

1. БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/412410>
Article received 2024.05.19
Article accepted 2024.10.18

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Nelia Lukianchuk

Lukyanchuk@nltu.edu.ua
103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine

УДК 582.091/.093:581.54

Вплив кліматичних змін на вегетацію деревних рослин Ботанічного саду НЛТУ України

Н. Г. Лук'янчук¹, Л. Т. Блюсюк², Н. Л. Блюсюк³, Н. З. Кендзьора⁴, Л. Б. Коляда⁵

Окреслено проблему кліматичних змін у лісостеповій зоні західного регіону України. Аналіз динаміки температури атмосферного повітря та кількості опадів у Львові з 2010 по 2023 рр. засвідчив тенденцію до посилення посух, збільшення кількості і тривалості спекотних періодів. Кліматичні зміни можуть впливати на зону розповсюдження рослин і зміну агрокліматичних умов, що має суттєвий вплив на ріст і розвиток декоративних рослин у міському середовищі. Кліматичні умови території мають значний вплив на екологічний стан рослин, визначають їхню здатність адаптуватись до зміни клімату, рости і розвиватись у певному регіоні.

Впродовж 2023 рр. досліджено особливості впливу кліматичних чинників на початок і завершення вегетації деревних рослин, тривалість періоду вегетації в умовах Ботанічного саду НЛТУ України. Дослідженнями щодо впливу погодно-кліматичних чинників на зміни феноритмів вегетації деревних рослин встановлено, що рослини феногруп дуже раннього та раннього початку вегетації внаслідок аномально теплих зимових місяців почали вегетацію зі значним випередженням. Поряд з цим, різкі зниження середньодобових температур, часті весняні приморозки спричинили затримку початку вегетації цілої низки видів деревних рослин. Завершення вегетації дерев і кущів у всіх феногрупах відбувалось зі значним запізненням.

Здійснений аналіз має практичне значення для ефективного використання інтродукованих деревних видів в озелененні у різних регіонах України та створення рослинних угруповань, стійких до змін кліматичних умов.

Ключові слова: клімат; динаміка температур; період вегетації; феногрупи рослин.

¹ Лук'янчук Неля Георгіївна – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: Lukyanchuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2354-2446>

² Блюсюк Левко Тарасович – магістр екології. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: levkob11999@gmail.com

³ Блюсюк Надія Любомирівна – кандидат сільськогосподарських наук, завідувач відділу лісівничо-ботанічних досліджень Ботанічного саду загальнодержавного значення. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: (032) 237-88-20, (032) 258-42-81. E-mail: nadiabl1967@gmail.com

⁴ Кендзьора Наталія Зенонівна – кандидат сільськогосподарських наук, директор Ботанічного саду загальнодержавного значення. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: (032) 237-88-20, (032) 258-42-81. E-mail: nataly_kend@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0603-7811>

⁵ Коляда Лілія Богданівна – інженер відділу лісівничо-ботанічних досліджень Ботанічного саду загальнодержавного значення. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: (032) 237-88-20, (032) 258-42-81. E-mail: botsad@ukr.net

Вступ (Introduction). Проблема кліматичних змін в Україні стала однією із найбільш актуальних (Wilson et al., 2021). За останнє десятиріччя південні регіони, які в попереднє десятиріччя належали до середньопосушливих, перейшли у категорію сильнопосушливих, а слабозволожені – у середньопосушливі (Барабаш, Гребенюк, Татарчук, 2007; Степаненко, Польовий, Школьник, 2011). Також майже вдвічі зросла повторюваність днів з максимальними температурами влітку (понад 35°C), що є екстремальним погодним явищем (Shevchenko et al., 2013; Іванюта та ін., 2020; Climate Change, 2021). Підвищення середньорічних температур, нерівномірний розподіл опадів, збільшення кількості екстремальних явищ несе загрозу зникнення окремих видів у міському середовищі та появи нових (зокрема інвазивних) видів, що може призвести до негативних незворотних явищ (Телегуз, 2012; Meteorologists are concerned..., 2015). Так, межі ареалів деяких видів можуть бути змінені через зміни меж природних зон, а окремі деревні продуктивні види можуть повністю зникнути, що вплине на видовий склад і скорочення площ лісів, а також ефективність екологічного функціонування лісових екосистем (Єремеев, 2003; Канарський, 2016).

Чутливим індикатором таких змін є рослини урбанізованих територій, реакція яких зводиться до трьох типів – міграція, адаптація та вимирання. Ці процеси ускладнені значно швидшими темпами змін зовнішніх чинників, ніж спроможність видів рослин реагувати на них (Дідух, 2009). Тому одним із напрямів комплексних еколого-географічних, біологічних досліджень зміни клімату є фенологічні спостереження зі встановленням циклічності біоритмів і закономірностей вегетації у рослинних організмів, адже динаміка настання фенофаз, терміни початку і тривалості фенологічних циклів у рослин перебувають під постійним впливом сезонних кліматичних змін (Білик, Гринюк, 2010; Polgar, & Primack, 2011).

Для створення декоративних насаджень, стійких до несприятливих кліматичних змін, необхідне всебічне оцінювання зимостійкості, ритмів росту та розвитку, особливостей розмноження рослин. Зокрема, зв'язок показників біоритмів деревних рослин зі ступенем їхньої зимостійкості висвітлено у працях О.М. Колісніченко (2004) та Т.Д. Ковальчук (2020). Подібні дослідження, а саме, – календарні терміни початку фенологічних фаз, тривалості фаз і міжфазних періодів, проводились для вивчення здатності реагувати на зміни умов навколишнього середовища рідкісних видів в умовах Вінницької області (Машталер, Луценко, Мікуліч, 2021). Також на основі фіксації фенодату у процесі візуального спостереження науковцями оцінено пристосованість рідкісних видів на Південному Сході України (Глухов, Костирко, Горлачова, 1998).

Вивчення сезонних ритмів розвитку рослин також необхідне для оцінювання естетичних

і санітарно-гігієнічних властивостей дерев і кущів міських територій упродовж року (Badeck et al., 2004; Фекета, 2011; Лук'янчук, 2019).

Для інтродукції рослин у нові для них кліматичні умови необхідно вивчити їхню реакцію на чинники зовнішнього середовища та цикл сезонного розвитку, який відображає еволюцію рослин, екологічні властивості і здатність реагувати на зміни умов навколишнього середовища (Машталер та ін., 2021). Під час оцінювання адаптивної здатності рослин широке застосування знайшло використання результатів фенологічних спостережень, які забезпечують глибше вивчення біологічних особливостей та екологічних властивостей рослинних організмів. Інтродукційну фенологію особливо широко використовують у ботанічних садах, що забезпечує цінний науковий матеріал щодо ступені відповідності інтродуцентів новим умовам середовища (Chmielewski, & Rötzer, 2001; Richardson et al., 2013).

Адаптація рослин до зміни клімату – це процес, в якому рослини змінюють свої фізіологічні, морфологічні та репродуктивні характеристики, пристосовуються до нових умов середовища, спричинених змінами клімату (Bertin, 2008). Загалом, адаптація рослин до зміни клімату є складним і динамічним процесом, який може мати велике значення для збереження біорізноманіття та функціонування екосистем у нових умовах мінливого клімату. Саме тому високою актуальністю відзначається питання здійснення ґрунтового аналізу змін сезонних ритмів деревних видів (Букша та ін., 2017).

Мета роботи полягає у вивченні впливу кліматичних змін на терміни настання фенофаз вегетації декоративних деревних рослин, що дасть змогу запропонувати для ширшого впровадження деревні види, стійкі до кліматичних змін.

Об'єкти та методики дослідження (Objekts and methods). Об'єктом дослідження були деревні рослини колекції Ботанічного саду НЛТУ України. Дендрологічні об'єкти розміщені у центральній та південній частинах м. Львова: дендрарій по вул. О. Кобилянської, 1; дендропарк по вул. Ген. Чупринки-Природна; розсадник по вул. Землеробній, а також арборетум у с. Страдч (Державний кадастр територій та об'єктів..., 2021).

Предмет досліджень – особливості впливу кліматичних чинників на початок і завершення вегетації деревних рослин, на тривалість періоду вегетації. Загальні фенологічні спостереження проводили впродовж 2014-2023 рр. за 111 деревними видами, внутрішньовидовими формами і культиварами деревних рослин дендропарку Ботанічного саду НЛТУ України. Номенклатуру латинських назв деревних видів подано за «Дендрофлорою України» (2002).

За фізико-географічним районуванням території об'єкти Ботанічного саду знаходяться у північно-західній частині Щирецького району області Роз-

точчя та Опілля Західноукраїнської провінції Лісостепової фізико-географічної зони південного заходу Східноєвропейської рівнинної країни. Таке географічне розташування сприяло формуванню у межах Львівщини помірно континентального клімату з м'якою зимою і теплим літом (Клімат Львова, 1998). Під впливом кліматичних характеристик відбувається формування характерної рослинності (Львівська область..., 2018). Згідно з геоботанічним районуванням, дендрологічні об'єкти Ботанічного саду розташовані у межах Голоторо-Вороняцького району букових лісів та Щирецького району дубових лісів округу Кременецько-Хотинських дубових і дубово-букових лісів, а також Кам'янсько-Бузько-Винниківського району дубово-соснових, дубових і грабово-дубових лісів Малополіського округу соснових і дубово-соснових лісів (Брадїс, Андрієнко, 1977).

Під час проведення досліджень використано методику наземних спостережень за окремими модельними рослинами з реєструванням календарних дат настання фенофаз (Методика державного випробування..., 2003). За початок вегетації рослин була прийнята дата настання фенофази набування вегетативних бруньок (ПБ¹); за завершення вегетації – настання фенофази осінньої зміни забарвлення листків (5Л³). Інтервал між цими фазами – це тривалість періоду вегетації. Для порівняльного аналізу та оцінювання сезонної феноритміки використано матеріали статистичної обробки показників фено- і метеоспостережень. Динаміку показників температури атмосферного повітря впродовж доби встановлювали з обчисленням середньомісячних кількісних показників температури повітря та опадів за даними архівів метеостанції Львівського аеропорту. Для опадів визначали їхню сумарну добову кількість.

Особливості феноритміки вегетації деревних рослин встановлювали за загальноприйнятою методикою (Кендзьора та ін., 2013). Для аналізу сезонних ритмів вегетації використано поділ рослин на феногрупи (Кендзьора, 2021):

Групи за середньою фенодатою початку вегетації: ДРПВ – дуже раннього початку вегетації: до 11 березня; РПВ – раннього початку вегетації: 11 березня–20 березня; СПВ – середнього початку вегетації: 21 березня–31 березня; ППВ – пізнього початку вегетації: 1 квітня–10 квітня; ДППВ – дуже пізнього початку вегетації: після 10 квітня.

Групи за середньою фенодатою закінчення вегетації: ДРЗВ – дуже раннього завершення вегетації: до 11 жовтня; РЗВ – раннього завершення вегетації: 11 жовтня–20 жовтня; СЗВ – середнього завершення вегетації: 21 жовтня–31 жовтня; ПЗВ – пізнього завершення вегетації: 1 листопада – 10 листопада; ДПЗВ – дуже пізнього завершення вегетації: після 10 листопада.

Групи за тривалістю періоду вегетації: ДКВ – дуже короткого періоду вегетації: до 171 доби; КВ – короткого періоду вегетації: 171-190 діб; СВ – середнього періоду вегетації: 191-210 діб;

ТВ – тривалого періоду вегетації: 211-230 діб; ДТВ – дуже тривалого періоду вегетації: понад 230 діб.

Проаналізовано період вегетації рослин, який вирізняється серед інших феноперіодів своєю значною тривалістю. Для статистичного опрацювання дослідних матеріалів використано такі показники: середнє значення ряду даних, основну похибку, коефіцієнт варіації, показник точності. Відомо, що такі відносні величини як коефіцієнт варіації і точність досліду під час роботи з числами безперервного ряду втрачають свій сенс. Тому для математичної обробки рядів фенодат з метою характеристики їх розсіювання за роками було використано величини середнього квадратичного відхилення чи основної помилки, які визначаються в абсолютних показниках – днях (добах), а отже, не залежать від їх місця в ряду чисел, початок яких визначають суб'єктивно (Кендзьора та ін., 2013).

Результати (Results). Природні умови району розташування території дендрологічних об'єктів Ботанічного саду є сприятливими для вирощування колекційної флори європейського, сибірського, східно-азійського, середземноморського і північно-американського природно-кліматичних регіонів. На території дендропарку Ботанічного саду налічується 2761 колекційна особина дерев і кущів, які належать до 430 видових і внутрішньовидових таксонів, 130 родів, 59 родин, трьох класів і двох відділів (Блюсюк, Коляда, 2016).

Згідно поділу дерев і кущів за їх сезонними ритмами вегетації, а саме, за середньою фенодатою початку вегетації найбільша кількість рослин знаходиться у групі дуже раннього початку вегетації (43%), раннього початку вегетації (27%) та середнього початку вегетації (20%). Рослин пізнього початку вегетації та дуже пізнього початку вегетації обліковано значно менше – 6 та 4% відповідно (табл. 1).

У рослин феногрупи дуже раннього початку вегетації (представники родів *Spiraea* L., *Carpinus* L., *Deutzia* Thunb., *Lonicera* L., *Syringa* L., *Betula* L., *Salix* L., *Sorbus* L., *Ulmus* L., *Cydonia* L.,) початок вегетації відбувається в останній декаді лютого – на початку березня. Більшість із них – рослини раннього та середнього завершення вегетації, що представлені зимостійкими аборигенними видами або інтродуцентами з Південно-Західної Європи.

До феногрупи раннього початку вегетації увійшли, зокрема, представники родів *Acer* L., *Berberis* L., *Euonimus* L., *Pyrus* L., *Weigela* L. Переважна більшість цих рослин належить до групи середнього завершення вегетації. До феногрупи середнього початку вегетації увійшли представники родів *Aesculus* L., *Magnolia* L., *Juglans* L., *Sorbus* L., які дуже рано або рано завершують вегетацію. Феногрупи пізнього та дуже пізнього початку вегетації представлені в основному інтродуцентами, які завершують вегетацію в останній декаді жовтня–першій декаді листопада (*Maclura*

pomifera (Raf.) Schneid., *Hibiscus syriacus* L., *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Stend., *Ptelea trifoliata* L., *Securinega suffruticosa* (Pall.) Rehd.).

Серед феногруп, проаналізованих за середньою датою завершення вегетації, найчисельнішою є група середнього завершення вегетації (34%). Близькими до неї за кількістю є також феногру-

пи раннього та пізнього завершення вегетації, які налічують 27 та 20% досліджуваних видів рослин відповідно (табл. 2). Менш чисельними є феногрупи дуже раннього та дуже пізнього завершення вегетації – 9 та 10% відповідно, причому у феногрупі дуже пізнього завершення вегетації входять виключно рослини дуже раннього початку вегетації.

Таблиця 1. Кількісний розподіл рослин дендрофлори на феногрупи за початком вегетації

Table 1. Quantitative distribution by phenogroups of dendroflora at the beginning of the growing season

Назва феногрупи рослин	Календарний інтервал фенодат	Коливання основної похибки, діб	Кількість рослин, шт.
ДРВ – дуже раннього початку вегетації	до 10.03	2-5	47
РВ – раннього початку вегетації	11.03-20.03	2-5	31
СВ – середнього початку вегетації	21.03-31.03	1-5	22
ПВ – пізнього початку вегетації	1.04-10.04	2-4	7
ДПВ – дуже пізнього початку вегетації	після 11.04	2-4	4
Разом			111

Таблиця 2. Кількісний розподіл рослин дендрофлори на феногрупи за завершенням вегетації

Table 2. Quantitative distribution by phenogroups of dendroflora at the end of the growing season

Назва феногрупи рослин	Календарний інтервал фенодат	Коливання основної похибки, діб	Кількість рослин, шт.
ДРЗВ – дуже раннього завершення вегетації	до 11.10	5-24	10
РЗВ – раннього завершення вегетації	11.10-20.10	4-18	30
СЗВ – середнього завершення вегетації	21.10-31.10	5-18	38
ПЗВ – пізнього завершення вегетації	1.11-10.11	4-19	22
ДПЗВ – дуже пізнього завершення вегетації	після 10.11	9-18	11
Разом			111

За тривалістю періоду вегетації рослини поділено на п'ять груп (Кендзьора та ін., 2013). Феногрупи дуже короткого та короткого періоду вегетації включають по одному виду – *Aesculus hippocastanum* L. (ДКВ) та *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. (КВ). Майже половина досліджуваних рослин належать до феногрупи дуже тривалого періоду вегетації (43%). Решта розподілено по феногрупах середнього і тривалого періоду вегетації (21 та 34% відповідно). У феногрупі середньої тривалості вегетації переважну більшість складають рослини середнього початку вегетації (табл. 3).

Тривалий період вегетації спостережено переважно у дерев дуже раннього та раннього початку вегетації. До феногрупи дуже тривалої вегетації входять рослини виключно раннього і дуже раннього початку вегетації. Отже, прослідковується взаємозв'язок між термінами початку та завершення вегетації деревних рослин, що безпосередньо визначає тривалість періоду вегетації.

Таблиця 3. Кількісний розподіл рослин дендрофлори на феногрупи за тривалістю вегетації

Table 3. Quantitative distribution by phenogroups of dendroflora by duration of vegetation

Назва феногрупи тривалості вегетації	Тривалість періоду вегетації, діб	Кількість рослин, шт.
ДКВ – дуже короткого періоду вегетації	до 170	1
КВ – короткого періоду вегетації	171-190	1
СВ – середнього періоду вегетації	191-210	23
ТВ – тривалого періоду вегетації	211-30	38
ДТВ – дуже тривалого періоду вегетації	понад 231	48
Разом		111

Сезонна феноритміка рослин залежить від погодно-кліматичних умов регіону. Серед комплексу метеорологічних чинників домінуючими є температура повітря та кількість опадів, які найсут-

тєвіше впливають на ріст і розвиток рослин. Динаміку середньомісячних показників температури повітря та опадів з використанням даних архівів погоди для м. Львова наведено на рис. 1.

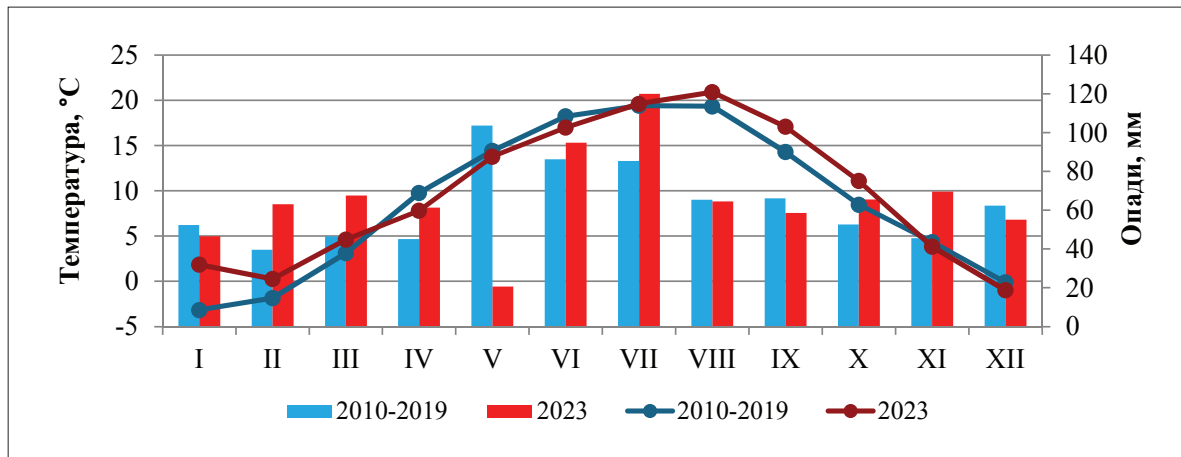


Рис. 1. Динаміка температури атмосферного повітря та кількості опадів впродовж 2010-2023 рр.

Fig. 1. Dynamics of atmospheric air temperature and amount of precipitation from 2010 to 2023

Аналізуючи динаміку основних метеофакторів, можна констатувати, що найхолоднішим місяцем у 2023 р. був лютий – середньомісячна температура атмосферного повітря становила 0°C, а найтеплішими – липень (+20°C) і серпень (+21°C). Максимальну кількість опадів спостережено в червні (95 мм) і липні (120 мм), мінімальну – в травні (21 мм). Під час порівняння середньомісячних температур у 2023 р. із середньомісячними температурами за період 2010-2019 рр. зауважимо, що особливістю температурного режиму у 2023 р. були аномально високі показники середньомісячних температур у січні та лютому, які мали додатні значення. Максимальні значення середньодобової температури в січні сягали +6...+10°C, а в лютому – +4...+7°C. Значно холоднішими, порівняно з попередніми роками, були у 2023 р. весняні місяці і червень. Середньодобові значення температури в березні мали стрибкоподібний характер, а мінімальна добова температура часто опускалась до -3...-7°C. Таку ж тенденцію спостережено і в квітні зі зниженням нічних температур до -2°C. Різкі зниження середньодобових температур були в першій і другій декадах травня та в першій половині червня. Такі коливання температур у поєднанні з підвищеною кількістю опадів, які випали впродовж березня і квітня, могли виявити негативний вплив на початок росту деревних рослин.

Погодно-кліматичні умови другої половини 2023 р. характеризувались значно вищими значеннями середньодобових температур повітря порівняно з середніми значеннями минулих років. Така стабільно тепла погода трималась аж до першої декади жовтня включно, причому максимальні значення температури в цей період сягали +30...+33°C

в серпні та +26...+28°C – у вересні. В осінній період випала порівняно велика кількість опадів, а в листопаді – з мокрим снігом. З другої декади листопада середньодобові температури опустились до від'ємних значень, а мінімальна температура сягнула -9°C.

Таким чином, погодні умови у 2023 р. характеризувались м'якою зимою з переважно додатними середньодобовими значеннями температури повітря та різкими її коливаннями у весняний період, і жарким літньо-осіннім періодом зі значною кількістю опадів.

Кліматичні умови впродовж 2023 р. спричинили певні відхилення у настанні фаз вегетативного розвитку рослин. Аналіз змін сезонних ритмів досліджуваних рослин впродовж 2023 рр. у межах виділених феногруп показав, що у рослин феногрупи ДРПВ вегетація розпочалась в окремих представників роду *Spiraea* L. ще в січні та на початку лютого (табл. 4). Першими розпочали вегетацію в цій групі також *Carpinus betulus* L., *Schizandra chinensis* (Turch.) Baill., *Cotoneaster horizontalis* Dcne., *Deutzia parviflora* Bunge, представники родів *Lonicera* L., *Cotoneaster* L., *Syringa* L. Фазу набубнявіння бруньок, яка є відліком початку вегетації, спостережено у більшості рослин феногрупи ДРПВ впродовж лютого і березня. Такий швидкий початок вегетації спричинений аномально теплими зимовими місяцями. Проте від'ємні нічні температури у березні спричинили затримку ростових процесів, і частина рослин, порівняно з середньою датою, розпочала вегетацію зі значним запізненням. Серед них, *Salix caprea* L., *Sorbus aucuparia* L., *Corylus colurna* L., *Actinidia kolomikta* (Rupr.) Maxim., *Philadelphus coronarius* 'Plena', *Symphoricarpos albus* (L.) Blake (20.03 - 27.03).

Таблиця 4. Фенологія початку вегетації рослин у 2023 році
Table 4. Phenology of the beginning of vegetation in 2023

Феногрупи		ДРПВ дуже ранній	РПВ ранній	СПВ середній	ППВ пізній	ДППВ дуже пізній
Фенодати	середні	до 11.03	11.03 - 20.03	21.03 - 31.03	01.04 - 10.04	після 10.04
	2023 р.	19.01 - 27.03	3.03 - 10.04	10.03 - 16.04	19.03 - 29.04	24.04 - 8.05

У рослин феногрупи РПВ набубнявіння бруньок відбулось з невеликим випередженням середньостатистичних фенодат. Першими розпочали вегетацію представники родів *Acer* L. та *Berberis* L., а також *Philadelphus coronarius* L. та *Cerasus serrulata* 'Plena'. Несприятливі кліматичні умови березня з періодичними зниженнями нічних температур до -5 і -7°C спричинили значну затримку початку вегетації більшості рослин цієї феногрупи. Порівняно пізно розпочали вегетацію *Symphoricarpos orbiculatus* Moench (28.03), *Weigela hybrida* Jaeg. (29.03), *Rosa roxburghii* Tratt. (30.03), *Hydrangea arborescens* 'Sterilis' (30.03), *Koelreuteria paniculata* Laxm. (1.04), *Weigela florida* (Bge.) A. DC. (10.04). Ранній початок вегетації деревних рослин збільшує вірогідність їх пошкодження приморозками.

У рослин феногрупи СПВ набубнявіння бруньок почалось вчасно, за винятком *Platanus acerifolia* Willd. та *Euonymus latifolius* (L.) Mill., в яких вегетація почалась дещо раніше – 10.03 та 19.03 відповідно. Проте рослини таких видів, як *Robinia pseudoacacia* L., *Aralia mandshurica* Rupr.et Maxim., *Buddleja alternifolia* Maxim., представники родів *Magnolia* L. та *Juglans* L. розпочали вегетацію з певним запізненням (на початку квітня). Така затримка, ймовірно, була спричинена різким зниженням середньодобових температур наприкінці березня та опусканням нічних температур до -5°C.

У рослин феногрупи ППВ вегетація розпочалась з великими відхиленнями від середніх значень. Лише *Tamarix ramosissima* Ledeb. та *Swida*

sanguinea (L.) Opiz розпочали вегетацію швидше – 25.03 та 30.03 відповідно. Решта рослин цієї групи вступили у вегетацію із запізненням (на 4-19 діб), що є наслідком різкого зниження середньодобових температур у першій декаді квітня та приморозків до -2°C з одночасним випаданням мокрого снігу. Такі кліматичні умови стали також причиною значної затримки початку вегетації всіх рослин феногрупи ДППВ. Найпізніший початок вегетації спостерігався у *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Stend. (28.04) та *Ptelea trifoliata* L. (8.05).

Терміни завершення вегетації деревних рослин у 2023 р. відзначались певною неоднорідністю (табл. 5). У всіх феногрупах більшість рослин завершила вегетацію зі значним запізненням (на 38-47 діб).

У феногрупі ДРЗВ вчасно завершили вегетацію (в межах середніх значень) тільки *Lonicera caerulea* L. та *Lonicera edulis* Turcz.et Freyn., які дуже рано розпочинають вегетацію навесні, а *Aesculus hippocastanum* L. – із запізненням лише на одну добу. Всі інші рослини цієї феногрупи завершили вегетацію із запізненням. Зокрема, із незначним запізненням завершили вегетацію *Juglans regia* L. та *Caragana arborescens* Lam. (на 8 і 9 діб відповідно), *Aesculus carnea* Hayne та *Euonymus latifolius* (L.) Mill. – на 17 діб, *Aronia melanocarpa* (Michx.) Elliot – на 18 діб пізніше. *Hydrangea arborescens* 'Sterilis' та *Exochorda grandiflora* (Hook.) C.K. Schneid. завершили вегетацію із затримкою на 28 і 47 діб відповідно.

Таблиця 5. Фенологія завершення вегетації рослин у 2023 році
Table 5. Phenology of the end of vegetation in 2023

Феногрупи		ДРЗВ дуже ранній	РЗВ ранній	СЗВ середній	ПЗВ пізній	ДПЗВ дуже пізній
Фенодати	середні	до 11.10	11.10-20.10	21.10-31.10	01.11-10.11	після 10.11
	2023 р.	02.10-27.11	17.10-04.12	25.10-08.12	30.10-27.12	15.11-30.12

Таку ж тенденцію спостережено і у феногрупі РЗВ. Вчасно завершили вегетацію, тобто в межах середньостатистичних термінів, лише незначна кількість видів деревних рослин: *Sorbus intermedia* (Ehrh.) Pers., *Syringa amurensis* Pupr., *Deutzia parviflora* Bunge, *Rosa roxburghii* Tratt., *Syringa josikaea* Jacq.f., *Schizandra chinensis* (Turch.) Baill. В інших рослин цієї групи терміни завершення ве-

гетації розтягнулись із запізненням до 45 діб. Причиною такої затримки термінів завершення вегетації, ймовірно, стала стабільно тепла погода з третьої декади жовтня і до середини листопада з незначною кількістю опадів. Із запізненням від трьох до 11 діб завершили вегетацію більшість рослин, зокрема представники родів *Acer* L., *Magnolia* L., *Fraxinus* L., *Juglans* L. Проте певна частина рослин

завершила вегетацію зі значним запізненням: *Sorbus latifolia* (Lam.) Pers. – на 13 діб, *Carpinus betulus* L. – на 15 діб, *Euonymus verrucosus* Scop. – на 17 діб. Із найбільшим запізненням завершили вегетацію *Pyrus communis* L. – на 31 добу, *Populus simonii* Carr. – на 34 доби, *Syringa pekinensis* Rupr. – на 37 діб та *Euonymus europaeus* L. – на 45 діб.

У феногрупі СЗВ в межах середніх значень завершили вегетацію такі види: *Securinega suffruticosa* (Pall.) Rehd., *Viburnum opulus* L., *Staphylea pinnata* L., *Cotoneaster niger* (Thunb.) Fries. Інші рослини цієї групи завершили вегетацію із запізненням впродовж листопада, а *Crataegus monogyna* 'Rubroplena' і *Laburnum anagyroides* Medic. – 4-го та 8-го грудня відповідно.

Рослини феногрупі ПЗВ завершили вегетацію ще з більшим діапазоном відхилень. Раніше, ніж середні значення, завершили вегетацію *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Stend. (30.10) та *Liquidambar styraciflua* L. (31.10), в межах норми – *Forsythia viridissima* Lindl., *Acer pseudoplatanus* 'Purpureum', *Berberis vulgaris* L., *Lonicera xylosteum* L. Решта рослин цієї групи завершували вегетацію зі значним запізненням впродовж листопада, а окремі

види – навіть у грудні (*Weigela florida* (Bge.) A. DC., *Weigela hybrida* Jaeg., *Rosa multiflora* (Thunb.).

У феногрупі ДПЗВ рослини завершили вегетацію в період з 15.11 до 30.12, а більшість з них – до третього грудня. Найпізніше завершили вегетацію *Ribes alpinum* L., *Symphoricarpos albus* (L.) Blake та *Symphoricarpos orbiculatus* Moench.

Отже, завершення вегетації деревних рослин у 2023 р. у всіх феногрупах відбувалось із запізненням і впродовж значного періоду часу. Цьому сприяла стабільно тепла погода з третьої декади жовтня і до середини листопада із незначною кількістю опадів.

Зміщення термінів початку та завершення вегетації деревних рослин Ботанічного саду вплинуло і на тривалість їхнього вегетування (табл. 6). До феногрупі ДКВ віднесено лише один вид – *Aesculus hippocastanum* L. У 2023 р. тривалість вегетації цього виду збільшилась на 31 добу порівняно із середньостатистичними даними.

Феногрупа КВ представлена також одним видом – *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. Тривалість вегетаційного періоду цього деревного виду становила 189 діб, що є в межах норми.

Таблиця 6. Тривалість вегетації рослин в 2023 році, діб
Table 6. Duration of the growing season of plants in 2023, days

Феногрупи		ДКВ дуже коротка	КВ коротка	СВ середня	ТВ тривала	ДТВ дуже тривала
Фенодати	середні	до 171	171 - 190	191 - 210	211 - 230	> 230
	2023 р.	202	189	177 - 309	202 - 276	221 - 318

Рослини феногрупі СВ завершили вегетацію переважно у звичайний період за винятком *Fraxinus excelsior* L., *Securinega suffruticosa* (Pall.) Rehd. і *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Stend., в яких період вегетації дещо скоротився порівняно із середніми значеннями (табл. 7). Проте у частини видів спостережено тривалішу вегетацію. Найбільші відхилення в бік збільшення тривалості вегетації відзначено в *Euonymus latifolius* (L.) Mill. – 223 доби, *Sorbus latifolia* (Lam.) Pers. і *Tamarix ramosissima* Ledeb. – 228 діб, *Populus simonii* Carr. – 250 діб.

У феногрупі ТВ спостерігалось незначне скорочення тривалості вегетації у рослин *Rosa roxburghii* Tratt. – 202 доби та *Koelreuteria paniculata* Laxm. – 297 діб (табл. 8). Майже у половини рослин цієї групи тривалість періоду вегетації відзначено в межах середніх значень, але у решти рослин відзначено його збільшення. Так, максимальні значення (більше 250 діб) спостережено у *Prunus divaricata* Ledeb., *Laburnum anagyroides* Medic., *Crataegus monogyna* 'Rubroplena', *Euonymus europaeus* L., *Carpinus betulus* L., *Syringa pekinensis* Rupr.

Таблиця 7. Тривалість періоду вегетації у рослин середньої вегетації
Table 7. Duration of the growing season in plants of medium growing season

№ з.п.	Вид	Феногрупи початку вегетації	Феногрупи завершення вегетації	Тривалість вегетації, діб	Час настання фенофаз	
					Пб ¹	5Л ³
1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	ППВ	РЗВ	177	29.4	23.10
2	<i>Securinega suffruticosa</i> (Pall.) Rehd.	ДППВ	СЗВ	184	24.4	25.10
3	<i>Paulownia tomentosa</i> (Thunb.) Stend.	ДППВ	ПЗВ	185	28.4	30.10
4	<i>Amorpha fruticosa</i> L.	ППВ	СЗВ	198	19.4	3.11

Продовж. табл. 7
Continuation of Table 7

1	2	3	4	5	6	7
5	<i>Aralia mandshurica</i> Rupr.et Maxim.	СПВ	РЗВ	198	10.4	25.10
6	<i>Maclura pomifera</i> (Raf.) Schneid.	ППВ	СЗВ	199	17.4	2.11
7	<i>Hibiscus syriacus</i> L.	ППВ	СЗВ	200	24.4	10.11
8	<i>Juglans regia</i> L.	СПВ	ДРЗВ	203	30.3	19.10
9	<i>Magnolia tripetala</i> L.	СПВ	РЗВ	204	10.4	31.10
10	<i>Ptelea trifoliata</i> L.	ДППВ	ПЗВ	204	8.5	28.11
11	<i>Magnolia soulangeana</i> Soul.	СПВ	РЗВ	206	5.4	28.10
12	<i>Juglans mandshurica</i> Maxim.	СПВ	РЗВ	207	1.4	25.10
13	<i>Caragana arborescens</i> Lam.	СПВ	ДРЗВ	209	25.3	20.10
14	<i>Magnolia kobus</i> DC.	СПВ	РЗВ	209	2.4	28.10
15	<i>Magnolia obovata</i> Thunb.	СПВ	РЗВ	209	5.4	31.10
16	<i>Sorbus intermedia</i> (Ehrh.) Pers.	СПВ	РЗВ	210	21.3	17.10
17	<i>Rhus typhina</i> L.	СПВ	РЗВ	213	24.3	23.10
18	<i>Juglans nigra</i> L.	СПВ	РЗВ	214	2.4	2.11
19	<i>Aesculus carnea</i> Hayne.	СПВ	ДРЗВ	218	24.3	28.10
20	<i>Euonymus latifolius</i> (L.) Mill.	СПВ	ДРЗВ	223	19.3	28.10
21	<i>Sorbus latifolia</i> (Lam.) Pers.	СПВ	РЗВ	228	30.3	13.11
22	<i>Tamarix ramosissima</i> Ledeb.	ППВ	СЗВ	228	25.3	8.11
23	<i>Populus simonii</i> Carr.	РПВ	РЗВ	250	18.3	23.11

Таблиця 8. Тривалість періоду вегетації у рослин тривалої вегетації
Table 8. Duration of the growing season in plants with a long growing season

№ з.п.	Назва виду	Феногрупи початку вегетації	Феногрупи завершення вегетації	Тривалість вегетації, днів	Час настання фенофаз	
					ПБ ¹	5Л ²
1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Rosa roxburghii</i> Tratt.	РПВ	РЗВ	202	30.3	18.10
2	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	РПВ	РЗВ	207	1.4	25.10
3	<i>Actinidia chinensis</i> Planch.	ППВ	ПЗВ	218	14.4	18.11
4	<i>Mespilus germanica</i> L.	СПВ	СЗВ	221	28.3	4.11
5	<i>Lonicera edulis</i> Turcz.et Freyn.	ДРПВ	ДРЗВ	222	22.2	2.10
6	<i>Hydrangea arborescens</i> 'Sterilis'	РПВ	ДРЗВ	223	30.3	8.11
7	<i>Acer platanoides</i> L.	РПВ	РЗВ	224	13.3	23.10
8	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	РПВ	ПЗВ	224	21.3	31.10
9	<i>Lonicera caerulea</i> L.	ДРПВ	ДРЗВ	224	20.2	2.10
10	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	ДРПВ	РЗВ	224	20.3	30.10
11	<i>Euonymus alatus</i> (Thunb.) Sieb.	РПВ	РЗВ	226	18.3	30.10
12	<i>Aronia melanocarpa</i> (Michx.) Elliot	ДРПВ	ДРЗВ	227	16.3	29.10
13	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	РПВ	РЗВ	227	10.3	23.10

Продовж. табл. 8
Continuation of Table 8

1	2	3	4	5	6	7
14	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	СПВ	ПЗВ	228	11.4	25.11
15	<i>Buddleja alternifolia</i> Maxim.	СПВ	ПЗВ	229	14.4	29.11
16	<i>Syringa amurensis</i> Pupr.	ДРПВ	РЗВ	229	2.3	17.10
17	<i>Acer ginnala</i> Maxim.	РПВ	РЗВ	232	3.3	21.10
18	<i>Weigela florida</i> (Bge.) A. DC.	РПВ	ПЗВ	236	10.4	2.12
19	<i>Syringa josikaea</i> Jacq.f.	ДРПВ	РЗВ	237	23.2	18.10
20	<i>Swida alba</i> (L.) Opiz	СПВ	СЗВ	240	22.3	17.11
21	<i>Swida sanguinea</i> (L.) Opiz	ППВ	ПЗВ	240	30.3	25.11
22	<i>Acer platanoides</i> 'Palmatifidum'	РПВ	СЗВ	241	14.3	9.11
23	<i>Actinidia arguta</i> Planch.	СПВ	ПЗВ	241	23.3	19.11
24	<i>Euonymus verrucosus</i> Scop.	РПВ	РЗВ	242	20.3	17.11
25	<i>Pyrus communis</i> L.	РПВ	РЗВ	242	23.3	20.11
26	<i>Photinia villosa</i> (Thunb.) DC.	РПВ	ПЗВ	243	22.3	20.11
27	<i>Rhododendron sichotense</i> Pojark	РПВ	СЗВ	244	9.3	8.11
28	<i>Berberis thunbergii</i> 'Atropurpurea'	РПВ	СЗВ	245	8.3	8.11
29	<i>Corylus avellana</i> L.	РПВ	СЗВ	245	21.3	21.11
30	<i>Platanus acerifolia</i> Willd.	СПВ	СЗВ	245	10.3	10.11
31	<i>Acer saccharinum</i> L.	РПВ	СЗВ	247	10.3	12.11
32	<i>Acer tataricum</i> L.	РПВ	СЗВ	250	10.3	15.11
33	<i>Prunus divaricata</i> Ledeb.	ДРПВ	РЗВ	252	3.3	10.11
34	<i>Laburnum anagyroides</i> Medic.	СПВ	СЗВ	254	29.3	8.12
35	<i>Crataegus monogyna</i> 'Rubroplena'	РПВ	СЗВ	261	18.3	4.12
36	<i>Euonymus europaeus</i> L.	ДРПВ	РЗВ	269	10.3	4.12
37	<i>Carpinus betulus</i> L.	ДРПВ	РЗВ	276	12.2	15.11
38	<i>Syringa pekinensis</i> Rupr.	ДРПВ	РЗВ	276	24.2	27.11

У бік подовження періоду вегетації спостерігались відхилення і в феногрупі ДТВ (табл. 9). Найкоротшу вегетацію спостережено в *Actinidia kolomikta* (Rupr.) Maxim. (221 доба) та *Forsythia*

viridissima Lindl. (227 діб), а найдовшу (більше 290 діб) – у *Ribes alpinum* L., *Rosa multiflora* Thunb., *Spiraea vanhouttei* (Briot) Zab., *Spiraea japonica* L.

Таблиця 9. Тривалість періоду вегетації у рослин дуже тривалої вегетації
Table 9. Duration of the growing season in plants with a very long growing season

№ з.п.	Назва виду	Феногрупи початку вегетації	Феногрупи завершення вегетації	Тривалість вегетації, діб	Час настання фенофаз	
					Пб ¹	5Л ³
1	2	3	4	5	6	7
1	<i>Actinidia kolomikta</i> (Rupr.) Maxim.	ДРПВ	СЗВ	221	26.3	2.11
2	<i>Forsythia viridissima</i> Lindl.	РПВ	ПЗВ	227	24.3	6.11
3	<i>Berberis vulgaris</i> L.	РПВ	ПЗВ	231	22.3	8.11

1	2	3	4	5	6	7
4	<i>Lonicera xylosteum</i> L.	РПВ	ПЗВ	231	24.3	10.11
5	<i>Staphylea pinnata</i> L.	ДРПВ	СЗВ	233	10.3	29.10
6	<i>Viburnum opulus</i> L.	ДРПВ	СЗВ	235	7.3	28.10
7	<i>Weigela hybrida</i> Jaeg.	РПВ	ПЗВ	236	29.3	2.12
8	<i>Deutzia parviflora</i> Bunge	ДРПВ	РЗВ	242	18.2	18.10
9	<i>Philadelphus coronarius</i> 'Plena'	ДРПВ	СЗВ	242	27.3	24.11
10	<i>Acer pseudoplatanus</i> 'Purpureum'	РПВ	ПЗВ	243	10.3	8.11
11	<i>Berberis thunbergii</i> DC.	РПВ	СЗВ	244	8.3	7.11
12	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	ДРПВ	СЗВ	244	10.3	9.11
13	<i>Chaenomeles japonica</i> (Thunb.)	ДРПВ	СЗВ	245	3.3	3.11
14	<i>Rosa glauca</i> Pourr.	ДРПВ	СЗВ	245	18.3	18.11
15	<i>Schizandra chinensis</i> (Turch.) Baill.	ДРПВ	РЗВ	246	16.2	20.10
16	<i>Corylus colurna</i> L.	ДРПВ	СЗВ	247	20.3	22.11
17	<i>Kerria japonica</i> (L.) DC.	ДРПВ	ДПЗВ	248	12.3	15.11
18	<i>Salix caprea</i> L.	ДРПВ	ПЗВ	248	20.3	23.11
19	<i>Cotinus coggygria</i> Scop.	ДРПВ	ПЗВ	249	18.3	22.11
20	<i>Viburnum opulus</i> 'Roseum'	ДРПВ	СЗВ	249	18.3	22.11
21	<i>Kerria japonica</i> 'Pleniflora'	ДРПВ	ДПЗВ	250	10.3	15.11
22	<i>Weigela praecox</i> (Iemoine) Bailey	ДРПВ	СЗВ	251	12.3	18.11
23	<i>Cotoneaster niger</i> (Thunb.) Fries.	ДРПВ	СЗВ	252	21.2	31.10
24	<i>Betula pendula</i> Roth	ДРПВ	СЗВ	253	4.3	12.11
25	<i>Rosa rugosa</i> Thunb.	ДРПВ	ПЗВ	253	10.3	18.11
26	<i>Cerasus serrulata</i> 'Plena'	РПВ	СЗВ	255	8.3	18.11
27	<i>Acer platanoides</i> 'Globosum'	РПВ	ПЗВ	256	8.3	19.11
28	<i>Rosa canina</i> L.	ДРПВ	СЗВ	256	18.3	29.11
29	<i>Ulmus glabra</i> Huds.	ДРПВ	СЗВ	257	7.3	19.11
30	<i>Philadelphus coronarius</i> L.	РПВ	СЗВ	258	7.3	20.11
31	<i>Cydonia oblonga</i> Mill.	ДРПВ	ПЗВ	260	9.3	24.11
32	<i>Deutzia scabra</i> 'Candidissima'	ДРПВ	ДПЗВ	263	12.3	30.11
33	<i>Physocarpus opulifolia</i> (L.) Maxim.	ДРПВ	СЗВ	263	2.3	20.11
34	<i>Elaeagnus multiflora</i> Thunb.	РПВ	СЗВ	264	10.3	29.11
35	<i>Deutzia scabra</i> 'Plena'	ДРПВ	ДПЗВ	266	9.3	30.11
36	<i>Ribes sanguineum</i> Pursh	ДРПВ	СЗВ	266	7.3	28.11
37	<i>Philadelphus coronarius</i> 'Aurea'	ДРПВ	СЗВ	267	2.3	24.11
38	<i>Syringa vulgaris</i> L.	ДРПВ	СЗВ	269	4.3	28.11
39	<i>Cotoneaster horizontalis</i> Dcne.	ДРПВ	ПЗВ	270	17.2	14.11
40	<i>Exochorda grandiflora</i> (Hook.) C. K. Schneid.	ДРПВ	ДРЗВ	274	26.2	27.11
41	<i>Rhodotypus kerrioides</i> Sieb. et Zucc.	ДРПВ	ДПЗВ	275	6.3	6.12

Продовж. табл. 9
Continuation of Table 9

1	2	3	4	5	6	7
42	<i>Symphoricarpos orbiculatus</i> Moench	РПВ	ДПЗВ	277	28.3	30.12
43	<i>Symphoricarpos albus</i> (L.) Blake	ДРПВ	ДПЗВ	278	27.3	30.12
44	<i>Salix alba</i> 'Pendula'	ДРПВ	ДПЗВ	282	24.2	3.12
45	<i>Ribes alpinum</i> L.	ДРПВ	ДПЗВ	294	28.2	19.12
46	<i>Rosa multiflora</i> Thunb.	ДРПВ	ПЗВ	302	28.2	27.12
47	<i>Spiraea vanhouttei</i> (Briot) Zab.	ДРПВ	ДПЗВ	304	2.2	3.12
48	<i>Spiraea japonica</i> L.	ДРПВ	ДПЗВ	318	19.1	3.12

Отже, тривалість вегетації дерев і кущів у 2023 р. була в межах норми у більшості рослин феногруп короткого та середнього періоду вегетації. Проте спостережено значне збільшення тривалості вегетації у більшості рослин феногруп тривалого і дуже тривалого періоду вегетації.

Наведений аналіз має практичне значення для ефективного використання різних видів деревних рослин в озелененні міського середовища в умовах західного регіону України з урахуванням стійкості дерев і кущів до кліматичних змін.

Дискусія (Discussion). Результати досліджень засвідчили, що кліматичні зміни виявляють суттєвий вплив на ріст і розвиток рослин. Ранній початок теплого періоду зумовлює раннє відновлення вегетації рослин, що визначає ризик їх пошкодження пізніми весняними приморозками. Небезпека негативного впливу останніх досить висока, оскільки на час їх настання (в основному – у травні) рослини вже добре розвинені і вразливі до низьких температур. Вегетаційний період (із середньою добовою температурою повітря 5°C і вище) починається на 2-6 днів раніше і закінчується на 2-6 днів пізніше. Впродовж останнього десятиріччя тривалість вегетаційного періоду збільшилась у середньому на 4-13 днів. Такі зміни вказують на перехід до різко континентального типу клімату зі значними перепадами температур у зимоволітній період. Ці кліматичні зміни можуть негативно впливати на розповсюдження рослин, їхню здатність адаптуватись та розвиватись у певному регіоні (Глобальні наслідки інтродукції..., 2021). Важливо враховувати, що процес адаптації рослин до зміни клімату може бути повільним, а кліматичні зміни можуть бути дуже швидкими і раптовими (Барабаш та ін., 2007).

За результатами досліджень, у західному регіоні України рослини із коротким вегетаційним періодом практично всі зимостійкі, тому що вони відносно рано починають ріст і швидше його завершують, характеризуючись найсприятливішим типом сезонного розвитку. Рослини із раннім початком та коротким періодом росту є найстійкішими до низьких температур. Проте зимові відлиги, які є дово-

лі частими в регіоні досліджень, негативно впливають на ритми розвитку рослин. Деревя і кущі, які пізно починають і пізно завершують вегетацію, характеризуються меншою зимостійкістю, в окремі роки можуть обмерзати, тому їх доцільно вводити в міське озеленення дуже обережно.

Вибір інтродукованих рослин для озеленення залежить від кліматичних умов і місцевих особливостей. Урахування цих факторів допомагає зберегти видовий склад та забезпечує витривалість рослин у новому середовищі. Тому матеріали фенологічних спостережень, відомості щодо термінів і тривалості цвітіння, дозрівання і збору плодів та насіння в останні роки активно використовують для інтродукції та акліматизації рослин у ботанічних садах (Кендзьора, 2019). Практичний досвід ботанічних установ показує, що в озелененні можна використовувати значну кількість видів аборигенних та інтродукованих дерев і кущів залежно від екологічних вимог; можна підібрати рослини, які відповідають певним умовам середовища та природним процесам (Роль ботанічних садів і дендропарків..., 2013).

Важливо також урахувати, що вегетація рослин залежить не лише від погодно-кліматичних умов того чи іншого регіону, але й від географічного походження видів, тобто значною мірою має спадкову природу. Механізми адаптації рослин включають зміну фенологічного циклу, розширення або зміну їхнього ареалу, взаємодію з консортивними видами, комахами-запилювачами, мікроорганізмами. Поряд з індивідуальними особливостями рослин, значну роль відіграють мікроумови середовища: краще прогрівання ґрунту навесні, добрі умови освітлення влітку, багатство ґрунту та добрі умови зволоження дають змогу рослинам краще адаптуватися до нових умов.

Використання в озелененні різних екологічних груп деревних рослин має низку переваг. Культивування адаптованих рослин до умов довкілля дає змогу знизити витрати на обслуговування та утримання зелених насаджень завдяки тому, що такі рослини не вимагають значних зусиль для свого вирощування, виявляють менші вимоги щодо по-

ливу чи додаткового догляду. Основна ідея полягає в тому, щоб вибрати рослини, які найкраще пристосовані до місцевих кліматичних умов та ґрунтових особливостей. Загалом, використання інтродукованих рослин в озелененні може бути успішним за умови проектування, належного управління і дотримання рекомендацій інженерів-садівників та екологів.

Отже, використання у процесі озеленення резистентних до температурних змін екологічних груп рослин сприятиме створенню стійких екосистем, збереженню біологічного різноманіття та забезпечить сприятливі умови для життя біоти. Водночас деревно-чагарникова рослинність також буде виконувати значну кліматорегулювальну та оздоровчу функції у довкіллі (Lukianchuk, Tretyak, 2024).

Висновки (Conclusions). Сезонна фенологічна ритміка рослин залежить від погодно-кліматичних умов регіону, а серед комплексу метеорологічних факторів домінуючими є температура повітря та кількість опадів. За результатами фенологічних спостережень за деревами і кущами у колекції Ботанічного саду НЛТУ України впродовж 2014-2023 рр. можна вважати, що майже половина видів належить до феногрупи дуже раннього початку вегетації. Найменшу кількість рослин у феногрупах віднесено до пізнього та дуже пізнього початку вегетації.

Погодні умови у 2023 р. характеризувались м'якою зимою з переважно додатніми середньодобовими значеннями температури повітря, що стало причиною надто ранньої вегетації частини рослин – ще в січні та на початку лютого. Різкі коливання середньодобових температур і часті приморозки у весняний період спричинили затримку початку вегетації більшості деревних видів. Жаркий літньо-осінній період зі значною кількістю опадів став причиною того, що завершення вегетації деревних рослин у 2023 р. відбувалось із запізненням і впродовж тривалого періоду часу. Все це вплинуло на збільшення тривалості вегетації більшості рослин і, ймовірно, знизило їхню морозостійкість. Внаслідок аномально теплих зимових місяців, зі значним випередженням почали вегетацію рослини феногруп дуже раннього та раннього початку вегетації. Різкі зниження середньодобових температур і часті весняні приморозки спричинили затримку початку вегетації більшості деревних видів.

Список літератури (References)

Барабаш, М.Б., Гребенюк, Н.П., Татарчук, О.Г. (2007). Особливості зміни ресурсів тепла та вологи в Україні при сучасному потеплінні клімату. *Наукові праці УкрНДГМІ*, 256, 174-186. [Barabash, M.B., Grebenyuk, N.P., & Tatarchuk, O.G. (2007). Peculiarities of changes in heat and moisture resources in Ukraine during modern climate warming,

Scientific works of URIFFM, 256, 174-186. Retrieved from: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/51531>] (in Ukrainian)

Білик, Я.Я., Гринюк, Ю.Г. (2010). Фенологічні спостереження на об'єктах природно-заповідного фонду як складова моніторингу кліматичних змін. *Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф.*, 26-28 травня 2010 р. Тернопіль: Підручники і посібники, 237-241. [Bilyk, Y.Ya., & Hrynyuk, Y.G. (2010) Phenological observations at the objects of the nature reserve fund as a component of climate change monitoring. In *Nature reserve fund of Ukraine – past, present, future: proceedings of International Scientific and practical Conference*, 237-241. May 26-28. Ternopil: Textbooks and manuals] (in Ukrainian)

Блюсюк, Н.Л., Коляда, Л.Б. (2016). Результати інвентаризації деревно-чагарникових рослин на території дендропарку Ботанічного саду НЛТУ України. *Ліс, наука, молодь: матеріали IV Всеукраїнської наук.-практ. конф. студентів, магістрів, аспірантів і молодих вчених, присвяченої 15-річчю факультету лісового господарства*, 23 листопада 2016 року. Житомир, 284-285. [Blyusyuk, N.L., & Kolyada, L.B. (2016). The results of the inventory of tree and shrub plants on the territory of the Arboretum of the Botanical Garden of the National Technical University of Ukraine. In *Forest, science, youth: materials of the IV All-Ukrainian scientific and practical conference of students, masters, postgraduates and young scientists*, 284-285. Zhytomyr: theses of reports] (in Ukrainian)

Брадїс, Є.М., Андрієнко, Т.Л. (1977). *Геоботанічне районування Української РСР*. Київ: Наукова думка [Bradys, E.M., & Andrienko, T.L. *Geobotanical zoning of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Scientific opinion] (in Ukrainian)

Букша, І.Ф., Швиденко, А.З., Бондарук, М.А., Целіщев, О.Г., Пивовар, Т.С., Букша, М.І., ... Краковська, С.В. (2017). Методологія моделювання та оцінювання впливу зміни клімату на лісові фітоценози України. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*, 266, 26-38. [Buksha, I.F. Shvidenko, A.Z., Bondaruk, M.A., Tselishchev, O.G., Pyvovar, T.S., Buksha, M.I., ... Krakowska, S.V. (2017). Methodology of modeling and assessment of the impact of climate change on forest phytocenoses of Ukraine. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 266, 26-38] (in Ukrainian)

Глобальні наслідки інтродукції рослин в умовах кліматичних змін (2021). Матеріали Міжнарод. наук. конф., присвяченої 30-річчю Незалежності України. Київ: Видавництво Ліра-К. [Global consequences of the introduction of plants in the conditions of climate change: (2021). Materials of the International Scientific Conference dedicated to the

- 30th anniversary of the Independence of Ukraine. Kyiv: Publishing House Lira-K] (in Ukrainian)
- Глухов, О.З., Костирко, Д.Р., Горлачова, З.С. (1998). Рідкісні овочеві рослини та перспективи їх використання на Південному Сході України. *НАН України, Донецький ботанічний сад*. Донецьк: Мультипрес, 66-68. [Glukhov, O.Z., Kostyrko, D.R., & Horlachova, Z.S. (1998). Rare vegetable plants and prospects for their use in the South-East of Ukraine. In *NAS of Ukraine, Botanical garden of Donetsk*, 66-68. Donetsk: Multipress] (in Ukrainian)
- Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. (2002). НАН України, Нац. ботан. сад ім. М.М. Гришка; за ред. М.А. Кохна. Київ: Фітосоціоцентр. [*Dendroflora of Ukraine. Wild and cultivated trees and bushes* (2002). NAS of Ukraine, National garden named after M.M. Hryshko; in M.A. Kohno (Ed.). Kyiv: Phytosocial Center] (in Ukrainian)
- Державний кадастр територій та об'єктів природно-заповідного фонду України (2021). Київ: Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України [*State cadastre of territories and objects of the nature reserve fund of Ukraine* (2021). Kyiv: Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine. Retrieved from https://data.gov.ua/dataset/mepr_05/resource/ba204283-62c2-461e-87f8-4639ac5e203e] (in Ukrainian)
- Дідух, Я. (2009). Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії. *Вісник Національної академії наук України*, 2, 34-44. [Didukh, Ya. (2009). Ecological aspects of global climate changes: causes, consequences, actions. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2, 34-44. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnanu_2009_2_12] (in Ukrainian)
- Єремеев, В.М. (2003). Регіональні аспекти глобальної зміни клімату. *Вісник НАН України*, 2, 24-28. [Yeremeev, V.M. (2003). Regional aspects of global climate change. *Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine*, 2, 24-28. Retrieved from <https://visnyk-nanu.org.ua/ojs/index.php/v/article/view/4215>] (in Ukrainian)
- Іванюта, С.П., Коломієць, О.О., Малиновська, О.А., Якушенко, Л.М. (2020). Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації. Аналітична доповідь. Київ: НІСД [Ivanyuta, S.P., Kolomiets, O.O., Malinovska, O.A., & Yakushenko, L.M. (2020). *Climate change: consequences and measures of adaptation: analytical report*. Kyiv: NISD. Retrieved from https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf] (in Ukrainian)
- Канарський, Ю.В. (2016). Кліматичні зміни в регіоні Українських Карпат на початку XXI століття та їх вплив на біотичне різноманіття. *Наукові основи збереження біотичної різноманітності*, 7(14), №1, 15-36. [Kanarskyi, Y.V. (2016). Climatic changes in the Ukrainian Carpathian region at the beginning of the XXI century and their impact on biotic diversity. *Scientific bases of conservation of biotic diversity*, 7(14), No. 1, 15-36. Retrieved from <https://ecoinst.org.ua/pdf/zberezhennia-bioriznomanittia-monographia-2022.pdf>] (in Ukrainian)
- Кендзьора, Н.З. (2021). Кліматичні зміни та їх вплив на ритми росту і розвитку деревних рослин в урбогенних умовах. *Екологістика. Теорія і практика управління сміттєзвалищами*. Wydawnictwo SGSP, 213-228. [Kendzora, N. (2021). Climatic changes and their influence on the rhythms of growth and development of woody plants in urbogenic conditions. *Ecology. Theory and practice of landfill management*. Wydawnictwo SGSP, 213-228] (in Ukrainian)
- Кендзьора, Н.З. (2019). Особливості сезонної феноритміки рослин під впливом метеофакторів 2014-2018 років. *Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтно-архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації*: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф., м. Львів, 4-5 квітня 2019 р. Львів: НЛТУ України, 126-128. [Kendzora, N. (2019). Peculiarities of seasonal phenorhythms of plants under the influence of weather factors in 2014-2018. In *The current state and prospects of the development of landscape architecture, horticulture, urban ecology and phytoremediation*, 126-128. Lviv, April 4-5. Lviv: Ukrainian National Forestry University] (in Ukrainian)
- Кендзьора, Н.З., Мельник, Ю.А., Івченко, А.І., Мельник, А.С. (2013). Особливості феноритміки вегетації деревно-чагарникових рослин дендропарку Ботанічного саду НЛТУ України. *Науковий вісник НЛТУ України*, 23(2), 60-68. [Kendzora, N., Melnyk, Yu., Ivchenko, A., & Melnyk, A. (2013). Peculiarities of the phenorhythmic vegetation of tree-shrub plants of the Arboretum of the Botanical Garden of the Ukrainian National Forestry University. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 23(2), 60-68. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_2/index.htm] (in Ukrainian)
- Клімат Львова (1998). За ред. Бабіченко, В.М., Зузук, Ф.В. Луцьк [The climate of Lviv (1998). Eds. Babichenko, V., Zuzuk, F. Lutsk] (in Ukrainian)
- Ковальчук, Т.Д. (2020). Зимостійкість видів роду *Rhus* L. в умовах Правобережного Лісостепу України. *Автохтонні та інтродуковані рослини*, 11, 90-99. [Kovalchuk, T. (2020). Winter hardiness of *Rhus* L. species in the conditions of the Right Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Journal of Native and Alien Plant Studies*, 11, 90-99. <https://doi.org/10.37555/11.2015.190873>] (in Ukrainian)
- Колісниченко, О.М. (2004) *Сезонні біоритми та зимостійкість деревних рослин*. Київ: Фітосоціоцентр. [Kolisnichenko, O. (2004). *Seasonal biorhythms and winter hardiness of woody plants*. Kyiv: Phytosocial Center] (in Ukrainian)
- Лук'янчук, Н.Г. (2019). Екологічна роль зелених насаджень Львова в адаптації до глобальних змін клімату. *Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтно-архітектури, садово-паркового господарства, урбоекології та фітомеліорації*: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф. м. Львів,

- 4-5 квітня 2019 р. Львів: НЛТУ України, 267-269. [Lukianchuk, N.H. (2019). The ecological role of Lviv's green spaces in adaptation to global climate change. In *Current state and prospects for the development of landscape architecture, horticulture, urban ecology and phytoremediation: proceedings of the International Scientific and practical Conference*, 267-269. Lviv, April 4-5. Lviv: Ukrainian National Forestry University] (in Ukrainian)
- Львівська область: природні умови та ресурси. (2018). Львів: Видавництво Старого Лева. [Lviv Region: *Natural Conditions and Resources*. (2018). Lviv: The Old Lion Publishing House. Retrieved from https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/09/Roslynnyu-pokryv_Lvivs-ka-oblast-2018.pdf] (in Ukrainian)
- Машталер, О.В., Луценко, А.І., Мікуліч, Л.О. (2021). Дослідження біоекологічних характеристик та фенологічних особливостей деяких сортів виду *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench в умовах Вінницької області. *Біологія та екологія*, 7(2), 91-97. [Mashtaler, O., Lutsenko, A., & Mikulich, L. (2021). Study of bioecological characteristics and phenological features of certain varieties of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench in conditions in the Vinnytsia region. *Biology and ecology*, 7(2), 91-97. <https://doi.org/10.33989/2021.7.2.261557>] (in Ukrainian)
- Методика державного випробування сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина (2016). Офіційний бюлетень. Державна служба з охорони прав на сорти рослин. Київ: Алефа. [Methodology of state testing of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine (2016). General part. Official bulletin. State Service for the Protection of Rights to Plant Varieties. Kyiv: Alefa. Retrieved from <https://sops.gov.ua/uploads/page/5a5f413bb9be6.pdf>] (in Ukrainian)
- Роль ботанічних садів і дендропарків у збереженні та збагаченні біологічного різноманіття урбанізованих територій (2013): матеріали Міжнародної наукової конференції (Київ, 28-31 травня). Київ: НЦЕБМ НАН України, ПАТ «Віпол» [The role of botanical gardens and arboreturns in preserving and enriching the biological diversity of urban areas (2013). *Proceedings of the international scientific conference*, (Kyiv, May 28-31. Kyiv: NCSEBM of the National Academy of Sciences of Ukraine, PJSC "Vipol"] (in Ukrainian)
- Степаненко, С.М., Польовий, А.М., Школьній, Є.П. (2011). Оцінка впливу кліматичних змін на галузі економіки України. Одеса: Одеський державний екологічний університет. [Stepanenko, S., Poloviy, A., & Shkolniy, E. (2011). *Assessment of the impact of climate change on the branches of the economy of Ukraine*. Odesa: State Ecological University of Odesa] (in Ukrainian)
- Телегуз, О. (2012). Вплив сучасного потепління на агрокліматичний потенціал агроєкосистем Львівської області. *Раціональне природокористування і охорона природи. Наукові записки*, 1, 232-238. [Teleguz, O. (2012). Impact of modern warming on the agroclimatic potential of agroecosystems of the Lviv Region. *Rational nature management and nature conservation. Scientific Notes*, 1, 232-238. Retrieved from http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?I21DBN=LINK&P21DBN=UJRN&Z21ID=&S21REF=10&S21CNR=20&S21STN=1&S21FMT=ASP_meta&C21COM=S&2_S21P03=FILA=&2_S21STR=NZTNPUg_2012_1_40] (in Ukrainian)
- Фекета, І.Ю. (2011). Фенопостереження як складова частина моніторингу кліматичних змін. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету*, 1(29), 22-25. [Feketa, I. (2011). Pheno-observation as a component of climate change monitoring. *Scientific Notes of the Ternopil National Pedagogical University*, 1(29), 22-25. Retrieved from <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/handle/lib/1241>] (in Ukrainian)
- Badeck, F.W., Bondeau, A., Böttcher, K., Doktor, D., Lucht, W., Schaber, J., & Sitch, S. (2004): Responses of spring phenology to climate change. *New phytologist*, 162, 295-309. Retrieved from <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2004.01059.x>
- Bertin, R.I. (2008). Plant phenology and distribution in relation to recent climate change. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 135, 126-146. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/pdf/20063966.pdf>
- Chmielewski, F.M., & Rötzer, T. (2001): Response of tree phenology to climate change across Europe. *Agricultural and Forest Meteorology*, 108, 101-112. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192301002337>
- Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., Zhai, P., Pirani, A., Connors, S.L., Péan, C., Berger, S., Caud, N., Chen, Y., Goldfarb, L., Gomis, M.I., Huang, M., Leitzell, K., Lonnoy, E., Matthews, J.B.R., Maycock, T.K., Waterfield, T., Yelekci, O., Yu, R. and Zhou, B. (eds)]. Cambridge University Press. In Press.
- Lukianchuk, N., & Tretyak, P. (2024). Environmental Forming Health Improving Effect of Tree and Shrub Vegetation as a Sanogenic Factor on Air: View on the Problem. *Lviv Clinical Bulletin*, 1(45), 43-48. <https://doi.org/10.25040/lkv2024.01.043>
- Meteorologists are concerned about the dangerous trend growth droughts in Ukraine*. (2015). Retrieved from www.ukrinform.ua/rubric-presshall/1912344-vpliv-zmin-klimatu-na-vodozabezpechennya-vodospojivannya-i-prodovolchu-bezpeku-zala-1.html
- Polgar, C.A., & Primack, R.B. (2011). Leaf out phenology of temperate woody plants: from trees to ecosystems. *New phytologist*, 191, 926-941. Retrieved from <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2011.03803.x>
- Richardson, A.D., Keenan, T.F., Migliavacca, M., Ryu, Y., Sonnentag, O., & Toomey, M. (2013). Climate

change, phenology, and phenological control of vegetation feedbacks to the climate system. *Agricultural and Forest Meteorology*, 169, 156-173. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192312002869>

Shevchenko, O., Lee, H., Snizhko, S., & Mayer, H. (2014). Long term analysis of heat waves in Ukraine. *International Journal of Climatology*, 34(5), 1642-1650. <https://doi.org/10.1002/joc.3792>

Wilson, L., New, S., Daron, J., & Golding, N. (2021). *Climate Change Impacts for Ukraine*. Met Office. Retrieved from https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/07/2_Vplyv-zminy-klimatu-v-Ukrayini.pdf

Analysis of the impact of climate change on the woody plants vegetation in the Botanical Garden of the Ukrainian National Forestry University

N. Lukianchuk¹, L. Bliusiuk², N. Bliusiuk³,
N. Kendzora⁴, L. Koliada⁵

Climatic changes have a significant impact on the growth and development of ornamental plants in the urban environment, the climatic conditions of the territory have a great impact on the ecological state of plants and determine their ability to adapt and develop in a certain region. When assessing the adaptive capacity of plants, the introduction of phenological observations has found wide application, providing a more in-depth study of the biological characteristics and ecological properties of plant organisms. The

purpose of our paper was to study the influence of weather and climate changes on the timing of the phenophase of the growing season of ornamental woody plants. To analyze climate changes, average monthly quantitative indicators of air temperature and precipitation were calculated using archive data from the Lviv airport meteorological station.

The conducted analysis of the dynamics of atmospheric air temperature and the amount of precipitation in Lviv in the period from 2010 to 2023 showed a tendency towards increased droughts, an increase in the number and duration of hot periods. The process of plant metabolism is closely related, first of all, to the temperature factor, and the weather conditions in 2023 were characterized by a mild winter with predominantly positive average daily air temperature values, which caused the growing season of some plants to begin too early – as early as January and early February. Sharp fluctuations in average daily temperatures and frequent frosts in the spring period caused a delay in the beginning of the growing season of most woody plants. The hot summer-autumn period with a significant amount of precipitation was the cause of the fact that the completion of the growing season of woody plants in 2023 occurred with a delay and with a significant range. All this caused an increase in the duration of the growing season for most plants and, in all likelihood, reduced the frost hardiness of these plant species.

In general, phenological observations according to the accepted methods were carried out on 111 trees and shrubs of the Botanical Garden of the UNFU during the 2014-2023 period.

In particular, during the 2022-2023 period, the peculiarities of the influence of climatic factors on the beginning and the end of the growing season of woody plants and the duration of the growing season of woody plants were investigated. Studies have been conducted of the influence of weather and climatic factors in Lviv region on changes in the phenorhythms of the growing season of tree and shrub species. It was found that plants of phenogroups of very early and early onset of growing season began their growing season by far early due to abnormally warm winter months. Sharp drops in average daily temperatures and frequent spring frosts delayed the beginning of the growing season of other woody plants. The completion of the growing season of woody plants in all phenogroups occurred with a significant delay. The analysis carried out is of practical importance for the introduction and effective use of introduced species of woody plants in landscaping to create biogroups that are resistant to changes in climatic conditions. The materials of the conducted pheno-observations can be used for the introduction and acclimatization of plants in different regions of Ukraine.

Key words: climate; temperature dynamics; growing season; phenogroups of plants.

¹ *Nelia Lukianchuk* – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Ecology. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: Lukyanchuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2354-2446>

² *Levko Bliusiuk* – Master of Ecology, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: levkob11999@gmail.com

³ *Nadia Bliusiuk* – PhD in Agricultural Sciences, Head of the Department of Forestry and botanical research of the Botanical Garden of National significance of Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: (032) 237-88-20, (032) 258-42-81. E-mail: nadiabl1967@gmail.com

⁴ *Nataliia Kendzora* – PhD in Agricultural Sciences, Director of the Botanical Garden of National significance of the Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: (032) 237-88-20, (032) 258-42-81. E-mail: nataly_kend@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0603-7811>

⁵ *Liliia Koliada* – engineer of the Department of Forestry and botanical Research of the Botanical garden of national significance of the Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: (032) 237-88-20, (032) 258-42-81. E-mail: botsad@ukr.net