фени. Крім того, на пробних майданчиках № 11 (квартал між вул .. Щепотьєва і вул. Гребінки) і № 20 (район залізничного вокзалу) були відзначені нові фени конюшини повзучого - з чотирма листками, замість трьох.

Аналіз частот зустрічальності фенів *Trifolium repens* L. в межах кожної площадки дав результати, представлені в Додатку Д.

Таким чином, в межах пробних майданчиків № 2 (район заводу «Байсад») і № 3 (район автовокзалу) зустрічається по 8 фенів конюшини ползз ^ Аего. Дана обставина говорить про високий ступінь измененности умов, середовища, викликаної зовнішніми чинниками. Крім цього, з ділянок, розташованих в межах промислової зони міста, тільки шостий характеризується низьким ступенем мінливості фенотипів (в його межах виділено 3 фена). Такий відносно низький показник, в порівнянні з іншими майданчиками промислової зони, є наслідком високого ступеня механічної пошкодженості рослин.

Серед пробних майданчиків, розміщених в межах зони міського центру, максимальна кількість різних фенів конюшини зустрічається в районі залізничного вокзалу (ПП № 20) і в районі кінотеатру «Листопад» (ПП № 14). Тут відзначено по 7 і 6 фенів рослини відповідно. Це пояснюється сильною мінливістю навколишнього середовища внаслідок зосередження великої кількості транспорту

Житлова зона міста Полтава характеризується досить рівномірним розподілом кількості зустрічаються фенів конюшини повзучої (*Trifolium repens* L.) Виняток. становить лише участок № 9 де зазначено 6 фенів.

Для отримання кількісної оцінки стану екосистеми на досліджуваних майданчиках був розрахований індекс співвідношення фенів (ІСФ) конюшини повзучої (*Trifolium repens* L.) Всього за 2019 - 2020 року з кожної пробного майданчика, було вибрано по 600 зразків конюшини повзучої. Результати розрахунків представлені на Рис. 3.2.

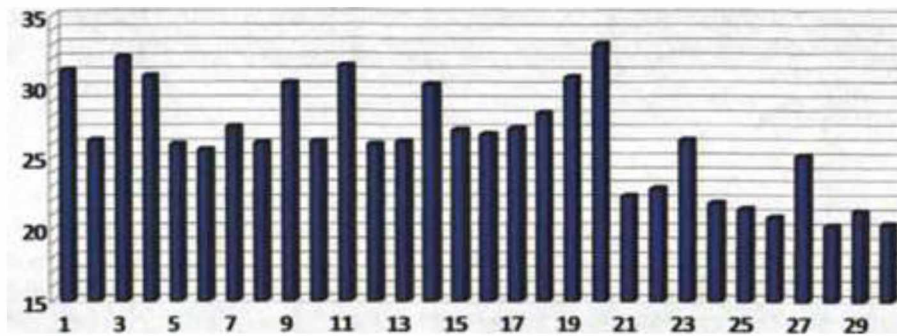


Рис.3.2 Значення індекса співвідношення фенів (ІСФ) конюшини повзучої *Trifolium repens* L.

Значення коефіцієнта варіації ІСФ становить 14,3%, що вказує на екологічну неоднорідність середовища, що в свою чергу є підставою для екологічного районування міста. Однак слід зазначити, що при використанні даної методики ми зіткнулися з низкою проблем:

- 1) скорочення ареалів конюшини (у зв'язку з забудовою);
- 2) труднощі виявлення фенів;
- 3) висока ймовірність суб'єктивної оцінки;
- 4) висока механічна пошкодженості листових пластинок рослини.

Дана обставина є підставою для виключення апробованої методики із загальної системи фітоіндикаційної оцінки стану навколишнього середовища міста. Проте, як індикатор конюшину повзучу *Trifolium repens* L. можна використовувати на менших за площею територіях (при локальному моніторингу, в конкретній точці забруднення середовища).

## ВИСНОВКИ

В результаті проведеної роботи ми прийшли до наступних висновків:

1. Методичний комплекс по фітоіндикаційній оцінці стану навколишнього середовища досліджуваної території включає рослини різних таксонів (нижчі - лишайники; вищі - хвойні та листяні деревні породи, трави).

2. Для оцінки стану навколишнього середовища регіону методично «зручними» фітоіндикаторами є береза повисла (*Betula pendula* Roth.), конюшина повзуча (*Trifolium repens* L.) доцільно використовувати, при веденні робіт по локальному моніторингу.

3. Дані, отримані різними фітоіндикатційними методиками, доповнюють один одного, забезпечуючи їх достовірність. Виявлена позитивна кореляція результатів застосування різних методик ( $0,74 < r < 0,94$ ).

4. Загальна оцінка рівнів антропогенного навантаження дає підставу для комплексного екологічного зонування території міста.

5. Результати фітоіндикаційних досліджень складають інформаційну базу, яка є невід'ємною частиною регіональної системи екологічного моніторингу.