

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів
Кафедра екології та біомоніторингу**

**Оцінка еколого-фенологічних змін сакури в умовах
кліматичних коливань (на прикладі м. Чернівці)**

**Кваліфікаційна робота
Рівень вищої освіти - другий (магістерський)**

Виконав:

студент II курсу, 203-М групи
спеціальності 101 – Екологія
Марк ЗУБІК

Керівник: к.б.н., асист.

Оксана ЗАРОЧЕНЦЕВА

Рецензент: _____

До захисту допущено:

Протокол засідання кафедри № 6

від « 27 » листопада 2025 р.

зав. кафедри _____ проф. Марія ФЕДОРЯК

Чернівці – 2025

АНОТАЦІЯ

Зубік М.В. Оцінка еколого-фенологічних змін сакури в умовах кліматичних коливань (на прикладі м. Чернівці). *Кваліфікаційна робота другого (магістерського) рівня вищої освіти*. Спеціальність 101 Екологія. Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича. Чернівці, 2025.

Магістерська робота присвячена оцінці еколого-фенологічних змін сакури (*Prunus serrulata* Lindl.) в умовах кліматичних коливань на прикладі м. Чернівці. У роботі проаналізовано метеорологічні показники за 2023 та 2025 роки, розраховано суми активних і ефективних температур, побудовано феноспектри та визначено тривалість вегетаційного циклу сортів 'Kanzan' і 'Amanogawa'. Встановлено сортові відмінності строків цвітіння та вегетації, а також обґрунтовано доцільність використання сакур в озелененні урболандшафтів і їх потенційну роль у підтриманні кормової бази запилювачів.

Ключові слова: сакура, Kanzan, Amanogawa, фенологічні спостереження, активні температури, ефективні температури.

ABSTRACT

Zubik M.V. Assessment of ecological and phenological changes of cherry blossom under climate variability (a case study of Chernivtsi City). *Qualification work of the (second (master) level of higher education*. Specialty 101 Ecology. Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University. Chernivtsi, 2025.

The master's thesis focuses on the assessment of ecological and phenological changes of cherry blossom trees (*Prunus serrulata* Lindl.) under climate variability using Chernivtsi city as a case study. Meteorological parameters for 2023 and 2025 were analyzed, sums of active and effective temperatures were calculated, and phenospectra were constructed to determine the duration of the vegetation period of 'Kanzan' and 'Amanogawa' cultivars. Cultivar-specific differences in flowering time and vegetation length were identified. The feasibility of using ornamental cherry trees in urban green infrastructure and their potential role in supporting pollinators is substantiated.

Key words: sakura, Cherry blossom, Kanzan, Amanogawa, phenological observations, active temperatures, effective temperatures.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Марк ЗУБІК

(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	5
1.1. Зелені насадження в міських екосистемах та роль сакур як декоративних деревних видів	5
1.2. Еколого-фенологічні дослідження вивчення деревних рослин: наукові підходи та сучасні інструменти аналізу	17
1.3. Фенологічний розвиток деревних рослин та кліматичні зміни	25
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ	31
2.1. Об'єкт, предмет та матеріали дослідження	31
2.2. Фізико-географічна характеристика регіону дослідження	33
2.3. Методологія проведення дослідження	35
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ	38
3.1. Динаміка основних метеопоказників на території м. Чернівці в 2023 та 2025 років	38
3.2. Фенологічний розвиток сакур сортів 'Kanzan' та 'Amanogawa' в контексті кліматичних змін на основі аналізу фенологічних спектрів	41
ВИСНОВКИ	54
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	55
ДОДАТКИ	62
ДОДАТОК А Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	63

ВСТУП

Сучасний етап розвитку суспільства характеризується поєднанням інтенсивних процесів урбанізації та посиленням проявів глобальних кліматичних змін (Population Prospects..., 2022). Зростання чисельності населення міст супроводжується трансформацією природних компонентів урболандшафтів, підвищенням антропогенного навантаження та зміною мікрокліматичних умов. За таких обставин зелені насадження міських територій набувають особливого значення як елемент екологічної стабілізації, покращення якості життя населення та забезпечення екосистемних послуг. Одним із ключових напрямів сучасних екологічних і ландшафтних досліджень є оцінка реакції деревних рослин на кліматичні коливання, що дозволяє прогнозувати адаптаційні можливості міських фітоценозів.

В умовах глобального потепління фенологічні спостереження розглядаються як ефективний інструмент виявлення біологічних відповідей рослин на зміни температурного режиму та вологості. Особливої актуальності такі дослідження набувають у містах, де поєднання кліматичних змін і ефекту «міського теплового острова» може суттєво впливати на ритміку розвитку деревних порід (Chung et al., 2011; Primack et al., 2009; Allen et al., 2014;).

Японські вишні (*Prunus serrulata* Lindl.) є одними з найбільш поширених декоративних дерев у міському озелененні завдяки високим естетичним якостям, різноманіттю сортів та відносній екологічній пластичності. Сакури широко використовуються в озелененні вулиць, парків і скверів, формуючи візуальну привабливість міського середовища та сприяючи підвищенню рекреаційної цінності зелених зон. Крім декоративної функції, ранньовесняне цвітіння сакур має екологічне значення, оскільки вони можуть частково забезпечувати кормову базу для комах-запилювачів на початку вегетаційного сезону (Kuitert et al., 1999; Струтинська, 2021).

Разом із тим, численні наукові дослідження свідчать про високу чутливість сакур до температурних умов зимово-весняного періоду. Підвищення середньомісячних температур та зростання частоти кліматичних

аномалій зумовлюють зміщення термінів цвітіння, зміну тривалості вегетаційного циклу та потенційні порушення фенологічної синхронності між рослинами і запилювачами. Такі процеси можуть мати як екологічні, так і соціально-економічні наслідки, зокрема для міського озеленення та планування зелених насаджень.

Місто Чернівці, розташоване в межах Передкарпатського регіону, характеризується помірно-континентальним кліматом із вираженими сезонними коливаннями температури та опадів. Останні роки відзначаються відхиленнями метеорологічних показників від кліматичної норми, що створює передумови для дослідження реакції декоративних деревних видів на сучасні кліматичні умови. Вивчення фенологічних особливостей сакур у межах міського середовища Чернівців є важливим з точки зору оцінки їхньої адаптивності та доцільності подальшого використання в озелененні урболандшафтів.

Метою кваліфікаційної роботи є порівняння фенологічного розвитку квітучих японських вишень (*Prunus serrulata* Lindl.) сортів ‘Kanzan’ та ‘Amanogawa’ в умовах урбоекосистеми м. Чернівці в 2023 та 2025 рр.

Відповідно до мети визначено наступні **завдання**:

- Провести аналіз температурного режиму та умов зволоження території дослідження за період спостереження 2023 р. та 2025 р.
- Здійснити розрахунок сум активних та ефективних температур для онтогенезу сакури
- Побудувати феноспектри та порівняти тривалість вегетаційного циклу та терміни настання фенофаз у сакур двох сортів в 2023 р. та 2025 р.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Зелені насадження в міських екосистемах та роль сакур як декоративних деревних видів

Стрімке зростання чисельності населення світу протягом останніх десятиліть зумовило інтенсивне розширення міських територій та формування нових урбанізованих ландшафтів. За даними ООН, частка міського населення зросла з 30 % у 1950 році до понад 55 % у 2020 році, і за прогнозами досягне 68 % до 2050 року (Рис. 1.1) (World Population Prospects, 2022; Buettner, 2020).

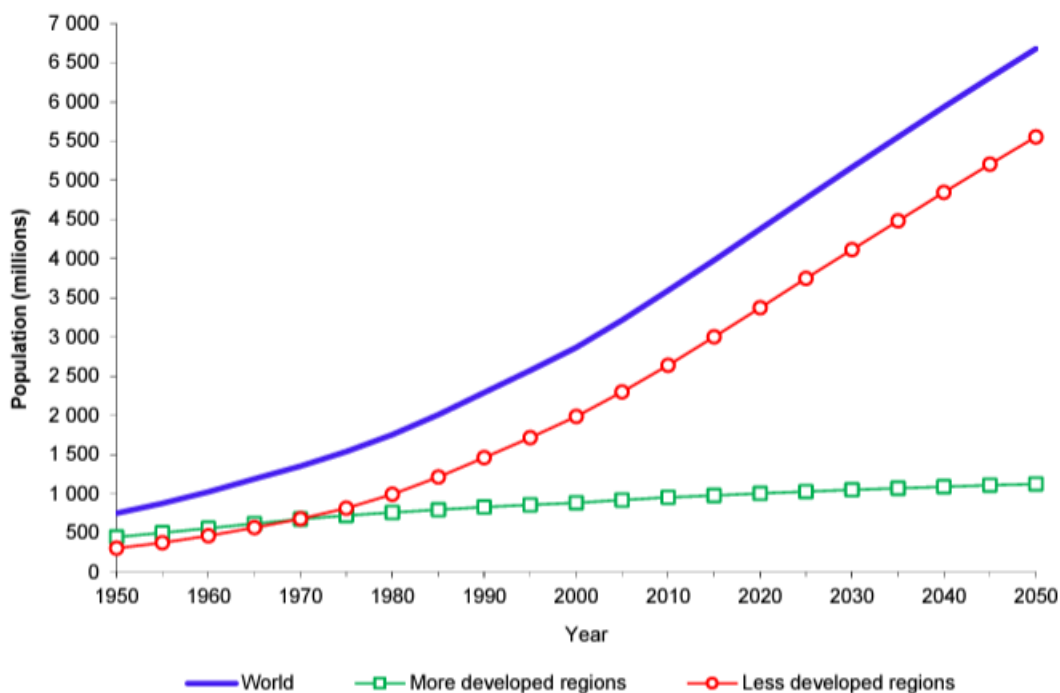


Рис. 1.1. Оцінка та прогноз міського населення світу в більш розвинених та менш розвинених регіонах, 1950-2050 pp. (World Urbanization Prospects..., 2022)

Дослідження Seto та співавторів 2012 року прогнозує майже потроєння світових міських територій до 2030 року порівняно з 2000 роком, що матиме значний негативний вплив на біорізноманіття та вуглецевий цикл. Основна частина цієї урбаністичної експансії очікується у Східному Китаї, Індії та Африці, вимагаючи інтегрованого планування землекористування для мінімізації глобальних наслідків. Збільшення густоти населення, концентрація промислових, транспортних та комунальних об'єктів сприяють погіршенню екологічних умов, зростанню теплових островів, забрудненню повітря та

деградації природних екосистем (Seto et al., 2012). Такі процеси спричиняють суттєві зміни у структурі міських екосистем, зменшують біорізноманіття та підвищують екологічну вразливість урбанізованих територій. Рослинність відіграє фундаментальну роль у збереженні біологічного різноманіття міських територій. Зелені насадження мають вирішальне значення для збереження видів у міських ландшафтах, від ізольованих дерев до значних за площею ділянок (Thaden et al., 2021).

Зростання міських територій переважно зумовлене перетворенням природних ландшафтів і сільськогосподарських земель на урбанізовані простори. Просторова структура міст та взаємозв'язки між їхніми елементами ускладнюються внаслідок збільшення густоти населення, інтенсивної забудови, широкого використання бетону й скла, активного розвитку транспортної інфраструктури, інженерних мереж та інформаційних технологій. Сукупність цих процесів чинить негативний вплив на довкілля, змінюючи умови існування, ріст і розвиток деревних рослин у межах міських екосистем (рис. 1.2). Стресові чинники, яким піддаються дерева в урбанізованому середовищі, найчастіше пов'язані з кліматичними особливостями, тривалим забрудненням та дією біотичних пошкоджень.

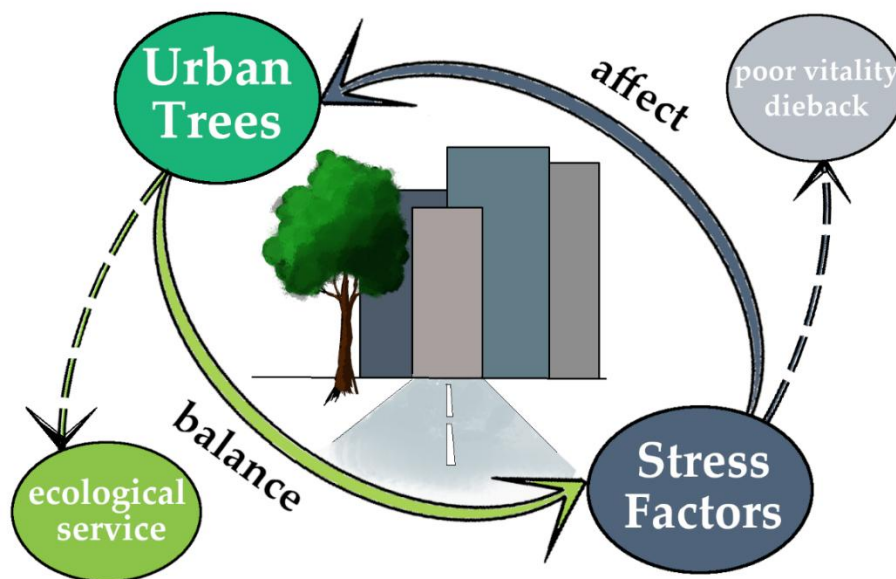


Рис. 1.2. Модель функціонування урбоекосистеми під впливом стресових чинників (Czaja, Kolton, Muras, 2020)

У контексті цих трансформацій середовища, пов'язаних із урбанізацією зростає роль зелених насаджень як ключового елемента міської інфраструктури. Міські зелені зони забезпечують широкий спектр екосистемних послуг, включно з очищенням повітря, регуляцією мікроклімату, підтриманням біорізноманіття та покращенням соціального благополуччя населення (Schwaab et al., 2021).

Liang та Huang проаналізували ряд досліджень, які зосереджуються на впливі властивостей міських дерев (таких як розмір крони, площа листя та висота) на надання ними екосистемних послуг, включаючи регуляторні, забезпечувальні та культурні послуги. Автори запропонували рамкову модель «властивості–послуги» (рис. 1.3) для більш ефективного вибору видів дерев у міському плануванні, які найкраще відповідатимуть потребам міського середовища, наприклад, для пом'якшення спеки, регулювання зливових стоків або зменшення шуму (Liang & Huang, 2023).

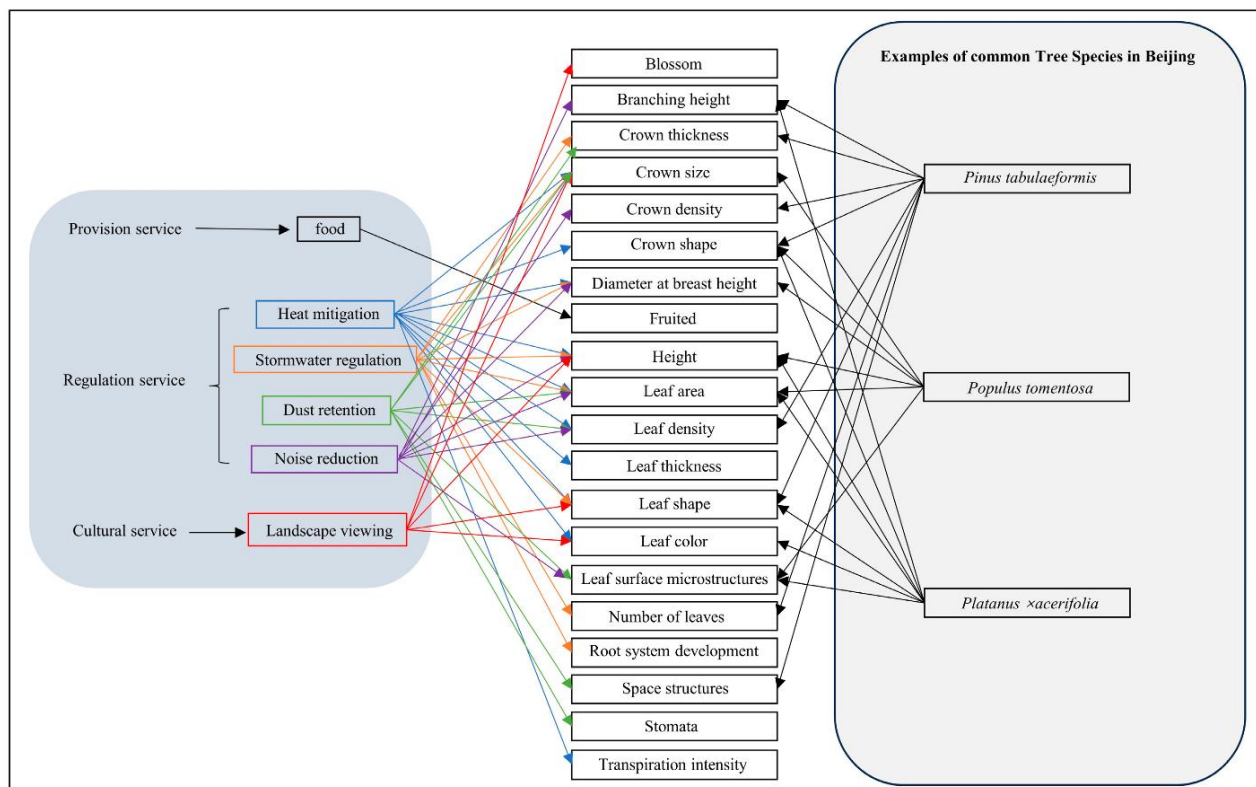


Рис. 1.3. Екосистемні послуги дерев та фактори, що на них впливають (Liang & Huang, 2023)

На рисунку представлено 3 основних блоки інформації – 1) екосистемні послуги (послуги забезпечення, регулюючі та культурні послуги) та конкретні приклади (наприклад, трофічні послуги, пом'якшення спеки, регулювання стоку зливових вод, зниження шуму та ін); 2) перелік морфологічних та фізіологічних характеристик дерев (наприклад, цвітіння, висота розгалуження, товщина крони, площа листка, продихи, інтенсивність транспірації); 3) поширені види дерев. Блоки з'єднані кольоровими лініями, що вказують на кореляції або внесок: наприклад, зменшення пов'язане з густиною та товщиною крони.

Схема наочно демонструє комплексний підхід до оцінки функцій міських зелених насаджень, пов'язуючи біологічні властивості рослин із користю, яку вони надають міському середовищу та прикладами поширених видів дерев у Пекіні (Liang & Huang, 2023).

Територія, яку займає місто має змінений біом зі збідненим складом. На Для міських екосистеми характерне відмінне від природних на поширення видів і функціонування екосистем. Едафотоп значно пошкоджений, ущільнений, відкриті верхні горизонти засмічені органічними та мінеральними включеннями антропогенного походження, такими як скло, пластик, метал, побутове та будівельне сміття). Також значна частина ґрунтового покриву зайнята будівлями та асфальтовим та бетонним покриттям. В межах міських систем спостерігається тепліший і сухіший клімат порівняно з навколишніми природними екосистемами та агроекосистемами (Czaja, Kołton, Muras, 2020; Mollashahi, Szymura, 2021).

Зелену інфраструктуру трактують як «цілеспрямовано сформовану мережу природних і напівприродних територій у поєднанні з іншими елементами довкілля, створених і керованих для забезпечення широкого комплексу екосистемних послуг» (Whitten, 2022). Mollashahi та Szymura зазначають, що до структури зеленої інфраструктури належать зелені дахи, дощові сади, міські парки, охоронювані природні території, придорожні насадження та інші подібні просторові елементи (Mollashahi, Szymura, 2021).

McKinney та співавтори розглядають міську зелену мережу ще ширше, включаючи до неї залишки та відновлені природні екосистеми, занедбані агроландшафти, приватні подвір'я, сади, парки, вуличні насадження, газони, пустирі та навіть окремі дерева (McKinney et al., 2018).

Дослідження Schwaab та співавторів зосереджується на ролі міських дерев у зниженні температури поверхні суші у 293 містах Європи. Використовуючи супутникові дані високої роздільної здатності автори виявили, що міські дерева загалом ефективніше знижують температуру поверхні суші порівняно з бездеревними міськими зеленими насадженнями, причому їхній охолоджувальний ефект у деяких регіонах у 2–4 рази вищий (рис. 1.4).

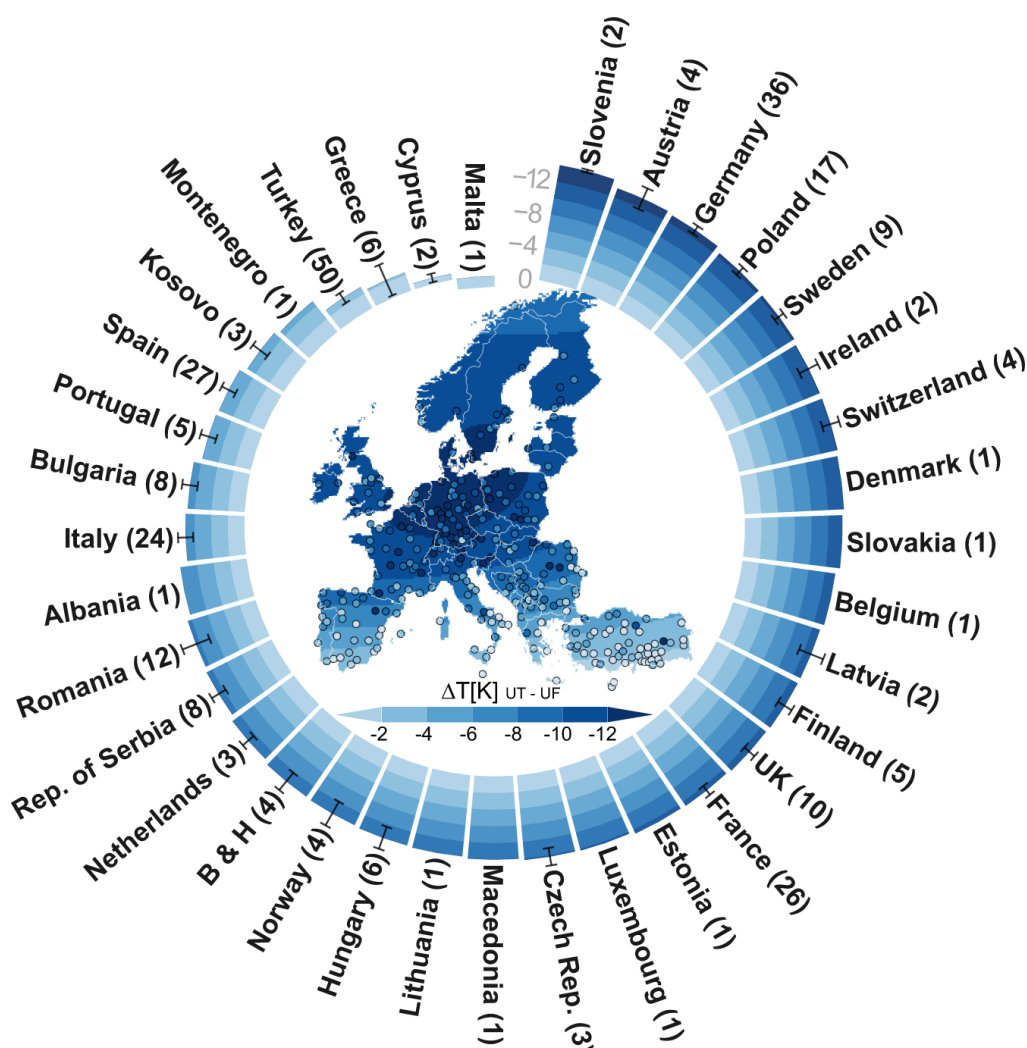


Рис. 1.4. Регіональні відмінності в різниці температур (ΔT) під час екстремально спекотних періодів між районами на 100% вкритими міськими деревами, та районами на 100% вкритими суцільною міською інфраструктурою (Schwaab et al., 2021)

При цьому ефективність охолодження суттєво залежить від кліматичного контексту, оскільки найбільше зниження температури спостерігається в Центральній Європі, а найменше – у посушливих південноєвропейських регіонах, де охолоджувальна здатність може зменшуватися під час спеки через обмежену вологість ґрунту. Результати підкреслюють важливість вибору типу рослинності та кліматичної адаптації для ефективної боротьби з міською спекою (Schwaab et al., 2021).

Передбачається, що урбанізовані зелені простори мають посилювати екологічну стійкість міських ландшафтів та сприяти поліпшенню довкілля, виходячи далеко за рамки суто рекреаційних функцій (Sustainable Development..., 2022; Whitten, 2022). Це охоплює різноманітні стимули, регуляторні механізми та програми, спрямовані на збереження і розвиток рослинного покриву в містах, а також численні ініціативи з урбаністичного озеленення та насадження дерев. Планування зелених зон сьогодні посідає пріоритетне місце в політиці сталого розвитку великих міст, що відображає зростання усвідомлення багатофункціональної ролі різних типів міських зелених насаджень.

У 2018 році зелена інфраструктура у 38 країнах-членах Європейської Агенції з охорони навколишнього середовища (EEA-38), за винятком Ліхтенштейну становила в середньому 42% площі міст. Однак ця площа відрізнялася як між країнами, так і в межах окремих країн. Європейським містом із найнижчою загальною площею зелених насаджень, яка становить 6,8% від загальної площі міста, є Трнава, Словаччина, містом із найбільшою часткою зелених насаджень є Касерес в Іспанії – 95,8%. У деяких випадках висока частка зелених насаджень зумовлена значною площею адміністративної території міста, наприклад, включаючи лісові масиви навколо центру міста. Крім того, площа загальнодоступних зелених насаджень значно менша за загальну площу зелених насаджень у містах і, за оцінками, в середньому становить лише 3% від загальної площі міста. Проте в таких містах, як Женева (Швейцарія), Гаага (Нідерланди) та Памплона/Ірунья

(Іспанія), доступні зелені насадження становлять понад 15% від загальної площі міста. На рис. 1.5 порівнюється рівень забезпеченості зеленими зонами у столицях 38 країн ЄЄЗ.

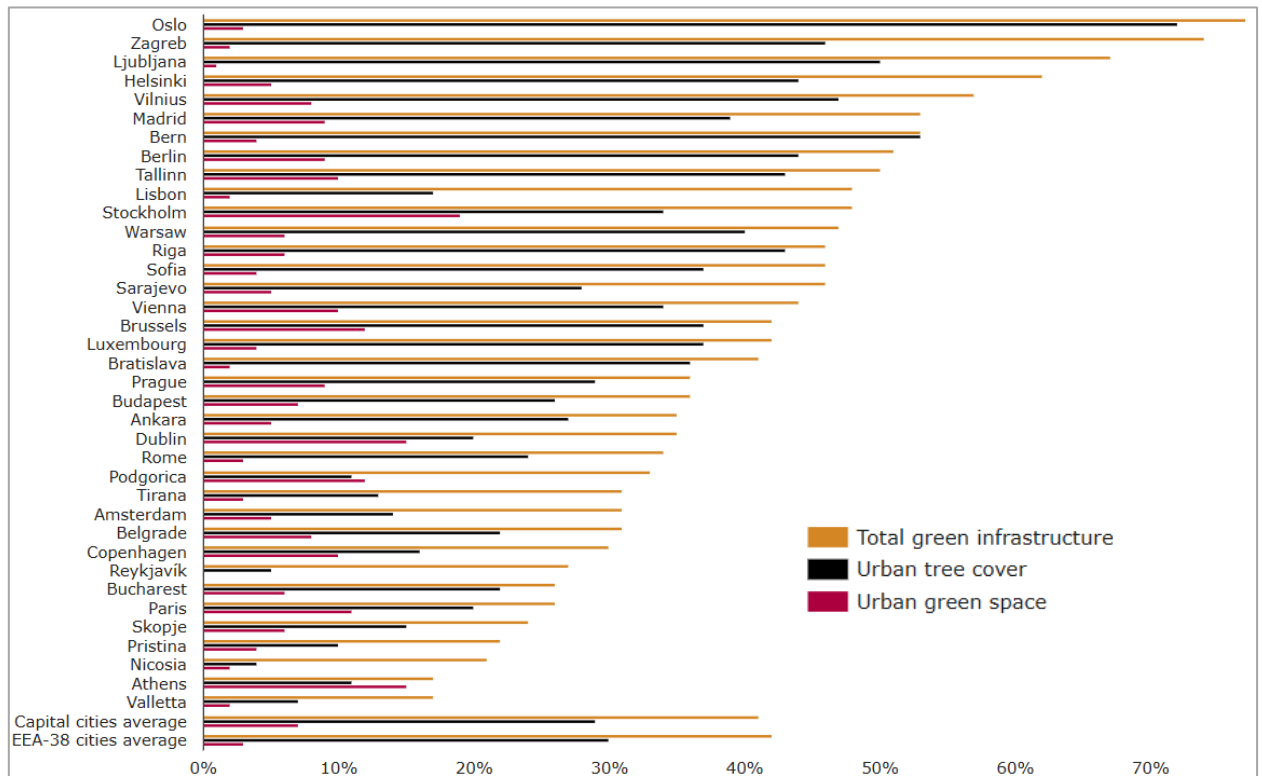


Рис. 1.5. Відсоток загальної зеленої інфраструктури, міських зелених насаджень та міського деревного покриву європейських столиць

Міста Фінляндії та Норвегії мають найвищу частку деревного покриву, понад половину міських площ, тоді як міста Кіпру, Ісландії та Мальти мають найнижчу, менше 10%. Порівнюючи лише столиці, лісовий покрив коливається від 4% у Нікосії до 72% в Осло (Рис. 1.5). Загалом, згідно з даними за 2012 рік, площа загальнодоступних зелених насаджень на одного мешканця, як правило, вища в містах північних європейських країн, ніж у містах південних та східних європейських країн, за винятком Польщі, де загальнодоступні зелені насадження на одного мешканця також вищі (Maes et al., 2019).

Розглядаючи столиці Європи частка міських зелених насаджень (тобто доступних рослинних зон, таких як громадські сади, парки, міські ліси та кладовища) загалом є відносно низькою; тим не менш, деякі столиці (наприклад, Стокгольм, Дублін чи Афіни) як правило мають вищу частку

таких загальнодоступних зелених насаджень. У звіті «Підвищення стійкості міських екосистем за допомогою зеленої інфраструктури», показано, що менше половини міського населення Європи проживає в межах 300 м від парку, з великими відмінностями по всій Європі. Наприклад, хоча понад 80% населення Стокгольма має доступ до громадського парку, розташованого за 300 м звідси, в Іракліоні, Греція, таким доступом користується менше 20% (рис. 1.6) (Maes et al., 2019).

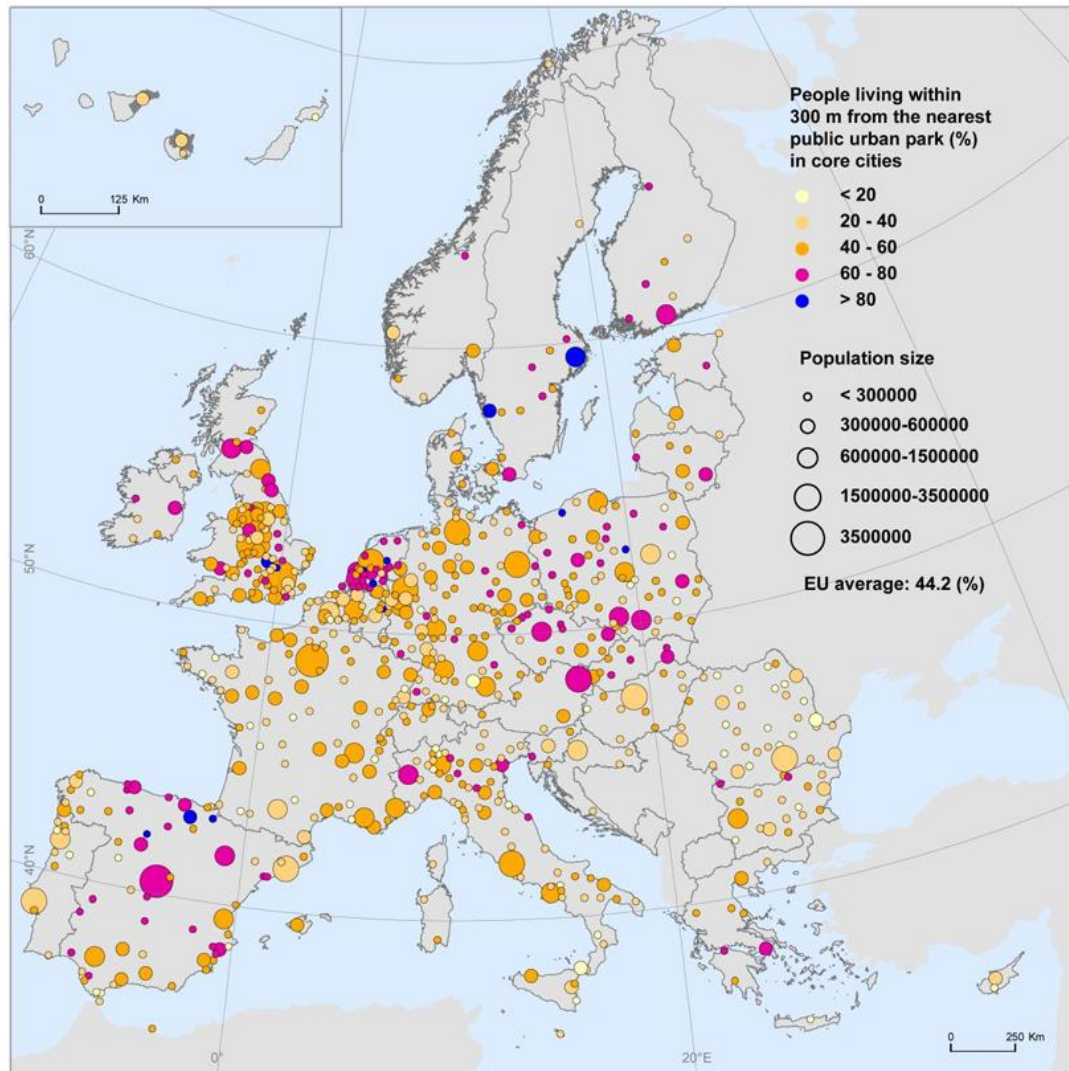


Рис. 1.6. Частка населення в межах 300 м від громадського парку в центрах європейських міст

В українському нормативному полі озеленені території переважно трактуються як «зелені насадження». На думку Юхновського та Зібцевої, таке визначення є застарілим і не узгоджується з сучасними європейськими

підходами, що зумовлює необхідність оновлення концепції озеленення міських просторів в Україні. Досліджуючи динаміку озеленення, автори звернули увагу на сталі тенденції до зменшення площ зелених зон у розрахунку на одного жителя: якщо у 1930 році цей показник становив 20–36 м², то у 1992 році – лише 6–12 м². Крім того, мінімальні площі парків, садів і скверів в Україні значно поступаються аналогічним нормам інших пострадянських держав, що спричиняє фрагментацію урбоєкосистем і посилює екологічні ризики (Юхновський, Зібцева, 2018).

Значні за площею зелені насадження забезпечують сталість середовища існування та ресурсну базу для збереження біорізноманіття. Урбаністичне озеленення виконує ключову роль у формуванні сприятливого мікроклімату, регулюючи температурний режим завдяки оптимальному рівню випаровування з міських поверхонь. Зелені зони створюють локальні «острівці охолодження», де середня температура приблизно на 2 °С нижча, а відносна вологість на 4% вища порівняно з щільно забудованими територіями міста (Rahman et al., 2020).

Державні будівельні норми України ДБН Б.2.2-12:2018 «Планування і забудова територій» є комплексним та оновленим нормативним документом, який замінив ДБН 360-92, що втратили чинність 23 квітня 2018 року (Про затвердження ДБН Б.2.2-12:2018). Ці норми регламентують підходи до управління зеленими насадженнями, визначають статус і класифікацію зелених зон у межах населених пунктів, а також встановлюють нормативи площ ландшафтних і рекреаційних територій залежно від фізико-географічних умов та розміру міста (Державні будівельні норми..., 2018).

У містах України зелені насадження охоплюють близько 4,6 тис. км², що становить 38,4 % площі міських територій, тоді як частка зелених зон загального користування сягає 13,4 %. Середня забезпеченість населення становить 16,3 м² зелених насаджень на одного мешканця.

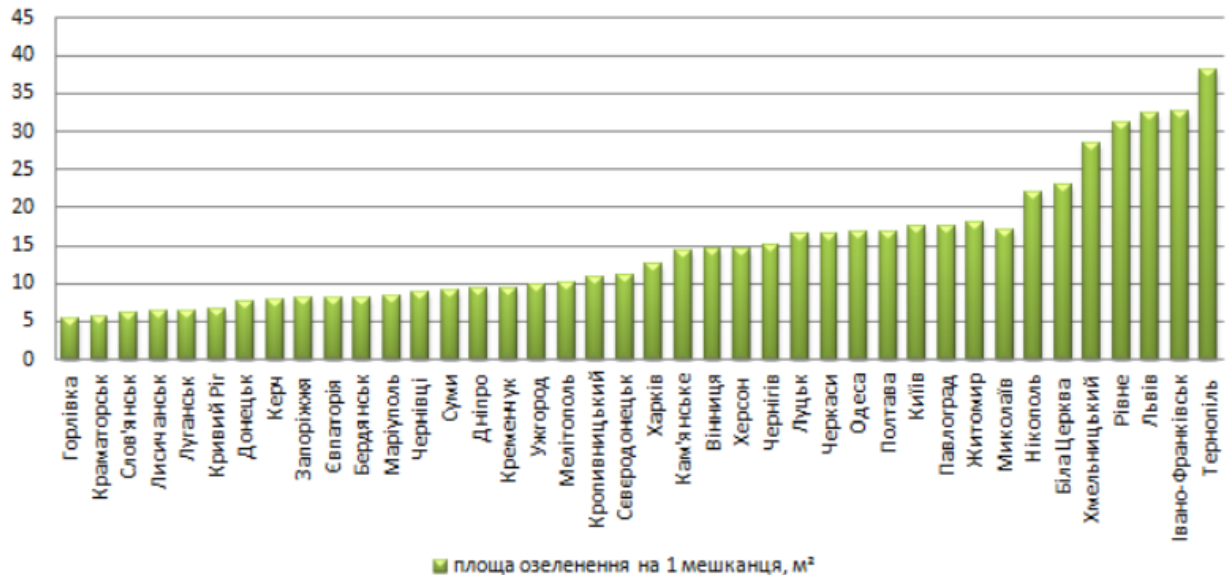


Рис. 1.7. Площа озеленення міст України, м²/люд. (Очеретний та ін., 2017)

У дослідженні Зібцевої щодо порівняння вимог Державних будівельних норм із фактичною ситуацією в місті Вишгород Київської області. Виявлено недостатню забезпеченість парками, час доступності до міських парків дотримується, але лише 25 % малих міст Київської області взагалі мають парки. Площа парків міста, яка фактично складає 2 га, є недостатньою, оскільки, виходячи з нормативів (із розрахунку на відвідування 10% населення), вона мала б становити близько 28 га. Вуличні насадження мають обмежений асортимент кущових рослин. Питома вага озелених територій різного призначення в межах забудови міста, яка має становити не менше 40 %, на дослідній території не дотримана (Зібцева, 2018).

Особливу увагу приділяють декоративним деревним видам, які виконують не лише екологічні, але й естетичні та культурні функції, формуючи візуальну ідентичність міст. Серед таких видів важливе місце займають сакури (*Prunus serrulata* L. та інші представники роду *Prunus*), що завдяки своїм декоративним властивостям стали символами урбаністичних ландшафтів у багатьох країнах світу.

Декоративні квітучі вишні – сакури, які традиційно пов'язують із японською культурою, є найпопулярнішими декоративними деревами в

Японії та вирощуються понад 1000 років (Kuitert et al., 1999). Вперше *Prunus serrulata* описав англійський ботанік John Lindley у 1830 р. (Faust, Suranyi, 1997). Нині в Японії зростають понад 200 сортів японських квітучих вишень, за іншою класифікацією ця кількість становить майже 600. Класифікація сакур відрізняється в різних країнах і в різні періоди. Для прикладу через відмінності в генетиці та морфології, а також різний час цвітіння окремі сорти і форми виду *Prunus serrulata* Lindl. в японській класифікації розглядають як окремі види (Kuitert et al., 1999).

Завдяки надзвичайно красивим квітам, які рясно вкривають дерева під час цвітіння квітучі сакури користуються великою популярністю за межами своєї батьківщини (Kuitert et al., 1999; Струтинська, 2021; Про що розкажуть дерева, 2021). В різних країнах в період масового цвітіння квітів сакури організовують тематичні фестивалі, на які приїздять туристи, щоб помилуватися неймовірною красою.

Сакури користуються популярністю і в інших країнах Європи. Німецький Гамбург у 2015 р. удостоєний титулу «Король цвітіння сакури» від Japan Cherry Blossom Association, і є одним із трьох міст у світі, які мають це звання. Відомий Фестиваль цвітіння сакури відбуваються щороку в Боннському Альтштадті. У парку Parc de Sceaux, що в передмісті Парижа, є великий осередок *P. serrulata*, що цвітуть на початку квітня і приваблюють багато відвідувачів.

Дослідження Peng зі співавторами зосереджене на підвищенні сталості ландшафтів сакур у провінції Фуцзянь (Китай), шляхом аналізу існуючих насаджень та вподобань громадськості. Автори проаналізували 46 сортів сакури, оцінили їхнє здоров'я та визначили оптимальні співвідношення цвітіння, які максимізують граничну вигоду для різних типів посадки – групової та лінійної. Застосовуючи семантичну сегментацію зображень для кількісної оцінки елементів, модель оцінки естетичної привабливості показала, що головними факторами, які впливають на красу пейзажу, є охайність сцени, кольорова композиція рослин і наявність доріг. Отримані

результати пропонують важливі об'єктивні дані для ефективного планування, проєктування та управління цими ландшафтами (Peng et al., 2024).

В Україні довгий час сакури вважалися екзотичними декоративними рослинами і були малопоширеними. На даний час майже усі обласні центри мають насадження сакур. Найраніше, ще у період з 1919 по 1939 рр., коли Закарпаття входило до складу Чехословаччини, чеські ботаніки висадили там перші дерева квітучих японських вишень. А вже в період незалежності у 2009 р. в Ужгороді висадили алею сакур на Православній набережній, яка є найдовшою в Європі (Щерба, 2017).

У столиці України Києві сакури можна побачити не лише в декоративних насадженнях не лише на вулицях та майданах міста, експозиція із понад 360 екземплярів сакур знаходиться в парку «Кіото», що розміщується на території Національного Ботанічного саду імені Гришка. Тут була висаджена алея сакур, що увійшла до Книги рекордів України – її довжина складає 987,5 м (Сакури і не тільки..., 2018; Опалко та ін., 2017).

Працівники Національного дендрологічного парку «Софіївка» НАН України в Умані спільно з науковцями Уманського національного університету садівництва проводять роботу із селекції сакури в Умані. Пріоритетними для створення вихідного матеріалу обрані сорти *Prunus serrulata* – ‘Amanogawa’, ‘Kanzan’, ‘Kiku Shidare’, ‘Royal Burgundy’ (Щерба, 2021).

Почка, технік відділу декоративних та плодових рослин НДП «Софіївка» проводила дослідження жаростійкості трьох сортів *Prunus serrulata* – ‘Acolade’, ‘Kiku-Shidare’ та ‘Kanzan’ за методом Ф.Ф. Мацкова із застосуванням поступового термічного нагрівання листкових пластинок. Найвищу жаростійкість продемонстрував сорт *P. serrulata* ‘Kanzan’, який не зазнавав суттєвих ушкоджень до температури 50 °C і характеризувався нижчим відсотком некротизації листкової пластинки при 60 °C порівняно з іншими сортами. Найменшу толерантність до теплового стресу виявлено у сорту ‘Acolade’, який пошкоджується вже за незначного підвищення температури: некротичні зміни з'являлися вже при 40 °C, а при 60 °C листки

ушкоджувалися повністю. Сорт 'Kiku-Shidare' займав проміжне положення. За сукупністю ознак сорт 'Kanzan' авторка вважає найбільш перспективним для використання в озелененні міських територій, особливо в умовах посилення теплових навантажень, характерних для сучасного клімату (Почка, 2024).

Як і у європейських країнах, в Україні пріоритет у декоративному оздобленні урболандшафтів належить *Prunus serrulata* сорту 'Kanzan' (Сакури і не тільки..., 2018; Опалко та ін., 2017).

Strazalkovska-Abramek досліджувала придатність декоративних сакур для підтримки запилювачів у міських умовах. Авторка порівнює фенологію цвітіння та запаси нектару і пилку двох сортів сакур 'Kanzan' та 'Amanogawa' у Польщі. Дослідження показало, що обидва сорти виробляють дуже малу кількість нектару та пилку і рідко відвідуються комахами-запилювачами, зокрема медоносними бджолами (Strazalkovska-Abramek, 2019).

Таким чином, в процесі еволюції диких сортів та культивування культурних сортів у сакур *Prunus serrulata* виявлено високу здатність до адаптації до умов середовища, в тому числі до кліматичних чинників, що створило передумови для їх успішної інтродукції за межами природного ареалу та значного поширення для використання в декоративно-ландшафтному будівництві у містах Європи, Північної Америка, Азії.

Роль сакур у зеленій інфраструктурі міст та їхні екосистемні послуги слід розглядати з двох основних точок зору: культурні послуги (естетична та рекреаційна цінність та регулюючі послуги (внесок у регулювання мікроклімату та гідрологічного режиму міського середовища). Разом з тим їх цінність для створення сприятливих для запилювачів міських середовищ не підтверджена.

1.2. Еколого-фенологічні дослідження вивчення деревних рослин: наукові підходи та сучасні інструменти аналізу

Фенологічні спостереження є невід'ємним елементом комплексних еколого-географічних, біологічних та агроекологічних досліджень. Їх

значення істотно зростає в умовах глобальної зміни клімату та підвищення середньорічної температури повітря на Землі, яка за останнє століття перевищила 0,8 °С. Аналіз наукових джерел свідчить, що формування фенології як окремої галузі знань розпочалося у першій половині XVIII століття. Засновником цього напрямку вважають видатного шведського ботаніка Карла Ліннея, хоча на той час сама дисципліна ще не мала сучасної назви (Собченко, 2006; Koch et al., 2009).

Учений встановив, що розвиток рослин відбувається за сталою послідовністю фаз, яка повторюється з року в рік, а строки настання окремих етапів онтогенезу можуть змінюватися залежно від погодних умов. Карл Лінней обґрунтував необхідність систематичних спостережень за ростом і розвитком рослин та ведення регулярних записів для виявлення закономірностей цих процесів і характеристики кліматичних умов. Його ідеї швидко набули поширення, що сприяло започаткуванню систематичного фіксування термінів розвитку рослин. У праці «Філософія ботаніки» Лінней детально описав принципи складання щорічного рослинного календаря, у якому відображалися строки розпускання листків, цвітіння, плодоношення та листопаду, а також наводилися результати кліматологічних спостережень, необхідних для характеристики місцевих умов (Koch et al., 2009).

Подальший розвиток систематичних фенологічних спостережень припадає на період після 1840–1850 років, коли для означення цього напрямку досліджень було запропоновано термін «фенологія». Його ввів у науковий обіг бельгійський ботанік Шарль Моррен у 1840 році; у перекладі з грецької мови це слово означає «наука про явища». Фенологія розглядається як наукова дисципліна, що вивчає періодичні явища у житті рослин і тварин та їх залежність від сезонних кліматичних змін.

У країнах Європи вже з початку XIX століття почали з'являтися періодичні, зокрема щотижневі, видання, присвячені результатам фенологічних спостережень; перше з них датується 1808 роком. Водночас на

ранніх етапах такі дослідження ще не мали широкого поширення, а справжнього розвитку та популярності набули лише на початку XX століття.

На початку 1960-х років було засновано міжнародне об'єднання садівників, ініційоване Волкертом і Шнелле, основною метою якого стало проведення фенологічних спостережень. Концепція цього об'єднання передбачала дослідження впливу умов середовища на розвиток рослин шляхом висаджування клонів дерев і кущів у різних регіонах Європи, а також пошук шляхів мінімізації негативних чинників їх росту. У цей же період у Сполучених Штатах Америки було створено аналогічну ініціативу, спрямовану на спостереження за однотипними та клонованими рослинами бузку (Koch et al., 2009).

Важливим етапом у розвитку фенологічних досліджень стало 1993 рік, коли фенологічна група Міжнародного товариства біометеорології започаткувала проєкт «Всесвітній фенологічний моніторинг». Його основною метою було формування глобальної фенологічної бази даних на основі уніфікованої програми спостережень за видами. Реалізація цієї ініціативи дала змогу залучити до фенологічного моніторингу як наукові установи різних країн світу, так і широке коло громадян.

Цікавим є факт, що найпершою країною, яка проводила фенологічні спостереження, стала Японія. За різними даними, фенологічні спостереження в цій країні проводяться вже понад тисячу років. Так спостереження за цвітінням вишні проводяться вже понад 1300 років. Так, зокрема Yasuyuki та Keiko у своїй праці, на основі серії фенологічних даних за 732 роки починаючи з IX століття аналізують щоденники та хроніки про повне цвітіння *Prunus jamasakura*, та будують модель реконструкції змін температури навесні в Кіото (Японія) (Yasuyuki & Keiko, 2008). Цвітінню вишні також приділяли увагу в Женеві, ще в XVII столітті. На півдні Франції спостереження проводили за періодом дозрівання винограду (Koch et al., 2009).

Класичні спостереження традиційно ґрунтувалися на прямих візуальних спостереженнях. Ці дані є найдавнішими письмовими біологічними записами

і мають вирішальне значення для документування змін у часі (тренди) (Jiang et al., 2025). Вони слугують біоіндикатором для відстеження впливу зміни клімату, особливо потепління. На розвиток рослин і фенологічні фази впливають індивідуальні характеристики (гени, вік) та зовнішні фактори, такі як погода/клімат, ґрунтові умови, водний режим, хвороби та конкуренція. У середніх широтах весняний розвиток найбільше залежить від температури, тоді як у тропіках переважає режим опадів (Koch et al., 2007).

Для того, щоб дані, зібрані різними спостерігачами та мережами, були порівнянними та однорідними, необхідне суворе дотримання визначених принципів. Традиційно однією з проблем було використання різних визначень цвітіння, розпускання та опадання листя, що ускладнювало порівняння даних між мережами (van Vliet et al., 2003). Для подолання цього запроваджено стандартизовані системи, наприклад Шкала BBCH (BBCH scale).

Шкала BBCH (BBCH scale, Biologische Bundesanstalt, Bundessortenamt та Chemical Industry scale) – це універсальна система кодування, розроблена для сільськогосподарських культур, яка підходить для опису фенологічно подібних стадій росту всіх одно- та дводольних рослин (Growth stages..., 2018). Крім того наявна адаптація шкала BBCH під кісточкові дерева (The BBCH Scale of Cherries, 2024, Fadón et al., 2015)

Дана шкала поділяє життєвий цикл рослини на десять основних (тривалих) стадій росту від 0 до 9, які чітко розпізнаються (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Основні стадії росту рослин (Growth stages..., 2018)

Фенологічна фаза	Опис
0	Пророщування/набухання/розвиток бруньок
1	Розвиток листя (головний пагін)
2	Формування бічних пагонів / кущіння
3	Подовження стебла або ріст розетки / розвиток пагона (головного пагона)
4	Розвиток придатних для збирання вегетативних частин рослин або органів, що розмножуються вегетативно (головний пагін)
5	Поява суцвіть (головний пагін)

6	Цвітіння (основний пагін)
7	Розвиток плодів
8	Дозрівання або зрілість плодів і насіння
9	Старіння, початок спокою

Вторинні стадії росту (також кодуються від 0 до 9) використовуються для визначення коротких, послідовних кроків розвитку в межах основної стадії, наприклад, ВВСН-60 – початок цвітіння, ВВСН-95 – 50% листя опало (рис. 1.8) (Koch et al., 2007; van Vliet et al., 2003)

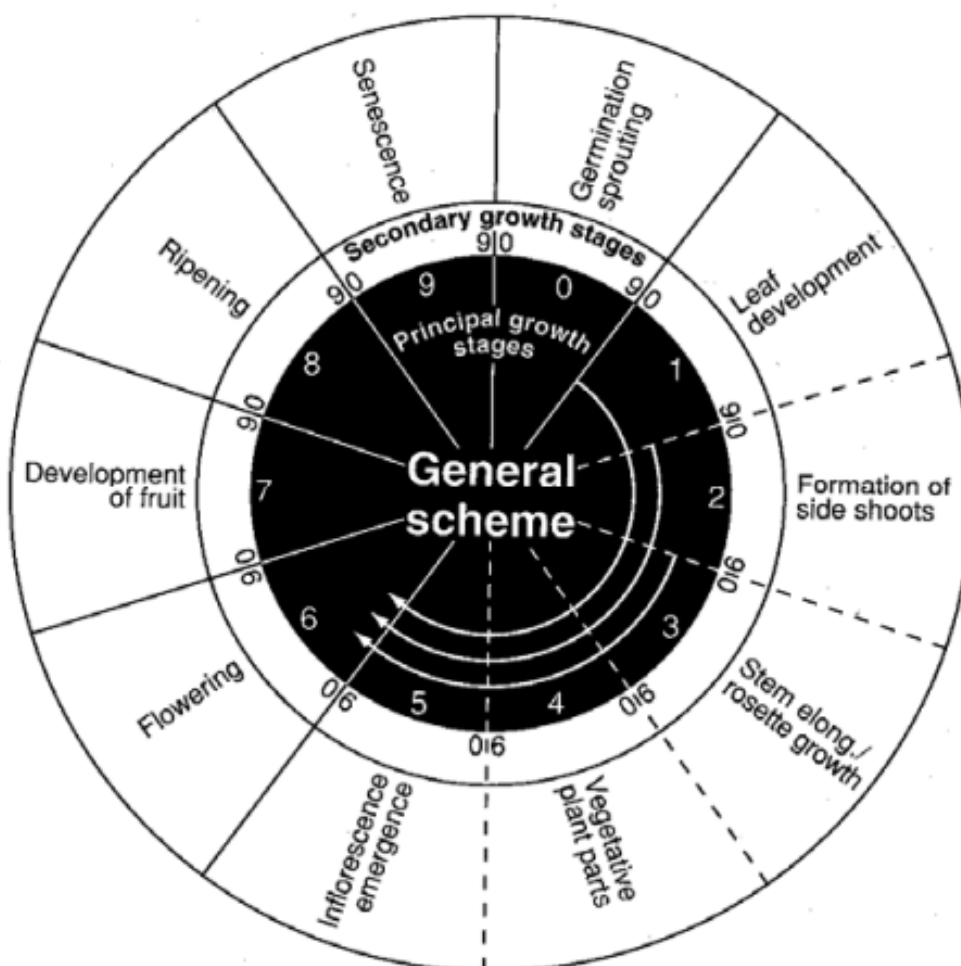


Рис. 1.8. Основні та вторинні стадії росту за шкалою ВВСН

Праця «Guidelines for plant phenological observations» Koch зі співавторами слугує докладним посібником, розробленим для спостереження за фенологією рослин, охоплюючи всі аспекти від збору даних до їх публічного використання. Документ встановлює фундаментальні принципи

для спостерігачів, наголошуючи на необхідності точного визначення стадій росту та репрезентативності місця спостереження, і рекомендує використовувати стандартизовану двозначну систему кодування ВВСН для опису фенологічних фаз рослин. Крім того, тут детально описано процедури документації даних (метаданих), включаючи географічні координати та історію станції, а також підкреслює важливість контролю якості даних і безпечного управління цифровими архівами. Кінцевою метою є забезпечення порівнюваності та цілісності довгострокових фенологічних рядів для використання у сільському господарстві, охороні здоров'я та, особливо, для оцінки впливу зміни клімату на екосистеми (Koch et al., 2007).

У 1995 р. заснована міжнародна програма практичної екологічної науки та освіти GLOBE (The Global Learning and Observations to Benefit the Environment – Глобальне навчання та спостереження на користь довкілля). Станом на січень 2018 року в програмі взяли участь понад 30 000 вчителів з понад 30 000 шкіл GLOBE у 119 країнах світу, які пройшли навчання за програмою GLOBE. Програма спрямована на залучення мешканців тих чи інших територій, які пройшовши навчання стають спостерігачами GLOBE. Станом на січень 2018 року база даних GLOBE містила майже 150 млн вимірювань, забезпечуючи унікальний ресурс для дослідницьких наукових проектів (The GLOBE Program..., 2018).

GLOBE заохочує та підтримує студентів, викладачів і вчених співпрацювати в дослідженні свого місцевого середовища, ділитись результатами особисто та віртуально через місцеві, регіональні та міжнародні наукові симпозиуми. GLOBE надає візуалізації, карти та графіки, що представляють звітні дані.

В США в 2007 році, була створена платформа, присвячена фенологічним дослідженням *The USA National Phenology Network*, яка співпрацює з різними урядовими та неурядовими організаціями. У 2009 році USA-NPN запустила *Nature's Notebook*, програму моніторингу фенології рослин і тварин (Rosemartin et al., 2018). Denny зі співавторами зазначають, що раніше зусилля зі

спостереження були фрагментованими та використовували непорівнювані методи (Denny et al., 2014). USA National Phenology Network розробила стандартизовані протоколи моніторингу для наземних, прісноводних та морських видів. Ці протоколи відходять від простого запису дати події та натомість використовують підхід статусного моніторингу, що включає повторну оцінку наявності та інтенсивності фенофаз, таких як розпускання листя або цвітіння. Метою є створення великого, географічно та часово поширеного набору даних про фенологію для науковців і менеджерів ресурсів, що дозволить краще зрозуміти та прогнозувати екологічні наслідки зміни клімату (Denny et al., 2014; Rosemartin et al., 2018).

Галузь фенологічного моніторингу суттєво змінилася завдяки впровадженню новітніх технологій, які доповнюють традиційні наземні методи спостережень. Ці інновації дозволяють збирати дані з безпрецедентною просторовою та часовою роздільною здатністю, що є надзвичайно важливим для прогнозування екологічних змін в умовах глобальних кліматичних змін.

Jiang з колегами зазначають про можливості використання дистанційного зондування та супутникових цифрових зображень з високою роздільною здатністю (High-resolution satellites) при проведенні фенологічних спостережень. Зокрема, сучасні супутникові комплекси, такі як Sentinel-2 і Landsat, значно покращили просторову та часову роздільну здатність фенологічного моніторингу. Безпілотні літальні апарати (БПЛА/UAVs), оснащені мультиспектральними сенсорами, пропонують високу просторову роздільну здатність, дозволяючи фіксувати тонкомасштабні фенологічні зміни на рівні крони дерев. (Рис. 1.9). Мультитемпоральні супутникові дані та передові аналітичні методи також використовуються для точного моніторингу завершення вегетаційного сезону (Jiang et al., 2025).

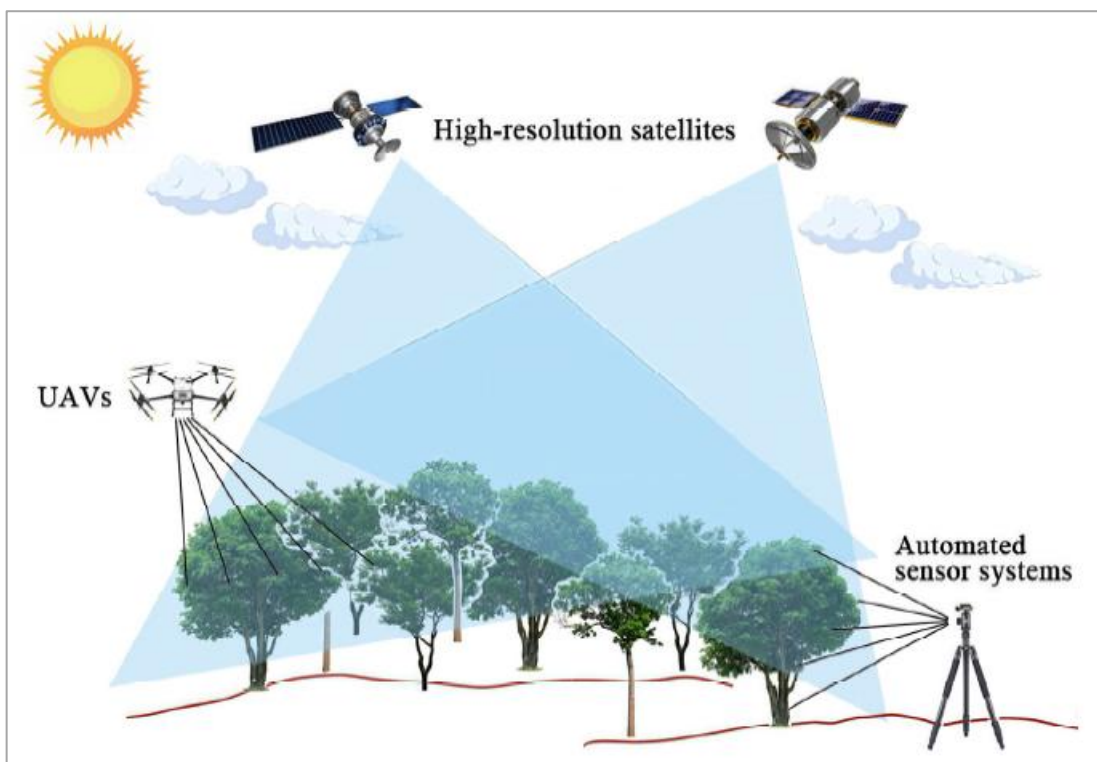


Рис. 1.9. Схематичне зображення передових технологій фенологічного моніторингу: супутники високої роздільної здатності (наприклад, серії Sentinel та Landsat) та БПЛА, оснащені мультиспектральними датчиками

У статті Sunoj та співавторів запропоновано **методичні рекомендації для обробки та аналізу фенологічних даних, отриманих за допомогою PhenoCam** – системи наземного дистанційного зондування, яка автоматично фіксує послідовні зображення для оцінювання фенологічних фаз. Автори порівнюють візуальні спостереження фаз розвитку рослин із цифровими кольорові вегетаційні індекси (CVI) і виділяють оптимальні індекси для відстеження сезонних змін у культурах. Спочатку системи дистанційного зондування поблизу поверхні PhenoCam були розроблені для лісових ландшафтів, вони все частіше впроваджуються в сільськогосподарських умовах, а їх розгортання розширилося зі 106 точок у 2020 році до 839 точок до лютого 2025 року. Однак сільськогосподарське застосування створює унікальні проблеми через швидкий розвиток сільськогосподарських культур та потребу в точному фенологічному моніторингу (Sunoj et al., 2025).

Tsutsumida та Funada у науковій статті представляють новаційну систему напівавтоматичного спостереження фенології цвітіння сакури, що використовує вуличні панорамні фотографії (street level photos) для картографування фенологічних фаз. Запропонований підхід поєднує алгоритми комп'ютерного зору для автоматичного виявлення точок цвітіння та часових даних із геотегованих зображень, що дозволяє розширити просторове й часове охоплення фенологічних даних порівняно з традиційними стаціонарними спостереженнями (Tsutsumida & Funada, 2023).

Отже, фенологічні спостереження є важливими при проведенні екологічних досліджень, у тому числі моніторингу кліматичних змін, в агрономії, лісівництві та інших галузях. На даний час існує розширена мережа громадського фенологічного моніторингу у різних частинах земної кулі, що дає можливість збирати величезний масив даних для подальшого аналізу.

1.3. Фенологічний розвиток деревних рослин та кліматичні зміни

Однією з найважливіших проблем, з якими зараз стикається світ, є антропогенна зміна клімату. Протягом періоду 1880–2012 років середня глобальна температура повітря зросла на 0,85 °C [від 0,65 до 1,06], що, ймовірно, пов'язано зі збільшенням антропогенних парникових газів, причому вуглекислий газ (CO₂) є найважливішим рушієм. Хоча глобальна зміна температури була досить стабільною протягом останнього десятиліття (до кінця XXI століття температура – залежно від базового сценарію – зросте на 1,0–3,7 °C [від 0,3 до 4,8] (Рис. 1.10) (IPCC, 2018).

Наслідки глобальної зміни клімату, зокрема пов'язані з підвищенням температури повітря, вже можна побачити в біологічних системах. Одним з найкращих біоіндикаторів зміни клімату є фенологічні зміни (Primack et al., 2009; Allen et al., 2014; Hsu et al., 2021) – терміни настання природних повторюваних подій, таких як розпускання листя, цвітіння, дозрівання плодів, забарвлення листя та опадання.

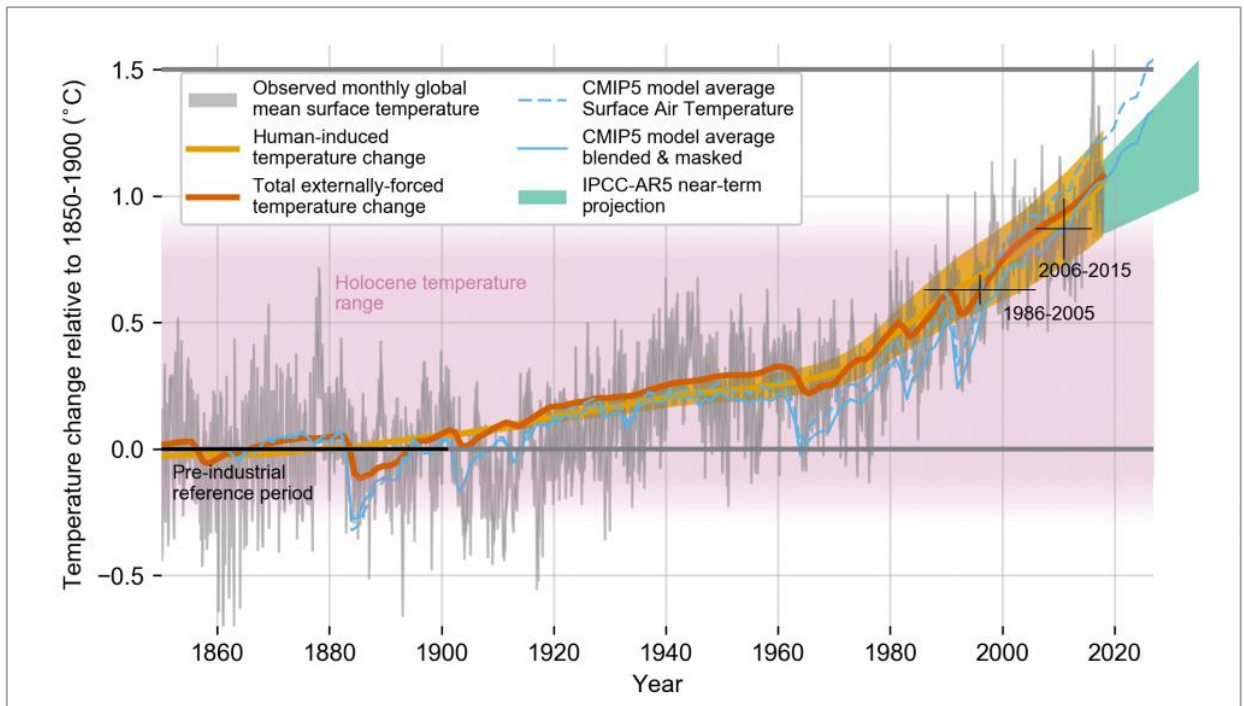


Рис. 1.10. Динаміка зростання глобальної середньої температури повітря (ІРСС, 2018).

Міцний зв'язок між весняною фенологічними змінами та температурою повітря в помірних регіонах дозволяє пов'язати спостережувані зміни онтогенезу рослин зі змінами температури. Листяні рослини помірних широт в своєму вегетаційному циклі для переходу до активних фаз розвитку бруньок та цвітіння потребують проходження фази спокою та періоду низьких температур, який цьому передуює. Проте в умовах зміни клімату та відповідних прогностичних сценаріїв це може бути проблематично.

Діяльність людини не лише змінює кліматичні умови в глобальному масштабі, змінюючи склад атмосферних газів; вона також бере участь у набагато більш локалізованому явищі – ефекті міського теплового острова, який пов'язаний з вищими температурами в містах. Це підвищення температури спричинене заміною природних ландшафтів непроникними поверхнями та забудованими територіями. На відміну від природного середовища, міські райони здебільшого характеризуються сильно ущільненими або непроникними поверхнями з суттєвими відмінностями в теплоємності та провідності (Jochner et al., 2015)

При виборі видів дерев та кущів для декоративного озеленення міських вулиць, парків, скверів враховують не лише їх естетичну цінність але й екологічні особливості, зокрема вимоги та адаптаційну здатність до відповідних кліматичних та ґрунтових умов, гідрологічного режиму, стійкість до забруднення, існуюча рослинність та інше (Кучерявий, Кучерявий, 2020).

Фенологічні дослідження рослин привертають дедалі більше уваги, оскільки рослини гостро реагують на кліматичні зміни, а виявлені зрушення мають суттєві наслідки для функціонування екосистем. Фенологічні зсуви є поширеним явищем і розглядаються як надійний індикатор екологічних ефектів зміни клімату. Такі прояви, як зміна термінів та тривалості вегетаційних періодів, часу цвітіння, розпускання, розвитку й опадання листя, істотно впливають на структуру та процеси в екосистемах, включно з формуванням листової поверхні, інтенсивністю фотосинтезу, динамікою вуглецевого циклу, видовим складом і конкурентними взаємодіями (Tang et al., 2016).

Ефективним індикатором впливу кліматичних змін на фенологічні особливості розвитку є квітучі японські вишні, оскільки їх час цвітіння – терміни настання та тривалість, дуже чутливі до температурних умов (Chung et al., 2011).

Дослідження Yasuyuki та Keiko присвячене реконструкції змін температури навесні в Кіото (Японія), починаючи з IX століття, для чого використовувалися серія фенологічних даних за 732 роки про повне цвітіння *Prunus jamasakura*, отримані зі старих щоденників та хронік. Для реконструкції температури використовувався індекс накопичення температури (модель DTS), де ріст рослин вважається експоненціальною функцією температури, оскільки дата повного цвітіння тісно пов'язана із середньою температурою березня. Калібрування методу дозволило точно оцінювати температури в інструментальний період після 1880 року (Yasuyuki & Keiko, 2008).

Реконструйована серія температур виявила існування чотирьох холодних періодів: 1330–1350, 1520–1550, 1670–1700 та 1825–1830 роки. Під час цих періодів середня температура березня оцінювалася в 4–5 °С, що приблизно на 3–4 °С нижче, ніж сучасна нормальна температура. Ці холодні періоди збіглися з періодами низької сонячної активності у довгостроковому циклі сонячної варіації. Крім того, при порівнянні з короткостроковим циклом сонячних плям (близько 11 років) було виявлено, що кліматична реакція температури мала часову затримку приблизно в 15 років. Дані свідчать, що середня дата повного цвітіння за весь досліджений період (801–2005 pp.) припадала на 15 квітня, що на 7 днів пізніше, ніж середня норма станом на 1971–2000 роки (Yasuyuki & Keiko, 2008).

Дослідження Miller-Rushing та співавторів присвячене аналізу 25-річних (1981–2005 pp.) архівів термінів цвітіння 97 квітучих вишень, що представляють 17 таксонів (видів та гібридів роду *Cerasus* або *Prunus*) у заповіднику на горі Такао (Токіо, Японія) (Miller-Rushing, 2007).

Науковці виявили, що в середньому вишневі дерева цвіли на 5,5 днів раніше за 25-річний період дослідження. Це прискорення цвітіння було значною мірою пояснено підвищенням середньомісячної температури в лютому–березні на 1,8°C. Середні температури лютого і березня пояснювали близько 75% річної мінливості в термінах цвітіння для кожного таксону. Більшість таксонів цвіли на 3–5 днів раніше на кожен 1°C підвищення температури. Однак ранньоквітучі таксони, зокрема *C. campanulata* та її гібриди, демонстрували значно більшу чутливість, зацвітаючи на 5,7–9,3 дня раніше на кожен 1°C підвищення температури.

Тривалість цвітіння та відмінності в термінах цвітіння між видами були більшими у теплі роки порівняно з холодними. Більшість окремих дерев (92 з 97) цвіли довше у тепліші роки, у середньому на 0,6 дня довше на кожен 1°C підвищення температури. Це подовження цвітіння може частково компенсувати розбіжності (дивергенцію) у часі цвітіння (Miller-Rushing, 2007).

У дослідженні Nagai зі співавторами встановлено атипові значення дат першого цвітіння у дерев сорту *Yoshino cherry* (*Cerasus* × *yedoensis*) в Японії у 2020 році та їх зв'язок із географічним положенням. Аналіз даних із 42 пунктів спостережень за період 1953–2020 рр. показав, що залежність між широтою та датою початку цвітіння поступово слабшає, особливо після 1980 року (Рис. 1.11).

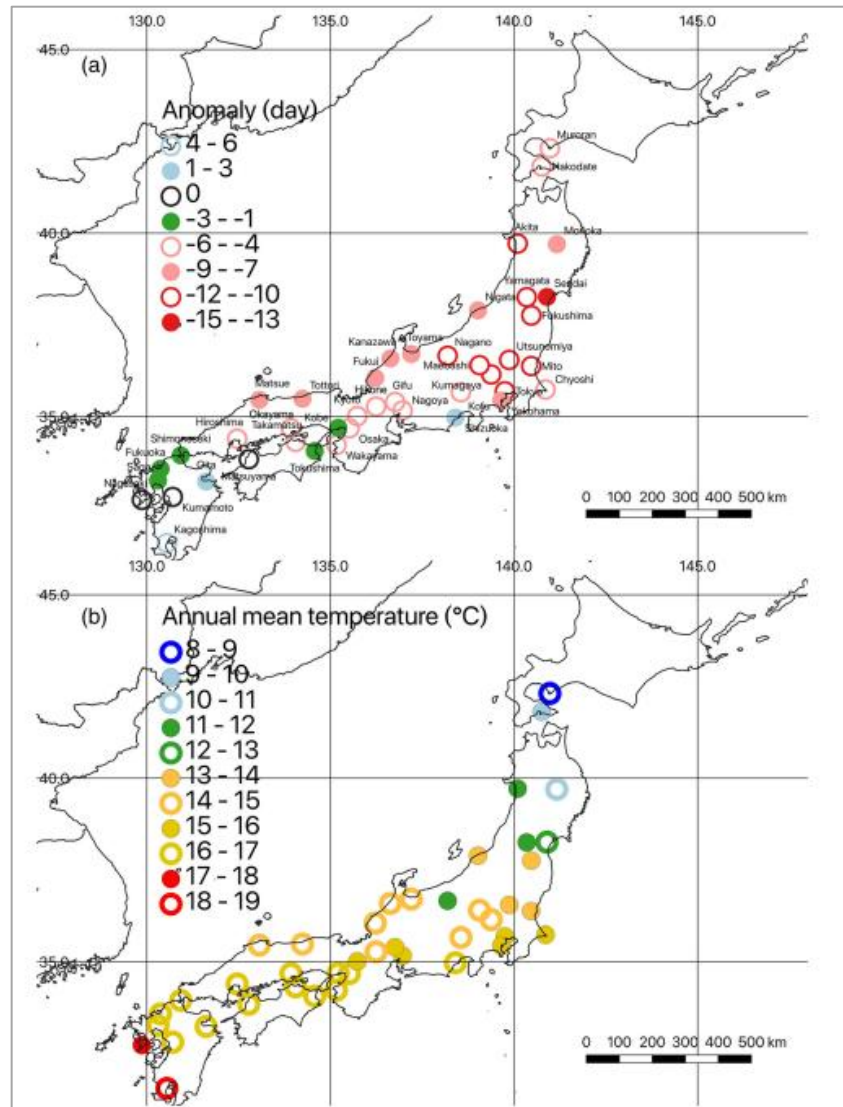


Рис. 1.11. **a)** Аномалія дат першого цвітіння сакури в Японії у 2020 р. відносно середнього показника протягом 1981–2010 рр. Від’ємні значення означають, що у 2020 році дати першого цвітіння наступали раніше в порівнянні із середнім. **b)** Середньорічна температура за період 1981–2010 рр. (Nagai et al., 2020)

Науковці припускають, що подібні зміни пов'язані з підвищенням зимових температур, яке впливає на вихід рослин зі стану спокою та пришвидшує настання фази цвітіння, особливо в регіонах із високими середньорічними температурами (Nagai et al., 2020; Hsu et al., 2021). Крім того, прогнозується подальше ослаблення кореляції між датою початку цвітіння та широтою, що зумовлено тривалим трендом на потепління клімату (Nagai et al., 2020).

Дослідження Jesica Allen та її колег, присвячені прогнозуванню фенологічних змін у японських вишень, свідчать про суттєве випередження строків цвітіння приблизно на один місяць у майбутньому. За результатами моделювання кліматичних сценаріїв A2 (WMO Provisional Statement..., 2019), гібрид *Prunus* × *yedoensis* та сорти *Prunus serrulata* у Середньоатлантичному регіоні США можуть починати цвітіння приблизно на 4 тижні раніше вже до 2080 року, тоді як для *P. serrulata* передбачене випередження на 29 днів до 2100 року. Таке зрушення у фенологічних фазах може негативно позначитися на проведенні культурно та економічно значущих фестивалів цвітіння сакури, зокрема в Японії та країнах Східної Азії (Allen et al., 2014).

В цілому наявні наукові роботи чітко вказують на глобальне випередження строків цвітіння різних сортів сакури у відповідь на зміну клімату. Це, у свою чергу, може спричинити фенологічну розсинхронізацію між квітучими деревами та їх природними запилювачами, що становить загрозу для стабільності популяцій окремих видів.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкт, предмет та матеріали дослідження

Об'єкт дослідження – насадження сакур *Prunus serrulata* Lindl. сортів 'Kanzan' та 'Amanogawa' в межах урболандшафтів м. Чернівці (Рис. 2.1).

Предметом дослідження є терміни настання фенологічних фаз *Prunus serrulata* Lindl. сортів 'Kanzan' та 'Amanogawa' в кліматичних умовах м. Чернівці.

Матеріалами для досліджень слугували журнали реєстрації температури повітря, кількості опадів та фотознімки фенологічних фаз протягом вегетаційних циклів 2023 та 2025 років.



Рис. 2.1. Фото сакури у Чернівцях: **а** – алея сакур 'Kanzan' вздовж Парку культури і відпочинку імені Тараса Шевченка; **б** – сакури 'Amanogawa' на Площі Філармонії.

Сорт дрібнопилчастої вишні *Prunus serrulata* 'Kanzan' вперше згадується в довіднику (каталог квітників) 1681 року через сто років ця вишня знову з'явилася в списках колекції вишень вздовж річки Аракава, поблизу Токіо. Дерево з лійкоподібною формою крони, пізніше зі звисаючими гілками, висотою до 10 м. Молоде листя має забарвлення від бронзово-коричневого до бронзово-зеленого кольору. Зазубрювання одинарне і регулярне. Листки одразу після розпускання мають на зубцях дуже дрібні залозки, які невдовзі зникають. Листя добре розвинене в період цвітіння. Форма листя – еліпс, влітку листки набувають блискуче-зеленого, а восени – жовто-оранжевого забарвлення. Суцвіття щитковидне, складається із 3-5 квіток. Квіти розміром від 4,5 до 5 см в діаметрі, нечіткі, «кучеряві», містять 23-28 яйцеподібних пелюсток, рідше – круглих, в центральній частині квітки – пелюстки зморшкуваті. Колір пелюсток в бутоні темно-рожевий, при повному розкритті набувають цикламеново-рожевого забарвлення. Сезон цвітіння припадає на початок травня (Kuitert et al., 1999)

Сорт дрібнопилчастої вишні *Prunus serrulata* 'Amanogawa'. Форма крони колоновидна, висота становить 4-8 м, ширина – близько 2-5 м (Prunus 'Amanogawa'..., 2015), хоча у книзі «Japanese flowering cherries» вказані наступні показники: висота – до 5 м, ширина до 1,5 м. Коли 'Amanogawa' дорослішає, гілки мають тенденцію провисати, дерево втрачає свою типову жорстку прямостоячу форму, й ідентифікувати дерево трохи важче (Kuitert et al., 1999).

При розмноженні 'Amanogawa' слід проводити щеплення низько на підщепі, сорт сумісний з підщепленням на *Prunus avium*. Сорт є досить чутливим до сильних морозів, необхідне утеплення агротекстилем на зимовий період.

Листкові бруньки на початку цвітіння не розкриті, наприкінці цвітіння активно розпускається молоде листя від світло-зеленого до зеленого кольору. Зубці одинарні та подвійні, без сальників. Прилистки близько 10 мм.

Суцвіття щитковидне, з 4-5 квітками. Квітка складається з 6-15 пелюсток, діаметр квітки 4,5 см, відкривається до форми блюдця з відкритою серединою. Квітки в бутоні рожеві, коли повністю розквітають стають блідо-рожевими, а наприкінці цвітіння перед осипанням набувають майже білого забарвлення з пурпурно-рожевою серцевиною. Сезон цвітіння припадає на кінець квітня-початок травня (Kuitert et al., 1999).

2.2. Фізико-географічна характеристика регіону дослідження

У 2008 р. з нагоди відкриття фонтану на площі Філармонії для довершення композиції було обрано сакуру ‘Amanogawa’, 30 саджанців якої висаджено по периметру площі. Понад 50 саджанців сакури ‘Kanzan’ висадили у 2010 р. та 2017 р. на алеї сакур вздовж Парку культури і відпочинку імені Шевченка. Крім того сакури користуються популярністю і для оздоблення міжбудинкових територій та приватних садиб.

Експериментальну частину досліджень здійснювали у двох дослідних локаціях, розташованих в м. Чернівці. Перша локація – алея сакур вздовж Парку культури та відпочинку імені Тараса Шевченка (координати: 48.28226814375233, 25.939163943018716). Друга локація – насадження сакур сорту ‘Amanogawa’ на площі Філармонії (координати: 48.29470127398197, 25.93418395316833).

Спостереження за фенологічними змінами сакур та реєстрацію метеоданих проводили впродовж 2023 календарного року. Для побудови картосхеми розміщення дерев сакури на дослідних ділянках використано сервіс «Мої карти» на Google maps (Рис. 2.2).

Клімат міста Чернівці та Чернівецької області м’який, помірний або помірно-континентальний. За аналізом проведеним у статті Николаєва та Шевчука річна норма опадів для Чернівців за багаторічний період спостережень становить 621 мм, при цьому за 150-річний період спостерігалися коливаннями за від 297 мм до 1000 мм (Николаєв,

Шевчук, 2014). Аналіз багаторічної норми опадів згідно даних відкритої бази на <https://climatecharts.net/> показує що за період з 1881 по 2023 рр. середня кількість опадів, що випадала на території м. Чернівці становила 640 мм на рік, останній 20-річний період був дещо посушливіший – в середньому кількість опадів становила 608 мм за рік (табл. 2.1).

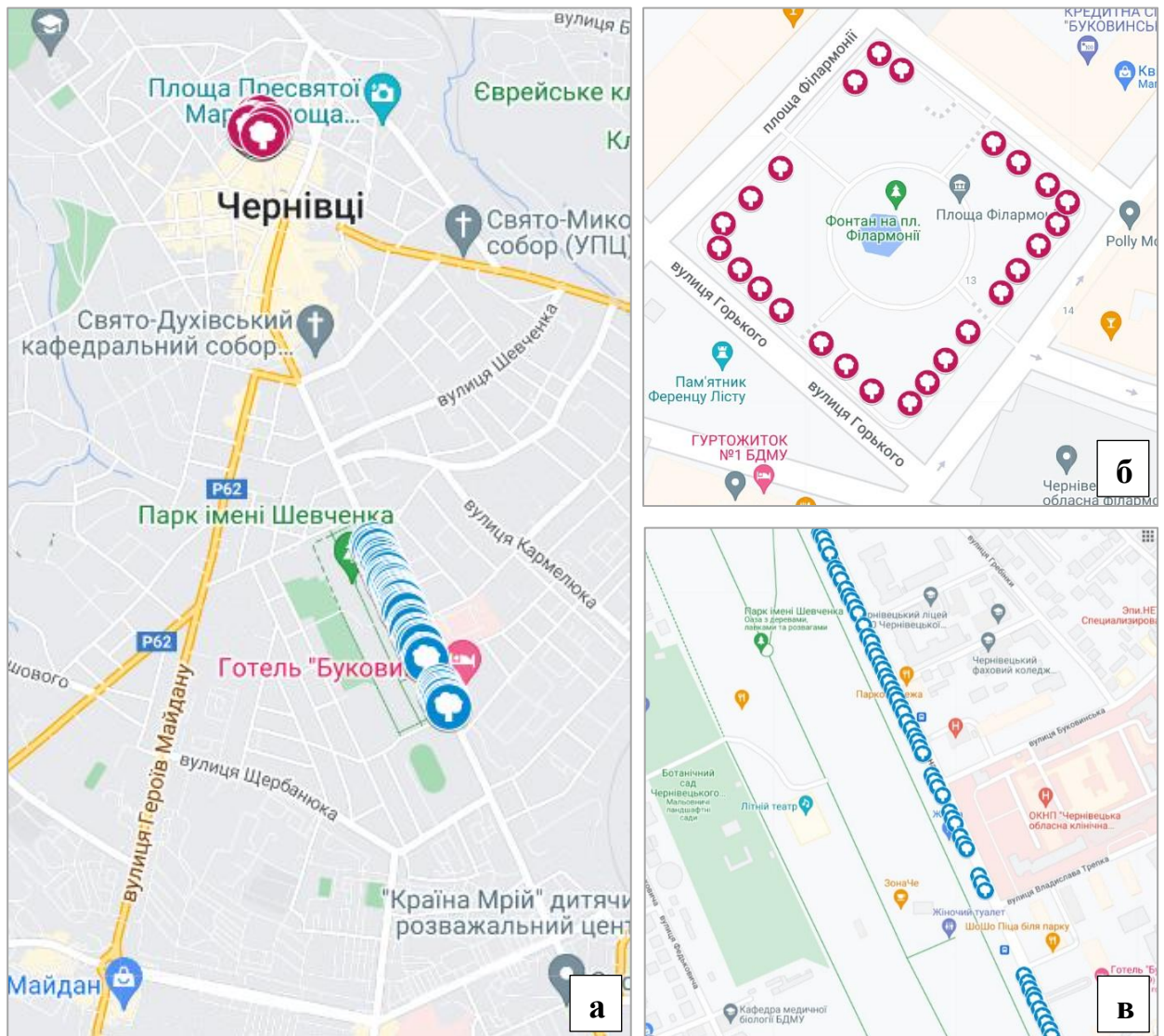


Рис. 2.2. Картосхема дослідних ділянок на карті м. Чернівці (а) та розміщення дерев сакури на площі Філармонії (б) та вздовж парку імені Тараса Шевченка (в) (створено з використанням сервісу «Мої карти» на Google maps)

Згідно досліджень Киналь часові межі кліматичних періодів у Чернівцях змінилися: у Чернівцях на межі XX-XXI ст. тривалість холодного періоду року

скоротилася починається він в грудні, а завершення припадає на лютий. Крім того, упродовж періоду збільшується кількість днів із середньодобовими позитивними температурами. На 42 дні у порівнянні з серединою XX ст. у м. Чернівці збільшилася тривалість теплого періоду року і становить до 305 днів (Киналь, 2014). У табл. 2.1 відображені багаторічні кліматологічні норми кількості опадів та температури повітря за попереднє століття (період з 1923 по 2023 рр.), а також за останній 20-річний період з 2003 по 2023 рр.

Таблиця 2.1

Багаторічна кліматологічна норма кількості опадів (мм) та температури повітря (°C), характерних для м. Чернівці
(згідно даних відкритої бази на <https://climatecharts.net/>)

Показники	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Рік
Температура, 1923-2023	-3,6	-2,0	2,8	9,6	14,8	18,3	19,9	19,4	15,0	9,2	3,3	-1,5	8,8
Температура, 2003-2023	-2,4	-1,0	4,1	10,2	15,6	19,4	21,2	20,8	15,9	10,0	4,6	-0,3	9,8
Норма опадів, 1923-2023	29,7	30,9	34,8	52,9	72,3	93,2	94,3	69,0	54,8	41,8	34,5	32,6	640,7
Норма опадів, 2003-2023	26,6	33,1	37,4	42,1	72,6	92,2	78,0	69,8	49,1	44,6	29,4	33,6	608,3

Так, багаторічна середня температура повітря становить 8,8 °C, причому, якщо проаналізувати останній 20-річний період то підвищення температури склало 1,0 °C у порівнянні із середньою річною температурою попереднього століття 1923-2023 рр.

Таким чином, із наведених даних видно, що клімат Чернівців змінився в напрямку підвищення температури повітря та зменшення кількості опадів.

2.3. Методологія проведення дослідження

Фенологічні спостереження за деревами проводили протягом всього календарного року починаючи з січня і завершуючи повним опаданням листя. Періодичність залежала від фази онтогенезу та швидкості її змін. Так, наприклад у період спокою достатньо спостерігати за досліджуваними

рослинами 1 раз на 10 днів, тоді як у період набухання бруньок – 1 раз на 3 дні, під час розпускання бутонів та цвітіння не зайве буде проводити спостереження щодня (Koch et al., 2007; The GLOBE program..., 2018; Фенологічні спостереження..., 2018). Також частіше слід проводити спостереження під час різкого підвищення температури, що веде за собою до прискорення переходу від однієї фенофази до іншої. Паралельно із внесенням записів до фенологічного щоденника необхідно здійснювати фотофіксацію фаз онтогенезу, яку можна здійснювати за допомогою фотоапарату або цифрової камери (Koch et al., 2007; Ide, Oguma, 2010).

Усі фенологічні спостереження вносили в електронний «журнал» реєстрації первинних даних – у вигляді таблиці на GoogleDrive. Крім спостереження за рослинами у фенологічний щоденник внесли записи основних метеорологічних показників, таких як температура повітря та кількість опадів, що надані Навчально-науковою геофізичною обсерваторією Чернівецького національного університету. Також записували у фенологічний щоденник інформацію про незвичні або нехарактерні явища.

Для уніфікації даних щодо фаз росту та розвитку рослин протягом вегетаційного циклу використовувати *розширену шкалу BBCH* (Growth stages..., 2018;). Основні стадії онтогенезу не обов'язково проходять у строгій послідовності, іноді вони протікають паралельно, наприклад розвиток листя і поява суцвіть та цвітіння. У деяких рослин, спостерігаються зміщення в ході розвитку або деякі стадії онтогенезу можуть бути пропущені. Так, для кісточкових культур, до яких відноситься сакура пропускаються 2 та 4 фази (The BBCH Scale of Cherries, 2024, Fadón et al., 2015).

Розрахунок суми активних та ефективних температур. Для з'ясування кількості тепла, необхідного рослинам для проходження окремих фаз онтогенезу і вегетаційного циклу в цілому використовують такі показники як суму активних та ефективних температур. Дані показники мають екологічне значення оскільки вказують на взаємозв'язок рослин із середовищем існування (Жигайло, Костюкевич, 2012).

Розрахунок проводять за середньодакдними та середньомісячними узагальненими даними спостережень. Умовно приймають однакову температуру для кожного дня відповідного розрахункового періоду (декади або місяця), яка відповідає середньодакдній або середньомісячній температурі.

Сума активних температур – це сума температур, що є вищими за біологічний мінімум за розрахунковий період, визначається за формулою 2.1:

$$\sum t_{\text{акт}} = t_{\text{сер}} \times n$$

$\sum t_{\text{акт}}$ – сума активних температур повітря за розрахунковий період, °C;
 $t_{\text{сер}}$ – активна температура повітря середня за розрахунковий період, °C;
 n – кількість днів у розрахунковому періоді.

Łysiak, Szot для позначення терміну «біологічний мінімум» використовують інший аналог – «базова температура», яка вказує на термічний поріг початку життєдіяльності виду. Зазвичай використовують перехід температур через поріг +5 °C, +10 °C, +15 °C (Łysiak, Szot, 2023).

Сума ефективних температур – це значення активних температур, зменшене на величину біологічного мінімуму за розрахунковий період (декаду, або місяць, або рік) визначається за формулою 2.2:

$$\sum t_{\text{акт}} = (t_{\text{сер}} - B) \times n$$

$\sum t_{\text{еф}}$ – сума ефективних температур повітря за розрахунковий період, °C;
 $t_{\text{сер}}$ – середня активна температура повітря за розрахунковий період, °C; B – біологічний мінімум, °C; n – кількість днів у розрахунковому періоді.

Для розрахунку загальної суми активних та ефективних температур за визначений період (декаду, місяць, рік) дані показники накопичуються (Жигайло, Костюкевич, 2012).

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Динаміка основних метеопоказників на території м. Чернівці в 2023 та 2025 років

Дані температури приземного шару повітря та кількості опадів за 2023 та 2025 роки надані Навчально-науковою геофізичною обсерваторією Чернівецького національного університету.

На рис. 3.1 представлено річну динаміку середньомісячної температури повітря у м. Чернівці з порівнянням фактичних значень за 2023 та 2025 роки із кліматологічною нормою за період 1923–2023 рр.

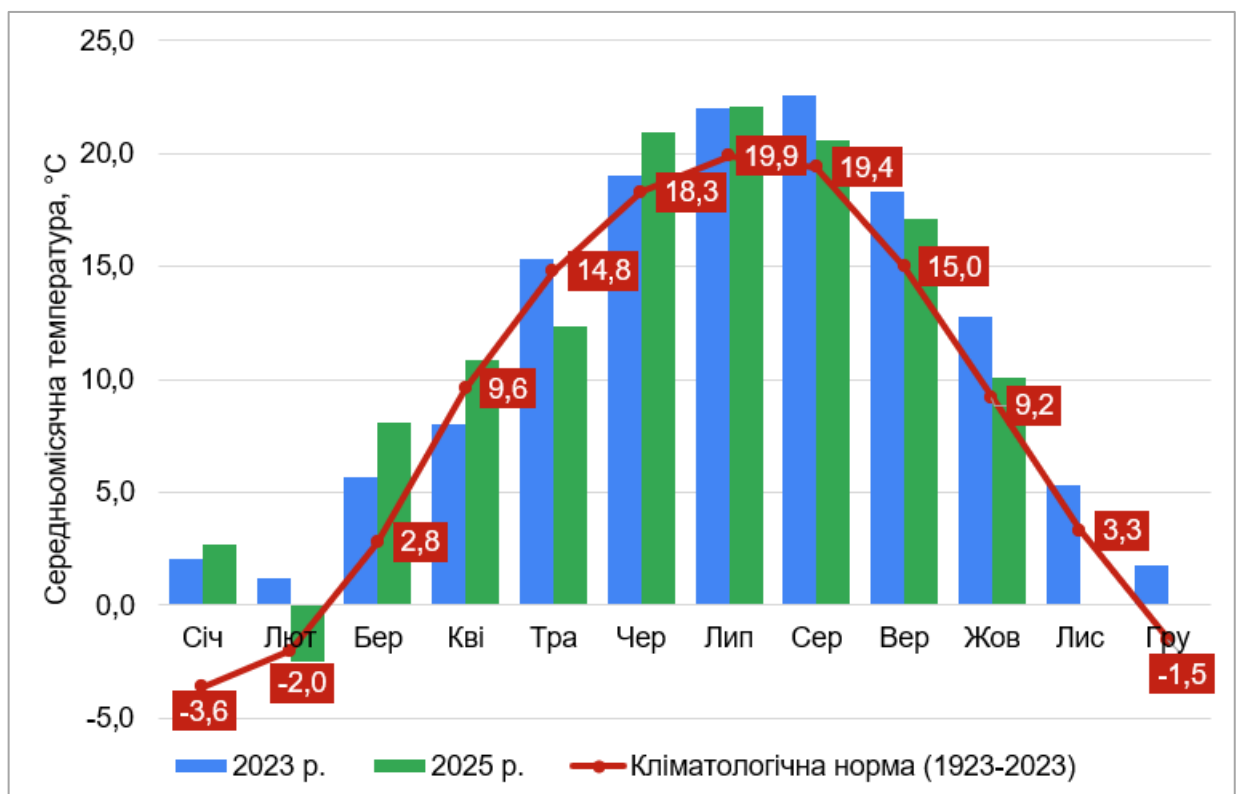


Рис. 3.1. Графік зміни середньомісячної температури приземного шару повітря м. Чернівці в 2023, 2025 роках (за даними Навчально-наукової геофізичної обсерваторії ЧНУ) та кліматологічна норма за 1923-2023 рр. (<https://climatecharts.net/>)

При порівнянні середньорічної температури 2023 р. ($11,2^{\circ}\text{C}$) із середньорічною температурою за 100-річний період (<https://climatecharts.net/>) ($8,9^{\circ}\text{C}$) спостерігаємо перевищення на 27,4 %. У 2025 р. можемо прогнозувати

середньорічну температуру на рівні $10,8^{\circ}\text{C}$, при цьому розраховане перевищення кліматологічної норми 1923-2023 рр. складатиме 23%.

Середньомісячна температура усіх місяців 2023 року, крім квітня була вищою за кліматичну норму, характерну для м. Чернівці. Аномально холодною виявилася перша декада квітня 2023 р. – температура становила $4,2^{\circ}\text{C}$, середньомісячна температура квітня – $8,0^{\circ}\text{C}$. Також 5-6 квітня спостерігалися опади у вигляді снігу. Найхолодніший місяць 2023 р. – лютий, середня температура $1,2^{\circ}\text{C}$, найтепліший місяць – серпень, середня температура $22,6^{\circ}\text{C}$, що на $3,3^{\circ}\text{C}$ вище за кліматичну норму. Середньорічна температура у 2023 р. становить $+11,2^{\circ}\text{C}$, варто відзначити, що середня температура жодного місяця року не була від’ємною.

У 2025 р. середньомісячна температура м. Чернівці з січня по жовтень була вищою за багаторічну кліматичну норму, за виключенням лютого та травня. Найхолоднішим місяцем 2025 р. виявився лютий, середньомісячна температура становила $-2,5^{\circ}\text{C}$, що на $0,5^{\circ}\text{C}$ нижче кліматичної норми 1923-2023 рр. Найтепліший місяць 2025 року – липень, середня температура $22,1^{\circ}\text{C}$. Середньорічна температура у 2025 р. становить $+12,2^{\circ}\text{C}$ (включно по жовтень), орієнтовно розрахована на кінець року становитиме $10,8^{\circ}\text{C}$, що на $0,4^{\circ}\text{C}$ нижче ніж у 2023 році та 2°C перевищуватиме багаторічну норму, що свідчить про загальновідому тенденцію зростання температури на планеті. Максимальні температури, зафіксовані у період спостереження – $35,8^{\circ}\text{C}$ 29 серпня 2023 року та $36,1^{\circ}\text{C}$ 7 липня 2025 року.

Аналізуючи річну кількість опадів відзначимо, що у 2023 р. вона становить 616,6 мм, у 2025 (по жовтень включно) – 587,6 мм. Якщо порівняти із багаторічною нормою за 1923-2023 рр. то вона становить 633 мм на рік, а на період по жовтень 564 мм. Николаєв та Шевчук вказують, що коливання кількості опадів за 150-річний період спостерігається в межах від 297 мм до 1000 мм (Николаєв, Шевчук, 2014). Тобто бачимо що досліджувані роки за кількістю опадів знаходяться досить близько до багаторічної норми опадів.

Разом з тим, спостерігалися значні стрибки в кількості опадів в окремі місяці та відсутність збалансованості (Рис. 3.2).

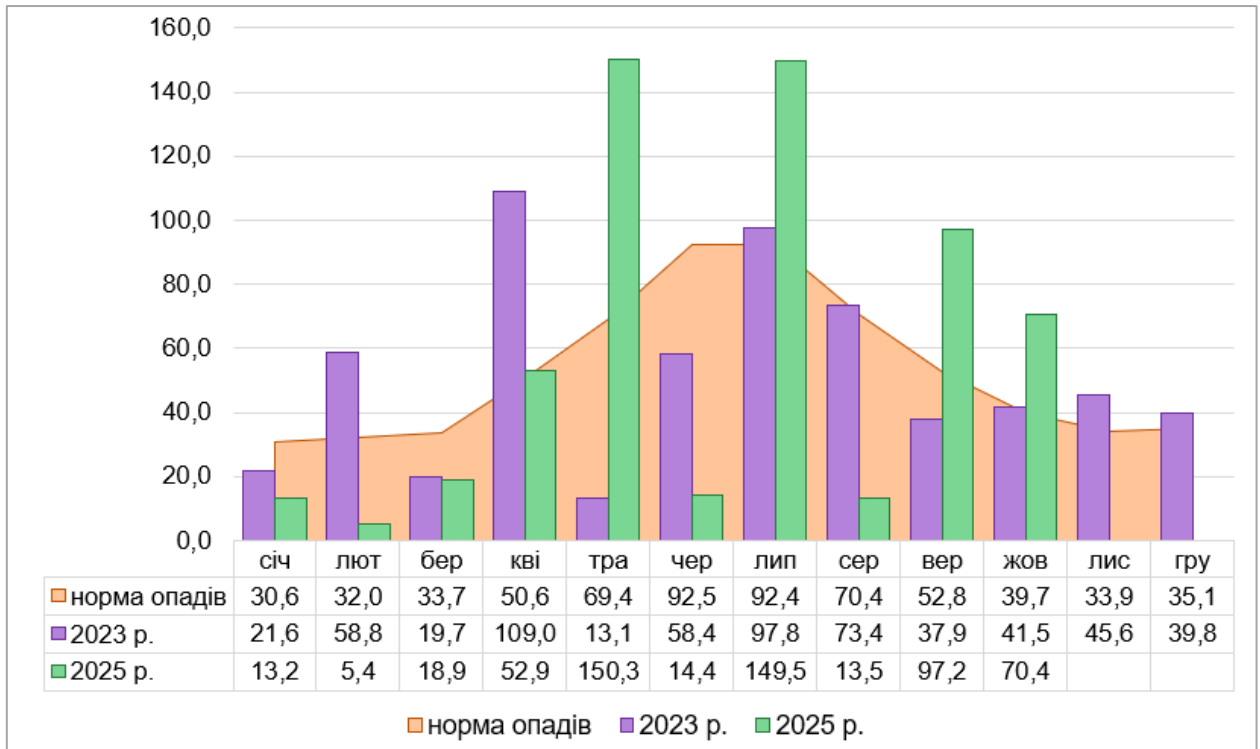


Рис. 3.2. Кількість опадів по місяцях у 2023, 2025 роках, типова багаторічна норма опадів за 1923-2023 рр. для м. Чернівці (<https://climatecharts.net/>)

Так у травні 2023 р., який зазвичай є більш вологішим кількість опадів склала лише 13 мм, що в 5 разів менше за багаторічну норму, посушливими виявились також січень, березень вересень та червень – на 28-41% опадів менше норми. Квітень 2023 р. виявився аномальним – кількість опадів становила 109 мм, що у 2,2 рази більше за норму опадів. У 2025 році за травень та липень випала майже половина річної норми опадів – по 150 мм за місяць, також перевищення спостерігалось у вересні та жовтні – на 84 та 77%, в інші місяці – січень, лютий, березень, червень та серпень опадів випало на 44-84% менше норми.

Таким чином, згідно проведеного аналізу середньорічна температура повітря м. Чернівці становила 11,2°C у 2023 р. та 10,8°C (прогнозована) у 2025 р. Середньомісячні температури переважно є вищими за кліматичну

норму попереднього сторіччя, лише у квітні 2023 р. (8°C) зафіксований показник є нижчим на 17 % та у лютому ($-2,5^{\circ}\text{C}$) і травні ($12,3^{\circ}\text{C}$) 2025 р., що нижче на 20% та 17% відповідно. Річна кількість опадів у 2023 р. склала 617 мм та 655 мм (прогнозована) у 2025 р., що є близькою до багаторічної норми опадів, однак помічені аномальні амплітуди та відсутність збалансованості по місяцях.

3.2. Фенологічний розвиток сакур сортів ‘Kanzan’ та ‘Amanogawa’ в контексті кліматичних змін на основі аналізу фенологічних спектрів

Обчислення суми активних та ефективних температур дає можливість з'ясувати необхідну рослинам кількість тепла для проходження фаз онтогенезу. Різні види рослин на різних території мають свої характерні діапазони активних температур, що необхідні для входження в одну фенологічну фазу і переходу до кожної наступної. Для розрахунку суми активних температур вираховували множенням середньодекадної температури повітря, яка перевищує біологічний мінімум на кількість днів. Біологічний мінімум для сакури становить $+5^{\circ}\text{C}$ (Жигайло, Костюкевич, 2012).

За вегетаційний період 2023 р. в умовах м. Чернівці сума накопичених активних температур становила 3816°C , а сума накопичених ефективних температур – 2641°C (табл. 3.1). У 2025 р. ці показники по жовтень включно склали 3685°C та 2510°C відповідно. Наведені показники свідчать про високу теплозабезпеченість вегетаційного періоду в умовах м. Чернівці у досліджувані роки та створення сприятливих термічних умов для росту і розвитку деревних рослин, зокрема теплолюбних декоративних видів.

Згідно даних, що знаходяться у відкритому доступі на сайті meteo.farm сума активних температур з наростаючим підсумком коливається в межах від 3300°C до 4200°C . Так, для прикладу за даними meteo.farm за 2019 р. сума активних температур у Чернівецькій області становила 3717°C (Рис. 3.3).

Таблиця 3.1

Сума активних та ефективних температур (м. Чернівці, 2023 та 2025 роки)

Показник	Середньодакдадна темп. (t _{сер}), °C у 2023 р.			Сума накопичених активних темп. (t _{акт} > 5), °C у 2023 р.			Сума накопичених ефективних темп. (t _{акт} > 5), °C у 2023 р.			Середньодакдадна темп. (t _{сер}), °C у 2025 р.			Сума накопичених активних темп. (t _{акт} > 5), °C у 2025 р.			Сума накопичених ефективних темп. (t _{акт} > 5), °C у 2025 р.		
	1д.	2д.	3д.	1д.	2д.	3д.	1д.	2д.	3д.	1д.	2д.	3д.	1д.	2д.	3д.	1д.	2д.	3д.
Місяці \ Декади																		
Січень	4,2	2,0	0,2							3,4	1,6	3,1						
Лютий	-3,3	3,8	3,6							-1,5	-4,5	-1,3						
Березень	3,8	4,6	8,4			92,4			37,4	7,1	7,7	9,4	71,3	148,0	251,2	21,3	48,0	96,2
Квітень	4,2	9,3	10,5		185,4	290,4	37,4	80,4	135,4	4,9	11,7	16,0		368,6	528,2		163,6	273,2
Травень	12,1	15,2	18,4	411,4	563,4	765,8	206,4	308,4	455,8	13,0	10,3	13,6	658,0	760,9	910,9	353,0	405,9	500,9
Червень	18,8	17,2	21,0	953,8	1125,8	1335,8	593,8	715,8	875,8	22,6	18,7	21,4	1136,6	1324,0	1538,2	676,6	814,0	978,2
Липень	21,9	22,9	21,3	1554,8	1783,8	2018,1	1044,8	1223,8	1403,1	22,5	20,5	23,1	1763,2	1968,5	2222,2	1153,2	1308,5	1507,2
Серпень	21,5	22,3	23,8	2233,1	2456,1	2717,9	1568,1	1741,1	1947,9	21,4	21,4	19,2	2436,3	2650,0	2860,8	1671,3	1835,0	1990,8
Вересень	18,3	18,6	18,1	2900,9	3086,9	3267,9	2080,9	2216,9	2347,9	21,1	17,3	12,8	3072,1	3245,4	3373,5	2152,1	2275,4	2348,5
Жовтень	12,5	10,6	15,0	3392,9	3498,9	3663,9	2422,9	2478,9	2588,9	8,1	8,6	13,1	3454,7	3454,7	3599,0	2379,7	2329,7	2424,0
Листопад	10,0	5,2	0,7	3763,9	3815,9		2638,9	2640,9										
Грудень	-2,0	2,4	4,5						37,4									
Всього за період	11,2			3815,9			2640,9			2640,9			3685,0			2510,0		

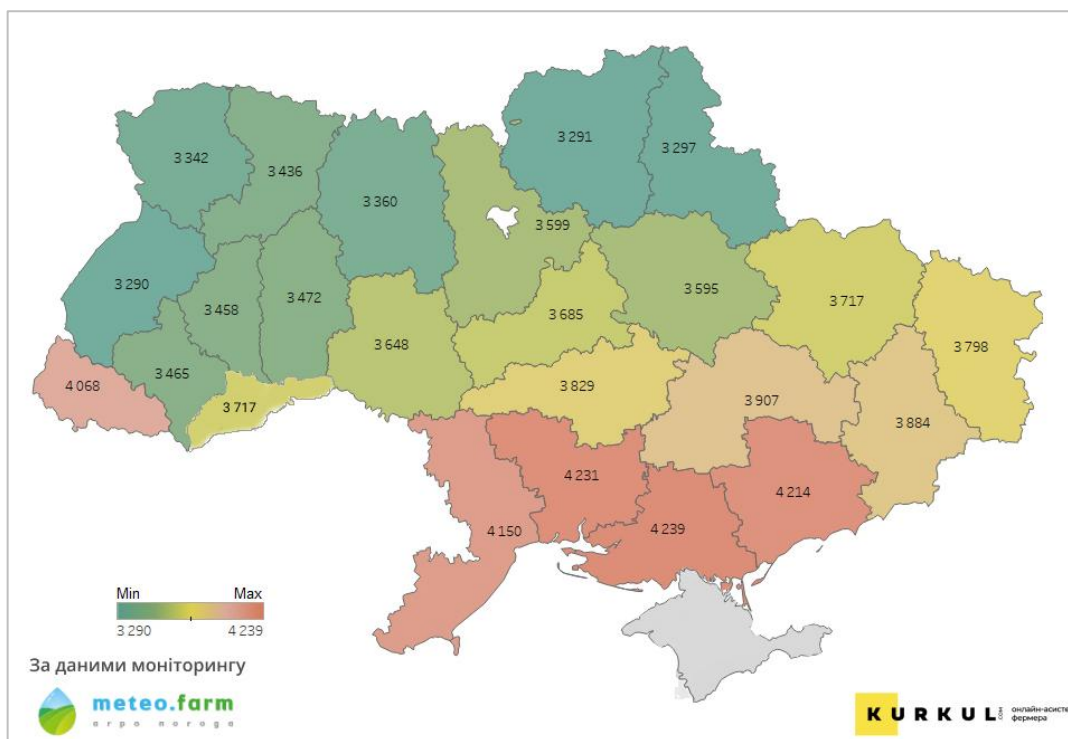


Рис. 3.3. Карта сум накопичених активних температур території України у 2019 р. (*meteo.farm*)

Порівняльний аналіз показує, що різниця між роками не є суттєвою, що дає підстави говорити про стабільно високий рівень теплових ресурсів регіону. Такі умови є достатніми для нормального розвитку сакур (*Prunus serrulata*), включно з раннім початком вегетації, своєчасним цвітінням та завершенням вегетаційного циклу до настання холодного періоду. У фенологічному аспекті це може зумовлювати раніші терміни настання фенофаз, подовження періоду активної вегетації та підвищення чутливості рослин до весняних температурних коливань і можливих пізніх заморозків.

Таким чином, отримані значення сум активних і ефективних температур підтверджують високий потенціал території м. Чернівці для вирощування сакур, водночас вказуючи на необхідність врахування кліматичних ризиків у системі міського озеленення.

Спостереження за сакурами сортів 'Kanzan' біля парку імені Тараса Шевченка та 'Amanogawa' на площі Філармонії розпочинали на початку січня кожного року спостережень. Для уніфікації спостережень за сакурами і

фенологічними фазами їх розвитку ми використали розширену шкалу BBCH (табл. 3.2), де вказані основні та вторинні стадії розвитку.

Таблиця 3.2

Розширена BBCH-шкала для кісточкових дерев (*Prunus-Arten*) (The BBCH Scale of Cherries, 2024; Fadón E. et al., 2015)

Код (BBCH)	Основна / вторинна стадія	Опис стадії розвитку (Description)
Стадія 0	Пробудження / Розвиток бруньок	
00	Стан спокою (Dormancy)	Листові бруньки та товстіші бруньки суцвіть закриті та вкриті темно-коричневими лусками .
01	Початок набрякання бруньок	Початок набрякання листових бруньок: видно світло-коричневі луски, луски зі світлими краями .
03	Закінчення набрякання листових бруньок	Луски розділені, видно світло-зелені частини бруньки.
09	Поява зелених кінчиків листя	Коричневі луски опали, бруньки оточені світло-зеленими лусками .
Стадія 1	Розвиток листя	
10	Перші листки розділяються	Зелені луски злегка відкриті, листки з'являються.
11	Перші листки розгорнуті	Перші листки розгорнуті, видно вісь пагона , що розвивається.
19	Перші листки повністю розширені (розгорнуті)	.
Стадія 3	Розвиток пагона	
31	Початок росту пагонів	Видно осі пагонів, що розвиваються.
32	20%	Пагони досягли 20% остаточної довжини.
33	30%	Пагони досягли 30% остаточної довжини
35	50%	Пагони досягли 50% остаточної довжини
39	90%	Пагони досягли 90% остаточної довжини
Стадія 5	Поява суцвіть	
50	Спокій	В цей час квітковий зачаток зупинив ріст і повністю оточений чашолистками. У бруньці міститься 3 або 4 квітки.
51	Набрякання бруньок суцвіть	Бруньки закриті, видно світло-коричневі луски.
53	Розкриття бруньки	Луски розділені, видно світло-зелені частини бруньки.

54	Суцвіття оточене світло-зеленими лусками	Якщо такі луски формуються (не у всіх сортів).
55	Видно окремі квіткові бруньки	Ще закриті, розташовані на коротких квітконіжках, зелені луски злегка відкриті.
56	Подовження квітконіжки	Чашолистки закриті; окремі квітки розділяються.
57	Чашолистки відкриті	Кінчики пелюсток видно; квітки з білими або рожевими пелюстками (ще закриті).
59	Стадія "Балон" (порожниста куля)	Більшість квіток із пелюстками, що утворюють порожнисту кулю (пелюстки повністю витягнуті та заокруглені, але все ще закриті). Чашолистки повністю відкриті (під кутом 90°). Пелюстки повністю витягнуті, закриті, утворюючи форму кулі
Стадія 6	Цвітіння	
60	Перші квітки відкриті	.
61	Початок цвітіння	Відкрито близько 10% квіток.
65	Повне цвітіння (Full flowering)	Відкрито щонайменше 50% квіток, перші пелюстки можуть опадати.
67	Завершення цвітіння	Більшість пелюсток опала або засохла.
69	Кінець цвітіння	Усі пелюстки опали , видно зав'язь плода.
Стадія 7	Розвиток плодів	
71	Зростання зав'язі	Зав'язь зростає; опадання квіток/зав'язі після цвітіння.
72	Оточення зав'язі	Зелена зав'язь оточена відмираючим вінцем чашолистків; чашолистки починають опадати .
73	Друге опадання плодів	.
75	Плід близько 50% остаточного розміру	(Половина кінцевого розміру).
79	Плід близько 90% остаточного розміру	
Стадія 8	Дозрівання або стиглість плодів та насіння	
81	Початок забарвлення плодів	Початок появи сортоспецифічного забарвлення.
85	Просунуте забарвлення	Посилення інтенсивності сортоспецифічного забарвлення.
87	Плід дозрів для збору	.
89	Плід дозрів для споживання	Плід має типовий смак та твердість.

Стадія 9	Старіння, початок стану спокою	
91	Завершення росту пагонів	Ріст пагонів завершено; листя все ще повністю зелене.
92	Початок зміни кольору листя	Листя починає змінювати колір.
93	Початок листопаду	До 10% листя опали
95	50% листя опало	50% листя змінили колір або опали.
97	Кінець листопаду	Усе листя опало.

До середини першої декади березня бруньки сакур ‘Amanogava’ перебували в стані спокою, сакур ‘Kanzan’ – до середини 2-ої декади. Набухання квіткових бруньок у 2025 році – в обох сортів на 1-2 дні раніше, та поява на кінчиках бруньок лусочок яскравого салатого забарвлення спостерігалось на 1 день пізніше в порівнянні з 2023 роком (26.03 у сакур ‘Amanogava’, та на 10 днів пізніше у сакур ‘Kanzan’) – (табл. 3.3). В 2-ій декаді квітня 2023 р. квіткові бруньки перейшли в стадію «рожевого бутону» (14.04 – ‘Amanogava’, 18.04 – ‘Kanzan’). На початку 3-ї декади квітня 2023 р. у сакур ‘Amanogava’ квіткові бруньки почали розкриватися, пік цвітіння припав на 28-29.04, 06.05 – завершення цвітіння та всихання квіткових пелюсток. У 2025 р. пік цвітіння відбувся раніше 4 дні, хоча і середньомісячна температура травня 2025 р. була нижчою, ніж у травні 2023 р., проте сума накопичених активних температур почала акумулюватися ще з 1-ї декади березня, тоді як в 2023 з 3-ї декади (табл. 3.1). Сакури сорту ‘Kanzan’ зацвітають пізніше за ‘Amanogava’ цвітіння тривало з 26.04 по 12.05, з піком цвітіння 5-6.05 у 2023 році тоді як у 2025 р. ці стадії почалися раніше: початок цвітіння 20.04, пік – 26-27.04, завершення – 2-3 травня. Таким чином у 2023 році цвітіння в обох сортів розпочалося пізніше ніж у 2025 р., через зниження температури та випадання снігу у квітні .

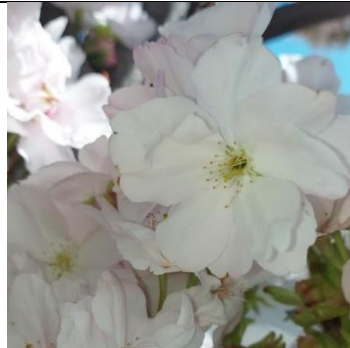
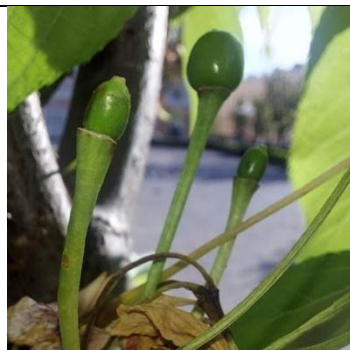
У період цвітіння сакури було помічено активне відвідування комахами-запилювачами, серед яких переважали медоносні бджоли, а також були зафіксовані поодинокі джмелі. Тому висаджування декоративних видів може сприяти створенню середовища, сприятливого для запилювачів. Разом з цим, у роботі Strzałkowska-Abramek, яка проводила дослідження фенології цвітіння

та кількості нектару й пилку двох сортів сакур – ‘Kanzan’ і ‘Amanogawa’ в Любліні у 2014-2015 роках вказано, що була відмічена низька частота відвідувань запилювачами квітів сорту ‘Amanogawa’ і дуже низька – для сорту ‘Kanzan’. Цвітіння сакур сорту ‘Amanogawa’ відбувалося наприкінці квітня; напівмахрові квітки виробляли 4,5 мг цукрів та 0,17 мг пилку на квітку. Квіти сорту ‘Kanzan’ виробляли 0,59 мг нектару та 0,08 мг пилку на квітку. Таким чином, якщо в міських районах створено сприятливі умови для запилювачів, ці сорти не слід висаджувати (Strzałkowska-Abramek, 2019).

Таблиця 3.3

Фенологічні зміни *Prunus serrulata* Lindl. сортів ‘Kanzan’ та ‘Amanogawa’
і терміни їх настання в урболандшафтах м. Чернівці

Опис фенологічних змін	Сакура сорту ‘Kanzan’, парк ім. Т. Шевченка	Сакура сорту ‘Amanogawa’, площа Філармонії
Вегетативні та генеративні бруньки в стані спокою	 до 15.03.2023 / 10.03.2025	 до 03.03.2023 / 10.03.2025
Набухання бруньок	 06.04.2023 / 28.03.2025	 26.03.2023 / 31.03.2025
Розпукування бруньок	 18.04.2023 / 07.04.2025	 14.04.2023 / 12.04.2025

Розпускання бруньок: ‘Kanzan’: квіткових та листкових; ‘Amanogawa’: квіткових.	 26.04.2023 / 17.04.2025	 22.04.2023 / 18.04.2025
Цвітіння	 02.05.2023 / 25.04.2025	 29.04.2023 / 22.04.2025
Завершення цвітіння / всихання пелюсток	 10.05.2023 / 01.05.2025	 06.05.2023 / 27.04.2025
Відцвітання, опадання пелюсток	 15.05.2023 / 04.05.2025	 08.05.2023 / 01.05.2025
Зав'язування плодів: ‘Kanzan’: відсутнє; ‘Amanogawa’: відбулося, проте плоди опали до кінця травня.	 15.05.2023 / 04.05.2025	 15.05.2023 / 10.05.2025

Формування плодів ‘Kanzan’: відсутнє; ‘Amanogawa’: у 2023 р. всі опали, у 2025 р. – небагато, але дозрівали	—	 19.06.2025
Дозрівання плодів ‘Kanzan’: відсутнє; ‘Amanogawa’: у 2023 р. всі опали, у 2025 р. – небагато, але дозрівали	—	 21.07.2025
Завершення формування листя та пагонів	 14.06.2023 / 19.06.2025	 20.06.2023 / 01.07.2025
Перші зміни забарвлення листя	 20.10.2023 / 13.10.2025	 20.10.2023 / 13.10.2025
Повна зміна забарвлення листя / опадання листя	 30.10.2023 / 24.10.2025	 21.11.2023 / 29.10.2025

Опадання листя (залишились поодинокі листки)	 15.11.2023 / 03.11.2025	 30.11.2023 / 14.11.2025
Зміна забарвлення та початок опадання листя (загальний вигляд дерева)	 30.10.2023 / 24.10.2025	 21.11.2023 / 29.10.2025
100% листя опало (загальний вигляд дерева)	 21.11.2023 / 05.11.2025	 30.11.2023 / 14.11.2025

08.05.2023 р. 90% сакур ‘Amanogava’ на площі Філармонії відцвіли, пелюстки майже повністю опали і стали видні сформовані зав’язі. Плодів було достатньо, проте більша частина всохли та відпали вже до кінця травня. У сорту ‘Kanzan’ вздовж парку Шевченка утворених зав’язей не спостерігалось. У 2025 р. формування плодів тривало з середини травня до кінця червня, повне дозрівання невеликої кількості плодів відбулося 21 липня. Згідно літературних даних більшість сакур не плодоносять (Allen et al., 2014), деякі сорти, зокрема

і ‘Amanogawa’ дають невеликі плоди розміром з горошину (Kuitert et al., 1999).
плоди круглі або яйцеподібні ягоди пурпурово-чорного кольору (Табл. 3.3)

Розпускання листкових бруньок у сакур сорту ‘Amanogawa’ розпочалось в 3-ій декаді квітня, коли більшість квіткових бруньок вже розкрилися і тривало повне цвітіння. У сакур сорту ‘Kanzan’ були помітні молоді листочки буруватого кольору вже під час розпускання квіткових бруньок. В середині 2-ї декади червня у сакур обох сортів вегетативні органи були повністю сформовані (табл. 3.3), листя – темно-зеленого забарвлення, молоді пагони майже досягли свого кінцевого розміру, проте незначний їх ріст продовжувався до кінця вегетаційного циклу.

У 2023 р. зміни в забарвленні листя помічені наприкінці 2-ої декади жовтня, тоді як в 2025 р. – на початку жовтня у ‘Kanzan’ та на початку 2-ї декади жовтня у ‘Amanogawa’. Листя сакур ‘Amanogawa’ набуває найрізноманітніших відтінків пурпурового, бордового, червоного, помаранчевого, жовтого кольорів. Листя сакур ‘Kanzan’ набуває забарвлення менш насиченого ніж ‘Amanogawa’ – переважали світло-жовті, світло-помаранчеві, рожеві відтінки.

У 2023 р. опадання листя відбувалося протягом листопада, у сакур сорту ‘Kanzan’ воно відбувалось дещо швидшими темпами: повне опадання – вкінці 2-ої декади листопада, у ‘Amanogawa’ – на початку грудня. У 2025 році опадання листя відбулося вже наприкінці жовтня -початку листопада у обох сортів.

Аналіз феноспектрів (Рис. 3.4) показав, що тривалість вегетаційного циклу довша у 2023 році, хоча зміна забарвлення починалась приблизно однаково – 1 декаді жовтня у ‘Kanzan’ і в 2 декаді жовтня у ‘Amanogawa’ , повне опадання листя у 2025 році відбулося швидше, ніж в 2023 р. у обох сортів. Тривалість вегетаційного циклу: для сакур сорту ‘Kanzan’ він становив 247 днів у 2023 р. (20.03–27.11) та 233 дні у 2025 р. (20.03–07.11), для сакур сорту ‘Amanogawa’ вегетаційний цикл тривав 248 днів у 2023 р. (18.03-10.12) та 237 днів у 2025 р. (20.03–22.11).

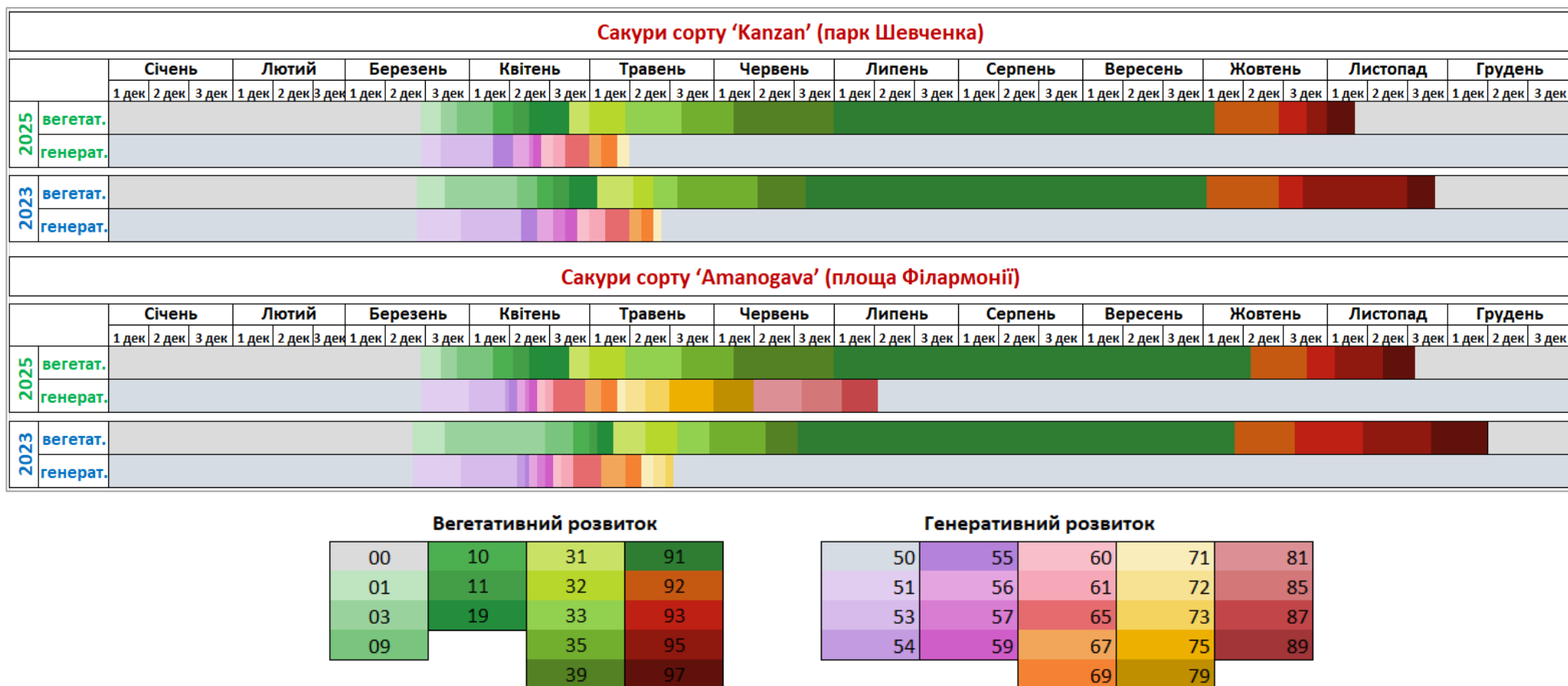


Рис. 3.4. Фенологічні спектри вегетаційного циклу сакури сортів 'Kanzan' та 'Amanogawa' (м. Чернівці, 2022 р.)

На основі аналізу феноспектрів (Рис. 3.4) та сум накопичених ефективних температур (табл. 3.1) доведено, що час настання відповідних фенофаз має залежність не від календарного періоду, а від суми накопичених активних температур на конкретний момент. В табл. 3.4 наведено приклади календарних термінів настання окремих фенологічних фаз та суми накопичених активних температур на відповідний момент.

Стадія	‘Kanzan’		‘Amanogawa’	
	Дата настання	Сума накопич. активних темп.	Дата настання	Сума накопич. активних темп.
Початок цвітіння	28.04.2023	388°C	22.04.2023	328°C
	19.04.2025	369°C	19.04.2025	369°C
Масове цвітіння	05.05.2023	480°C	27.04.2023	388°C
	25.04.2025	491°C	25.04.2025	418°C
Зміна забарвлення листя	02.10.2023	3416°C	09.10.2023	3504°C
	04.10.2025	3428°C	13.10.2025	3519°C
Опадання листя	17.10.2023	3591°C	17.10.2023	3591°C
	20.10.2025	3568°C	20.10.2025	3568°C

Отже, сакури сортів ‘Kanzan’ та ‘Amanogawa’ завдяки своїм зовнішнім особливостям у весняний (цвітіння) та осінній (забарвлення листя) періоди рекомендовано висаджувати для декоративного озеленення урболандшафтів. У районах із поганим забезпеченням квітучих видів для запилювачів сакури можуть бути використані для забезпечення медоносного конвеєру бджіл.

ВИСНОВКИ

1. Проведено аналіз основних метеопоказників за 2023 та 2025 рр. Середньомісячні температури повітря є вищими за кліматичну норму, виключення становлять квітень 2023 р. (8 °C, що на 16,7% нижче норми), лютий і травень 2025 р. (-2,5 °C та 12,3°C, що на 25% та 17% нижче норми). Річна кількість опадів в досліджені роки є близькою до багаторічної норми опадів, однак помічений дисбаланс із аномально посушливими та аномально вологими місяцями: 2023 р. 109 мм у квітні (в 2,2 р. більше за норму), 13 мм у травні (в 5,0 р. менше), 2025 р. за травень та липень випала майже половина річної норми опадів – по 150 мм за місяць

2. Розраховано суму активних та ефективних температур за вегетаційний цикл в умовах м. Чернівці. Сума активних температур у 2023 р. склала 3816°C, сума ефективних температур – 2641°C, у 2025 р. (по жовтень включно) – 3685 °C та 2510°C відповідно.

3. Побудовано феноспектри та визначено тривалість вегетаційного циклу: для сакур сорту ‘Kanzan’ він становив 247 днів у 2023 р. (20.03–27.11) та 233 дні у 2025 р. (20.03–07.11), для сакур сорту ‘Amanogawa’ вегетаційний цикл тривав 248 днів у 2023 р. (18.03-10.12) та 237 днів у 2025 р. (20.03–22.11). Доведено залежність настання фенофаз не від календарного періоду, а від суми накопичених активних температур.

4. *Prunus serrulata* Lindl. сортів ‘Kanzan’ та ‘Amanogawa’ завдяки декоративним якостям може висаджуватися для озеленення урболандшафтів, а у випадку відсутності в міських районах сприятливих умов для запилювачів сакура може частково використовуватися для забезпечення медоносного конвеєру бджіл.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Державні будівельні норми «Планування і забудова територій» ДБН Б.2.2-12:2018. *Мінрегіон України*. 2018. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://cutt.ly/rGPSPdu> (дата звернення: 01.12.2025)
2. Жигайло О. Л., Костюкевич Т. К. Основи агрометеорології: методичні вказівки до практичної роботи "Визначення дат стійкого переходу температури повітря через різні пороги та підрахунок сум активних і ефективних температур". Одеса: ОДЕКУ, 2012. 26 с.
3. Зібцева О. В. Озеленення забудованих територій малих міст у контексті дотримання державних будівельних норм. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2018. Т. 28, № 10. С. 28–31. <https://doi.org/10.15421/40281005>
4. Золотопуп В. Ю. Особливості охорони праці при роботі з комп'ютером. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/16965/1/157.pdf>
5. Киналь О.В. Тривалість та часові межі кліматичних сезонів у Чернівцях на зламі XX-XXI століть. *Проблеми гірського ландшафтознавства*. 2014. Вип. 1. С. 101-108.
6. Кучерявий В.П., Кучерявий В.С. Озеленення населених місць: підручник для студентів вищих навчальних закладів. Львів: «Новий Світ-2000», 2020. 666 с.
7. Марчишина Є. І. Охорона праці та профілактика здоров'я користувачів персональних комп'ютерів. Збірник тез доповідей XIX міжнар. конф. науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів «Проблеми та перспективи розвитку технічних та біоенергетичних систем природокористування» (25–29 березня 2019 року). Київ, 2019. С. 36-38. (<http://dglib.nubip.edu.ua/bitstream/123456789/6423/1/36.%D0%9C%D0%B0%D1%80%D1%87%D0%B8%D1%88%D0%B8%D0%BD%D0%B02.pdf>).
8. Николаєв А. М., Шевчук Ю. Ф. Зміни елементів клімат Чернівців під впливом глобального потепління. *Науковий вісник Чернівецького університету*. Географія. 2014. Вип. 724-725. С. 43–48.

9. Опалко А. І., Косар К. П., Опалко О. А.. Перспективи використання *Prunus serrulata* Lindl. в озелененні. *Різноманіття фітобіоти та її збереження*. 2017. С. 77-80
10. Очеретний В.П., Потапова Т.Е., Кузьміна Д.М., Сологор В.М. Сучасна тенденція скорочення площі зелених насаджень в світі. *Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві*. 2017. № 2. С. 69–76.
11. Почка О. Оцінка жаростійкості представників виду *Prunus serrulata* Lindl. *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства*. Збірник тез XIII Всеукраїнської науково-практичної Інтернетконференції. Умань, 15 жовтня 2024 року. / Під ред. д.е.н. О.О.Непочатенко. УНУС, Умань, 2024. С.41–42. https://ecology.udau.edu.ua/assets/files/tezi/zbirnik-2024_97510195-9891-456f-9ef5-e6a2eb76b8c4.pdf
12. Про затвердження Правил утримання зелених насаджень у населених пунктах України: наказ Міністерства будівництва, архітектури, та житлово-комунального господарства України від 10.04.2006. № 105. *Офіційний вісник України*. 2006. № 31. С. 415. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06#Text> (дата звернення: 30.11.2025)
13. Про що розкажуть дерева? [довідник] / Л. Астахова, Л. Васільєва, В. Кириченко, Л. Константиненко, Р. Романюк / за заг. редакцією Р. Романюк. Житомир, 2021. 32 с.
14. Сакури і не тільки – українська весна з японським колоритом. 2018 *ITINERY*: веб-сайт. URL: <http://itinery.com.ua/article/view/sakury-y-ne-tolko-ukraynskaja-vesna-s-japonskym-kolorytom>
15. Струтинська Ю.В. Історія, походження та дослідники декоративних дерев роду *Prunus serrulata* Lindl. *Вивчення і збереження біорізноманіття біоценозів України*: матер. Всеукр. наук.-практ. конф. (Біла Церква, 20-23 квітня 2021 р.). Біла Церква: БНАУ, 2021. С. 28-30.
16. Фенологічні спостереження в рамках програми GLOBE. Київ. 2018. 24 с.
17. Щерба І.В. Поширення видового різноманіття сакури (*Prunus serrulata* Lindl.) в Україні та світі. *Селекційно-генетична наука і освіта (Парієві*

читання): матер. VI міжнар. наук. конф. (15-17 березня 2017 р.). Умань, 2017. С. 264-265.

18. Юхновський В. Ю., Зібцева О. В. Порівняльний аналіз класифікацій зелених насаджень населених пунктів України та пострадянських країн. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*. 2018. Вип. 16. С. 90–98. <https://doi.org/10.15421/411810>

19. Allen J. M., Terres M. A., Katsuki T. et al. Modeling daily flowering probabilities: expected impact of climate change on Japanese cherry phenology. *Global Change Biology*. 2014. Vol. 20, No 4. P. 1251–1263. <https://doi.org/10.1111/gcb.12364>

20. Buettner T. World Population Prospects – A Long View. *Economics and Statistics*. 2020. № 520-521. P. 9–27. DOI: <https://doi.org/10.24187/ecostat.2020.520d.2030>

21. Chung U., Mack L., Yun J. I., Kim S.-H. Predicting the Timing of Cherry Blossoms in Washington, DC and Mid-Atlantic States in Response to Climate Change. *PLoS ONE*. 2011. Vol. 6, Is. 11. e27439. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0027439>

22. Czaja M., Kołton A., Muras P. The Complex Issue of Urban Trees—Stress Factor Accumulation and Ecological Service Possibilities. *Forests*, 2020. Vol. 11 (9). 932. DOI: <https://doi.org/10.3390/f11090932>

23. Denny E. G., Gerst K. L., Miller-Rushing A. J. et al. Standardized phenology monitoring methods to track plant and animal activity for science and resource management applications // *International Journal of Biometeorology*. – 2014. – Vol. 58, No. 4. – P. 591–601. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0789-5>

24. Fadón E., Herrero M., Rodrigo J. 2015. Flower development in sweet cherry framed in the BBCH scale. *Scientia Horticulturae*, Volume 192, 31 August 2015, Pages 141-147.

25. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph / U. Meier (ed.). 2nd ed. Berlin : Julius Kühn-Institut (JKI), 2018. 204 p. [Electronic

resource] <https://www.julius-kuehn.de/media/Veroeffentlichungen/bbch%20epaper%20en/page.pdf>

26. Hsu H.-W., Yun K., Kim S.-H. Differential Effects of Winter and Spring Warming on Flowering Phenology of Cherry Trees Across a Latitudinal Gradient. URL: <https://ssrn.com/abstract=3989444> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3989444>

27. IPCC. Warming of 1.5 °C: Special Report. Working Group Report. IPCC, 2018. URL: <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-1/> (Last accessed: 20.04.2024).

28. Jiang D., Xu Z., Ni T. Advancements in Monitoring Tree Phenology Under Global Change: A Comprehensive Review. *Forests*. 2025. 16(5). 771. <https://doi.org/10.3390/fl6050771>

29. Jochner S., Menzel A., Estrella N., Sparks T., Scheifinger H. Urban phenological studies – past, present, future. *Environmental Pollution*. 2015. Vol. 203. P. 250–261. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.01.003>

30. Koch E., Bruns E., Chmielewski F.-M., Defila C., Lipa W., Menze A. Guidelines for plant phenological observations. 2007. https://www.researchgate.net/publication/266211199_Guidelines_for_Plant_Phenological_Observations

31. Koch E., Bruns E., Frank M. Chmielewski, Defila C., Lipa W., Menzel A. Guidelines for Plant Phenological Observations. World Meteorological Organization. 2009. 16 p.

32. Kuitert W., Peterse A.H., Peterse A. Japanese flowering cherries Portland: Timber Press, 1999. Vol. 11. 380 p.

33. Liang D., Huang G. Influence of Urban Tree Traits on Their Ecosystem Services: A Literature Review. *Land* 2023. 12(9). 1699. <https://doi.org/10.3390/land12091699>

34. Maes J., Zulian G., Günther S., Thijssen Mю, Raynal J. Enhancing Resilience Of Urban Ecosystems through Green Infrastructure. Final Report. European Union, Luxembourg, 2019. doi:10.2760/689989.

35. Miller-Rushing A.J., Katsuki T., Primack R.B., Ishii Y., Lee S.D., Higuchi H. Impact of global warming on a group of related species and their hybrids: cherry

tree (Rosaceae) flowering at Mt. Takao, Japan. *American Journal of Botany*. 2007. 94(9). P. 1470–1478. DOI: 10.3732/ajb.94.9.1470.

36. Mollashahi H., Szymura M. Urban Ecosystem: An Interaction of Biological and Physical Components. *Biodiversity of Ecosystems*. 2021. P. 2-8. DOI: 10.5772/intechopen.97742

37. Nagai S., Kunii H., Ishigooka Y., Matsumoto N., Shimizu A. Does global warming decrease the correlation between cherry blossom flowering date and latitude in Japan? *Environmental Pollution*. 2020. Vol. 267 (Part A). 115348. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115348>

38. Peng H., Li P., Zhu R. Enhancing the sustainability of cherry blossom landscapes: a case study in Fujian Province, China. *Frontiers in Forests and Global Change*. 2024. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2024.1339603/full>

39. Primack R. B., Higuchi H., Miller-Rushing A. J. The impact of climate change on cherry trees and other species in Japan. *Biological Conservation*. 2009. Vol. 142 (9). P. 1943–1949. DOI:10.1016/j.biocon.2009.03.016

40. Proutsos N.D., Solomou A.D. Urban Green Spaces as an Effective Tool to Regulate Urban Climate and Biodiversity: Current Research and Challenges. *Land*. 2025. 14(3), 497. <https://doi.org/10.3390/land14030497>

41. Rahman M.A. et al. Traits of trees for cooling urban heat islands: A meta-analysis. *Building and Environment*. 2020. Vol. 170. 106606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106606>

42. Rosemartin A., Denny E.G., Gerst K.L., Marsh R.L., Posthumus E.E., Crimmins T.M., and Weltzin J.F., 2018. USA National Phenology Network observational data documentation: U.S. Geological Survey Open-File Report. 2018. 24 p.

43. Schwaab J., Meier R., Mussetti G., Seneviratne S., Bürgi C., Davin E. L. The role of urban trees in reducing land surface temperatures in European cities *Nature Communications*. 2021. Vol. 12. 6763. DOI: 10.1038/s41467-021-26768-w.

44. Seto K.C., Güneralp B., Hutyrá L.R. Global forecasts of urban expansion to 2030 and direct impacts on biodiversity and carbon pools. *Proceedings of the*

National Academy of Sciences. 2012. Vol. 109, No. 40. P. 16083–16088.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1211658109>

45. Strzałkowska-Abramek M. Nectar and pollen production in ornamental cultivars of *Prunus serrulata* (Rosaceae). *Folia Horticulturae*. 2019. Vol. 31, No 1. P. 205-212. DOI: <http://dx.doi.org/10.2478/fhort-2019-0015>

46. Sunoj S., Igathinathane C., Saliendra N., Hendrickson J., Archer D., Liebig M. PhenoCam guidelines for phenological measurement and analysis in an agricultural cropping environment: a case study of soybean. *Remote Sensing*. 2025. Vol. 17(4). 724. DOI: <https://doi.org/10.3390/rs17040724>

47. Sustainable Development Goal 11. United Nations, 2022. URL: <https://sdgs.un.org/goals/goal11> (Дата звернення: 04.12.2025)

48. Tang J., Körner C., Muraoka H., Piao S., Shen M., Thackeray S. J., Yang X. Emerging opportunities and challenges in phenology: a review. *Eosphere*. 2016. Vol. 7, Is. 8. e01436. DOI: <https://doi.org/10.1002/ecs2.1436>

49. Thaden J. V., Badillo-Montaña R., Lira-Noriega A., GarcíaRamírez A., Benítez G., Equihua M., Looker N., Pérez-Maqueo O. Contributions of green spaces and isolated trees to landscape connectivity in an urban landscape. *Urban Forestry & Urban Greening*. 2021. Vol. 64. 127277.
<https://doi.org/10.1016/j.ufug.2021.127277>

50. The BBCH Scale of Cherries. *Cherry Times*: web-site.
<https://cherrytimes.it/en/news/The-BBCH-Scale-of-Cherries>

51. The GLOBE program. Strategic Plan 2018-2023. URL: <https://www.globe.gov/>

52. Tsutsumida N., Funada S. Mapping cherry blossom phenology using a semi-automatic observation system with street level photos [Electronic resource] // *Ecological Informatics*. — 2023. — Vol. 78, Article 102314. — DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2023.102314>

53. van Vliet A. J. H., de Groot R. S., Bellens Y., Braun P., Bruegger R., Bruns E. et al. The European phenology network. *International Journal of Biometeorology*. 2003. Vol. 47, No. 4. P. 202–212. <https://doi.org/10.1007/s00484-003-0174-2>

54. Whitten M. Planning past parks: overcoming restrictive green-space narratives in contemporary compact cities. *Town Planning Review*. 2022. Vol. 93, No. 5. DOI: <https://doi.org/10.3828/tpr.2021.55>

55. World Population Prospects 2022: Summary of Results. United Nations. Department of Economic and social affairs, Population Division. New York, 2022. URL: https://www.un.org/development/desa/pd/sites/www.un.org.development.desa.pd/files/wpp2022_summary_of_results.pdf (дата звернення: 25.05.2024).

56. Yasuyuki A., Keiko K. Phenological data series of cherry tree flowering in Kyoto, Japan, and its application to reconstruction of springtime temperatures since the 9th century. *International Journal of Climatology*. 2008. Vol. 28, No 7. P. 905–914. DOI: 10.1002/joc.1594 (Джерело: міжнародна публікація з довготривалими фенологічними даними по сакурі в Кіото; корисна для історичного й температурного контексту.)

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

Під час роботи в польових умовах.

- необхідно мати одяг, який відповідає погоді і сезонним умовам, взувати міцне та зручне взуття;
- мати аптечку з усіма необхідними засобами для надання першої медичної допомоги; мати взуття, яке не промокає, заборонено ходити босоніж;
- необхідно захищати всі колючі та ріжучі частини обладнання, щоб запобігти травмам;
- при фіксації тварин та рослин дотримуватись загальних правил роботи з легкозаймистими і отруйними речовинами
- вживати їжу тільки в спеціально відведених місцях, тільки не під час роботи в полі;
- заборонено пити воду з відкритих водойм, а мати достатньо великий запас питної води (Курлова та ін., 2018).

Під час роботи за комп'ютером умовах.

Вимоги до улаштування та експлуатування комп'ютерних класів визначають Правила безпеки під час навчання в кабінетах інформатики навчальних закладів систем загальної середньої освіти (затверджені наказом Держнаглядохоронпраці від 16.03.2004 № 81; НПАОП 80.0-1.12-04; далі – Правила № 81), ДСанПіН 5.5.6-167-2010 «Державні санітарні норми і правила влаштування, утримання, обладнання та організації роботи закладів, які надають послуги з комп'ютерної ігрової діяльності дітям» (затверджені наказом МОЗ від 15.12.2009 № 947) (Охорона праці..., 2020).

Загальні вимоги пожежної безпеки під час експлуатації комп'ютерної техніки визначають Правила пожежної безпеки в Україні (затверджені наказом МВС від 30.12.2014 № 1417), комп'ютерних класів – пункт 3 розділу VIII Правил пожежної безпеки для навчальних закладів та установ системи освіти України (затверджені наказом МОН від 15.08.2016 № 974) (Охорона праці..., 2020).

Комп'ютерний клас обладнаний різноманітною електронною технікою, яка живиться від електричної мережі з напругою змінного струму 220 В. Це потребує дотримання додаткових правил безпеки під час роботи в ньому.

Суворо забороняється:

- торкатися до проводів живлення і заземлення;
- торкатися екрана монітора і його задньої стінки, а також задніх стінок комп'ютера і кабелів;
- вмикати і вимикати комп'ютер без дозволу завідувача лабораторії;
- класти книги, зошити на клавіатуру, мишу або монітор;
- працювати з мокрими руками або в мокрому одязі.

Працюючи за комп'ютером, рекомендовано дотримуватися правил тривалості роботи, правильної постави, розміру шрифтів та зображень, вимог до приміщення тощо (Золотопуп, 2016; Марчишина, 2019).

У робочому приміщенні, де встановлені комп'ютери, щодня потрібно виконувати вологе прибирання та провітрювати щогодини. Перед початком роботи необхідно перевірити відсутність зовнішніх пошкоджень комп'ютерного обладнання, при використанні портативних носіїв (флешки, жорсткі диски) акуратно вставляйте і виймайте їх з USB-порта.

Під час роботи за персональним комп'ютером слідкуйте за поставою: ноги повинні твердо стояти на підлозі чи на спеціальній підставці, стегна розташовані під прямим кутом до тулуба, а гомілки – під прямим кутом до стегон. Сидіти необхідно прямо або злегка нахилившись вперед, пальці рук – знаходитися на рівні зап'ясть або трохи нижче – у такому положенні вони найбільш рухливі, плечі мають бути розслаблені та вільно опущені, що сприяє розслабленню рук (Золотопуп, 2016).

Відстань від очей до екрану монітора – не менше 55-60 см, центр екрану має знаходитися на рівні очей чи трохи нижче. При роботі з текстом рекомендується, щоб колір шрифту був темним, а колір фону – світлим (ідеальний варіант – чорний шрифт на білому фоні). якщо шрифт занадто дрібний, то потрібно збільшити масштаб документу (наприклад, до 150% чи

більше). При наборі текстів з паперів чи книг рекомендується помістити джерело якомога ближче до монітору. Це дозволить уникнути частих рухів головою та очима.

Після кожної години роботи рекомендується робити десятихвилинну перерву, яку зручно суміщати з провітрюванням, безперервна робота за комп'ютером для дорослої людини не повинна перевищувати двох годин. Якщо є можливість, міняйте вид діяльності, якою займаєтеся протягом дня. Якщо з'явилося відчуття втоми, напруження, сонливості, тяжкості в очах, потрібно припинити роботу та хоча б трохи відпочити. У процесі роботи рекомендується періодично (приблизно раз на 20-30 хвилин) переводити погляд з екрану на найбільш віддалений предмет у кімнаті, а ще краще – на віддалений об'єкт за вікном. Задля попередження «синдрому сухого ока» необхідно моргати кожні 3-5 секунд. Рекомендується хоча б раз на день виконувати гімнастику для очей. Одним із способів підтримки здоров'я при роботі з комп'ютером є проект «RelaxEyes – турбота про здоров'я біля комп'ютера» (Марчишина, 2019).