

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ННЦ «Інститут біології та медицини»

Кафедра біології рослин

Завідувач кафедри професор Наталія ТАРАН

Протокол № 17 засідання кафедри

від “25” травня 2022 р.

**ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ВИДІВ РОДУ *MAGNOLIA*
В ОЗЕЛЕНЕННІ УРБОЛАНДШАФТІВ**

Кваліфікаційна робота бакалавра
денної форми навчання
за спеціальністю
Садово-паркове господарство
Гуменюк Марії Олександрівни

Науковий керівник від кафедри
к.б.н., доцент
Войцехівська О.В.

Робота виконана у Ботанічному саду імені акад. О.В. Фоміна
під керівництвом к.б.н. Палагечі Романа Миколайовича

Оцінка захисту роботи

Київ – 2022 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. Загальна характеристика роду <i>Magnolia</i> та умов її зростання.....	6
1.1. Ботанічна характеристика рослин роду <i>Magnolia</i>	6
1.2. Географічне поширення та екологічні особливості природних умов зростання видів роду <i>Magnolia</i>	16
1.3. Характеристика міських екотопів.....	18
1.3.1. Особливості міського клімату.....	18
1.3.2. Забруднення атмосферного повітря.....	22
1.3.3. Характеристика міських едафотопів (ґрунтів).....	24
1.3.4. Антропогенне забруднення міських екотопів та його наслідки.....	29
РОЗДІЛ 2. Матеріали та методи досліджень.....	31
РОЗДІЛ 3. Результати досліджень та обговорення.....	34
3.1. Еколого-фізіологічні передумови інтродукції видів роду <i>Magnolia</i>	34
3.2. Фенологічні спостереження для виявлення біоіндикаторних ознак змін клімату за умов урбанізованого середовища.....	35
3.3. Адаптивні стратегії рослинних організмів за участю фенольних сполук (флавоноїдів).....	39
ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45

ВСТУП

Магнолія – одна з найдавніших квіткових рослин на Землі, що з'явилась близько 140 млн років тому, проте збереглася у своєму первозданному вигляді до наших днів.

На території України перші магнолії з'явилися ще у XVIII ст. Дуже скоро ці витончені рослини були висаджені у парках та ботанічних садах Києва, Львова, Харкова, Одеси. А вже в середині XX ст. ареал поширення магнолій дуже розширився по всій території України, завдяки роботі співробітників ботанічних садів Київського, Львівського та Одеського університетів. На сьогодні в Ботанічному саду імені акад. О.В. Фоміна найбільша колекція листопадних магнолій, близько 40 видів, гібридів та форм.

Магнолія – листопадне або вічнозелене дерево чи кущ висотою від 2 до 30 м. Має дуже ніжний і приємний аромат, як і всі квітучі дерева – налічує плоди, які виглядають дуже декоративно та прикрашають дерево наприкінці літа – початок осені. Рослина теплолюбна, але добре адаптувалась до кліматичних умов України. Це пов'язано з тим, що вона володіє високим адаптивним потенціалом при зміні умов зовнішнього середовища, добре витримує сурову зиму або спекотне літо.

Найбільш зимостійкими вважаються Магнолія Кобус (*Magnolia kobus*), Лебнера (*Magnolia loebneri*) та деякі інші види. Відносно зимостійкі – деякі форми Суланжа (*Magnolia soulangeana*), Вільсона (*Magnolia wilsonii*), Еша (*Magnolia ashei*). При суттєвих заморозках можливе підмерзання деяких квіткових бруньок, але для рослини це не критично. З віком зимостійкість збільшується і укриття на зиму вони вже не потребують.

Листопадні кущові магнолії дещо відрізняються між собою в екологічних умовах зростання. Фактори, які на це впливають (кількість опадів, температура повітря, освітленість місць зростання, вологість ґрунту)

здійснюють значний вплив на ріст та розвиток рослини. Але ці рослини мають високу декоративність, тому цінуються в садово-парковому будівництві. Головним завданням інтродукції магнолій є збереження і поповнення колекції. Рівень адаптації рослин оцінюють наскільки успішно рослина проходить усі закладені фенологічні стадії розвитку. Фенологічні данні можуть свідчити, як про механізми впливу кліматичних факторів, так і про регуляторні процеси, які відбуваються безпосередньо в рослині. Фенологічні дослідження можна розглядати як надійний біоіндикаторний метод оцінки зміни клімату. Успішність адаптації рослин напряму залежить і від віку рослин, чи зможуть вони протидіяти негативним впливам.

Актуальність теми: донедавна основною проблемою інтродукованих рослин, зокрема магнолій, було підвищення їхньої морозо- та зимостійкості. Наразі, внаслідок аридизації клімату, яка особливо виражена в умовах міста, виникає новий спектр несприятливих факторів для росту і розвитку рослин. Тому дослідження адаптивного потенціалу рослин роду *Magnolia* сприятиме інтродукції цих рослин в умовах міста, а також збереженню і поповненню їхньої колекції.

Метою роботи було виявити найбільш перспективні види та сорти рослин роду *Magnolia* для використання у зеленому будівництві міста Києва та інших урбанізованих територій.

Відповідно до мети були поставлені наступні **завдання**:

- проаналізувати видове й сортове різноманіття листопадних кущів магнолій в умовах зростання на території України;
- встановити закономірність сезонного ритму розвитку;
- з'ясувати вплив екологічних факторів середовища на ріст і розвиток магнолій,
- оцінити адаптаційний потенціал рослин роду *Magnolia* до умов середовища.

Об'єкти дослідження: М. оголена (*M. denudata* Desr.), М. оберненояйцевидна (*M. obovata* Thunb.), М. зірчаста (*M. stellata* Maxim.), М. загострена (*M. acuminata* L.) та М. Суланжа (*M. x Soulangiana* Soul.).

Подальші анатомо-морфологічні, фізіологічні та фенологічні дослідження дозволять виявити форми з високими адаптаційними властивостями для вирішення проблеми озеленення техногенно-змінених територій.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОДУ *MAGNOLIA* ТА УМОВ ЇЇ ЗРОСТАННЯ

1.1. Ботанічна характеристика рослин роду *Magnolia*

Рід *Magnolia* був названий Шарлем Плюм'є в честь французького ботаніка і натураліста П'єра Маньоля 1703 році (P. Magnol, 1638-1715). Пізніше, дана назва була використана Карлом Ліннеєм (C. Linnaeus) в його роботі *Species Plantarum* (1753) та *Genera Plantarum* (1754). Російською мовою ця назва роду вимовлялася як «Маньоля», а потім трансформувалося в «Маг-нолія» (Брокгауз, Ефрон, 1896) [10].

Магнолія відноситься до найдавніших квіткових рослин. Сучасні представники - листопадні або вічнозелені дерева чи кущі висотою від 2 до 30 м. Кора – попелясто-сіра або коричнева, гладенька або з борознами. Молоді пагоні голі, іноді з незначним опушенням. Вегетативні й генеративні бруньки великі, особливо помітно на генеративних бруньках. Наприклад, якщо взяти *M. kobus*, *M. salicifolia* (Sieb. et Zucc.) Maxim. та *M. denudata* Desr., для них характерне густе опушення брунькових лусочок (Тахтаджян, 1964, 1980). Листя еліптичні або оберненояйцевидної форми, довжиною, у деяких видів, до 50-100 см, вічнозелені чи опадаючі восени.

Для магнолій також характерна наявність прилистків – зазвичай крупні, оточують стебло, слугують захистом для бруньок. Вони рано опадають та залишають кільцеподібний рубець навколо вузла [35]. Квітки крупні, поодинокі, до 40 см в діаметрі, симетричні, розташовані на апексах пагонів, рідше - в пазухах листя. Забарвлення різноманітне – від білого, рожевого до зеленуватого, малинового чи пурпурне, та різні відтінки кольорів, а також поєднання двох відтінків. З квітки більшості видів Магнолії розвивається

плід - декоративна крупна багатосім'янка (рис. 1.1). Квітки запилюються комахами.

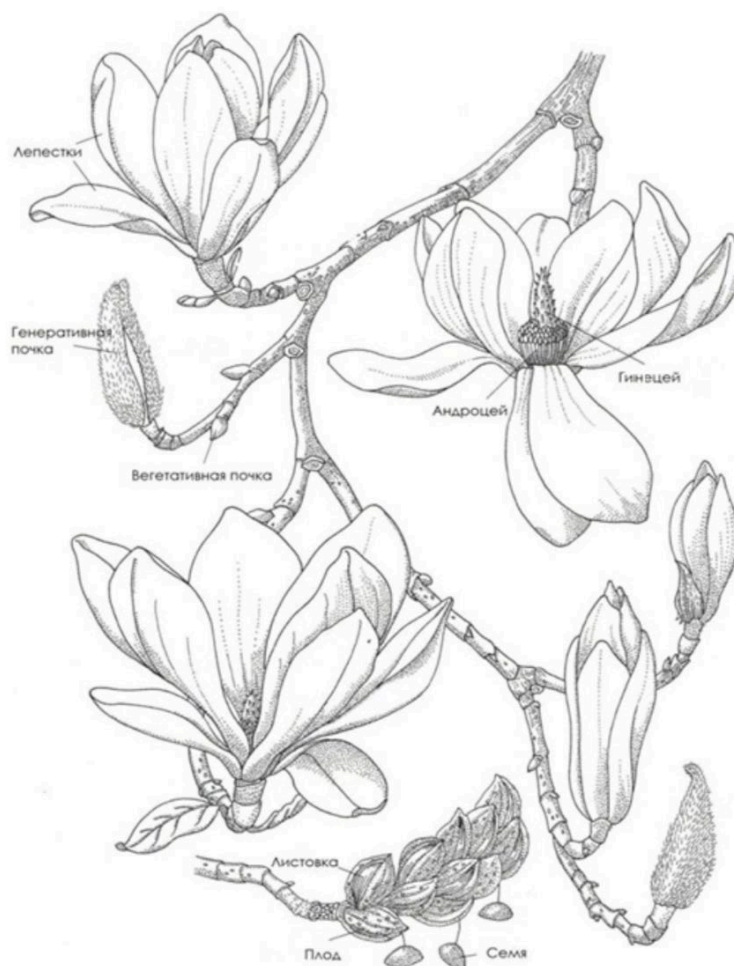


Рис. 1.1. *Magnolia denudata* (малюнок Р. Dean з книги J. Gardiner (1989))

Насіння магнолії відносно плоске, чорне або з коричневим відтінком, в м'ясистій оранжевій, червоній насіннєвій шкірці – саркотесті [7, 11].

Представники роду *Magnolia* користуються великою популярністю у ландшафтних дизайнерів, дослідників, саме через декоративні та лікарські якості рослини. Їх широко використовують в ботанічних садах чи парках в усьому світі.

Рід магнолія належить до родини магнолієвих (*Magnoliaceae* Juss.), складається з 12 родів. Це найчисленніший рід, який налічує до 80 видів, що

поширені у Південно-Східній Азії (більш ніж 50 видів) та в Північній Америці (27 видів) [33].

Система роду розроблена К. Ліннеєм [4], Д. Кандолем [3]. Згідно з цією системою рід поділявся на два підроди:

I підрід: **Magnoliastrum DC** – характеризується появою квіток після розвитку листків, квіткові бруньки вкриті однією лусочкою, плоди видовжені, циліндричні (*M. acuminata* L., *M. grandiflora* L., *M. obovata* Thunb., *M. tripetala* L.).

II підрід: **Gwilillimia Rotter** – квітки розпускаються до появи листя, бруньки вкриті двома лусочками, плоди зігнуті, скручені (*M. kobus* DC, *M. stellata* Maxim., *M. denudata* Desr., *M. salicifolia* (Sieb. et Zucc.) Maxim.). [11]

Критичний огляд роду магнолія зробив Дж. Денді. Наукове дослідження тривало 27 років і в результаті він став автором оригінальних публікацій і створив багато ботанічних відкриттів. Він довів, що деякі види тропічних рослин непогано себе почувають і в помірному кліматі, вніс ряд змін в номенклатуру та систематику магнолій. Нова систематика заснована на подібності ряду ознак, пов'язаних з вегетативними та генеративними органами. Було враховано декоративні ознаки, стійкість до умов середовища зростання. Також він виділив деякі види, які є перспективними для використання в озелененні.

За системою Дж. Денді, рід також поділили на два підроди:

I підрід: **Magnolia Dandy** – пиляки розкриваються всередину, розвиток квіток відбувається після появи листків.

II підрід: **Yulania (Spach) Reichenbach** – розвиток квіток відбувається на ранній стадії, до появи листків; пиляки розкриваються латерально або сублатерально [11].

Магнолія оголена (*M. denudata* Desr.) – належить до II підроду за системою Дж. Денді. Природний ареал зростання – Китай, вологі гірські ліси на висоті 1200 м над рівнем моря. Її розпочали вирощувати ще з II-X ст.

Зростає великим кущем або деревом висотою до 9 м. Також описані екземпляри заввишки 15 м, які зростають в Китаї.

В Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна можна знайти 8 екземплярів. На ділянці «Сад магнолій» зростають 3 магнолії, вирощені із саджанців, які були привезені з Ташкента.

Гілки темно-сірі, пагони сірувато-коричневі, наявні білі сочевички, які на початку розпускання опушені, а потім голі. Листки обернено яйцеподібні, завдовжки 12-15 см, загострені на верхівці. Квіткові бруньки густо опушені, розміщені на краях пагонів.

Квітки кремувато-білі, в кінці розпускання набувають чашоподібної форми (рис. 1.2).

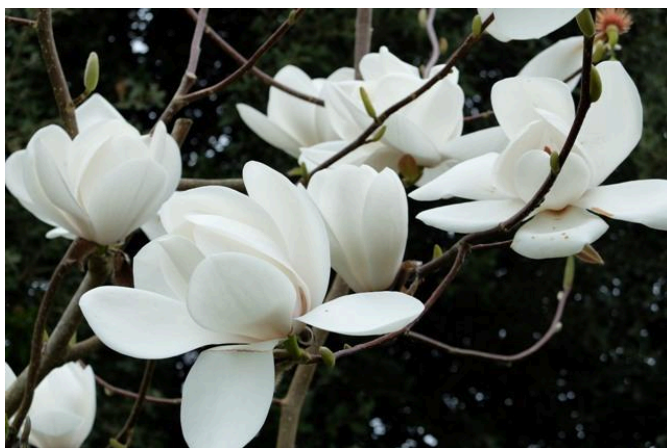


Рис. 1.2. Цвітіння *M. denudata* Desr.

За умов Києва розкриття квіткових бруньок починається за температури понад +10 °С. Дуже естетично рослина виглядає під час бутонізації, коли бутони ще вкриті густоопушеними сріблястими лусками (рис. 1.3).

Цвіте до появи листків, коли температура повітря досягає +15°C, впродовж 10-18 днів у квітні залежно від погодних умов. Іноді наприкінці червня можлива повторна евокація цвітіння.



Рис. 1.3. Бутонізація *M. denudata* Desr.

Магнолія оберненояйцеподібна (*M. obovata* Thunb.) - належить до I підроду за системою Дж. Денді. Природний ареал зростання – Японія на висоті 1700 м над рівнем моря.

Велике листопадне дерево завширшки до 30 м. Кора сріблясто-сіра з сочевичками, пагони товсті, пурпурово-сріблясті. Листки великі, оберненояйцеподібні, завдовжки – 40-60 см, загострені на верхівці. Квітки великі кремово-білі, запашні, до 20 см (рис. 1.4, рис. 1.5).

Плоди - багатolistянка, 10-15 см завдовжки, пурпурові. Насіння червоне, велике (рис. 1.6).

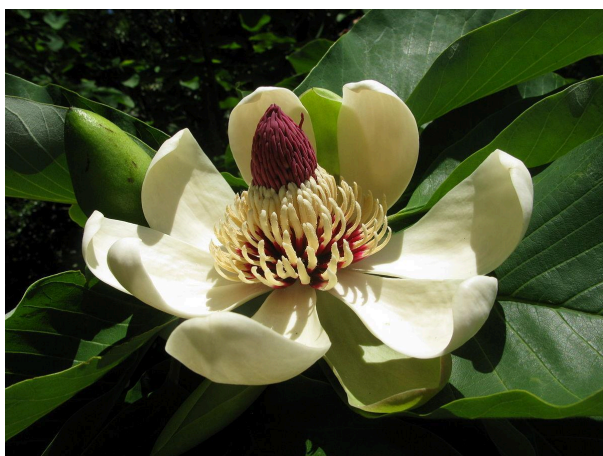


Рис. 1.4. Цвітіння *M. obovata* Thunb.



Рис. 1.5. Бутонізація *M. obovata* Thunb.

Цвітіння настає після появи листків у середині травня. Цвіте не дуже рясно, але тривало, до 25 діб. Можливість завітнути вдруге з бруньок поточного року в серпні. Плодоносить в жовтні.



Рис. 1.6. Плід *M. obovata* Thunb.

Магнолія зірчаста (*M. stellata* Maxim.) - належить до II підроду за системою Дж. Денді. Природний ареал зростання – Японія, вологі гірські ліси південного Хонсю.

Компактний кущ з карликовою багатопелюстковою формою, заввишки до 3 м. Пагони світло-сірі, тонкі, на кінцях розташовані опушені бруньки (рис. 1.7).

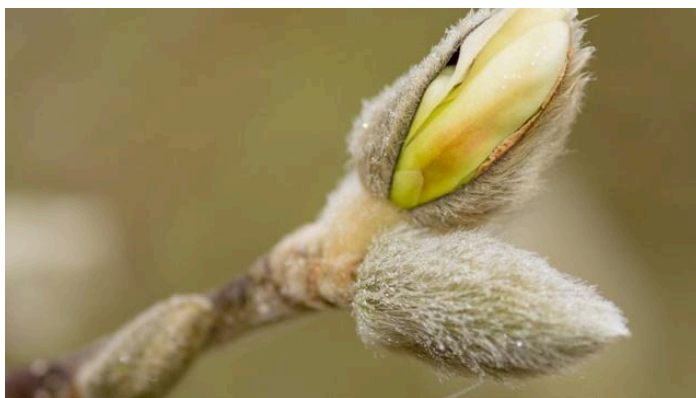


Рис. 1.7. Генеративна брунька *M. stellata* Maxim.

Листки невеликі – 5-8 см, видовжено-овальні. Квітки білі вузькопелюсткові. Під час цвітіння пелюстки розташовуються радіально – нагадують зірку (рис. 1.8).

Початок квітування припадає на квітень місяць, коли температура повітря більше +15 °С, до появи листків.

У ботанічних садах краще розташовувати різні види поруч на одній ділянці, щоб вони могли переzapилюватись (рис. 1.9). Потім з цього насіння виростає рослина з відмінними ознаками від материнської.



Рис. 1.8. Квітка *M. stellata* Maxim.



Рис. 1.9. Плоди *M. stellata* Maxim.

У Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна зростає 6 екземплярів. Також в колекції є рослини, які щеплені на Магнолії кобус зі штамбом, у висоту 0,7-0,9 м.

Компактні розміри, рясне цвітіння, наявність декоративних форм – все це переваги для створення садів на невеликій території.

Магнолія загострена (*M. acuminata* L.) – відома під назвою американське огіркове дерево. Належить до II підроду за системою Дж. Денді. Природний ареал зростання – США.

Велике листопадне дерево до 30 м, з віком ширококорозлоге. Кора сіра, пагони – сріблясто-коричневі, із сочевичками. Бруньки мають опушення та ворсинки.

Листки завдовжки до 20 см, до верхівки загострені. Поява квіток відбувається з появою листя, у травні (рис. 1.10). Плід багатокістянка, схожий на огірок – це й обумовлює назву «огіркове дерево» (рис. 1.11). Плодоносить слабо, у вересні.

У Ботанічному саду ім. акад. О.В. Фоміна на ділянці В-8 росте 37-річне дерево, 14 м заввишки. Починає розвиватись на початку травня – з’являються бруньки та листя.



Рис. 1.10. Квітка *M. acuminata* L.



Рис. 1.11. Плід *M. acuminata* L.

В середині травня починають з’являтися бутони та настає початок квітування – 4-5 діб, пелюстки квіток згодом опадають. Плоди з’являються наприкінці вересня.

На ділянці «Сад магнолій» можна зустріти екземпляр 25 років, заввишки 9 м, квітує та плодоносить.

Найзимостійкіший вид серед усіх магнолій, використовують в якості підщепи для збільшення стійкості слабших видів. Для озеленення у неї більш цінні листки, ніж квітки, як у всіх інших. Це обумовлено тим, що квітки просто зливаються з яскравим листям і стають малопомітними. Дуже перспективна для використання в озелененні по всій території України.

Магнолія Суланжа (*M. x Soulangiana* Soul.) – гібрид магнолії оголеної (*M. denudata* Desr.) та магнолії лілієквіткової (*M. liliflora* Desr.).

З цього гібриду було створено багато декоративних форм з великими рожевими, червоними та пурпуровими квітками (рис. 1.12).

Великий листопадний кущ заввишки 4-6 м, великими до 25 см квітками. Квітки з'являються до появи листків або одночасно (рис.1.13).



Рис. 1.12. Бутон *M. x Soulangiana* Soul.



Рис. 1.13. Плід *M. x Soulangiana* Soul.

Всі форми магнолії Суланжа в умовах Києва зимостійкі. Але коренева система менш стійка і тому на зиму нижню частину стовбура потрібно вкривати землею або листям.

На території Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна створено цінний колекційний фонд, який є маточником для розмноження та широкого впровадження винятково декоративних форм цього гібрида в садах і парках України.

1.2. Географічне поширення та екологічні особливості природних умов зростання видів роду *Magnolia*

Ареал зростання Магнолії дуже широкий, їх можна зустріти в Азії та Океанії (близько 160 видів): вони поширені від Нової Гвінеї до Індокитаю, Японії, на Курильських островах. В Північній Америці зростає близько 80 видів: вони розкидані по різних штатах Америки, деякі види можна зустріти в Колумбії та Бразилії (рис. 1.14).

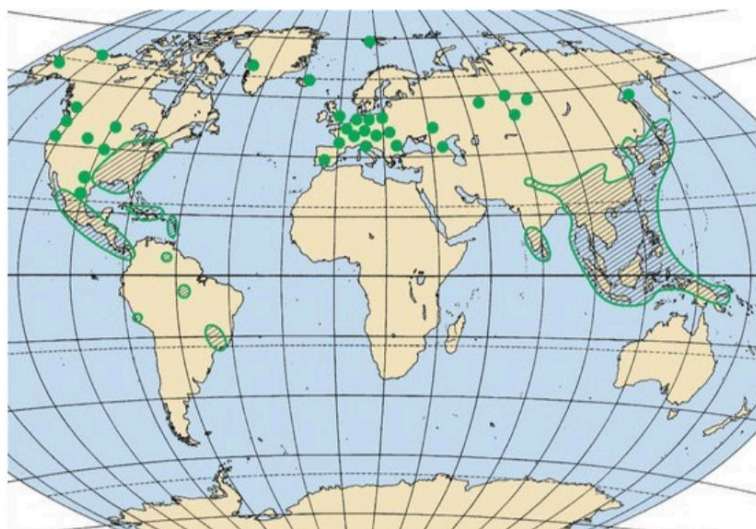


Рис. 1.14. Природний сучасний (штриховка) та викопний (точки) ареал *Magnoliaceae* [13]

Можна зробити висновки, що періодична зміна клімату наклала свій відбиток для вибору місць зростання представників *Magnoliaceae*, вони налічують істотний запас морозостійкості. В умовах інтродукції у багатьох видів шкала морозостійкості набагато перевищує теоретично необхідну для існування (виживання) на даній території.

Для введення рослини в культуру, необхідно з'ясувати подібність клімату в районі інтродукції та природні ареали зростання – один з головних чинників успішного пристосування рослини на інтродукованій території. Якщо розглядати Київ, як досліджувану зону для культивування рослин, межі природного ареалу будуть дуже далеко і в даному випадку потрібно вивчити і дослідити кліматичні умови Києва та природне місцезростання рослин родини *Magnoliaceae*.

Успіх інтродукції залежить в першу чергу від рівня подібності кліматичних умов місця інтродукції та природного місця зростання. Під час введення рослини в нові екстремальні умови, потрібно дослідити аналоги пристосування рослин до незвичних нових кліматичних умов.

Основний лімітуючий фактор інтродукції екзотів в Україні – температура повітря. Беруть до уваги кількість днів у році, коли температура повітря на позначці вище 5°C, це і визначає орієнтовну оцінку подібності природних ареалів зростання магнолії і дає змогу її інтродукувати на території, яка буде подібною до цих показників. Всі географічні зони України підпадають під цей критерій, загальна кількість днів в році із середньою температурою повітря вище 5°C більша, ніж по областях природного поширення деяких видів магнолії – Північна Японія, Північно-східний Китай, Корейський півострів.

Температурний режим відіграє важливу роль в інтродукції магнолій, особливо в осінньо-зимовий період року. Негативний вплив на ріст і розвиток виявляють різкі коливання температур - від морозів до відлиг.

Також одним з суттєвих факторів впливу на екзоти в різних широтах – вологість. Сума опадів суттєво різниться в різних регіонах при середньомісячній температурі вище 0 °С. Наприклад, в Україні ця межа в 320 мм (Степ) – 620 мм (Закарпаття), і райони природного зростання – Японія (800-1900 мм) та Гімалаї (1300-3060 мм).

Листопадні магнолії добре ростуть і квітнуть, а іноді і плодоносять у ботанічних садах, парках в західних областях України та Києва і для них не стало перешкодою дефіцит вологи повітря та ґрунту [10].

1.3. Характеристика міських екотопів

1.3.1. Особливості міського клімату

Клімат – одна з основних характеристик певної географічної зони, сформований багатолітнім режимом природи. Клімат біогеоценозів виступає як екологічний фактор (кліматоп).

Сучасне місто – мегаполіс – відносно сильно впливає на клімат. Складається з численних мезокліматів. Формується місцевий клімат, а на окремих вулицях чи площах створюються своєрідні кліматичні умови, які визначаються міською забудовою, покриттям вулиць, розподілом зелених насаджень і т.д. Розміщення комплексної зеленої зони в межах міста, представлені лісопарками, парками, садами чи скверами, зумовлює значні зміни теплового балансу, температура наближається до приміських зон.

Велике місто, особливо з розвинутою інфраструктурою, промисловістю, забруднює атмосферу над собою, зменшуючи потік сонячної

радіації. Ще при суттєвій забудові вузьких вулиць посилюється зниження сонячної радіації. Внаслідок надлишкового диму та пилу в місті, знижено нічне вихолоджування. Дахи та стіни будинків, мости та інші елементи міста, нагріваються набагато сильніше впродовж дня в порівнянні з ґрунтом чи травою. І в свою чергу, віддача тепла в вечірню пору відбувається інтенсивніше. Звідси температура повітря в місті на 70-80% вища, чим в сільській місцевості. В великих містах середня річна температура збільшується на 1°C і більше.

Урбанізовані території схильні до формування так званого «острова тепла» (*Urban Heat Island (UHI)*), воно пов'язане з перепадом поверхневих температур між центральною частиною міста й на його периферії. Термін «острів тепла» був введений Люком Говардом у 1820 р. для позначення температурного феномену в Лондоні.

Основна причина формування «острова тепла» криється в матеріалах, якими облаштована поверхня міста, мають в своєму складі нижчі значення альбедо, ніж природні. Відповідно, нагрівання повітря відбувається швидше в цих зонах вдень, а у ночі все накопичене тепло віддається навколишньому повітрю. Ущільнення забудови й скорочення площі зелених насаджень в центрі міста призводить до збільшення температури навколишнього середовища. Але зелені зони виконують роль стабілізаційного елементу теплового поля, над парковими зонами повітря прогрівається набагато менше, як наслідок, зменшення температури повітря на 1-5°C (рис. 1.15). Забудовані території штучним покриттям притягують тепло, це призводить до збільшення температури. Під час інтенсивного будівництва, ґрунти прилеглої території заможують бетонним чи асфальтним покриттям, перешкоджаючи природному випаровуванню та доступу вологості.

Формуванню «теплового острова» передують висока концентрація аерозолей в атмосфері, сформовані над транспортними розв'язками, вулицями з інтенсивним рухом транспорту та промисловими об'єктами. Все

це призводить до погіршення екологічного середовища та комфортного проживання в місті.

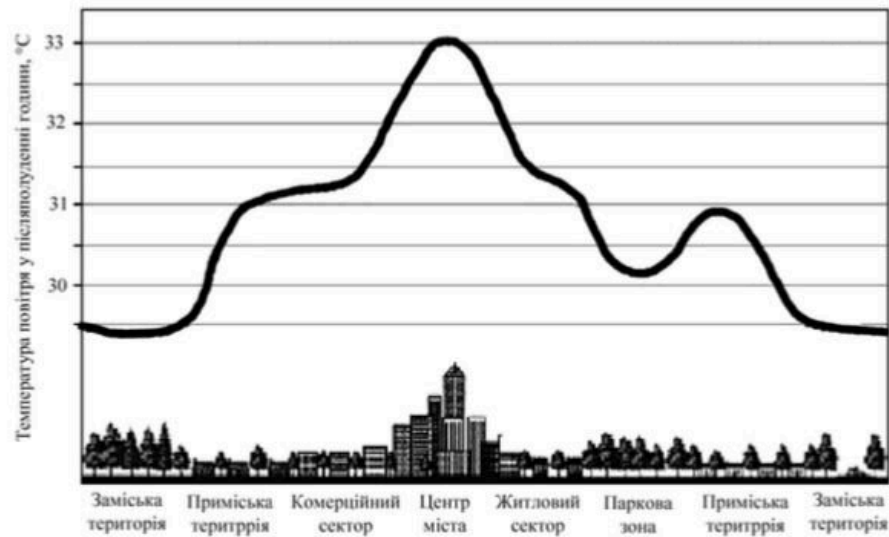


Рис. 1.15. Температурні аномалії в місті [36]

Клімат кожного регіону формується з температури, вологості, опадів, повітряних мас, які визначаються в закономірностях балансу. Різноманітність факторів, які безпосередньо впливають на клімат, формують. На теперішній час зростає тенденція до різкої зміни кліматичних умов, що призводить до потепління.

Сезонні показники температури у Києві: максимум у липні (досягає інколи до $+30...+35$ °C) та мінімум у січні ($-2...-6$ °C), а в перехідні періоди (весна-осінь) близько 14 °C – відносно середні показники. Якщо порівнювати з кліматом в 10 років, в зимовий період температура повітря могла доходити до $-25...-30$ °C і це було нормою, а влітку не спостерігалась така спека максимум до $+25$ °C.

Відбулися також певні зміни в зволоженні повітря. Річна сума атмосферних опадів у місті Києві зменшилась приблизно на 10-15%. Посуха простежується в квітні - на початку травня, липень. Збільшення опадів настає на початку літа й восени. Така тенденція зменшення кількості опадів на фоні

підвищення атмосферної температури здійснює негативний вплив на міські екосистеми.

Зимостійкість один із лімітуючих факторів з визначення життєздатності інтродуцентів. Якщо розглядати Магнолії в плані стійкості до перепадів температур, особливо в зимовий та весняний період, найбільш вразливими виступають однорічні пагони, які інколи не дуже добре пристосовуються до перепадів температур, особливо коли вдень вже +14...+16 °С, а вночі ще можливі заморозки. Не всі види Магнолій можуть однаково пристосовуватись до кліматичних умов України, особливо Києва. Тому потрібно ретельно підбирати види, які здатні пристосуватись до місцевого клімату, підвищувати свою холодостійкість, що сприяє в подальшій адаптації до умов навколишнього середовища [20, 24].

Згідно з 7-бальною шкалою зимостійкості Вульфа виходить, що найбільш зимостійкі види – 1 бал - магнолія оберненоїцеподібна (*M. obovata* Thunb.) та магнолія загострена (*M. acuminata* L.). З меншими показниками в 2 бали – магнолія Суланжа (*M. x Soulangiana* Soul.). Шкала зимостійкості: *M. acuminata* L. -25 °С, *M. obovata* Thunb. -25°С, *M. stellata* Maxim. -20°С, *M. denudata* Desr. -20 °С, *M. x Soulangiana* Soul. -20 °С. Можна зробити висновки, що дані види Магнолій дуже перспективні до пристосування до кліматичних умов міста. Особливо, якщо взяти до уваги, що клімат йде до потепління і ступінь зимостійкості на сьогоднішній день не істотно впливає на ріст і розвиток рослин.

Більш важливим фактором відіграє рівень посухостійкості. Стійкість до високих температур, довготривалої посухи у літній період й малої кількості опадів – один з критично-важливих факторів для виживання рослин. Рослини ціняться своєю декоративністю, тому їх активно застосовують в озелененні території. Однак було зроблено багато досліджень в галузі морозостійкості, але саме посухостійкості не було приділено достатньо уваги. На сьогодні цей чинник відіграє важливу роль [23].

Недостатня кількість вологи в посушливі періоди негативно впливає на стан зелених насаджень. Показником недостатнього зволоження рослини виступає зневоднення стебел. За станом листя також можна зрозуміти рівень посухостійкості рослин.

В цілому Магнолії добре пристосовуються до будь-яких умов середовища. Анатомічна будова листків в цілому подібна, дорсовентральної форми. У деяких видів, особливо у магнолії оберненояцеподібної, листок дуже великий до 50 см, відповідно і випаровування відбувається інтенсивніше. Але, якщо взяти магнолію зірчасту, листок не дуже великий до 10 см, отже і транспірація відбувається не інтенсивно. Посушливий період може перенести без видимих ознак. Велика кількість продихів листка сприяє інтенсивній транспірації, відповідно при водному стресі поглинальна здатність вища.

Рослини здатні протистояти будь-якому стресу, наприклад морозостійкості чи посухостійкості. Але захисні властивості вони здатні проявляти по-різному: дрібні клітини епідерми та велика кількість продихів дає змогу активно поглинати воду з повітря й не страждати від зневоднення. А якщо клітини розташовані щільно між собою, тоді рослина отримує менший відсоток водозабезпечення. Магнолії швидко поглинають воду, яка надходить з опадами це пов'язано з будовою кореневої системи – поверхнева. Також ці рослини дуже витривалі до дії високих температур впродовж деякого проміжку часу.

1.3.2. Забруднення атмосферного повітря

Проблема забруднення атмосферного повітря турбує людство вже протягом багатьох десятиліть. Особливо це спостерігається у великих промислових центрах, де добре розвинута інфраструктура. Тривалий час ця

проблема мала локальний характер, але вона має тенденцію до поширення. Коли було мало заводів та фабрик, дим і кіптява, яка вивільнялась в повітря легко ним і розбавлялась, вилому для атмосфери це було не критично. Потім інфраструктура почала швидко зростати, також розвиток транспорту – це все призвело до того, що кількість вивільнених речовин зросла до таких масштабів, що вже не може в достатній кількості абсорбуватись повітрям. Їх концентрація почала збільшуватись, і це стало причиною для небезпечних і фатальних наслідків для біосфери в цілому.

Основними джерелами атмосферного забруднення в місті є промислові підприємства, теплоелектростанції, спалювання сміття, листя. На сьогодні атмосфера містить приблизно 20 частину кисню на планеті. Головні запаси зосереджені в карбонатах, органічних речовинах та окислах заліза. Частина кисню розчинена в воді. Виділення кисню в процесі фотосинтезу та споживання його живими організмами знаходиться на сьогоднішній день в рівновазі (рис. 1.17). Проте останнім часом запаси кисню в атмосфері можуть зменшуватись, що може спричинити небезпеку, і в цьому буде винна людина, а саме її діяльність.

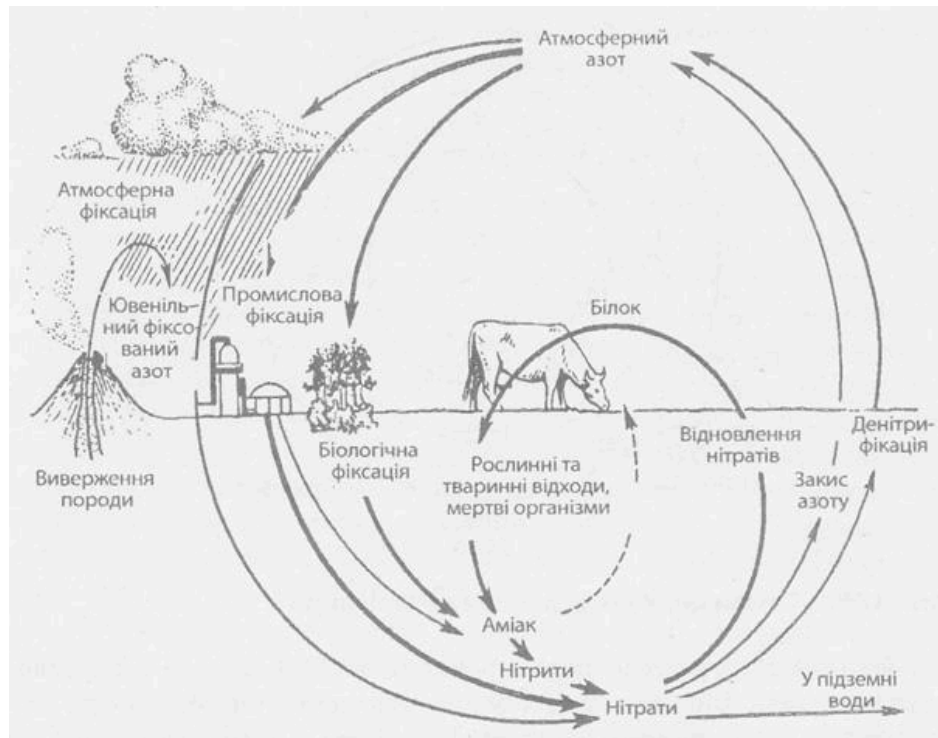


Рис. 1.17. Кругообіг азоту в біосфері [5]

Надзвичайно складний процес, де задіяні велика кількість органічних і неорганічних речовин, водень та сполучений з ним кисень, який утворює воду.

Викинуті в атмосферу промислові чи хімічні відходи беруть активну участь у багатьох хімічних процесах та взаємодіях, деякі з них виступають у ролі каталізаторів. Внаслідок їх взаємодії може виділятися озон. Це дуже активний газ, який бере участь у багатьох реакціях, які призводять до утворення фотохімічних смогів. До утворення смогу веде водяна пара, яка виділяється при спалюванні нафти, газу або бензину.

Не менш важливим є виділення сірчаної кислоти і, як наслідок, зменшення прозорості повітря та утворення туману.

Пил негативно впливає на стан атмосфери, додаткове джерело нагрівання повітря і перегрів листкової пластинки деревної рослини, досліджена залежність між рівнем запиленості повітря і загальним показником життєвості [17] забруднення повітря прискорює швидкість старіння та відмирання міських та приміських насаджень.

1.3.3. Характеристика міських едафотопів (ґрунтів)

В міському екотопі важливу роль відіграє ґрунтовий фактор (едафотоп).

Ґрунт – природне утворення, яке складається з генетично пов'язаних горизонтів, формування яких відбувається під час перетворення поверхневих шарів літосфери під впливом води, повітря й живих організмів. Основоположником цієї науки є В.В. Докучаєв. Він розглядав ґрунт як природне тіло, яке утворилось під впливом ґрунтоутворюючої породи, часу, клімату і рельєфу, також мікроорганізми, які знаходяться безпосередньо в ґрунті.

Ґрунт є складовою частиною складної природної системи – біогеоценозу та біосфери в цілому. Міські ґрунти прийнято поділяти на дві основні групи: природні та штучні (насипні).

Одною з основних характеристик придатності ґрунту – поглинальна здатність, вона зазнала серйозних змін через різноманітних урбогенних процесів. Поглинальну здатність ґрунту прийнято поділяти на 5 видів: механічну, фізичну, фізико-хімічну (обмінну), хімічну та біологічну.

Механічна поглинальна здатність залежить від антропогенного впливу й погіршується в залежності від його рівня. Домішки будівельного сміття, цегла, каміння – все це погіршує надходження рідини в глиб ґрунту. Ці домішки погано затримують колоїдні частки, а високий рівень дренажу не дозволяє надовго затримувати вологу, як наслідок впливає на рівень водоутримної здатності ґрунтів.

Фізична – властивість поглинання колоїдних часток із ґрунтових розчинів. Вони зменшують поверхневий натяг водної плівки. Зокрема, спирти, алкалоїди – речовини здатні накопичуватись в ґрунті у великих

кількостях завдяки явищу поглинальної абсорбції. Створюють негативний вплив на ґрунтоутворюючий процес.

В ґрунтових профілях спостерігається підвищення кількості обмінних Ca^+ , K^+ , Na^+ поблизу транспортних магістралей, однак в паркових зонах їх вміст значно менший. В той же час, концентрація Mg^{2+} приблизно однакова. *pH* ґрунту поблизу проїзної частини вулиць нижчий, ніж у природних ґрунтах. Біля автомагістралей кислотність ґрунту прирівнюється до 7-8 і вважається сильно-лужним. Причиною може слугувати також накопчування будівельного сміття, яке наявне і в міських ґрунтах. В цьому смітті також присутнє вапно, яке і підлужує ґрунт. Це згубно впливає на нормальний розвиток кореневої системи в цілому.

Якщо проаналізувати кислотність ґрунту та посадки, які на ньому зростають, можна зробити висновки – найчастіше зустрічається ґрунт з *pH* 5,5 і вище. Рівень кислотності також впливає на доступність елементів живлення для рослин. Як дуже низький *pH*, так і дуже високий має негативний вплив на ріст і розвиток самої рослини.

Якщо порівнювати ґрунти парків, які віддалені від вуличних забруднювачів і забудов, і ґрунти, розташовані вздовж автострад, виходить така закономірність: перші будуть містити в своєму складі й краще утримувати в доступній формі для рослин катіони та аніони солей, а в інших вони будуть недоступні. У верхніх шарах ґрунту розміщено більше розчинних солей, ніж у нижчих.

Біологічна поглинальна здатність ґрунту затримує на своїй поверхні частинки колонії мікроорганізмів (адгезія), вони приймають безпосередню участь у кругообігу речовин. Забруднення хімічними агентами ґрунтів, а також їх ущільнення різко зменшує кількість колонії мікроорганізмів.

Невід’ємною часткою ґрунту є органічні речовини, так звані мертві залишки рослин (надземної й підземної частин), мікроби, тварини та ін. Під

впливом урбанізації міського середовищі, змінюється природний біологічний кругообіг речовин та порушення ґрунтоутворення.

В парках, скверах, у вуличних посадках – все, що падає на землю, гілки, листя, квіти чи кора – як правило, вилучається людиною. Створюється обмеженість утворення органіки в ґрунті, а вона надходить з рослинними залишками, які знаходяться на поверхні ґрунту, які згодом потрапляють у глибші шари. Таким чином, поповнення органіки в ґрунті відбувається самою рослиною, яка зростає на даній території, зокрема кореневими волосками. Вони знаходяться в дуже малій кількості від загальної маси кореневища – 1-3%, але відмирають і відновлюються вони часто 2-3 рази на рік.

Якщо порівняти ґрунт вуличних посадок і лісових, кількість ґрунтових організмів буде значно менша і, відповідно, швидкість гуміфікації та родючості ґрунту буде уповільнена.

Антропогенізовані ґрунти налічують у своєму складі залишки асфальтного покриття, смоли, фарби. Бита цегла, залізобетон та вапно також наявне в таких ґрунтах.

Переущільнення ґрунтів також дуже важливий фактор. На сьогодні наявні деструктивні зміни ґрунту та їх фізичних властивостей у зв'язку з рекреаційною дегресією. Наприклад, збільшення об'ємної маси ґрунту та твердості, зменшення пористості, руйнується макроструктура верхнього горизонту. Внаслідок цього знижується водопровідність верхнього шару, що перешкоджає проходженню води вглиб, формується поверхневий сток.

Переущільненість спостерігається на вибитих ділянках, у міських насадженнях – водопроникність верхнього шару зменшується в 3-4 рази порівняно з природними непорушними ґрунтами. Наслідком може слугувати додаткові витрати вологості на поверхневий стік та погіршення розвитку кореневої системи. Тому в міських насадженнях потрібно встановлювати централізований полив, особливо у літній час, задля поліпшення поглинальної здатності ґрунтів.

Молоді дерева найбільш чутливі до переущільненості ґрунту. В алеєчних вуличних посадках найчастіше використовують насипні ґрунти, які мають пиловату структуру й легко ущільнюються. В таких ґрунтах часто можна знайти домішки будівельного сміття, цегли – вони склеюються з пиловатими частками і ґрунт набуває вигляду пресованої грудки. Такі ґрунти характеризуються низькою водопровідністю.

Поверхнєве або бокове переущільнення ґрунтів обмежує розвиток і формування просторової структури кореневих систем, що призводить до пригнічення розвитку надземної частини рослини, а у подальшому і до загибелі усієї рослини. Заасфальтовані тротуари у вуличних посадках обмежують доступ живлення дерев, через зменшення ґрунтового простору. Внаслідок цього дерева інколи можуть загинути. Найпоширеніший фактор пошкодження в умовах урбанізації.

Можна зауважити, що підземні комунікації мають несприятливий вплив на ґрунти, вони підігрівають ґрунт і це може призвести до його висушування. Особливо небезпечний зимово-весняний період, ґрунт штучно підігрівається і це провокує до раннього розвитку деревних рослин, наслідком цього може бути підмерзання генеративних органів. Збільшується рівень промерзання через переущільнення ґрунтів, що в свою чергу призводить до загибелі рослини.

Вологонакопичення ґрунтів за останній час погіршилось, через щільну забудову. Якщо порівнювати паркові насадження, то накопичення вологи відбувається інтенсивніше, ніж у вуличних. Період танення снігу ранньою весною – найсприятливий для накопичення та запасу вологи. Але антропогенні чинники можуть погіршувати ситуацію в містах: люди прибирають вулиці, ущільнюють покриви снігу під час ходьби, з настанням тепла сніг розкидають вздовж дороги для прискорення танення. Але ці фактори дуже змінюють рівень зволоженості ґрунту в місті та за його межами.

Якщо підвести підсумки, то структура насадження відіграє важливу роль у формуванні водного режиму, відлиги та велика кількість опадів – добре впливають на початку вегетаційного періоду, через великі запаси вологи в ґрунті.

Сильні дощі в умовах міста також мають негативний вплив на ґрунт, спричиняють ерозію. Її інтенсивність безпосередньо залежить від кількості опадів та характеру випадання. Чим більше опадів, тим інтенсивніший прояв ерозії.

1.3.4. Антропогенне забруднення міських екотопів та його наслідки

Питання вибору стійких рослин до антропогенного забруднення стає все більш актуальною, сучасні урбо-, агро- та біоценози значно відрізняються від загальноприйнятих норм. Озеленення промислових центрів чи мегаполісів потребує детального дослідження рослин, які здатні витримувати зміни в умовах зростання і вдало пристосовуватися до них.

На сьогоднішній день, інтродуковані рослини збільшили свої життєздатні властивості, тому що при адаптуванні їх до нових умов зростання, відмінних від природного ареалу видів, вони формують стійкість до тих факторів середовища, які були змінені в процесі людської діяльності.

Міські насадження – потужний чинник, який протидіє негативним факторам середовища, які були спричинені урбанізацією та техногенним забрудненням. Прямо пропорційним наслідком захисту є погіршення стану та зменшення декоративності самої рослини. Якщо простежити за закономірністю зниження фотосинтетичних пігментів в умовах різних за призначенням міських екотопів, спостерігається така тенденція: зона комплексного озеленення → зона житлової забудови → зона промислових комплексів → зона транспортних шляхів.

Рослини, які зростають у межах міста більш схильні до стресу, це зумовлено рядом факторів: освітленість території, вологість повітря, температура навколишнього середовища, структура та родючість ґрунту – це все є лімітуючими факторами. Місто схильне до тенденції підвищеної температури, завжди є відмінність в 2-5 °С з передмістям. Повітря перешкоджають охолоджуватись вночі домішки, які знаходяться в атмосфері. Підвищення температури відбувається не тільки в повітрі, а й в ґрунті. Поверхня асфальту дуже сильно прогрівається, особливо влітку. Якщо температура повітря близько +24...+26 °С, тоді температура асфальтованої поверхні може досягати до 55 °С. В зимовий період, ґрунт, який знаходиться під поверхнею асфальту, охолоджується до -10 °С. Середньорічні температури ґрунту в місті значно перевищують, ніж в природних умовах. В місті ця температура може становити +30...+35 °С, а в передмісті може бути лише +20...+25 °С. Що ж стосується опадів, в умовах міста сформована мережа стоків, вода стікає відразу до каналізації. Тоді як опадів в місті на 10-15% більше, то вологість навпаки буде нижчою на 20-25%, ніж за містом.

Ґрунти в урбанізованому середовищі значно відрізняються за складом, неструктуровані. Будівельники часто загортають залишкове сміття в ґрунт і він потім виходить з різними домішками, неродючий. Мікрофлора в ґрунті бідна або відсутня взагалі. В основному, вода, яка надходить в ґрунт з дощем, недоступна для рослини. Спостерігається порушення аерації ґрунтів.

Потрібно розуміти, що не всі рослини, навіть в межах одного виду, здатні однаково добре витримувати стресові чинники. Потрібно добре підбирати форми, які виявляють високу життєздатністю в умовах сучасного міста. Це дуже доцільно в урбаністичному середовищі, оскільки загострюється проблема озеленення техногенно-змінених територій.

Суттєвим стресом на сьогоднішній день виступає атмосферне забруднення: цементний пил та вихлопні гази, які в своєму складі налічують чадний газ, оксиди азоту і, найголовніше, домішки з'єднань свинцю. Все це

осідає на деревах, утворюючи своєрідну плівку, яка майже не змивається водою.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У експериментальній частині роботи проаналізовано вміст фенольних сполук, що беруть участь у формуванні адаптивних реакцій рослинних організмів, а також проведено фенологічні спостереження для виявлення біоіндикаторних ознак змін клімату за умов урбанізованого середовища.

У ході проведення досліджень були використані наступні методи:

- фенологічні спостереження з визначенням циклічності біоритмів та закономірностей проходження вегетації та зимового спокою;
- спектрофотометричні методи при дослідженні вмісту фенольних сполук та флавоноїдів;
- статистичні методи аналізу даних.

Сумарний вміст фенольних сполук та флавоноїдів визначали спектрофотометрично на базі Науково-дослідної лабораторії «Фізіологічних основ продуктивності рослин». В досліджах використовували пагони *Magnolia kobus* та *Magnolia liliflora* на різних стадіях розвитку

- **Підготовка рослинного матеріалу для визначення вмісту загальної суми фенольних сполук та флавоноїдів.** Наважку попередньо висушеного у термостаті за температури 104°C рослинного матеріалу масою 25 мг розтирали у порцеляновій ступці з 25 мг скляного піску. Екстракцію проводили в 1 мл 96 % етилового спирту протягом доби. Результати виражали у міліграмах на грам сухої речовини.
- **Для дослідження вмісту фенольних сполук** використовували реактив Фоліна-Чокальтеу. В якості стандарту для побудови калібрувального графіку використовували рутин. Оптичну густину вимірювали за довжини хвилі 765 нм.

- *Для аналізу вмісту флавоноїдів* з попередньо отриманого екстракту відбирали по 50 мкл розчину для проведення спектрофотометрії з використанням 0,2 % водного розчину азотнокислого цирконілу $ZrO(NO_3)_2 \cdot 2H_2O$. Реакційну суміш витримували у пробірках за кімнатної температури впродовж 15 хв. Оптичну густину вимірювали за довжини хвилі 397,6 нм.

Дослідження проводили в трикратній повторності. Як статистичні показники брали середнє арифметичне (M) та похибку середнього арифметичного (m).

Фенологічні спостереження. Взаємодія генотипу рослин з навколишнім середовищем проявляється за рахунок сезонних ритмів, зміни клімату в цілому. Розвиток рослини, який був сформований історично, залежить від умов зростання на даній місцевості, визначається успішним проходженням всіх фенофаз притаманних саме цій рослині. Актуально використовувати феноспостереження і у зв'язку зі змінами клімату, так як проходження процесів метаболізму рослин тісно пов'язано з температурним фактором. Одним із комплексних еколого-географічних досліджень зміни клімату є фенологічні спостереження з визначенням циклічності біоритмів та закономірностей проходження вегетації та зимового спокою. Основне науково-практичне завдання феноспостережень – чітке уявлення про хід сезонного розвитку.

Фенологічні спостереження дають змогу дослідити сезонні ритми розвитку. За результатами визначається успішність адаптації рослини до певної території зростання, чи буде цей експеримент вдалим впродовж певного періоду. За період спостережень приділяють особливу увагу природно-кліматичним умовам та додають рекомендації подальшого розмноження та вирощування. Не потрібно також забувати про зимо- та посухостійкість досліджуваної рослини, тому що вони є лімітуючими факторами подальшого пристосування (виживання) та розмноження в умовах

зростання. Під впливом сезонних змін у рослини різко змінюється динаміка ростових процесів. Тому фенологічний розвиток розуміють як розвиток сезонний, з роками ці строки не постійні. Відомо, що на дату початку фенологічних ритмів можуть вплинути кліматичні фактори попереднього періоду, також спостерігається залежність зимових температур.

Якщо досліджувати літературні джерела інформації, не можливо повною мірою оцінити та дослідити особливості сезонного розвитку *Magnolia*. Все через брак інформації та зміни клімату за останні 5 років. Сьогодні нам не так важлива зимостійкість. Раніше була проблема в весняних заморозках: денна температура $+15^{\circ}$, а вночі можливі ще морози – потерпали квіткові бруньки, зменшувалась яскравість цвітіння. Влітку, навпаки, брак вологи та дуже пекуче сонце ($+30^{\circ}...+35^{\circ}$). І тому виникає необхідність оновити дані та провести власні спостереження. Фіксуються, зокрема, фенофази: розкриття квіткових бруньок, бутонізація, цвітіння (початок-кінець), розкриття вегетативних бруньок, формування листа.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Еколого-фізіологічні передумови інтродукції видів роду *Magnolia*

Зелені насадження виступають основними елементами в художньому оформленні міста. Магнолії на сьогодні стали популярними в озелененні, навіть приватних ділянок, через свою декоративність. Під час використання екзотичних рослин можна досягти естетичного ефекту на ділянці.

Магнолії ціняться через свою рідкість, оригінальну форму крони, ефектні великі квіти зі специфічним, іноді, ароматом та яскраво забарвлених плодів. Їх успішно використовують у садово-паркових композиціях.

Рясне цвітіння й плодоношення, оригінальна крона та велике листя, квіти – все це особливо ефектно виглядає, коли дерева розміщують як солітерну посадку на газоні, в парках чи скверах, на територіях промислових комплексів. Вони все частіше зустрічаються в партерній частині міських парків.

Листопадні магнолії дуже добре вміють пристосовуватись до нових умов зростання – відмінні кліматичні фактори, район вирощування, і тим самим вони є дуже вдалим вибором інтродуцентів. При виборі магнолій, які зростали в районах Східної Азії та Америки, вирішальним фактором вдалої інтродукції відіграє температура повітря. Ця рослина потребує відповідного зволоження, тому що звикла до вологого клімату. В умовах міста, навіть з посушливим клімату, це можна компенсувати штучним зрошенням ділянки.

Навесні початок квітування починається, коли температура повітря зростає до +5...+10 °С. Днів із середньою температурою +5 °С набагато більше, чим в природних ареалах зростання для деяких листопадних магнолій: Північна Японія, Китай, Корейський півострів. Важливим

показником також виступає температурний мінімум, в осінньо-зимовий період. Кількома роками раніше абсолютний мінімум в Україні становив $-25...-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ і це ускладнювало пристосування та адаптації магнолій. На батьківщині від'ємні температури не опускалися до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$: Японія $-10...-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, Китай $-10...-15\text{ }^{\circ}\text{C}$, Північна Америка $-16...-28\text{ }^{\circ}\text{C}$. Але на сьогоднішній день клімат зазнав деяких змін і таких морозів, які були раніше, в місті не застанеш, інколи трапляються у передмісті – теж рідко. Зі зміною клімату зросла і опірність магнолій до температурного фактору. Сума опадів також відіграє важливу роль для зростання рослин. В нас все ж таки більш посушливий клімат, а магнолії звикли зростати в зволоженому середовищі.

Фенологічні спостереження дають змогу дослідити сезонні ритми розвитку. За результатами визначається успішність адаптації рослини до певної території зростання.

3.2. Фенологічні спостереження для виявлення біоіндикаторних ознак змін клімату за умов урбанізованого середовища

Інтродукція рослин у нові фізико-географічні райони, базується на здатності пристосовуватись до нових умов, яка проявляється у зміні ритмів фізіологічних та біохімічних процесів, морфології росту. При інтродукції рослин у більш жорсткі ґрунтово-кліматичні умови настає зміна форми росту. Менш морозостійкі деревні породи стають кущовидними.

У цілому клімат досліджуваного регіону помірно континентальний з м'якою зимою й теплим засушливим літом. Спостерігається чергування морозів із відлигами в окремі роки, що спричиняє ранню вегетацію та надалі пошкодження морозами пагонів рослин.

Результати аналізу впливу кліматичних даних періоду, що передус початку аналізованої фази на дату її настання, показали значні залежності від

середньодобової температури, атмосферного тиску та вологості. Саме від температурних показників залежать фази цвітіння та дозрівання плодів.

Таблиця 3.1

Фенологічні спостереження за 2020-2021 рр.

Види, гібриди, сорти	Розкриття квіткових бруньок	Цвітіння		Бутонізація	Розкриття вегетативних бруньок	Формування листа
		Поч.	Кін.			
M. denudata	18.03/07.04	29.03/17.04	21.04/07.05	28.03/09.04	10.04/20.05	14.04/10.05
M. obovata	06.05/14.05	13.05/23.05	12.06/22.06	10.05/21.05	04.04/20.04	25.04/05.05
M. stellate	19.03/12.04	01.04/21.04	30.04/16.05	31.03/17.04	10.04/23.04	23.04/29.04
M. acuminate	12.04/10.05	03.05/16.05	03.06/10.06	01.05/14.05	19.04/02.05	26.04/06.05
M.xSoulangiana	29.03/14.04	03.04/02.05	26.04/25.05	02.04/20.04	12.04/03.05	23.04/08.05

При цьому більш високі температури під час початку цвітіння впливають на зміщення дати термінів наступних періодів (масового цвітіння та кінця цвітіння) на більш пізні терміни (табл. 3.1). У разі настання фази дозрівання плодів підвищення температурних показників попередньої фази (кінець цвітіння) зрушує початок плодоношення, на більш ранні терміни.

Можна простежити таку закономірність: в 2021 році сезон весни почався пізно, спостерігається прискорення проходження фенофаз. Рослини чітко реагують на зміни температури повітря, а тривалість вегетаційного періоду пов'язана з кліматичними умовами на даній території. Суттєве значення фенологічні спостереження мають для озеленення населених міст. Вивчення динаміки сезонного розвитку рослин необхідне для оцінки естетичних і санітарно-гігієнічних властивостей впродовж року. Феноспостереження можна використовувати для інтродукції та акліматизації рослин, складання календарів цвітіння, дозрівання та збору плодів і насіння.

Наразі за результатами фенологічних досліджень (2020-2021 рр.) виявлено закономірне зміщення фаз розвитку рослин родини *Magnoliaceae*

залежно від кліматичних умов у роки досліджень. Потепління в зимовий період і заморозки, які були відмічені навесні 2021 року – зумовили затримку фаз розвитку на 1 місяць.

За результатами проведених досліджень можна зробити висновки, що не всі рослини, навіть в межах виду, однаково добре переносять несприятливі умови міського середовища. Подальші анатомо-морфологічні, фізіологічні та фенологічні дослідження дозволять виявити форми з високими адаптаційними властивостями для вирішення проблеми озеленення техногенно-змінених територій.

Якщо вирощувати магнолії в Україні, потрібно забезпечити їх у відповідному догляді, зокрема полив, мульчування навколо стовбура – затримує вологу в ґрунті та не сильно випаровується в повітря.

Рекомендації щодо агротехнічних прийомів вирощування магнолій:

- ✓ захищені від сильних вітрів місця; дренажі, пухкі, вологі, багаті на органічні речовини ґрунти, з високою кислотністю (рН 5,5-6,5); варто уникати місця із застійною вологою, карбонатні та засолені ґрунти.
- ✓ період посадки – остання декада квітня і перша декада травня; при осінній посадці – друга половина вересня та перша половина жовтня; молоді рослини потребують притінення, регулярний полив; при стовбурове коло потрібно замульчувати опалим листям, опадом хвойних дерев та ін., добрива та підживлення рекомендується вносити 2 рази на рік.
- ✓ магнолії з високою інтенсивністю транспірації та з великим листям краще висаджувати на ділянках, захищених від прямих сонячних променів; для закладання квіткових бруньок і цвітіння даним видам необхідне освітлення в другій половині дня.
- ✓ при пересадці із закритого ґрунту у відкритий рекомендується вкривати молоді рослини впродовж 3-х років після пересадки. Винятком може

бути тільки *M. sieboldii* – вид найбільш стійкий до несприятливих кліматичних факторів зимового та весняного періодів.

- ✓ рекомендується з 3-річного віку профодити формуючу обрізку – найкращим періодом є квітень; види *M. kobus*, *M. salicifolia*, *M. x Soulangiana* найкраще реагують на стимулюючу обрізку, результатом якої є рясне цвітіння та плодоношення; також дані види є перспективними для вирощування в горщиковій та кадковій культурі для озеленення зимових садів та ділянок закритого ґрунту.
- ✓ добре виглядають при одиночному розміщенні або розміщенні невеликими групами до 3-5 екземплярів (при врахуванні, що відстань між рослинами повинна становити від 3 до 6 м); вирашно виглядають по сусідству з хвойними породами (*Thuja*, *Taxus*, *Juniperus* та ін.), а також представниками родини *Ericaceae*, *Oleaceae*, *Rosaceae*, *Sapindaceae*, *Hydrangeaceae* та ін.; при посадці також враховується швидкість росту та форму габітуса; бажано вибирати постійне місце зростання, оскільки магнолії не дуже добре переносять пересадку.

Більша частина видів магнолій – мезофіти, північно-американські види – мезогігрофіти. Гібридні форми (*M. x Soulangiana* Soul.) відносно добре переносять ґрунти, які схильні до посушливості. Природний ареал зростання магнолій – гірські ліси і через це, вони погано зростають на посушливих ґрунтах. Також вони не добре переносять заболочені із застійною водою, карбонатні та засолені ґрунти.

Адаптація рослин до несприятливих біотичних та абіотичних факторів безпосередньо пов'язана з білковою системою, яка відповідає на стрес істотними якісними та кількісними перебудовами.

Діагностика стійкості різних видів, сортів, гібридів до несприятливих умов довкілля має велике значення для інтродукції та акліматизації рослин, введення нових сортів і видів та введення їх в культуру. Можна вважати, що дослідження анатомічних і фізіологічних показників усіх типів тканин

багаторічного призначення у магнолій дозволить розкрити механізми пристосування інтродуцентів до відповідних умов зростання.

Отже, якщо враховувати сучасні тенденції з використання магнолій для озеленення, потрібно науково-обґрунтовано підійти до підбору асортименту рослин, які будуть використанні для посадки в населених місцях, також врахувати рівень пристосованості рослин до умов інтродукції та стійкість до несприятливих факторів урбанізованого середовища.

3.3. Адаптивні стратегії рослинних організмів за участю фенольних сполук (флавоноїдів)

Стійкість рослин в екстремальних умовах середовища та виникнення відповідних стрес-реакцій забезпечують фенольні сполуки. На сьогоднішній день фенольні сполуки викликають не аби який інтерес для досліджень, тому що є ендогенними регуляторами фізіологічних процесів негормональної природи. Проявляють захисні процеси за дії несприятливих факторів середовища – УФ-опромінення, патогени, водний та хімічний стреси.

Один з найбільш поширених та багаточисельних класів природних сполук, важлива роль у формуванні фармакологічних властивостей, відносять до необхідних та активних клітинних метаболітів, але раніше вважались кінцевими продуктами обміну. Фенольні сполуки здатні прискорювати або гальмувати ріст рослини, впливаючи на репродуктивні процеси, пригнічувати розвиток патогенів та ін.. Дефіцит азоту, фосфору, калію та сірки стимулюють накопичення фенольних сполук в надлишку. Вологість ґрунту також впливає на рівень накопичення фенольних сполук. Так незначна вологість пригнічує ріст пагонів, але сприяє накопиченню фенольних сполук. З підвищеною вологістю навпаки – швидкий ріст пагонів та гальмування процесу утворення фенольних сполук.

Флавоноїди (антоціани, флавори, флавоноли, халкони, аурони) – надають забарвлення пелюсткам квітів для приваблення комах-запилювачів. Відіграють важливу роль в життєдіяльності рослинного організму – поглинають УФ-світло та запобігають руйнуванню хлорофілу, підвищують стійкість до мікроорганізмів (особливо патогенних грибів). Рівень зимостійкості характеризується адаптивними змінами пігментного комплексу в період зимівлі – збільшення вмісту хлорофілу, каротиноїдів та антоціанів у корі однорічних пагонів, а влітку в листках. Зокрема, антоціани захищають рослини від впливу низьких температур та підвищеної радіації.

В світі ведеться пошук біологічно активних речовин природного походження, дослідження флавоноїдів магнолій є актуальним завданням, вирішення якого може дати цінну інформацію щодо ролі вторинних метаболітів магнолій в процесах регуляції і розвитку рослин та більш повно розкрити біохімічний потенціал даних видів.

Флавоноїди – похідні фенольних сполук (поліфеноли). Найбільша група фенольних сполук і важлива складова метаболізму рослинного організму. Місце нагромадження зв'язних флавоноїдів – рослинні тканини і органи, які відрізняються найбільш високим рівнем обміну речовин. В рослинних клітинах можуть знаходитись як у вільному, так і в зв'язаному стані. Вільні флавоноїди частіше виявляються в органах і тканинах нагромадження – насінні, серцевині дерев, плодах.

Флавоноїдам в останні роки дослідники приділяють значну увагу в зв'язку з їх участю в адаптивних реакціях та забезпеченні стійкості рослин до екстремальних умов середовища. Досліджуються, зокрема, їх захисні властивості – ендогенні регулятори фізіологічних процесів, за дії УФ-опромінення, патогенів, водного, низькотемпературного та хімічного стресів. Ці метаболіти є необхідним елементом загального обміну рослин, задіяні в окисно-відновних процесах.

Отже, враховуючи важливість цих сполук в адаптивній стратегії природних популяцій рослин та недостатність вивчення флавоноїдів у представників роду *Magnolia*, метою роботи було виділення, ідентифікація та визначення динаміки накопичення флавоноїдів в надземних органах різних за стійкістю до низьких температур видів *Magnolia* з огляду на їхню участь в адаптаційних механізмах інтродукованих популяцій.

Для дослідження використовували пагони *Magnolia liliflora* та *Magnolia kobus*, які є різними за стійкістю до низьких температур. Визначено вміст загальної суми фенольних сполук та вміст флавоноїдів (таблиця 3.2). Виявлено, що у пагонах рослин виду *Magnolia liliflora* накопичується на 30% більше фенольних сполук, ніж у рослин виду *Magnolia kobus*. Натомість, вміст флавоноїдів у пагонах рослин виду *Magnolia kobus* на 40% більший у порівнянні з рослинами виду *Magnolia liliflora*. Так як, за даними з літератури *Magnolia kobus* є більш зимостійкою, ймовірно, саме накопичення флавоноїдів є неспецифічною адаптивною реакцією рослин на дію несприятливих факторів довкілля.

Таблиця 3.2

Вміст фенолів та флавоноїдів у пагонах *Magnolia kobus* та *Magnolia liliflora*

Вид	Наважка, г	Оптична густина D при 765 нм	Загальна кількість фенолів	Середнє, феноли	Оптична густина D при 397,6 нм	Кількість флаваноїдів	Середнє, Флаваноїд
Liliflora	0,025	0,125	10,60	10,15	0,031	3,84	3,30
	0,025	0,131	11,11		0,028	3,46	
	0,025	0,103	8,73		0,021	2,60	
Kobus	0,025	0,079	6,70	7,01	0,043	5,32	5,07
	0,025	0,081	6,87		0,041	5,07	
	0,025	0,088	7,46		0,039	4,83	

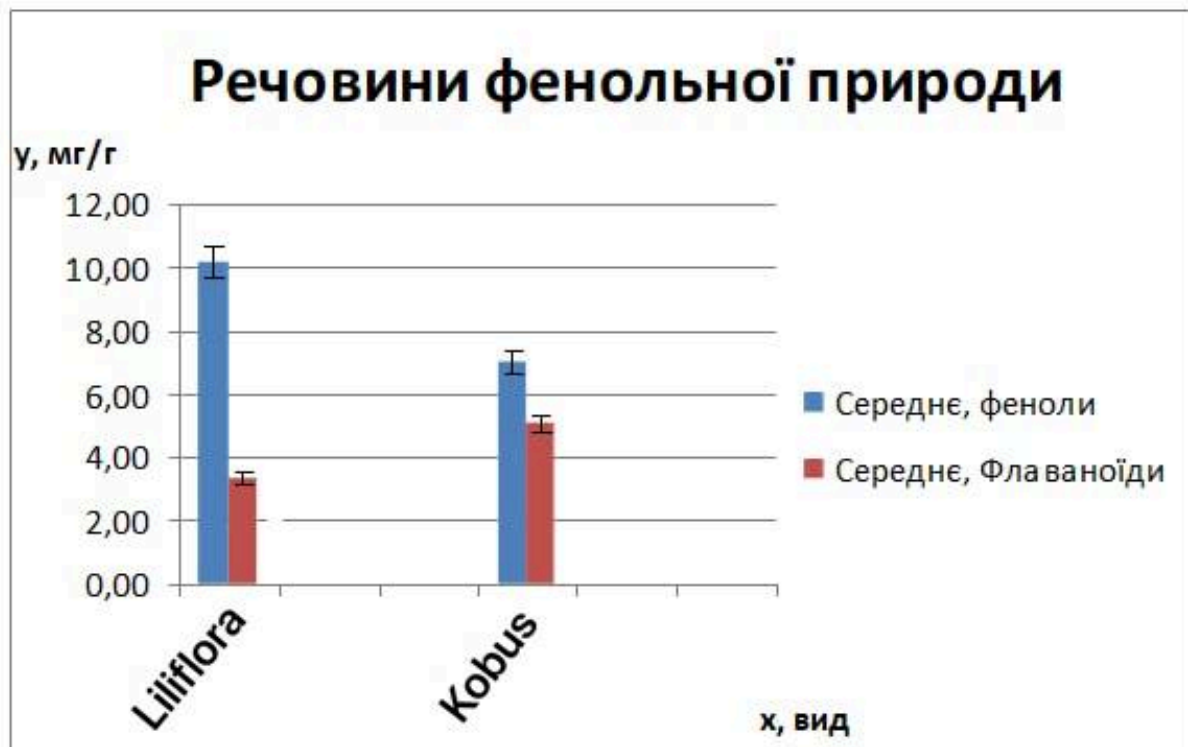


Рис. 3.1. Порівняльний аналіз вмісту речовин фенольної природи в пагонах *Magnolia kobus* та *Magnolia liliflora*

Кількісний вміст флаваноїдів неоднаковий залежно від стадій росту й розвитку рослин, температури навколишнього середовища та рівня зимостійкості виду. Також, можна припустити залежність зміни рівня флаваноїдів від особливостей реакції рослини на тривалість світлового дня та активізації метаболічних процесів. У менш зимостійких видів метаболіти залучаються не так активно до загального обміну, ніж у зимостійких видів.

Дослідивши вміст фенолів та флаваноїдів у пагонах *Magnolia liliflora* та *Magnolia kobus* можна зробити висновки що з двох даних видів *Magnolia kobus* є зимостійкішою та більш стресостійкою в наших кліматичних умовах. У пагонах рослин виду *Magnolia kobus* вміст флаваноїдів зменшується істотніше, ніж у середньо стійких видів *Magnolia liliflora*. Найбільший вміст флаваноїдів спостерігається також у *Magnolia liliflora* під час цвітіння в другій половині квітня. Встановлено, що вміст флаваноїдів є

видоспецифічною ознакою. Отримані дані стосовно динаміки накопичення флавоноїдів у досліджених органах магнолій підтверджують участь цих метаболітів у процесах адаптації нових видів рослин при їх інтродукції в інші умови місцезростання.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано видове та сортове різноманіття видів родини *Magnoliaceae*, зростаючих на території Ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. Під час фенологічних спостережень встановлено, що загальна тривалість вегетаційного періоду досліджуваних видів складає 162-196 діб. Ранніми строками вегетації (березень-квітень) характеризуються *M. acuminata*, *M. kobus*, *M. denudata*, *M. x Soulangiana*.

2. Середня тривалість цвітіння рослин родини *Magnoliaceae* у Києві становить: *M. denudata* – 20 діб., *M. obovata* – 29 діб., *M. stellata* – 25 діб., *M. acuminata* – 24 доби., *M. x Soulangiana* – 26 діб. Тривалість життя однієї квітки – 6-13 діб. Для *M. x Soulangiana* відмічено повторне цвітіння восени.

3. Механізми адаптивної стратегії магнолій визначаються комплексом фізіологічних та анатомо-морфологічних пристосувальних ознак за якими встановлені найбільш зимостійкі види: *M. acuminata*, *M. obovata*, середньо стійкі – *M. denudate*, найменш зимостійкі - *M. stellata*.

3. Найбільший вміст фенольних сполук та флавоноїдів виявлений у пагонах рослин виду *Magnolia kobus*. Отримані дані підтверджують участь цих метаболітів у процесах адаптації нових видів рослин при їх інтродукції в інші умови місцезростання.

4. Впровадження в озеленення міст рідкісних екзотичних рослин потрібно розглядати паралельно з діагностикою їх стійкості до цілого спектру негативних чинників урбанізованого середовища. Листопадні магнолії є перспективним вибором інтродуцентів для озеленення, оскільки володіють високим адаптаційним потенціалом та декоративністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Dandy J.E. (1927). *Key to the species of Magnolia*. J. Roy Hort. Soc. Vol. 52.
2. Dandy J.E. (1971). *The classification of the Magnoliaceae*. Newstett. Amer. Magnolia Soc. Vol. 8, № 1.
3. Candolle A.P. (1817). *De Magnolia Kegni Vegetabilis Sistema Naturale*. Magnolia.
4. Linnaeus C. (1754). *Genera Plantarum Ed. 5 Magnolia*. Holmiae.
5. Алексашина В.В. (2018). *Влияние эффекта острова тепла на экологию мегаполиса*: НИУ МГСУ, 5, сс. 36-40.
6. Барабаш М.Б., Гребенюк Н.П., Татарчук О.Г. (2007). Особливості зміни ресурсів тепла та вологи в Україні при сучасному потеплінні клімату. *Наук. праці УкрНДГМІ*, вип. 256, сс. 174-186.
7. Бобров А.В., Мекилян А.П., Романов М.С. (2009). Морфогенез плодів *Magnoliophyta*. ЛИБРИКОМ, 400 с.
8. Бойченко С.Г., Карамушка В.І., Тищенко О.В., Мохнач Р.Ю. (2017). Екологічні загрози для біорізноманіття в Києві від змін клімату. *Доповіді НАН України. Екологія*, 12, сс. 104-111.
9. Гребенюк Н.П. (2010). *Динаміка температури повітря та опадів у Києві в умовах сучасного клімату*. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. Т. 3 (20), сс. 185-191.
10. Григоренко И.В. (2001). Эколого-биологические исследования некоторых представителей семейства *Magnoliaceae* Juss. в условиях Украины. *Атореф. дис. ... канд. биол. наук*. Киев, с. 18.
11. Грушвицький И.В. (1961). Роль недоразвития зародыша в эволюции цветковых растений. *Комаровские чтения*. Вып. 14, с. 48.
12. Демченко М.К., Футорна О.А., Баданіна В.А., Смірнов О.Є., Ольшанський І.Г., Таран Н.Ю. *Продихові комплекси листків представників листопадних магнолієвих як маркери терморегулюючої та мікрокліматотворюючої*

- здатності рослин. Науково-практичний журнал. Екологічні науки № 1 (24), Т. 1, сс. 149-159.
13. Каменева Л.А. (2018). *Биология цветения и плодоношения представителей рода Magnolia L. (Magnoliaceae Juss.) в условиях культуры на юге российского дальнего востока.* 140 с.
 14. Коршук Т.П., Палагеча Р.М. (2007). *Магнолії (Magnolia L.).* Монографія. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 207 с.
 15. Колісніченко О.М. (2004). *Сезонні біоритми та зимостійкість деревних рослин.* Фітосоціоцентр, 176 с.
 16. Крылова А.Б. (2014). *Мониторинг формирования и развития «теплого острова» города Киева.* Український журнал дистанційного зондування Землі 2, сс. 35-37.
 17. Кучерявий В.П. (2001). *Урбоекологія: Підручник.* Львів: Світ, 440 с.
 18. Мінченко Н.Ф. (1970). *Інтродукція магнолій в ЦРБС АН УРСР. Інтродукція і акліматизація рослин на Україні.* Вип. 4, сс. 55-63.
 19. Мінченко Н.Ф., Коршук Т.П. (1987). *Магнолии на Украине.* К.: Наукова думка, 184 с.
 20. Мінченко Н.Ф. (1983). *Современный культурный ареал магнолий как показатель их экологической пластичности.* Всесоюзная конференция по теоретическим основам интродукции растений. – М.: Издание Главного Ботанического сада АН СССР, 63 с.
 21. Мінченко Н.Ф. (1982). *Сезонное развитие магнолии обратнойцевидной в Киеве.* VII съезд Украинского ботанического общества. Киев: Наук. Думка, сс. 150-151.
 22. Нужина Н.В., Палагеча Р.М. (2020). *Анатомічні особливості листка реліктових видів рослин у зв'язку з посухостійкістю.* Природний альманах, сс. 75-84.
 23. Нужина Н., Голубенко А., Палагеча Р., Футорна О., Гензерська Н., Гайдаржи М. (2020). *Вплив короткотривалої гіпертермії на реліктові*

- рослини *Ginkgo L.* та *Magnolia L.*: *Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка. Біологія.* 3 (82), сс. 67-72.
24. Палагеча Р.М., Бисов А.С., Дмитрієв О.В., Таран Н.Ю. (2013). Методичні рекомендації з розмноження та культивування магнолій (*Magnolia L.*) в Україні (науково-практичне видання) – К.: АВЕГА, 47 с.
 25. Палагеча Р.М., Таран Н.Ю., Бацманова Л.М. (2009). Фізіологія зимостійкості та інтродукції деяких видів роду магнолій (*Magnolia L.*) в умовах Київського Полісся. *Наукове видання. – Київ. Фітосоціоцентр*, 167с.
 26. Палагеча Р.М. (2012). Інтродукція північно-американських видів листопадних магнолій у Ботанічному саду Київського університету та використання їх у ландшафтному мистецтві. *Вісник КНУ ім. Тараса Шевченка*, сс. 34-37.
 27. Палагеча Р.М. (2004). Залежність водного режиму пагонів магнолій від сформованості покривної тканини. *Бюл. Никитського ботанического сада.* Вып. 89, сс. 98-100.
 28. Палагеча Р.М. (2002). Механічні тканини кори видів роду *Magnolia* як таксономічна ознака. *Вісн. Київськ. Університету «Інтродукція та збереження рослинного різноманіття».* Вип. 5, сс. 71-73.
 29. Палагеча Р.М., Грохольський В.В., Китаєв О.І., Фомічова С.В. (2005). Морозостійкість тканин пагонів листопадних магнолій. *Вісн. Київськ. Університету «Інтродукція та збереження рослинного різноманіття».* Вип. 8, сс. 52-55.
 30. Петухова И.П. (2003). Магнолии в условиях юга российского Дальнего Востока. *Дальнаука*, 103 с.
 31. Петухова И.П. (1981). *Эколого-физиологические основы интродукции древесных растений.* Наука, 124 с.
 32. Пироженко Г.С., Монастирецька К.В. (1953). Ґрунти ботанічного саду ім. акад. О.В. Фоміна. *Труди Ботанічного саду КДУ, № 23*, сс. 147-152.

- 33.Полищук Л.К. (1962). *Морозостійкість рослин*. К.: Вища шк., 120 с.
- 34.Радомська М.М., Юрків М.В. (2016). Оцінка ступеня адаптації урбосистеми міста Києва до кліматичних змін. *Вісник ЛДУ БЖД* № 14, сс. 102-108.
- 35.Сліпушенко К.П. (1963). Магнолієві у ботанічному саду. *Праці Ботанічного саду Львівського університету*. Львів, сс. 85-92.
- 36.Таран Н.Ю., Футорна О.А., Ольшанський І.Г., Тищенко О.В., Бойченко С.Г., Баданіна В.А., Світлова Н.Б. Перспективи подолання негативного впливу проявів кліматичних змін на урболандшафти київського мегаполісу на основі підбору стрес-толерантних видів рослин світової флори. *Науково-практичний журнал. Екологічні науки* № 2 (21), сс. 114-118.
- 37.Тахтаджян А.Л. (1966). Система и филогения цветковых растений.
- 38.Тахтаджян А.Л. (1980). Жизнь растений. Т. 5, Ч. 4, 430 с.
- 39.Фомін О.В. (1925). Наслідки акліматизаційних спроб у Київському Ботанічному саду. *Вісник Київського Ботанічного саду*. Вип. 2, сс. 3-8.
- 40.Шевченко О.Г. (2014). Вразливість урбанізованого середовища до змін клімату. *Фізична географія та геоморфологія*. Вип. 4 (76), сс. 112-120.
- 41.Шевченко О.Г., Сніжко С.І., Самчук Є.В. (2011). Температурні аномалії великого міста. *Український гідрометеорологічний журнал*, № 8, сс. 67-73.
- 42.Шовган Ю.А. (2011). Особливості сезонного розвитку Магнолії оголеної в умовах Львова. *Науковий вісник НТЛУ України, м. Львів. Збірник науково-технічних праць*, сс. 84-88.
- 43.Шульц Т.Э. (1981). *Общая фенология*. Наука, 188 с.

