

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ УМОВ НА СЕЗОННИЙ РОЗВИТОК РАРИТЕТНИХ ВИДІВ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН ДЕНДРОПАРКУ «ОЛЕКСАНДРІЯ» НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ

Калашнікова Л.В.¹, Бойко Н.С.¹, Силенко О.В.^{1,2}, Солошенко В.С.¹, Дорошенко Ю.В.¹

¹Державний дендрологічний парк «Олександрія»

Національної академії наук України

09113, м. Біла Церква

²Державна установа «Інститут еволюційної екології

Національної академії наук України»

вул. академіка Лебедєва, 37, 03143, м. Київ

kalashnikovaluda@gmail.com, index_bc@ukr.net

Наведено інформацію про характер змін кліматичних факторів – температурного режиму та вологозабезпечення у перші десятиріччя ХХІ століття на території дендропарку «Олександрія», який за фізико-географічним зонуванням розташований у Правобережному Лісостепу України. Згідно проведеного аналізу метеоданих Білоцерківської метеостанції у 2005–2009 рр. і 2018–2022 рр. з'ясували, що температурні показники у перший період спостережень виявилися вищими за середні багаторічні на 0,4°C – 2,1°C і потепління клімату відбувалося за рахунок холодної частини року, переважали нетривалі зими. У 2018–2022 рр. середні температурні показники були вищими порівняно з нормою клімату на 1°C – 2,9°C і, вперше за період метеорологічних досліджень, в Україні у 2020 р. не було зафіксовано календарної зими. Продовжувалася тенденція різкого коливання весняних температур (травень 2018 р., квітень 2019 р.) і скорочення весняного періоду, а спекотна температура припадала на І декаду травня – І декаду червня. За результатами оброблених даних про кількість опадів за роки досліджень зафіксовано тенденцію до суттєвого зменшення вологозабезпечення у регіоні: середня кількість опадів у 2006–2008 рр. була нижче норми на 11–20 %, а у 2009 р. – на 30 %, що призводило до скорочення фенофази цвітіння, спричиняло втрату тургору, скручування, швидке засихання і опадання листків та відсутність фенофази зав'язування плодів у деяких раритетних видів. Посушливі умови виснажували деревні рослини, які втрачали стійкість до ураження шкідниками і хворобами. Доведено, що регіональні кліматичні зміни впливають на терміни сезонного розвитку автохтонних та інтродукованих раритетних видів деревних рослин, а саме подовжують їх за рахунок більш раннього початку весняних фенофаз та значно пізнішого закінчення осінніх: у 2005–2009 рр. – на 7–42 днів; у 2018–2022 рр. – 10–78 днів.

Доведено, що регіональні кліматичні зміни відображаються на термінах сезонного розвитку автохтонних та інтродукованих раритетних видів деревних рослин, які подовжуються за рахунок того, що початок весняних фенофаз стає більш раннім, а осінніх – пізнішим: у 2005–2009 рр. – на 7–42 днів, 2018–2022 рр. – 10–78 днів. *Ключові слова:* зміни клімату, температура повітря, кількість опадів, вегетаційний період, раритетні рослини.

The influence of climatic conditions on the seasonal development of rare species of woody plants in the dendrological park "Olexandria" at the beginning of the 21st century. Kalashnikova L., Boiko N., Sylenko O., Soloshenko V., Doroshenko Yu.

The article provides information on the climatic changes of two main factors observed in the first decades of the 21st century: the temperature regime and moisture supply on the territory of the dendrological park "Olexandria," located in the right-bank forest-steppe of Ukraine according to physical and geographical zoning. The analysis of weather data collected from the weather station of Bila Tserkva in two different periods, i.e. 2005–2009 and 2018–2022, shows that the temperature in the first period was higher by 0.4°C – 2.1°C compared to the long-term average. Furthermore, the climate was observed to be warming during the cold part of the year with shorter winters being more common. In 2018–2022, the average temperature indicators were found to be higher than the climate norm by 1°C – 2.9°C. Additionally, it was observed that in 2020, no calendar winter was recorded, which is a first in Ukraine's meteorological history. The trend of sharp fluctuations in spring temperatures (in May 2018 and April 2019) and the shortening of the spring period continued. Furthermore, hot temperatures were observed at the end of spring and the beginning of summer, specifically from May to June. The data analysis conducted on the amount of precipitation over the years of research showcased a significant decrease in moisture supply in the region. This decrease was noted by the below-average amount of precipitation in 2006–2008, which was 11–20 % below the norm, and in 2009, it was 30 % below the norm. As a result, the flowers of plants bloomed for a shorter duration, leaves twisted and fell off at a faster rate, and some rare species did not produce fruits.

This drought condition weakened woody plants, making them vulnerable to pests and diseases and having lost their stability. The research has also proven that regional climatic changes affect the seasonal development of autochthonous and introduced rare species of woody plants. The terms of seasonal development have been lengthened because the beginning of spring phenophases is now earlier, and autumn is later: 7–42 days longer between 2005–2009 and 10–78 days longer between 2018–2022. *Key words:* climatic changes, air temperature, precipitation amount, seasonal development, rare species, woody plants.

Постановка проблеми. Кліматичні зміни стають все актуальнішою проблемою для збереження автохтонних та інтродукованих раритетних видів

рослин у дендропарку «Олександрія». У прийнятій у 2020 р. «Стратегії біорізноманіття ЄС до 2030 року: Повернення природи у наше життя» зазначено, що

глобальна зміна клімату є однією з головних причин розробки документу. Україна є лідером серед європейських держав, 54 % території якої розорано і використовується у сільському господарстві, тому значні площі природних середовищ втрачено. Таким чином, українці вже відчули неминучість та силу природних катаклізмів, викликаних глобальними кліматичними змінами і нагальну потребу у збереженні та відновленні втраченого біорізноманіття [1]. Під впливом кліматичних змін для автохтонних та інтродукованих рослин дендропарку «Олександрія» виникають нові умови існування, які відображаються у порушенні строків сезонного розвитку і впливають на їх життєздатність, особливо це стосується раритетних видів, найуразливіших до будь яких відмінностей навколишнього середовища.

Актуальність дослідження. Ритми сезонного розвитку рослин (фенофази) сформувалися в процесі філогенезу як пристосування до сезонних змін кліматичних умов. Автохтонним рослинам властивий ритм процесів спокою, росту й розвитку, який відповідає процесам клімату даної місцевості. Для інтродукованих рослин ритми сезонного розвитку залежать від характеру погодних умов поточного та попереднього років, а фенофази можуть варіювати у строках відповідно до умов місцевого клімату. Головним критерієм оцінки перспективності інтродуцента в умовах культивування є ступінь відповідності динаміки сезонного розвитку рослини метеорологічним умовам району інтродукції. Із фенологічними характеристиками пов'язані зимостійкість, посухостійкість, морфологічні характеристики надземних органів рослин, показники генерації тощо [2, 3]. Тому аналіз аномалій регіонального клімату є важливим для визначення можливостей успішної адаптації та проходження злагоджених вегетаційних процесів раритетних рослин.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження проводилися у відповідності з науково-дослідницькими темами дендрологічного парку «Олександрія» НАН України «Збереження та раціональне використання фітогеноту дендропарку «Олександрія» НАН України на початку XXI століття (2008–2012 рр.) і «Збереження та збагачення фіторізноманітності у ценозах дендропарку «Олександрія» НАН України в сучасних умовах зміни клімату» (2018–2022 рр.).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Правобережна лісостепова зона України, де розташовано дендропарк «Олександрія», вклинюється до басейну Дніпра і зайнята його річковою долиною, що позначається на поширенні деревних рослин з переважанням дібровних типів лісу. Головними факторами формування і розповсюдження лісів цієї формації є зміни клімату із півночі на південь та із заходу на схід, а також ступінь подрібненості рельєфу [4]. Згідно Ф. Гриня і А. Барбарича [5, 6]

територія дендропарку «Олександрія» лежить в зоні дубово-грабових лісів. Вікова діброва дендропарку є оселищем для 20 автохтонних видів деревних рослин, які в останні роки залучено до «червонокнижних» списків міжнародного значення, крім цього, у паркових ландшафтних композиціях зберігаються 167 видів та міжвидових таксонів інтродукованих деревних рослин, які мають соціологічний статус різного ступеня раритетності.

Клімат регіону досліджень помірно-континентальний з відносно теплою зимою і достатнім зволоженням на заході та нестійким на сході. За багаторічними спостереженнями ця зона характеризувалася тим, що річна кількість вологи, яка поступала з атмосферними опадами, приблизно дорівнювала випаровуванню, ймовірність різних за зволоженням років був наступним: сухих – 2 %, посушливих – 11 %, напівпосушливих – 25 %, напіввологих – 30 %, вологих – 24 % та помірно вологих – 8 %. Південна межа Лісостепу проходила через Подільськ – Кіровоград – Кременчук – Полтаву – Харків [7].

За прогнозами синоптиків, Україну у XXI столітті, чекатимуть різкі коливання температури: від сильних морозів взимку – до сильної спеки літку і великого дефіциту вологи.

Характерною рисою сучасного клімату стає потепління та аридизація, які проявляються в аномально теплих зимах з тривалими відлигами, підвищенні середньорічної і середньомінімальної температур. І як наслідок, відбувається зсув зон волого- та теплозабезпечення у напрямку з півдня на північ території України, де лімітуючим фактором стає вологість [8]. За даними Я. Білик, Ю. Гринюк підвищення температури на 1°C зсуває зональну межу в середньому на 100 км, а температура лісостепової зони за останні десять років зросла на 2°C, тому межа її змістилася на відстань до 200 км, разом з цим збільшилася кількість аномалій, спостерігаються різкі коливання температур, значно зросла кількість днів із надзвичайно високими температурами повітря, коли денна температура перевищувала 30–35°C. Перехідний весняний період стає дуже коротким [9]. На зміни континентальності клімату, через інтенсивне підвищення температури повітря в окремі місяці холодного періоду в Поліссі та Лісостепу, вказують О.О. Врублевська і Т.Л. Касаджик [10]. Таким чином, за кліматичними показниками зона розташування дендропарку «Олександрія» стає подібною до зони Північного степу (зона посушлива, дуже спекотна), до якої раніше належала Кіровоградська область. За даними Міжнародної групи експертів ООН з питань зміни клімату (IPCC), останні п'ять років (2018–2022) були найспекотнішими за всю історію спостережень з 1850 р., що вплинуло на всі природні процеси, зокрема на вміст вологи у повітрі та ґрунті і, як наслідок, на розвиток біоти. Як зазначає Я.П. Дідух, для оптимальних умов існування рослин необхідна наявність певної сукупності умов, і опо-

середкований вплив зміни клімату є вагомим, ніж лише підвищення температури та зміна термо- і омброрежимів. Клімат виступає як пусковий механізм, що впливає на всі природні процеси і для більшості рослин його зміни стають критичними при підвищенні температури у межах між 1,5–2,5 °C [11].

Наші дослідження підтвердили, що раритетні види деревних рослин в умовах дендропарку «Олександрія» намагаються пристосуватися, однак можливості адаптації відстають від темпів змін зовнішніх чинників, тому слід змістити акценти на впровадження заходів задля мінімізації негативних впливів.

Метою роботи було проаналізувати зміни регіонального клімату та їх вплив на проходження фенологічних фаз раритетних деревних рослин дендропарку «Олександрія». Для досягнення мети визначено такі основні завдання: проаналізувати середні показники погодних умов та динаміку їх змін на початку XXI століття у регіоні досліджень (дендропарк «Олександрія»); з'ясувати терміни і тривалість проходження фенофаз раритетних видів деревних рослин, які пов'язані зі змінами регіонального клімату.

Наукова новизна отриманих результатів досліджень – за багаторічними моніторингом упродовж першого двадцятиріччя XXI ст. з'ясовано вплив температурних змін і режиму вологозабезпеченості на сезонну динаміку розвитку та фенологічну амплітуду проходження фенологічних фаз раритетних видів деревних рослин в умовах дендропарку «Олександрія».

Методологічне або загальнонаукове значення.

Для аналізу кліматичних умов у регіоні досліджень було опрацьовано архівні дані Білоцерківської метеостанції Центральної геофізичної обсерваторії України упродовж 2005–2009 рр. та 2018–2022 рр. Для графічного вираження особливостей погодних умов у роки досліджень застосували метод омбротермічних діаграм Г. Госсена – Г. Вальтера, який містить порівняння середньомісячних температур (°C) з кількістю середньомісячних опадів (мм), переведених у показник °C (20 мм опадів дорівнюють 10°C). За діаграмами місяць вважається сухим, коли кількість опадів (мм) менша подвійного значення температури (°C), тобто коли крива температур проходить вище кривої опадів, коли нижче – вологий. Площа між кривою температур і кривою опадів показує протяжність, а по вертикалі – інтенсивність напівпосушливого періоду. Для візуалізації результатів було використано пакет «Microsoft Office Excel» 2010. Спостереження сезонних феноритмів раритетних видів деревних рослин проводили за фазами: початок вегетації, початок пиління і цвітіння, опадання листя, тривалість вегетаційного періоду.

Викладення основного матеріалу. За багаторічними показниками Білоцерківської метеорологічної станції Центральної геофізичної обсерваторії

України, середня температура повітря становить +7,5°C з абсолютним мінімумом –36°C та максимумом +38°C, середня сума опадів за рік складає 562 мм і більша половина з них випадає саме у весняно-літній період, коли рослини найбільше потребують вологи. Середня річна відносна вологість становить 76 %. Число сонячних днів в середньому – 46, хмарних – 146. Домінують вітри західних румбів. Важливим фактором для доброї перезимівлі деревних рослин є наявність снігового покриву, але в роки досліджень число днів зі сніговим покривом скоротилося від 85 днів (багаторічне середнє значення) до 47 в 2018 р. і до 10 днів в 2020 р., а характерними ознаками зимового періоду стають ожеледь і мокрий сніг. Такі кліматичні умови завдають суттєвої шкоди вічнозеленим дендрозофітам, а чергування морозів із відлигами, які стали регулярними ознаками зимово-весняного періоду року, провокують передчасну вегетацію рослин і спричиняють пошкодження наступними морозами. Майже щорічно спостерігаємо різкі зміни температури від березня до травня, які призводять до пошкодження верхівкових та генеративних бруньок.

За даними температурних показників 2005–2009 рр. з'ясували, що вони були вищі за середні багаторічні на 0,4°C – 2,1°C, потепління клімату продовжувалося і відбувалося за рахунок холодної частини року (аномальними були зимові середньомісячні та абсолютні мінімальні температури у 2007–2008 рр.). Переважали нетривалі зими, а до категорії рекордно «тепліх зим» належить зима 2006/2007 рр. Серед весняних місяців значне підвищення температури відмічали у 2008 р. і 2009 р., яке поступово подовжувалося у літній сезон (з травня по серпень), що призводило до висушування повітря і ґрунту. Підвищення температури літніх місяців 2005 р. і 2006 р. відрізнялося від середніх багаторічних показників в межах 1°C, а у 2007–2009 рр. показники були вище середньої норми на 1,6°C – 2,1°C. Аномально зросли показники осінніх місяців, особливо температура жовтня (табл. 1).

Аналізуючи середні температурні показники періоду 2018–2022 рр., з'ясували, що вони були вищими, у порівнянні з нормою клімату, на 1°C – 2,9°C. Вперше за період метеорологічних досліджень в Україні у 2020 р. зафіксовано стан, коли не було календарної зими. Упродовж 2018–2022 рр. продовжувалася тенденція різкого коливання весняних температур температур (травень 2018 р., квітень 2019 р.) і скорочення весняного періоду, коли спекотна температура припадала на кінець весни (травень) – початок літа (червень). Помітно підвищився рівень температурних показників влітку та восени, зросла кількість літніх днів із надзвичайно високими температурами («хвилями тепла»), коли денна температура перевищувала 30–35°C. Сезонна динаміка клімату сприяє росту і розвитку таких інтродукованих теплолюбних раритетних видів деревних рослин, як *Abies cephalonica* Loud., *Cryptomeria japonica* (L.) D. Don,

Таблиця 1

Температурні показники повітря у регіоні досліджень упродовж 2005–2009 рр. і 2018–2022 рр.

Роки	Середня температура місяця, °С												Мах. доб. за рік, °С	Мін. доб. за рік, °С	Сер. за рік, °С
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII			
2005	-1,0	-6,0	-1,8	9,7	15,8	16,7	20,3	19,4	14,8	8,2	1,7	-2,3	+36,3	-25,9	8,0
2006	-8,3	-6,0	-0,4	9,1	14,2	17,7	19,7	19,4	14,5	9,2	3,5	2,2	+31,4	-27,0	7,9
2007	1,7	-4,0	5,7	8,6	18,6	20,1	21,5	20,5	14,5	8,8	0,4	-1,1	+36,2	-18,6	9,6
2008	-3,0	0,2	4,5	10,0	13,7	18,2	20,5	21,3	13,3	10,5	3,6	-0,4	+31,3	-18,4	9,4
2009	-4,1	-1,8	2,2	10,3	14,9	20,4	20,7	18,3	16,3	9,1	4,7	-2,9	+34,2	-29,5	9,1
2018	-2,7	-4,2	-2,1	8,1	22,8	20,1	20,5	21,5	16,2	0,0	-0,1	-2,0	+32,9	-25,7	9,1
2019	-5,1	0,4	4,7	10,0	16,7	22,0	20,2	20,2	15,3	10,5	5,0	2,5	+35,2	-22,9	10,1
2020	0,4	2,2	5,9	9,2	12,5	21,2	20,6	19,8	17,3	12,6	3,5	-0,4	+33,9	-9,2	10,4
2021	-2,5	-5,1	1,9	7,4	14,0	19,9	23,1	19,9	12,7	7,2	4,6	-1,5	+33,4	-23,1	8,5
2022	-1,5	1,6	1,9	8,1	14,5	20,8	20,2	21,1	12,3	9,9	3,1	-0,8	+34,6	-18,2	9,3
Сер. багат	-5,9	-4,4	0,3	8,4	14,9	17,8	19,0	18,4	13,8	7,8	2,0	-2,1	+38,0	-36,0	7,5

Таблиця 2

Кількість опадів у регіоні досліджень упродовж 2005–2009 рр. і 2018–2022 рр.

Роки	Сума опадів за місяць, мм												Сер. відн. вол. %	Сума за рік, мм
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
2005	44,9	44,9	31,0	77,7	44,8	73,8	19,9	78,7	51,5	43,4	26,7	59,4	76	596,7
2006	12,5	25,0	52,0	40,2	75,6	91,3	46,5	48,6	44,6	28,6	25,5	15,7	77	506,1
2007	27,4	46,9	11,1	7,9	25,2	73,0	82,2	121,2	41,6	17,2	63,8	23,1	74	540,6
2008	18,7	7,6	27,5	86,8	20,2	14,0	53,6	28,8	94,1	13,1	30,0	65,9	76	460,3
2009	19,8	39,4	34,8	0,1	32,5	30,5	104,6	18,8	10,0	24,9	18,7	67,1	73	391,2
2018	30,3	34,6	74,0	5,0	22,8	58,7	128,4	23,9	47,9	22,0	23,1	64,1	76	539,1
2019	40,4	21,4	23,4	45,5	54,0	79,2	41,2	17,1	19,2	6,1	23,4	35,1	72	406,1
2020	22,6	38,4	17,2	13,2	102,3	60,7	79,2	44,9	26,7	96,8	27,2	33,0	70	562,2
2021	40,0	47,7	21,2	28,9	99,3	35,3	46,3	56,0	16,8	0,6	20,1	50,3	75	462,5
2022	30,5	10,5	16,0	39,8	35,1	18,6	25,2	75,1	86,1	20,0	60,9	45,4	75	463,5
Сер. баг-не	35,0	33,0	30,0	47,0	46,0	73,0	85,0	60,0	35,0	33,0	41,0	44,0	76	562,0

Cunninghamia lanceolata (Lamb.) Hook., *Thuja dolabrata* (L.) Sieb. et Zucc., *Thuja koraensis* Nakai, *Thuja standishii* (Gordon) Cartiere та ін. і їх успішному вирощуванню на відкритих ділянках: Фактор адаптованості до холодних зим (зимостійкість) для інтродукованих дендрозофітів втрачає актуальність, першочерговим стає стійкість до посухи.

За результатами обробки даних кількості опадів за роки досліджень відмітили тенденцію до суттєвого зменшення вологозабезпечення у регіоні (табл. 2).

Аналізуючи зростаючу тенденцію до аридазації клімату, застосували омбротермічні діаграми, які відобразили вологозабезпечення по роках: у 2005 р. воно було сприятливим, хоча напівпосушливі періоди тривали у березні-травні, а піки посухи – липні та листопаді, що прискорило фенофазу листопаду раритетних дерев (рис. 1). У 2006 р. сума опадів була меншою ніж у 2005 р., але розподіл їх кількості був більш-менш рівномірним, хоча період посухи тривав із липня по жовтень (рис. 2).

У 2007 р. найсухішим став весняний період з березня по травень, проте влітку кількість опадів майже дорівнювала середнім багаторічним показникам, напівпосуха тривала у вересні-жовтні, що прискорило засихання та опадання листків. Дощі почалися тільки у листопаді, що сприяло кращій перезимівлі рослин після посушливого періоду (рис. 3). Особливо нерівномірним було вологозабезпечення у 2008 р., коли посухи чергувалися із опадами. Напівсухим був початок весни, проте у квітні кількість опадів вже перевищила середню норму, літо було сухим і спекотним, але вересень, а потім і грудень забезпечили надходження необхідної вологи для успішної перезимівлі рослин (рис. 4).

За цей період найсухішим видався 2009 р.: сильні посухи тривали у березні-травні, коли рослини особливо потребували вологи для росту пагонів і цвітіння, і в серпні-вересні – для зав'язування плодів (рис. 5).

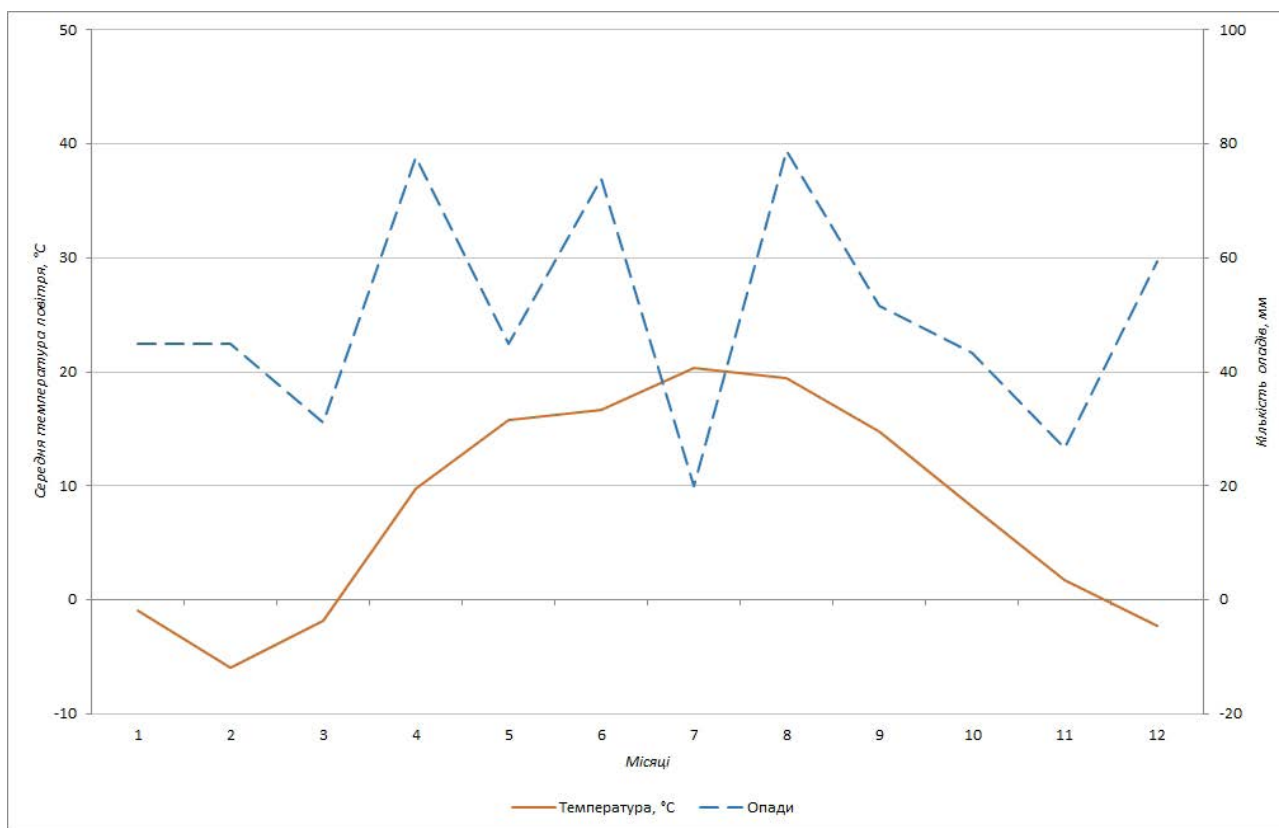


Рис. 1. Омбротермічна діаграма 2005 р.

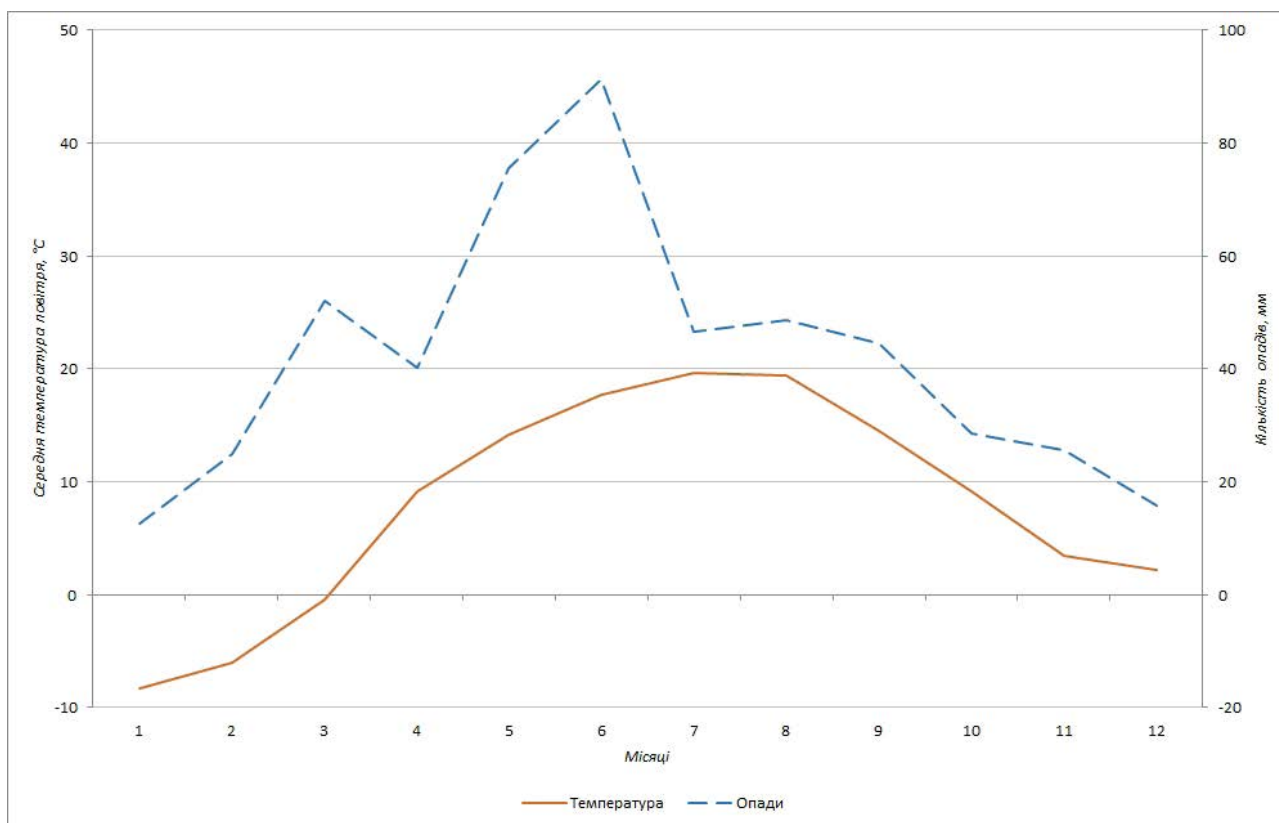


Рис. 2. Омбротермічна діаграма 2006 р.

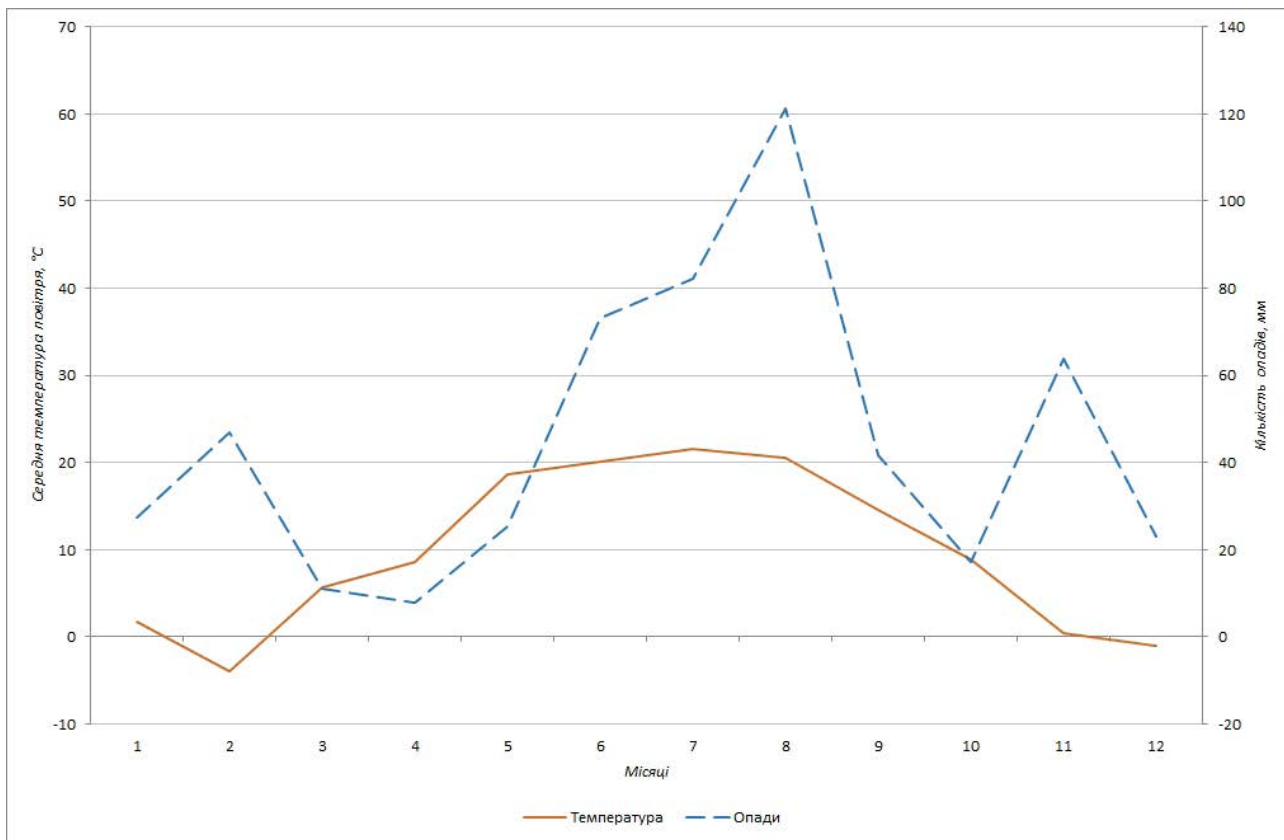


Рис. 3. Омбротермічна діаграма 2007 р.

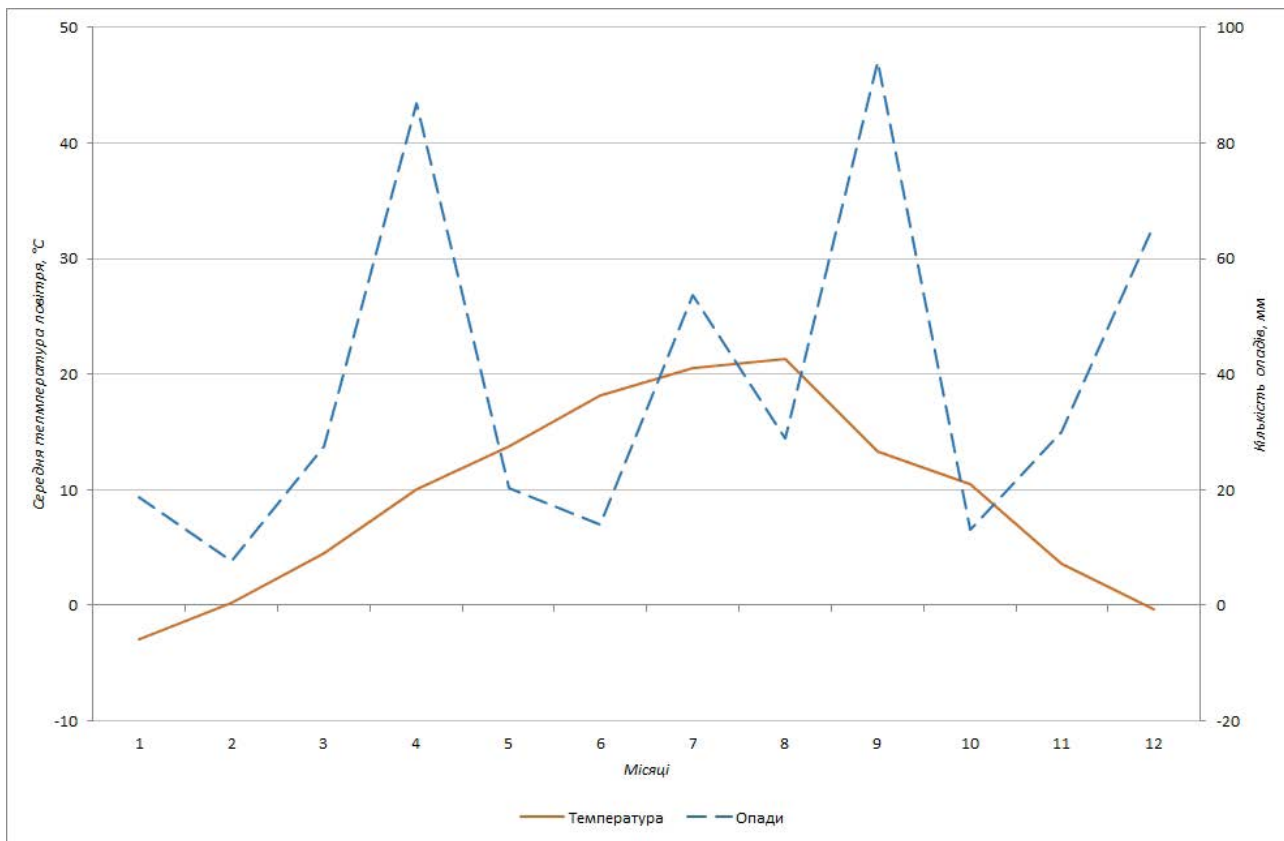


Рис. 4. Омбротермічна діаграма 2008 р.

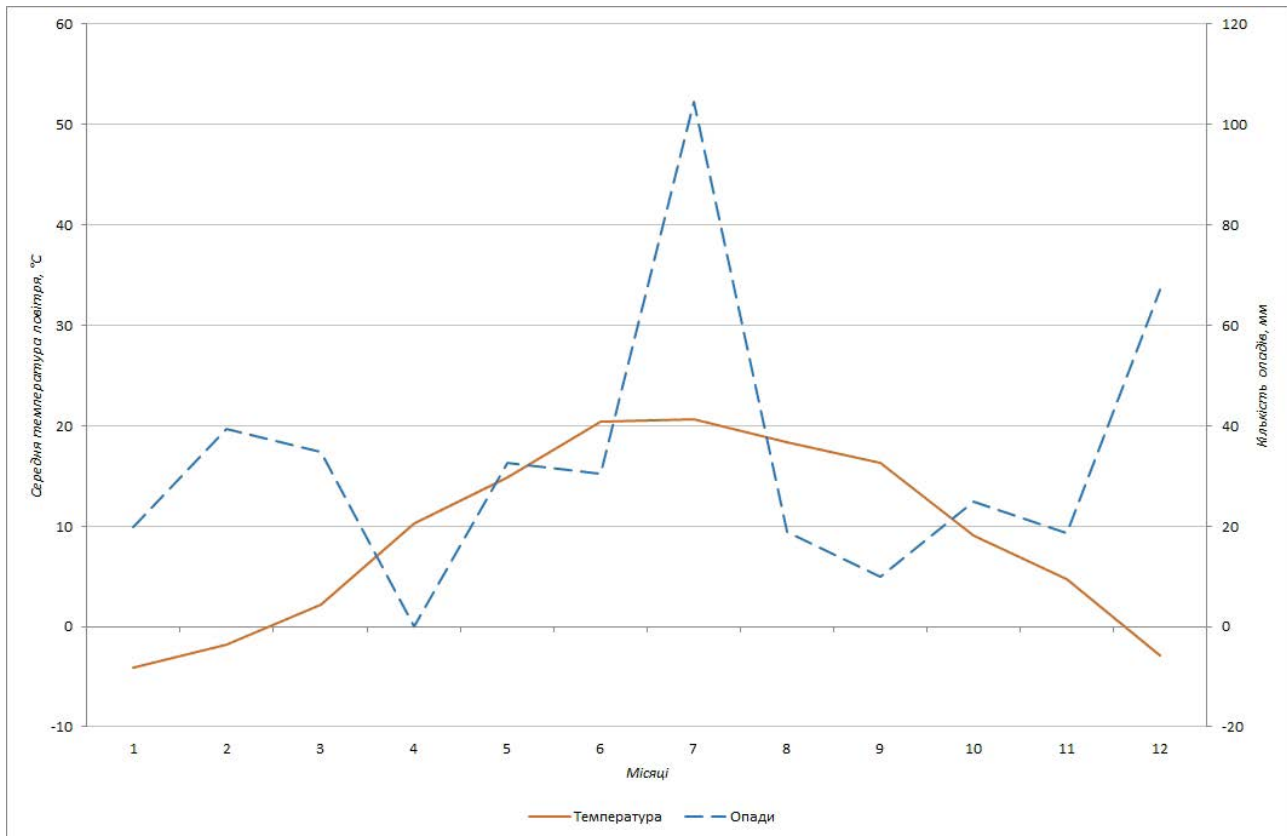


Рис. 5. Омбротермічна діаграма 2009 р.

Таблиця 3

Показники тривалості вегетаційного періоду у дендропарку «Олександрія» у 2005–2009 рр.

Показники	Роки					Середнє багаторічне
	2005	2006	2007	2008	2009	
Початок вегетації, дати	05.04	02.04	14.03	28.02	28.03	06.04–08.04
Кінець вегетації, дати	11.11	01.11	05.11	07.11	01.11	26.10–28.10
Тривалість вегетації, днів	221	213	237	252	217	200–210

Загалом, середня кількість опадів у 2006–2008 рр. була нижче норми на 11–20 %, а 2009 р. – на 30 %, що призводило до висушування повітря і ґрунту.

За багаторічними показниками початок вегетаційного періоду у регіоні досліджень припадав на 6–8 квітня (середня дата переходу температури через позначку +5°C), кінець вегетації – на 26–28 жовтня. Тривалість вегетаційного періоду становила 200–210 днів.

Аналізуючи метеодані за період досліджень, ми з'ясували, що тривалість вегетаційного періоду збільшилася у 2005 р. на 11 днів і складала 221, 2007 р. – 27 (213 днів), 2008 р. – 42 (237), 2009 р. – 7 (217). Найбільш аномальним виявився 2008 р., коли середня добова температура піднялася вище за +5°C з 28 лютого (табл. 3). Деревні рослини дуже чутливо реагували на зміни зовнішніх чинників і це відобразалося у скороченні фази цвітіння, скручуванні і прискореному засиханні, а потім і опаданні листків, деякі раритетні види не продукували плодів.

Аналіз кліматичних умов упродовж вегетаційних періодів 2018–2022 рр. також дозволив виді-

лити комплекс несприятливих факторів, які обмежували повноцінний розвиток раритетних видів деревних рослин. У 2018 р. сильні посухи фіксували на початку вегетації та у період цвітіння у квітні – червні, лише в липні випала надмірна кількість опадів, яка принесла необхідну вологу. Серпень був сухим, а найсухішим виявився жовтень (рис. 6). Вологозабезпечення весняного періоду 2019 р. було у межах норми і задовільнило потреби рослин. Посуха почалась у липні-серпні та перейшла на осінь, що прискорило засихання та швидке опадання листя. Дощі почалися тільки у листопаді, що сприяло кращій перезимівлі рослин після посушливого вегетаційного періоду. Річна сума опадів складала всього 406,0 мм і цей рік вважається найсухішим за період 2018–2022 рр. (рис. 7). Погодні умови 2020 р. стали значно сприятливішими для успішного росту і розвитку рослин. Короткі напівпосушливі умови спостерігали із середини березня до початку квітня і з середини вересня до I декади жовтня. Загалом річна сума опадів дорівнювала середній багаторічній (рис. 8).

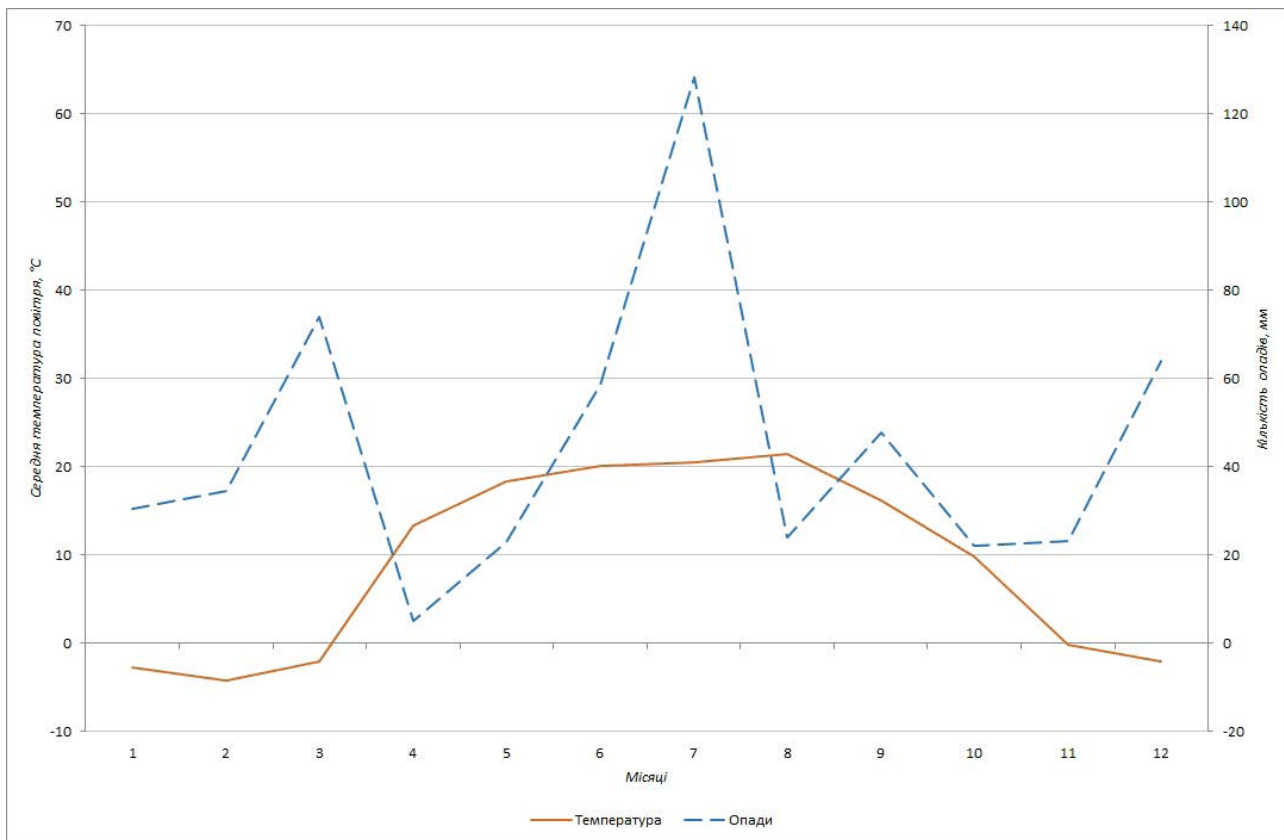


Рис. 6. Омротермічна діаграма 2018 р.

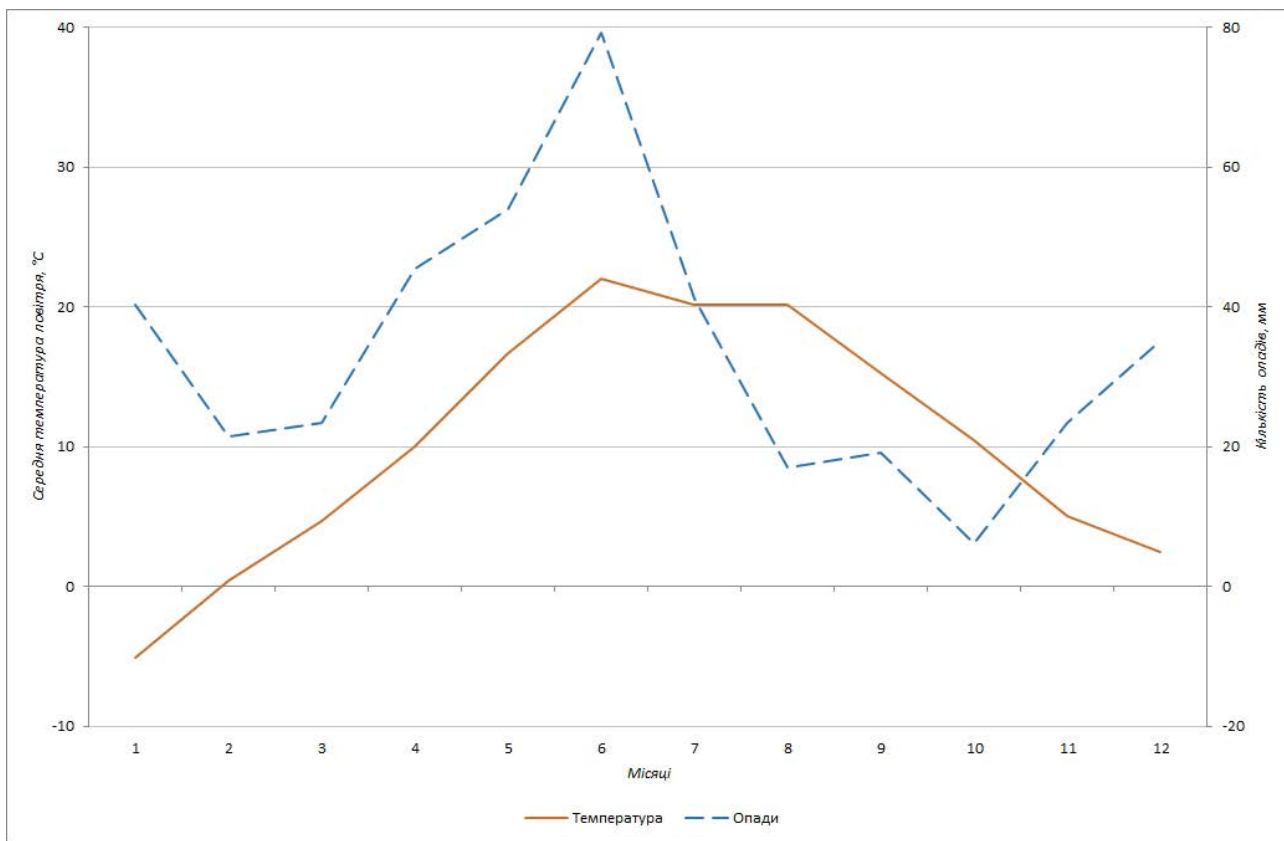


Рис. 7. Омротермічна діаграма 2019 р.

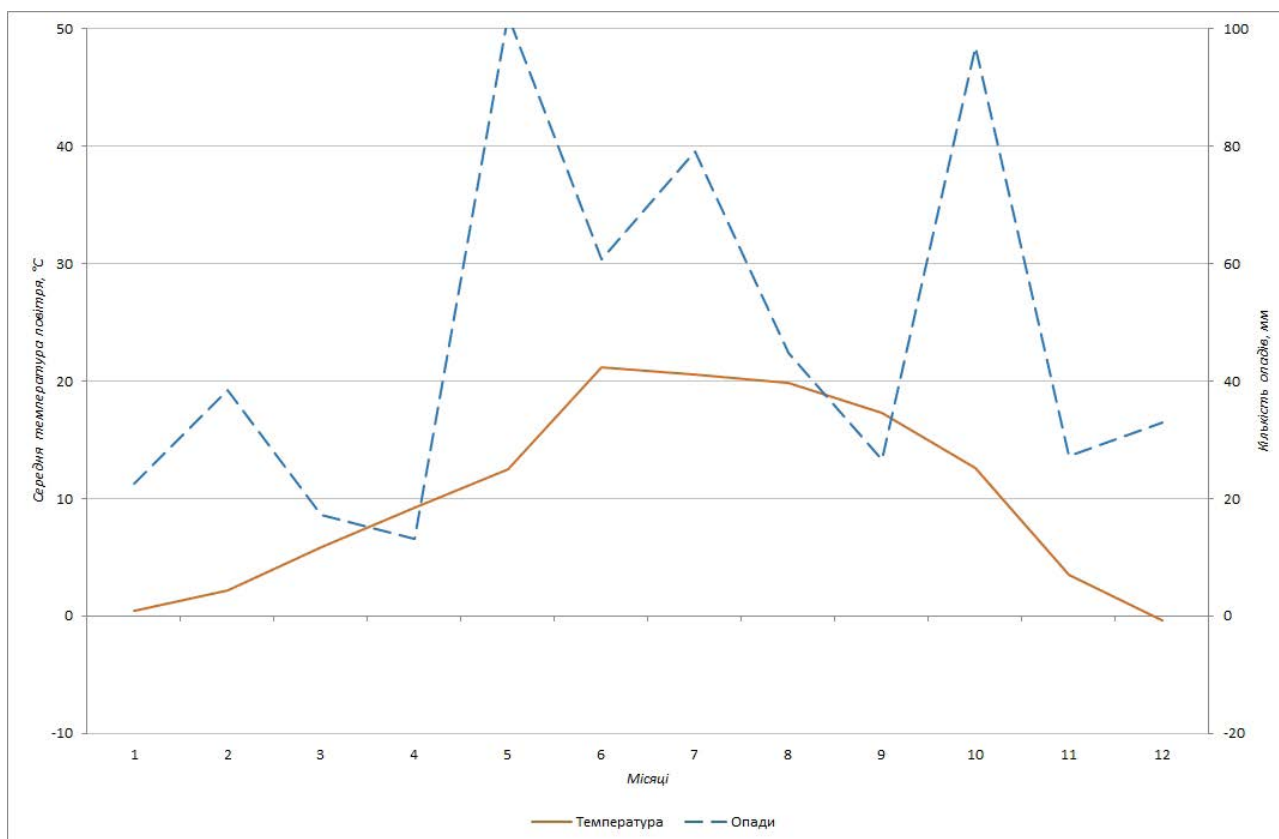


Рис. 8. Омротермічна діаграма 2020 р.

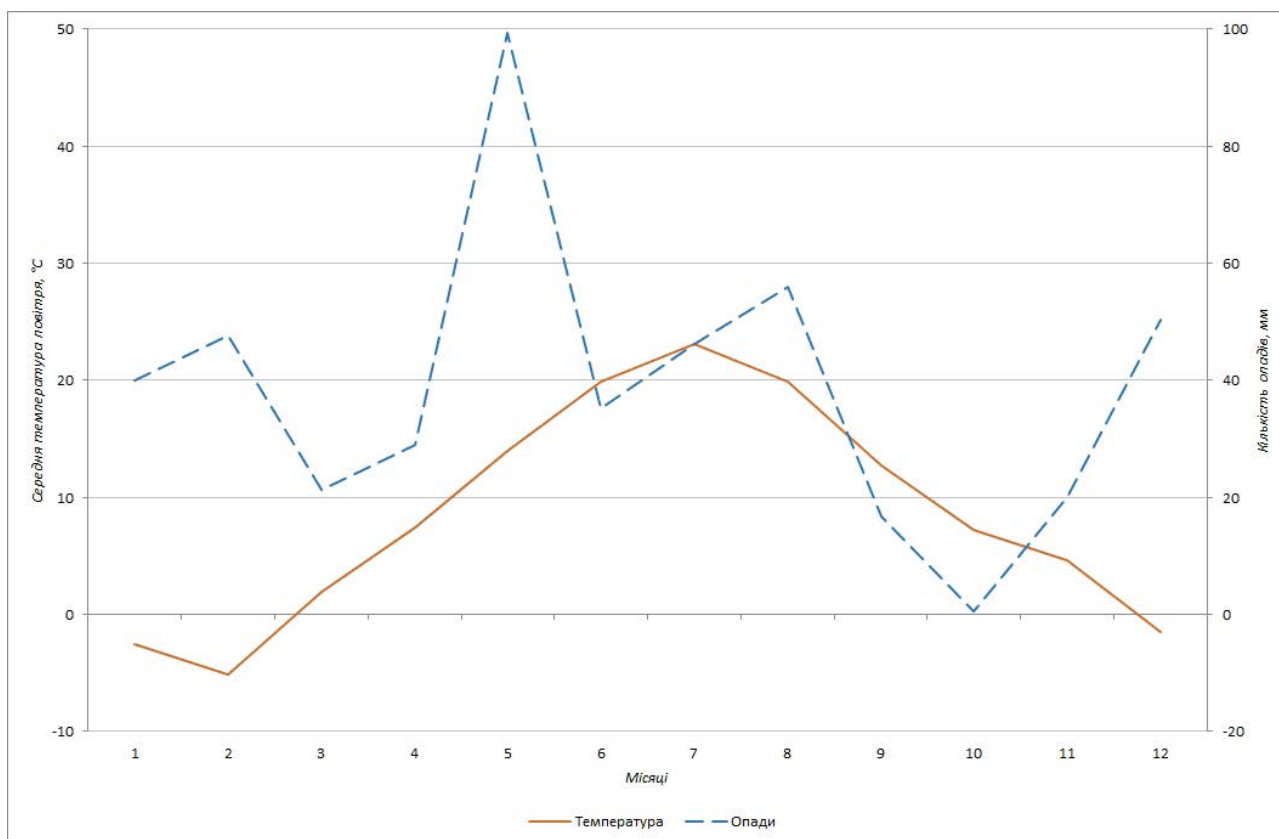


Рис. 9. Омротермічна діаграма 2021 р.

Весняний період 2021 р. відзначався помірними температурами і рясними опадами (самим дощовим був травень, сума опадів перевищувала середнє багаторічне значення на 26,3 мм), що сприяло буйному квітуванню рослин. Найсухішими стали вересень-жовтень, які супроводжувалися високою сонячною активністю, що складала 168 % від норми, тому осінній період був теплим і довгим (рис. 9). Малосніжна зима 2021/2022 рр. перейшла у напівпосушливі весну і літо (з березня по липень), лише з серпня і до кінця року місячна кількість опадів перевищувала середні показники майже вдвічі, що вивело середню річну кількість опадів на позначку 463,5 мм (рис. 10).

Такий нерівномірний розподіл опадів спричиняв екстремальні умови, внаслідок чого деревні рослини страждали від спеки та посухи, втрачаючи свою стійкість, і ставали вразливими до шкідників та хвороб.

Через підвищення середньої річної температури повітря за рахунок холодної частини року, подовжуються терміни вегетаційного періоду рослин. Початок весняних фенофаз настає раніше, а осінніх – закінчується пізніше. Так, у 2018 р. вегетаційний період розпочався на початку I декади квітня і закінчився у II декаді листопаду, подовживши тривалість вегетаційного періоду на 10 днів. Вегетаційний період 2019 р. тривав 258 днів, розпочавшись у I декаді березня і закінчившись у III

декаді листопада. Ранній термін початку вегетації спостерігали у 2020 р. (02.03), коли бубнявння бруньок у багатьох дендрозофитів розпочалося навіть у II–III декадах лютого. Феноіндикатором був автохтонний раритетний вид *Corylus avellana* L., фенофазу бубнявння бруньок якого спостерігали у I декаді січня (07.01), а цвітіння чоловічих квітів – II декаді лютого. Ще одним природним феноіндикатором була *Alnus glutinosa* (L.) Gaerth., пиління якої розпочалося у I декаді лютого. Завершення вегетаційного періоду (опадання листя) у більшості видів відбувалося у III декаді листопада, у деяких – I декаді грудня. Термін вегетації подовжився на 40–78 днів. У 2021 р. вегетація розпочалася наприкінці березня і закінчилася у II декаді листопада, що подовжило її терміни для більшості раритетних рослин на 30 днів, а у 2022 р. – 28–38 днів (табл. 4).

Таким чином, у 2018–2022 рр. період вегетації деревних рослин подовжився на 10–78 днів, порівняно із багаторічними показниками.

Головні висновки. За результатами проведеного аналізу впливу двох основних екологічних факторів в умовах дендропарку «Олександрія» на раритетні види деревних рослин нами з'ясовано, що основні адаптаційні зміни сезонного розвитку пов'язані з тенденцією до потепління клімату ма його ксерофітизацією, що відобразалося у вигляді підвищення середньої річної температури повітря упродовж

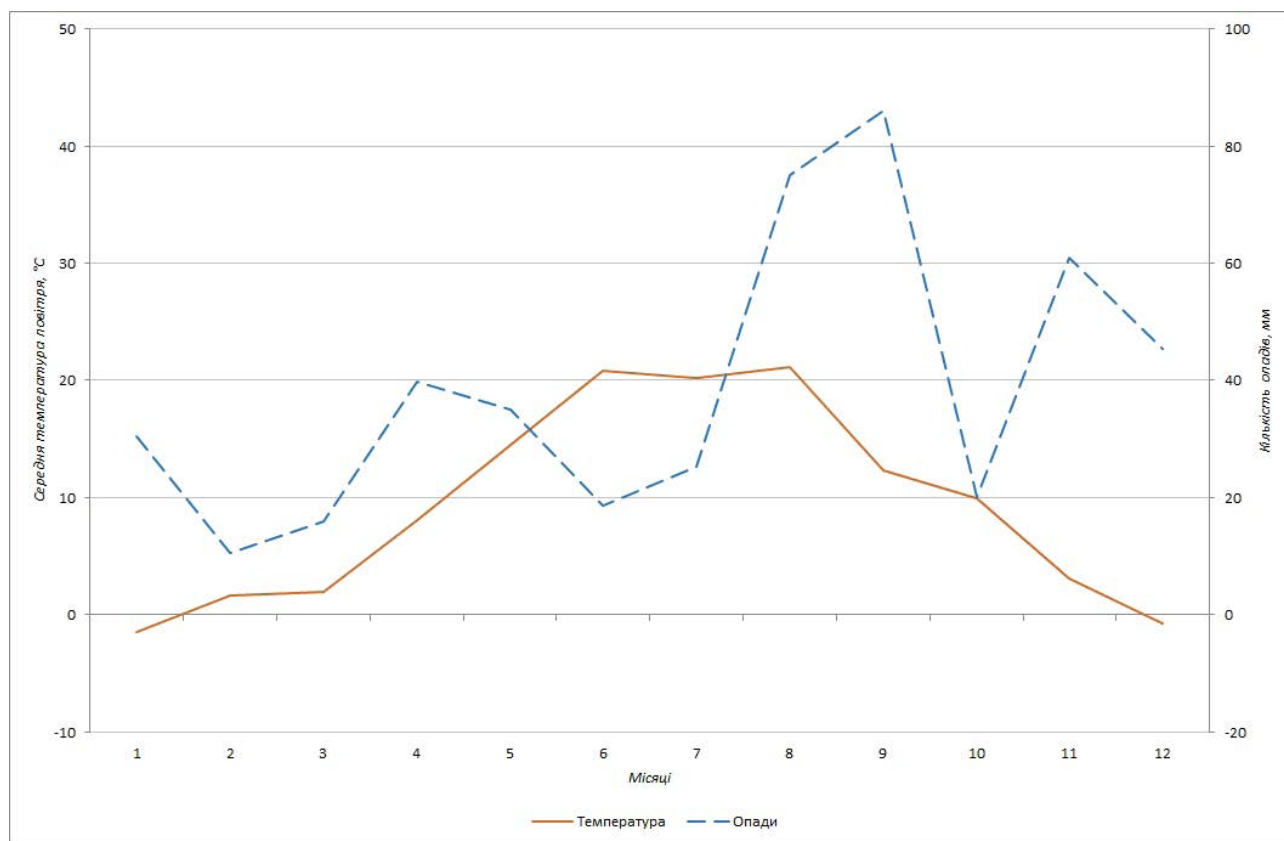


Рис. 10. Омбротермічна діаграма 2022 р.

Показники тривалості вегетаційного періоду у дендропарку «Олександрія» у 2018–2022 рр.

Показники	Роки					Середнє багаторічне
	2018	2019	2020	2021	2022	
Початок вегетації, дати	04.04	08.03	02.03	28.03	22.03	06.04–8.04
Кінець вегетації, дати	11.11.	21.11	11.11	16.11	14.11	26.10–28.10
Тривалість вегетації, днів	220	258	288	233	238	200–210

2005–2009 рр. на 0,5°C – 2,3°C, а у 2018–2022 рр. – на 1°C – 2,9°C. Потепління сприяло успішному вирощуванню інтродукованих теплолюбних раритетних видів деревних рослин на відкритих ландшафтних ділянках дендропарку «Олександрія». Зміни температурних показників призвели до зменшення значимості фактору зимостійкості та підвищення значимості вологозабезпечення, як лімітуючого фактору.

За результатами обробки даних кількості опадів за роки досліджень зафіксовано тенденцію до суттєвого зменшення вологозабезпечення у регіоні досліджень: середня кількість опадів у 2006–2008 рр. була нижче норми на 11–20 %, а у 2009 р. – на 30 %, що викликало скорочення фенофази цвітіння, спричинило втрату тургору, скручування, швидке засихання і опадання листків, деякі раритетні види не продукували плодів. Посушливі умови виснажували

деревні рослини, які втрачали стійкість до ураження шкідниками і хворобами. Доведено, що адаптаційні зміни, викликані кліматичними умовами, вплинули на терміни сезонного розвитку автохтонних та інтродукованих раритетних видів деревних рослин, відбулося його подовження за рахунок раннього настання початку весняних фенофаз та значно пізнішого закінчення осінніх: у 2005 а осінніх – пізніше: у 2005–2009 рр. – на 7–42 днів, 2018–2022 рр. – 10–78 днів.

Перспективи використання результатів дослідження. Отримані результати мають вагомое практичне значення для корегування строків проведення фенологічних спостережень та прогнозування і впровадження сезонних заходів задля мінімізації негативного впливу на раритетні рослини у зоні Правобережного Лісостепу України.

Література

1. Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of the regions. 20.05.2020. EU Biodiversity Strategy for 2030 Bringing nature back into our lives. Brussels, COM (2020) 380 final.
2. Сремеев В.М. Регіональні аспекти глобальної зміни клімату. *Вісник НАН України*. К., 2003. № 2. С. 24–28.
3. Собко В.Г., Гапоненко М.Б. Інтродукція рідкісних і зникаючих рослин флори України. К.: Наукова думка, 1996. 281 с.
4. Устименко П.М., Шеляг-Сосонко Ю.Р., Вакаренко Л.П. Раритетний фітоценофонд України. К.: Фітосоціоцентр, 2007. 270 с.
5. Барбарич А. Г., Гринь Ф. О. Рослинність. Природа Київської області. Київ: Вид-во КДУ, 1972. 236 с.
6. Гринь Ф.О. Дубові та широколистяно-дубові ліси / Рослинність УРСР. Ліси. К., 1971, с. 194-339.
7. Ліпський В.М. Клімат України. Київ, 2003. 245 с.
8. Під ударом стихії URL: <https://landlord.ua/wp-content/page/pid-udarom-stykhii-iak-mihruit-klimatychni-zony-v-ukraini>
9. Білик Я. Я., Гринюк Ю. Г. Фенологічні спостереження на об'єктах природно-заповідного фонду як складова моніторингу кліматичних змін. *Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє*. Тернопіль: Підручники і посібники, 2010. С. 237–241.
10. Врублевська О.О., Касаджик Т.Л. Річна амплітуда температури повітря як показник динаміки клімату України. *Вісник Одеського державного екологічного університету*, 2012. Вип. № 14. С. 86–92.
11. Дідух Я.П. Рослинність України в аспекті кліматичних змін. Київ, 2022, 250 с. doi.org/10.15407/978-966-00-1868-6