

Japanska dunja u urbanoj sredini: mehanizmi fenoloških odgovora u funkciji očuvanja usluga ekosistema i selekcije

Đurđa Petrov^{1*}, Jelena Čukanović², Radenka Kolarov², Nevenka Galečić¹, Dejan Skočajić¹, Dragan Vujičić¹, Mirjana Ocočoljić¹

¹Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet, Kneza Višeslava 1, 11000 Beograd, Republika Srbija

*E-mail: djurdja.stojicic@sfb.bg.ac.rs

²Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad, Republika Srbija

Primljeno: 25. oktobra 2024. godine; prihvaćeno: 01. novembra 2024. godine

Rezime. Komparativnom analizom akumulisanih hladnih sati, suma toplote i dana u godini za ključne fenološke događaje, i klimatskih varijabli, tokom 18 uzastopnih godina na Novom Beogradu, potvrđen je uticaj temperature vazduha pre i za vreme fenofaza, kao i padavina. Evidentan je raniji početak i kasniji završetak vegetacionog perioda. Naši nalazi doprinose boljem razumevanju mehanizama fenoloških odgovora japanske dunje, čiji su plodovi profitabilni. Rezultati su korisna platforma za razumevanje mogućih promena u strukturi urbanih cenoza i međuvrskih odnosa u cilju definisanja principa održivog dizajna koji podržava estetiku pejzaža, očuvanje životne sredine i staništa za ptice i životinje, a doprineće i razvoju mera prilagođavanja ove vrste voćaka u uslovima klimatskih promena. Takođe, preko plastičnosti u fenološkim odgovorima na sušu i visoke temperature, potvrđena je prilagodljivost japanske dunje na individualnom nivou, što utiče na selekciju i očuvanje usluga urbanih ekosistema.

Ključne reči: fenološki obrasci, *BBC*H skala, urbani ekosistemi, klimatske promene, adaptivnost

Uvod

U uslovima klimatskih promena procenjuje se da će visoke temperature vazduha uz promene padavina povećati dužinu i učestalost suše u Evropi (WMO, 2021). S obzirom da su drvenaste biljke u urbanim sredinama važan alat za ublažavanje i prilagođavanje klimatskim promenama i očuvanje usluga ekosistema, postoji potreba za identifikacijom otpornih taksona na ekstremne klimatske događaje kao što su dugotrajne suše (Armson, 2012; Rahman et al., 2017). Međutim,

razumevanje i predviđanje ovih promena je i dalje izazov. U kontekstu klimatskih promena ukrasne drvenaste biljke su jedan od faktora koji može da poboljša kvalitet životne sredine kao i estetiku urbanog pejzaža, a može da obezbedi i pogodnije okruženje za ljude (Radutoiu & Stefanescu, 2017). Takođe, treba uzeti u obzir da su gradovi složena pojava čija fizička dimenzija može da promeni lokalnu klimu. Najpoznatiji klimatski fenomen generisan konzistentnošću urbane sredine su urbana toplotna ostrva koja posebno utiču na temperaturu vazduha u odnosu na okolna područja

(WMO, 2021). Najopisaniji uticaj urbanih toplotnih ostrva odnosi se na početak i trajanje prolećnih fenofaza (Cosmulescu & Gruja, 2016; Ocokoljić *et al.*, 2023; Petrov *et al.*, 2024). Stoga su proučavani mehanizmi fenoloških odgovora japanske dunje (*Chaenomeles Japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach), koja je u evropske vrtove introdukovana iz Kine (Weber, 1963), u uslovima klimatskih promena. Izbor vrste za istraživanje je u skladu sa navodima da je japanska dunja vitalni element gradskih parkova (Ocokoljić *et al.*, 2024) i evropska rentabilna voćna kultura (Rumpunen, 2002).

Konkretna pitanja kojima se bavi studija su zasnovana na uticaju temperature vazduha i padavina na fenofaze razmicanja cvetnih pupoljaka, pojave prvih otvorenih cvetova i kraja cvetanja u periodu 2007–2024. godine, kao i pojave zrelih plodova i početka opadanja lišća tokom 2024. godine. Istraživanja su u funkciji utvrđivanja uticaja uslova klimatskih elemenata u urbanoj sredini na vrstu definisanjem fenoloških obrazaca koji mogu da optimizuju troškove održavanja zelenih prostora i ukažu na prikladne taksone mestu i nameni.

Materijal i metode

Istraživanje je realizovano na zelenim prostorima u okviru blokova 61, 62, 63 i 74 na levoj obali Save, na Novom Beogradu, na kojima je terenskim istraživanjima evidentirano 10 individua japanske dunje (*Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach). Biljke su gajene na ravnom neekspozicionom terenu, na zemljištu tipa antropogenizovanog nerazvijenog aluvijalnog zemljišta koje pripada karbonatnim ilovasto-peskovitim zrnoljštima (WRB, 2015). Da bi se istakao uticaj klimatskih parametara na fenološke odgovore japanske dunje korišćeni su klimatski podaci sa Glavne meteorološke stanice (GMS) Surčin (44°47'54.44" N; 20°27'53.35" E) koja je udaljena 6,5 km od područja istraživanja, kao i podaci Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije – RHMZ (https://www.hidromet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php) i Ogimet podaci (<https://www.ogi.met.com/synopsc.phtml.en>).

Tokom 18 uzastopnih godina (2007–2024. godine) praćena je fenofaza cvetanja i evidentirane su pojedine podfaze. Primenom Biologische Bundesanstalt, Bun-

dessortenamt and Chemical industry (*BBCH*) skale prema Meier (1997) evidentirani su datumi razmicanja cvetnih pupoljaka (07 *BBCH*), pojave prvih otvorenih cvetova (60 *BBCH*) i kraja cvetanja (69 *BBCH*). Tokom 17 uzastopnih godina sve proučavane biljke su pokazale stabilnost, a u 2024. zabeleženo je sušenje dva stabla i izdvojen je Genotip 1 koji je georeferenciran korodinatama 44°47'55.96"N i 20°22'16.24"E i nadmorskom visinom 76 m. Tokom 2024. godine na ovom izdvojenom genotipu praćena je i fenofaza sazrevanja plodova beleženjem datuma kada su plodovi postigli optimalan ukus i čvrstinu, odnosno kada su bili u punoj zrelosti (89 *BBCH*). Takođe, tokom 2024. godine praćena je i fenofaza listanja i zabeležen je datum početka opadanja lišća (93 *BBCH*). Svakog drugog dana su vršena osmatranja i beleženi su datumi, koji su putem softvera automatski konvertovani u dane u godini (DOY). Akumulisani hladni sati (CH_t) određeni su na populacionom nivou kao srednja vrednost za 10 biljaka od 1. novembra prethodne godine do datuma kada je zabeležena faza početka cvetanja u tekućoj godini po metodi Cosmulescu & Ionescu (2018). Akumulisana suma toplote (*GDD*) utvrđena je sumiranjem temperatura vazduha od 1. januara do početka ključnih fenofaza prema Lalić *et al.* (2021), na populacionom nivou.

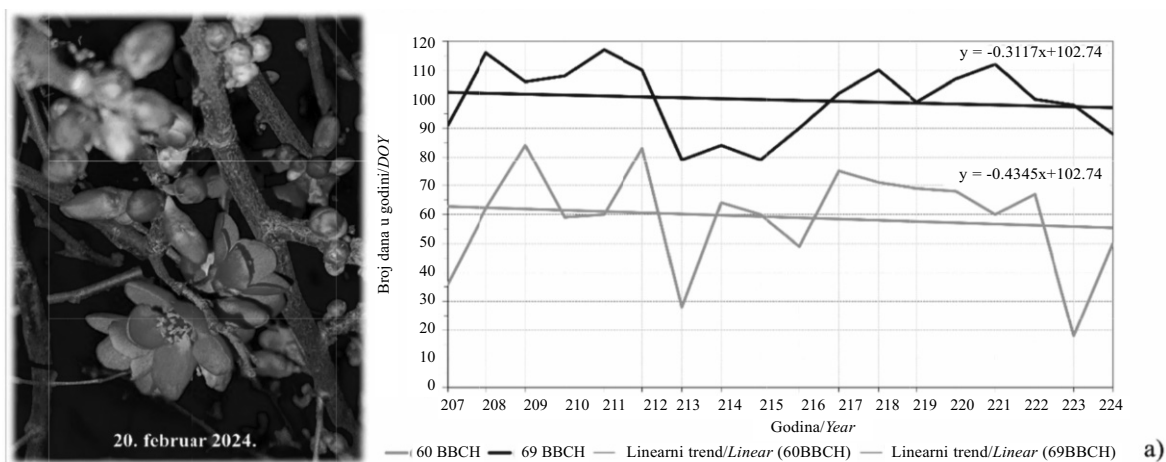
Kvantitativni podaci su statistički obrađeni primenom deskriptivne statistike, Mann Kenadll trend testa i Spearman Rank testa između varijabli, pomoću softverskih paketa XLSTAT 2020 i Past 4.11.

Rezultati i diskusija

Najraniji početak (DOY: 18) i najduža fenofaza cvetanja (80 dana) evidentirani su 2023. godine koja je od 1888. godine do sada bila najtoplija u Beogradu, sa odstupanjem temperature vazduha od 1,7°C, uz rekordne vrednosti srednjih, maksimalnih i minimalnih temperatura i veliku količinu padavina (RHMZ, 2024). Nagli kraj cvetanja, u istoj godini, izazvale su snežne padavine i pad temperature (DOY: 98). Naime, početkom aprila prevaziđena je maksimalna visina snežnog pokrivača od kada se vrše merenja u Beogradu. Najkasniji početak cvetanja zabeležen je 2009. godine (DOY: 84) kada su temperature vazduha bile tokom zime u granicama proseka, a ukupne zimske padavine znatno iznad proseka. U periodu

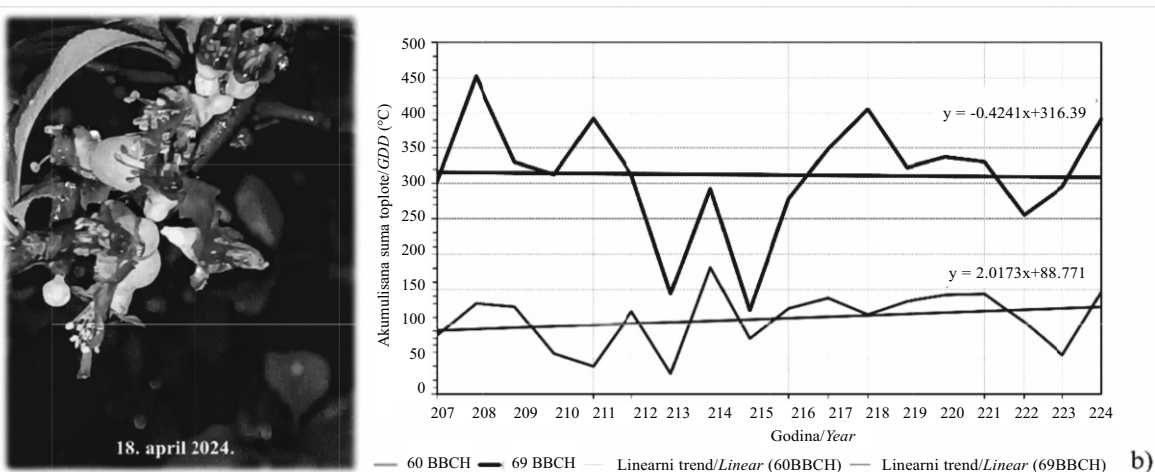
2007–2024. godine u fenološkom obrascu cvjetanja 2024. godina ima najkraću fenofazu cvjetanja (22 dana), što se dovodi u korelaciju sa prolećnim temperaturama vazduha koja su bile ekstremno iznad proseka i padavinama koje su bile ekstremno ispod proseka (RHMZ, 2024). Najraniji (DOY: 79) kraja cvjetanja zabeležen je 2012. godine (posle najhladnijeg februara u istoriji merenja, mart se odlikovao temperaturama u

granicama normale i izuzetnom sušom) i 2015. godine (ekstremno topla godina sa toplotnim talasima i u januaru, dok se mart odlikovao velikom količinom padavina koje su prevazilazile dnevne maksimalne količine padavina za mart od 1925. godine). Utvrđeni su padajući trendovi DOY za obe ključne potfaze cvjetanja (Slika 1a), što ukazuje na raniji početak ali i raniji završetak cvjetanja. Statistički značajne vrednosti



Slika 1a. Pikaz linearnih trendova opažanih potfaza fenofaze cvjetanja japanske dunje, na osnovu broja dana u godini (DOY) u periodu 2007–2024. godine, za početak (60 BBCH) i kraj (69 BBCH) cvjetanja

Figure 1a. The linear trends of the observed subphases of flowering phenophases of Japanese quince, based on DOY in the period 2007–2024, for the beginning (60 BBCH) and the end (69 BBCH) of flowering



Slika 1b. Pikaz linearnih trendova opažanih potfaza fenofaze cvjetanja japanske dunje, na osnovu akumulirane sume toplote (GDD), u periodu 2007–2024. godine, za početak (60 BBCH) i kraj (69 BBCH) cvjetanja

Figure 1b. The linear trends of the observed subphases of flowering phenophases of Japanese quince, based on GDD, in the period 2007–2024, for the beginning (60 BBCH) and the end (69 BBCH) of flowering

Spirmanovog koeficijenta korelacije (0,790) između akumuliranih hladnih sati do početka razmicanja cvetnih pupoljaka i početka otvaranja cvetova potvrđuju njihovu uslovljenost analiziranim klimatskim parametrima kao i njihov raniji početak. Akumulacija hladnih sati do početka razmicanja cvetnih pupoljaka nema uticaja na datum kraja cvetanja.

Za početak cvetanja bile su neophodne akumulirane sume toplote od 29,5°C (DOY: 28 u 2013. godini) do 181,1°C (DOY: 64 u 2014 godini). Aktuelne 2024. godine cvetanje je počelo nakon akumulacije 146,7°C (DOY: 50). Srednja vrednost akumulirane toplote za početak cvetanja, u periodu 2007–2024. godine, iznosila je 107,9°C. Linearni trend ukazuje na rast akumulirane sume toplote za početak cvetanja, koji prema Mann-Kendall trend testu statistički nije značajan. Utvrđene akumulirane sume toplote, u istraživanom periodu su varijabilne nezavisno od DOYa (Slika 1b) što potvrđuje i padajući linearni trend za akumulirane sume toplote za kraj cvetanja, koji, kao i kod prethodne faze, prema Mann-Kendall trend testu statistički nije značajan. Navedeno potvrđuje i Spirmanov koeficijent koji ukazuje na značajnu pozitivnu korelaciju akumulirane sume toplote završetka cvetanja sa datumom iste faze, odnosno sa rastom datuma raste i akumulirana suma toplote.

Za procenu trendova, odnosno uticaja klimatskih varijabli na ranjivost i adaptaciju japanske dunje Novog Beograda korišćena je i deskriptivna statistika (Tabela 1). Srednja vrednost akumuliranih hladnih sati

do početka cvetanje i ključnih elemenata fenološkog obrasca cvetanja definišu varijansa, standardna devijacija i drugi parametri odnosno ukazuju na odstupanje od srednjih vrednosti i potvrđuju značajnost pomernja fenofaza cvetanja.

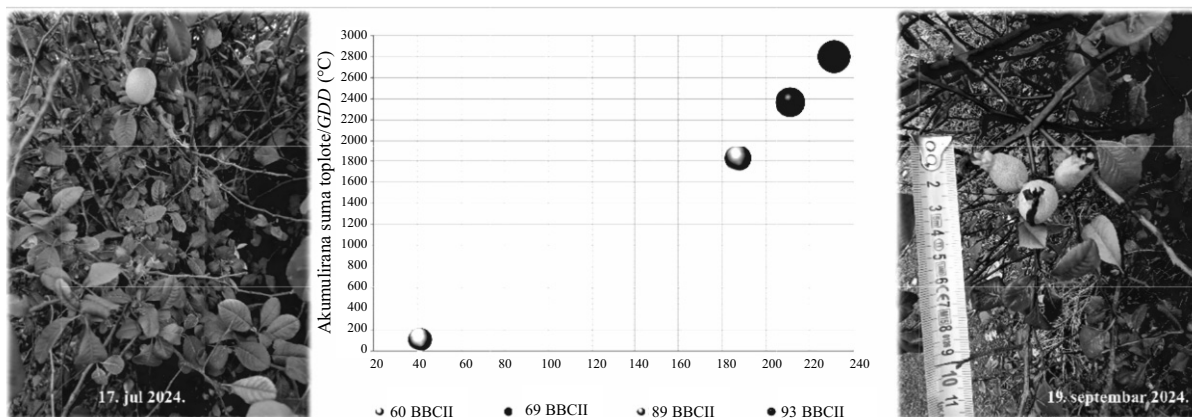
Imajući u vidu da je istraživanje imalo za cilj da ispita fenološke odgovore japanske dunje u uslovima klimatskih promena u urbanoj sredini paralelno su praćeni fenološki događaji deset individua tokom 17 uzastopnih godina i sve biljke su pokazale stabilnost. Tokom a 2024. godine posebno je praćen izdvojeni Genotip 1 koji je tokom sedam meseci (februar–avgust) imao fenofazu punog cvetanja, u septembru sporadično, a u oktobru i obilnije cvetanje. Kod Genotipa 1 evidentirano je sukcesivno dozrevanje plodova od jula, a 27. septembra i naglo dozrevanje plodova malih dimenzija prikazanih na Slici 2, a krajem jula kod ovog genotipa je uočen i početak opadanja listova.

Tokom 2024. godine bile su značajne varijacije klimatskih elemenata, koje su tokom proleća i leta izazvale fenološke odgovore. Analizirane su varijacije i po pojedinim sezonama. Proleće, prema metodi percentila, bilo je u kategoriji normalno sa ukupno 31 danom sa padavinama (bez dana sa snežnim pokrivačem), što je za 10 manje u odnosu na normalu referentnog perioda. Sume padavina u prvoj polovini proleća bile su ispod, a u drugoj polovini iznad normale.

Tokom leta bilo je ukupno 18 dana sa padavinama. Sume padavina prikazane na mesečnom nivou nisu

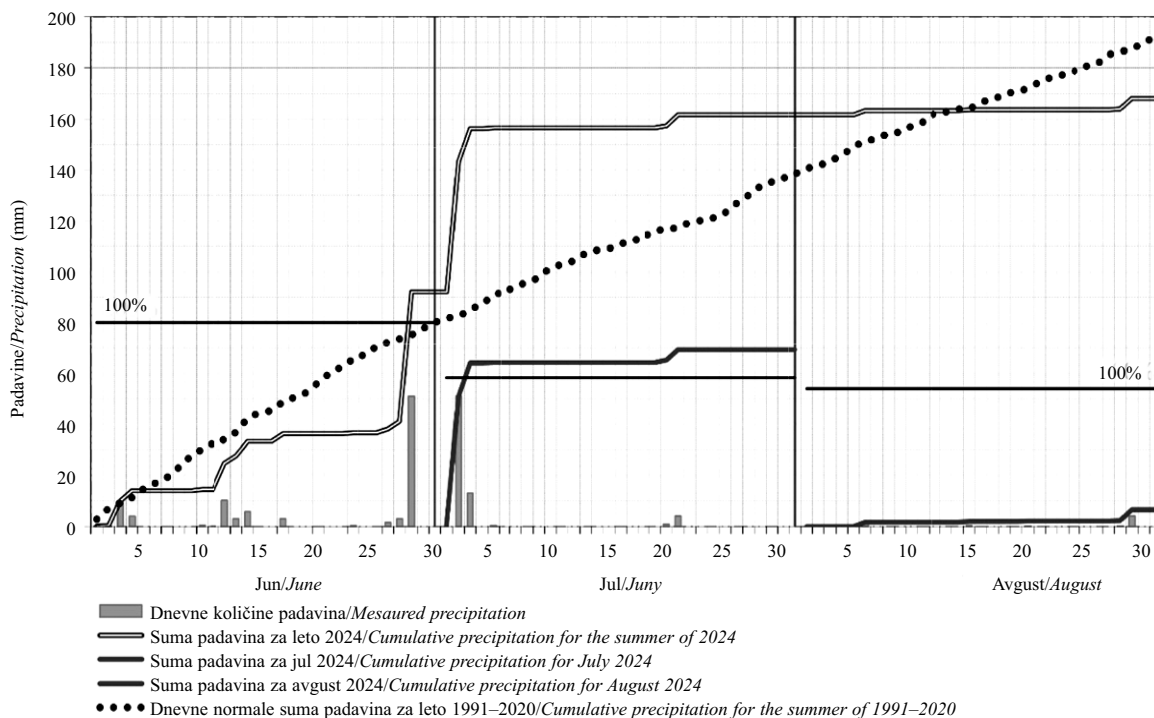
Tabela 1. Deskriptivna statistika za ključne događaje fenofaze cvetanja japanske dunje u periodu 2007–2024. godine
Table 1. Descriptive statistics for the key events of the flowering phenophase of Japanese quince in the period 2007–2024

	Razmicanje cvetnih pupoljaka (akumulirani hladni sati) 07 BBCH CHt	Početak cvetanja (akumulirana suma toplote) 60 BBCH GDD	Kraj cvetanja (akumulirana suma toplote) 69 BBCH GDD	Početak cvetanja (broj dana u godini) 60 BBCH DOY	Kraj cvetanja (broj dana u godini) 69 BBCH DOY
Min.	612	29,5	120,1	18	79
Max.	1486	181,1	451,9	84	117
Sum.	18827	1942,9	5622,4	1063	1796
Prosek/ <i>Mean</i>	1045,944	107,938	312,355	59,055	99,777
Stand. greške/ <i>Std. error</i>	60,068	9,8028	19,280	4,1361	2,863
Varijansa/ <i>Variance</i>	64947,58	1729,524	6691,356	307,937	147,594
Stand. devijacija/ <i>Stand. dev.</i>	254,848	41,587	81,800	17,548	12,148
Kurtosis	-0,9197	-0,534	1,46436	0,712	-0,9983
Koeficijent var./ <i>Coeff. var.</i>	24,365	38,528	26,188	29,714	12,1759



Slika 2. Fenološke opservacije Genotipa 1 japanske dunje (GDD i DOY) tokom 2024. godine za faze: početak cvjetanja (akumulirana suma toplote) – 60 BBCH GDD, kraj cvjetanja (akumulirana suma toplote) – 69 BBCH GDD, puna zrelost – 89 BBCH i početak opadanja lišća – 93 BBCH
 Figure 2. Phenological observations of Japanese quince Genotype 1 (GDD and DOY) during 2024 for the phases: 60 BBCH GDD, 69 BBCH GDD, 89 BBCH and 93 BBCH

GMS/MMS Surčin



Slika 3. Sume padavina za leto 2024. godine, u odnosu na dnevne, mesečne i prolećne normale za period 1991–2020. godine
 Figure 3. The precipitation sums for the summer of 2024, in relation to daily, monthly and spring normals for the period 1991–2020

odraz suše. Naime, suma padavina u julu bila je za 35% viša od normale, ali raspored padavina nije bio ravnomeran zbog čega su evidentirani višednevni sušni periodi u julu. U junu i avgustu su bile značajno niže sume padavina u odnosu na normalu (Slika 3).

Prikazane sume padavina u kombinaciji sa temperaturama vazduha ukazuju na specifičnosti 2024. godine u Beogradu. Proleću 2024. godine je bilo najtoplije u istoriji merenja u Beogradu sa najmanje mraznih i ledenih dana, prethodio je topao februar u kome su srednje temperature bile više za 7,1°C, odnosno 5,9°C u odnosu na normale za 1991–2020. godine i 2007–2023. godine, po redosledu. Tokom leta evidentirano je pet toplotnih talasa koji su bili veoma intenzivni sredinom jula i sredinom avgusta. Prema podacima RHMZ (2024) indeks toplotnog stresa (subjektivni osećaj temperature) 23 dana bio je viši od 40°C, a 83 dana viši od 30°C. Stoga su u Tabeli 2 prikazana odstupanja temperature vazduha u odnosu na normale referentnog i perioda istraživanja.

Na osnovu sprovedenih istraživanja uočen je jak uticaj sezonalnosti na japansku dunju, odnosno pojava višestrukih fenoloških odgovora pod uticajem klimatskih parametara što navode i Silva *et al.* (2011). Takođe je potvrđeno da fenološki odgovori zavise od istorijskih strategija razvoja vrste (CaraDonna & Inouie, 2015), ali i genotipa, kao i njihovih potreba za

akumulisanim hladnim satima (Citadin *et al.*, 2001) i toplotom (Ocokoljić *et al.*, 2023; 2024).

Zaključak

Na osnovu istraživanja izdvaja se potreba podsticanja i finansiranja politike sadnje japanske dunje u uslovima klimatskih promena u urbanim sredinama s obzirom da su evidentne ekološke i ekonomske koristi. Suštinski deo upravljanja i ublažavanja efekata klimatskih promena je razumevanje dugoročnih trendova fenoloških obrazaca. Proces identifikacije adaptivnih genotipova japanske dunje treba da bude prioritet, a prikazana istraživanja treba nastaviti uz kontekstualno odgovarajuće preporuke u cilju implementacije održivog pejzažnog dizajna koji ima benefite za ljude i ekosisteme.

Zahvalnica

Autori se zahvaljuju Ministarstvu nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije za finansiranje naučnih istraživanja Univerziteta u Beogradu – Šumarskog fakulteta u 2024. godini, br. 451-03-65/2024-03/200169.

Tabela 2. Odstupanja temperatura vazduha od normala za referentni period (1991–2020. godine), period istraživanja (2007–2023. godine) i za 2024. godinu

Table 2. Air temperatures deviations from the norm for the reference period (1991–2020), research period (2007–2023) and 2024

Meseci/Months	Srednje temperature vazduha/Average air temperatures (°C)												\bar{x}	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
T_{sr} 2024. od normale T_{mean} 2024 from normal														
1991–2020.	1,9	7,1	4,1	2,8	1,0	3,3	3,6	4,2	1,9	–	–	–	–	
2007–2023.	0,9	5,9	3,5	2,4	0,8	2,6	2,6	3,4	1,1	–	–	–	–	
	Srednje maksimalne temperature vazduha/Mean maximum air temperatures (°C)													
1991–2020.	2,6	8,1	4,3	3,2	0,5	3,0	3,2	4,3	1,8	–	–	–	–	
2007–2023.	1,6	6,9	3,9	2,7	0,6	2,5	2,3	3,5	1,1	–	–	–	–	
	Srednje minimalne temperature vazduha/Mean minimum air temperatures (°C)													
1991–2020.	1,5	6,2	3,7	2,2	1,8	3,0	3,3	2,9	1,5	–	–	–	–	
2007–2023.	0,6	5,1	3,1	2,0	1,5	2,2	2,4	2,3	0,9	–	–	–	–	

Literatura

- Armson D. (2012): The effect of trees and grass on the thermal and hydrological performance of an urban area. Ph.D. Thesis, University of Manchester, Manchester, UK.
- CaraDonna P.J., Inouye D.W. (2015): Phenological responses to climate change do not exhibit phylogenetic signal in a subalpine plant community. *Ecology*, 96: 355–361.
- Citadin I., Raseira M.C.B., Herter F.G., Baptista da Silva J. (2001): Heat requirement for blooming and leafing in peach. *HortScience*, 36: 305–307.
- Cosmulescu S., Gruia M. (2016): Climatic variability in Craiova (Romania) and its impacts on fruit orchards. *South Western Journal of Horticulture, Biology and Environment*, 7(1): 15–26.
- Cosmulescu S., Ionescu M.B. (2018): Phenological calendar in some walnut genotypes grown in Romania and its correlations with air temperature. *International Journal of Biometeorology*, 62: 2007–2013.
- IUSS WORKING GROUP WRB (2015): World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- Lalić B., Ejcinger J., Dalamarta A., Orlandini S., Firanj Sremac A., Paher B. (2021): Meteorologija i klimatologija za agronome. Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija.
- Meier U. (1997): BBCH-Monograph, Growth Stages of Plants. Blackwell Wissenschafts-Verla: Berlin, Germany, Vienna, Austria.
- Ocokoljić M., Petrov Đ., Galečić N., Skočajić D., Košanin O., Simović I. (2023): Phenological flowering patterns of woody plants in the function of landscape design: case study Belgrade. *Land*, 12(3): 706.
- Ocokoljić M., Petrov Đ., Galečić N., Skočajić D., Vujičić D., Čukanović J., Simović I. (2024): *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach in the design of urban parks: learning from nature. Proceedings of 31th International Conference Ecological Truth and Environmental Research – EcoTER'24, pp. 113–118.
- Ogimet podaci (2024): Available online: <https://www.ogimet.com/synopsc.phtml.en>
- Petrov Đ., Ocokoljić M., Galečić N., Skočajić D., Simović I. (2024): Adaptability of *Prunus cerasifera* Ehrh. to climate changes in multifunctional landscape. *Atmosphere*, 15: 335.
- Radutoiu D., Stefanescu D.M. (2017): Aesthetics of ruderal vegetation in the urban and peri-urban areas of Oltenia (Romania). *Annals of the University of Craiova – Agriculture, Montanology, Cadastre Serie*, XLVII, pp. 223–228.
- Rahman M.A., Moser A., Rötzer T., Pauleit S. (2017): Within canopy temperature differences and cooling ability of *Tilia cordata* trees grown in urban conditions. *Building and Environment*, 114: 118–128.
- Republički hidrometeorološki zavod Srbije (2024): Available online: https://www.hidmet.gov.rs/ciril/meteorologija/klimatologija_godisnjaci.php.
- Rumpunen K. (2002): Chaenomeles: Potential new fruit crop for Northern Europe. In: 'Trends in New Crops and New Uses', Janick J. & Whipkey A. (eds.), ASHS Press, Alexandria, VA, pp. 385–392.
- Silva I.A., Da Silva D.M., De Carvalho G.H., Batalha M.A. (2011): Reproductive phenology of Brazilian savannas and riparian forests: environmental and phylogenetic issues. *Annals of Forest Science*, 68: 1207–1215.
- Weber C. (1963): Cultivars in the genus *Chaenomeles*. *Bulletin of Popular Information of the Arnold Arboretum, Harvard University*. *Arnoldia*, 23(3): 17–75.
- WMO (2021): State of the global climate 2021: WMO provisional report. World Meteorological Organization (WMO), 47. Available online: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10859

JAPANESE QUINCE IN AN URBAN ENVIRONMENT: MECHANISMS OF PHENOLOGICAL RESPONSES IN THE FUNCTION OF PRESERVING ECOSYSTEM SERVICES AND SELECTION**Đurđa Petrov^{1*}, Jelena Čukanović¹, Radenka Kolarov¹, Nevenka Galečić¹, Dejan Skočajčić¹, Dragan Vujičić¹, Mirjana Ocokoljić¹**¹*University of Belgrade, Faculty of Forestry, Kneza Višeslava 1, 11030 Belgrade, Republic of Serbia***E-mail: djurdja.stojicic@sfb.bg.ac.rs*²*University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Dositeja Obradovića Square 8, 21000 Novi Sad, Republic of Serbia***Abstract**

Comparative analysis of accumulated cold hours, sums of heat, and days per year for key phenological events and climate variables, during 18 consecutive years in New Belgrade, confirmed the influence of air temperature before and during phenophases, as well as of precipitation. An earlier start and a later end of the vegetation period were recorded. Our findings contribute to a better understanding of the mechanisms of phenological responses given that Japanese quince fruits are commercial goods. The results are a useful platform for understanding possible changes in the structure of urban coenoses and interspecies relations

aimed to define the principles of sustainable design that supports the aesthetics of the landscape, the preservation of the environment and habitats for birds and animals. The results will contribute to the development of adaptation measures for this fruit-growing species in conditions of climate change. Also, through plasticity in phenological responses to drought and high temperatures, the adaptability of Japanese quince at the individual level was confirmed, which affects the selection and preservation of urban ecosystem services.

Key words: phenological patterns, BBCH scale, urban ecosystems, climate change, adaptability