



Универзитет у Београду
Шумарски факултет



**SIMPOZIJUM
PEJZAŽNA HORTIKULTURA 2023**
Zdravlje biljaka- zdravlje ljudi

Zbornik radova XX Simpozijuma iz oblasti pejzažne hortikulture

Simpozijum:

Pejzažna hortikultura 2023

"ZDRAVLJE BILJAKA - ZDRAVLJE LJUDI"

Mesto i datum održavanja:

Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet Beograd

09. i 10. februar 2023. godine

Izdavači:

UNIVERZITET U BEOGRADU - ŠUMARSKI FAKULTET i
UDRUŽENJE ZA PEJZAŽNU HORTIKULTURU SRBIJE - UPHS

Uz podršku:

Ministarstva nauke, prosvete i tehnološkog razvoja Republike Srbije

Urednik: prof. dr. Milka Glavendekić, dr Dragana Skočajić

Tehnički urednik: dr Dragana Čavlović

Dizajn korica: dr Dragana Čavlović

Autor fotografije na koricama: dr Luka Bajić

Tiraž: 20 primeraka

Godina izdavanja 2023.

Štampa: Rival copy d.o.o., Batajnica - Zemun

ISBN: 978-86-916397-8-5

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

CIP - Каталогизација у публикацији - Народна библиотека Србије, Београд

635.9(082)(0.034.2)

712(082)(0.034.2)

СИМПОЗИЈУМ Пејзажна хортикултура (20 ; 2023 ; Београд)

"Zdravlje biljaka - Zdravlje ljudi [Elektronski

izvor] : zbornik radova / Simpozijum sa međunarodnim učešćem Pejzažna

hortikultura 2023, Beograd, 09 - 10. februar 2023. godine; [organizatori]

Univerzitet u Beogradu, Šumarski fakultet [i] Udruženje za pejzažnu

hortikulturu Srbije; [urednik Milka Glavendekić, Dragana Skočajić]. -

Beograd : Univerzitet, Šumarski fakultet: Udruženje za pejzažnu

hortikulturu Srbije, 2023 (Zemun : Rival Copy). - 1 elektronski optički

disk (DVD) ; 12 cm

Sistemska zahteva: Nisu navedeni. - Nasl. sa naslovne strane dokumenta. -

"Zbornik radova dvadesetog Simpozijuma iz oblasti pejzažne hortikulture"

--> kolofon. - Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad.

ISBN 978-86-916397-8-5 (UPHS)

a) Hortikultura - Zbornici b) Pejzažna arhitektura - Zbornici

COBISS.SR-ID 61793545

UNIVERZITET U BEOGRADU – ŠUMARSKI FAKULTET
UDRUŽENJE ZA PEJZAŽNU HORTIKULTURU SRBIJE

Simpozijum sa međunarodnim učešćem
PEJZAŽNA HORTIKULTURA 2023
“Zdravlje biljaka-zdravlje ljudi “

Zbornik radova

Beograd, 09 - 10. februar 2023. godine
Simpozijum sa međunarodnim učešćem
Pejzažna hortikultura 2023
“ZDRAVLJE BILJAKA-ZDRAVLJE LJUDI “

Mesto i datum održavanja:

Univerzitet u Beogradu - Šumarski fakultet Beograd
09-10. februar 2023. godine



УДРУЖЕЊЕ ЗА ПЕЈЗАЖНУ ХОРТИКУЛТУРУ СРБИЈЕ
ASSOCIATION FOR LANDSCAPE HORTICULTURE OF SERBIA

Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд, Србија, телефон 011 3553-990-869

Кнеза Вишеслава 1, 11030 Београд, Србија, телефон 011 3553-990-869



Simpozijum sa međunarodnim učešćem:
Pejzažna hortikultura 2023
"ZDRAVLJE BILJAKA - ZDRAVLJE LJUDI"

Naučni odbor Simpozijuma: prof. dr Milka Glavendekić, prof. dr Dragica Obratov-Petković, prof. dr Jelena Tomičević-Dubljević, prof. dr Vesna Golubović-Ćurguz, Dr. Anna María Pálsdóttir, prof. dr Olivera Petrović - Obradović, dr Ivana Bjedov, vanr. prof., dr Danijela Đunisijević-Bojović, vanr. prof., dr Ivana Živojinović, vanr. prof., dr Milica Fotirić-Akšić, vanr. prof., dr Jelena Lazarević, naučni saradnik

Organizacioni odbor Simpozijuma: dr Marija Marković, vanr. prof., dr Dragana Skočajić, vanr. prof., dr Marija Nešić, vanr. prof., dr Dragana Čavlović, naučni saradnik, Jovana Majović, mas. inž, Vladimir Milutinović, dipl. inž.pejz.arh., Jovan Sremčević dipl. inž.šum., Nada Bukejlović, dipl. inž.pejz.arh., Milena Trmčić, student master studija

Poštovani članovi UPHS, kolegice i kolege,

Naučni i organizacioni odbor Simpozijuma **Pejzažna hortikultura 2023 "ZDRAVLJE BILJAKA - ZDRAVLJE LJUDI"** doneo je odluku da se posle dve godine, ovaj jubilarni, dvadeseti naučno stručni skup sa međunarodnim učešćem, organizuje na Šumarskom fakultetu u uobičajenoj formi **09. i 10. februara 2023. godine**. Ujedno, uz pomoć kolega iz Centra za informacione tehnologije Šumarskog fakulteta, predavači i slušaoci imaju mogućnost da se u rad Simpozijuma uključe i u "on line" formi putem izabrane platforme.

Kroz teme koje se bave zdravljem biljaka i njihovim uticajem na zdravlje ljudi, kroz ekološki aspekt, integralnu zaštitu ukrasnih biljaka u rasadničkoj proizvodnji i na elementima zelene infrastrukture, negovanjem drveća u oblasti arborikultura, pokušali smo da okupimo stručnjake zadužene za negovanje i zaštitu biljaka u urbanim sredinama, profesore srednjih stručnih škola, proizvođače sadnog materijala ukrasnih biljaka, pejzažne arhitekta, dizajnere i predstavnike lokalnih samouprava zadužene za upravljanje zelenom infrastrukturom. Poseban segment predavanja odnosiće se na povezanost zdravih biljaka i zdravlja ljudi u širem kontekstu koji obuhvata teme hortikulture terapije i direktnog uticaja biljaka na zdravlje ljudi, preko problema koje donose invazivne vrste biljaka, do sve direktnijih problema zagađenja životne sredine. U ime Upravnog odbora Udruženja za pejzažnu hortikulturu Srbije (UPHS), Naučni i Organizacionog odbora Simpozijuma Pejzažna hortikultura 2023. godine, kao i Uprave Univerziteta u Beogradu - Šumarskog fakulteta, pozivamo Vas da učestvujete na **dvadesetom Simpozijumu**

Cilj nam je, kao i uvek do sada, da program zadovolji interesovanja i potrebe što većeg broja članova UPHS i drugih stručnjaka, učesnika Simpozijuma. Na kraju prvog dana, na predviđenoj Skupštini UPHS analiziraće se rad Udruženja u prethodnoj godini kroz rad sekcija za proizvodnju i integralnu zaštitu ukrasnih biljaka i arborikulturu i sprovesti izbor novih članova Upravnog Odbora koji će voditi rad UPHS u narednim godinama.

Nadamo se da ćete naći interesa da učestvujete na jubilarnom, dvadesetom Simpozijumu Pejzažna hortikultura 2023 lično, ili uputite stručnjake iz preduzeća/ustanova da nam se pridruže i time doprinesu stalnoj obuci kadrova koji rade u oblasti pejzažne arhitekture i hortikulture.

PREDSEDNIK UPHS
dr Dragana Skočajić

...PRVIH 20 GODINA...

Osnivanjem Udruženja za Pejzažnu hortikulturu Srbije UPHS, sad već, davne 2004. godine ostvarena je ideja da se u okrilje zajedničkog delovanja različitih oblasti Pejzažne arhitekture i hortikulture, zadrži i osnaži mesto rasadničarske proizvodnje, kao i nege i zaštite ukrasnih biljaka. Nestranačko i nevladino udruženje stručnog, profesionalnog i društvenog karaktera, koje je osnovano na neodređeno vreme, okupilo je u prvo vreme vlasnike registrovanih rasadnika i drugih proizvođača ukrasnih biljaka, zajedno sa profesorima i saradnicima sa Katedre za pejzažnu hortikulturu. Vreme koje je okupilo prve osnivače UPHS, dr Olgu Mijanović, Đuru Kiša, dr Karolja Karaseka, Momčila Gajića, Gruju Milovanovića, Milenka Josipovića, Milana Topalovića, dr Mihaila Grbića, dr Milku Glavendekić, dr Tanju Milijašević, Dragana Skočajić, dr Petra Boškovića, Anu i Savu Bošnjak, Tamaša Jenovca, Ivicu Švara, Mirka i Zorana Sremčevića, Dragana Gajića Uču, Šiljegovčane, Ljubu Čabrića, Baneta Civića, Žiću, Jugu, Tineta..., Dragana Sajića, Dragana Đorđević, Srđana Radanova i mnoge druge, obeležile su ideje prvog predsednika UPHS, redovnog profesora dr Mihaila Grbića. Sa idejom da se rasadničari okupljaju, druže, zajednički putuju, prave organizovane razmene dobrog duha i raspoloženja u tim prvim godinama rada, pokrenute su važne inicijative na osnovu kojih se Udruženje dalje razvijalo. Započelo se sa organizovanjem stručno naučnih seminara, Berze cveća i opreme, posetama međunarodnim sajmovima (Essen, Mađarska, Italija...) kao i posetama rasadnicima u zemlji i inostranstvu. Period koji sledi (od 2008 do 2018. godine) obeležen je velikim entuzijazmom i radom sledećeg predsednika Udruženja, prof. dr Milke Glavendekić. Važnost celoživotnog obrazovanja primenjen na svim poljima, kao i iniciranje da se u rad više uključe obrazovne ustanove (srednje stručne škole, drugi Univerziteti i Instituti,...) i javna preduzeća, formirali su se kao sledeći pravac delovanja UPHS. Uspešno se, bez prekida, organizuju stručni seminari koji vremenom dobijaju i formu naučnih Simpozijuma. Udruženje uz veliku inicijativu članova Upravnog odbora UPHS - prof. dr Milke Glavendekić, Milana Topalovića, Mirjane Milić, Vere Vuković Bojanović, Milene Stamenić i Nemanje Topalovića, Jovane Majović, postaje ravnopravni član dva međunarodna strukovna udruženja: Evropskog udruženja rasadničara (ENA) i Evropskog društva za arborikulturu (EAC). Članovi udruženja se aktivno uključuju u međunarodne obuke, a unapređuje se i nivo organizacije simpozijuma Pejzažne hortikulture Srbije u saradnji sa Šumarskim fakultetom u Beogradu. U razmenu znanja, svake godine se uključuju i stručnjaci iz inostranstva, čime stručni skupovi dobijaju formu skupa sa međunarodnim učešćem. Poslednjih pet godina, struktura članova Udruženja se menja, kako generacijski tako i u interesovanjima. Članovi Katedre za pejzažnu hortikulturu se, u većem broju, vrlo aktivno uključuju u naučno stručno napredovanje rada Udruženja. S druge strane, naslednici osnivača UPHS tradiciju poziva, imena i napretka kojima je uspeh zagarantovan samo uz generaciju koja će porodični posao nastaviti, uz zahteve novih vremena, pronalaze sebe u širenju tržišta, boljem marketingu i inovacijama. Već sa značajnim iskustvom tu su Neša Učin, Stefan, Jovan i Nemanja Topalović, Jelena i Ceca Civić, Anđelija Bojanović, Jovan Sremčević, Zoki Timetov, Ivica Jugin, Kata Žićina, Dragana (Đorđević) Milojković, Isidora (Sajić) Rašić, Dragana (Manojlović) Maček i dr. U dovoljno zrelih godinama da oseti vrednost i važnost druženja i zajedništva članova Udruženja pre 20 godina, a pozdravljajući energiju i ideje mlađih generacija, dr Dragana Skočajić poslednjih pet godina zastupa interese UPHS. Na osnovama koje su postavili svi zajedno, uz dobre namere članova Upravnog odbora Zokija Sremčevića, Dragana Đorđevića, Milke Glumac, Jovane Majović, Ivana

Petrovića, Sofije Blažin, Svetlane Kuzmanov, Olje Milosavljević, Nade Bukejlović, Zorice Bajić, Dragana Sajića i Vlade Milutinovića Udruženje će, bez sumnje nastaviti uspešan put u sledeću dekadu. Da li će se kretati putanjom spajanja možda nekih raskinutih veza na savremen način, praćenjem svetskih trendova kroz dalje međunarodne aktivnosti ili angažovanjem mladih, energičnih članova koji će umeti da "hvataju korak sa vremenom", pokazaće dani ispred nas.

...SREĆNO U NOVIH 20 KOJE SLEDE...

SADRŽAJ

Predavanja po pozivu i saopštenja

ARBORIKULTURA I UPRAVLJANJE BIOTIČKIM FAKTORIMA KOJI UTIČU NA ZDRAVLJE BILJAKA..... 1

SEIRIDIUM CARDINALE - NOVI PATOGEN NA UKRASNIM BILJKAMA ČEMPRESA U
SRBIJI 2

Milenković Ivan, Radulović Zlatan, Golubović Ćurguz Vesna, Jovanović Dušan, Karadžić Dragan

MIKROBIOM I ZDRAVLJE BILJAKA 6

Jelena Lazarević

NEUBIČAJENE POPULACIJE MEDITERANSKOG POTKORNJAKA U HRVATSKOJ – PRIMJER
RJEŠAVANJA PROBLEMA U PARK ŠUMI MARJAN U SPLITU 17

Milan Pernek

PROBLEMI I FITOSANITARNI RIZICI U PROIZVODNJI I NJEZI SADNOG MATERIJALA
UKRASNOG BILJA U CRNOJ GORI 21

Bogoljub Kandić

STANJE I MOGUĆNOSTI SUZBIJANJA PALMINOG SURLAŠA *RHYNCHOPHORUS*
FERRUGINEUS U CRNOJ GORI 37

Bogoljub Kandić

Phytophthora ramorum – PRISUSTVO I STATUS U SRBIJI 40

Mira Vojvodić, Isidora Knežević, Miljan Grkinić, Aleksandra Bulajić

KARANTINSKE VRSTE NEMATODA NA UKRASNOM BILJU 50

Jasmina Bačić, Miloš Pavlović

LISNE BUVE (HEMIPTERA: PSYLLOIDEA) UKRASNIH BILJAKA 64

Dušanka Jerinić-Prodanović

NOVI RIZIK ZA ZDRAVLJE JASENA – MASOVNA POJAVA *NEOCLYTUS ACUMINATUS* (F.)
(COLEOPTERA: CERAMBYCIDAE) 66

Milka Glavendekić, Darko Ivković, Ivan Rajčić

AGROHOMEOPATHY – AS A CONCEPT IN ORGANIC HORTICULTURE FOR THE
CONTROL OF STRESSES AND PLANT PESTS 78

Milica Fotirić Akšić, Mekjell Meland

PRIMENA RAZLIČITIH TEHNIKA DALJINSKE DETEKCIJE U MONITORINGU
VEGETATIVNOG STANJA URBANOG ZELENILA 93

Isidora Simović, Bojana Ivošević

TRADICIONALNI GENOTIPOVI JABUKE IZ ZAPADNE SRBIJE - EVALUACIJA KVALITETA I SENZORIČKIH KARAKTERISTIKA	108
<i>Ivana Radović, Aleksandar Radović, Slađana Savić, Milena Marjanović, Zorica Jovanović</i>	
UTICAJ BILJAKA NA ZDRAVLJE LJUDI.....	122
RESEARCH ON HORTICULTURE THERAPY: EXPERIENCE OF ALNARP REHABILITATION GARDEN, SWEDEN.....	123
<i>Anna María Pálsdóttir</i>	
DEVELOPMENT OF FOREST WELLNESS IN SERBIA	125
<i>Gorana Isailović, Emilija Lipovšek, Gordana Pešalj, Zorica Zarić</i>	
CENTAR ŠUMSKOG VELNESA - SPECIJALNI REZERVAT PRIRODE OBEDSKA BARA: KUPANJE U ŠUMSKOM VAZDUHU	135
<i>Ivana Lozjanin</i>	
BENEFITI PRIMENE HORTIKULTURNE TERAPIJE NA PROSTORU ARBORETUMA ŠUMARSKOG FAKULTETA ZA OSOBE SA SMETNJAMA U RAZVOJU OPŠTINE ČUKARICA	138
<i>Dragana Skočajić, Sandra Petrović, Miroslava Živanović, Tamara Muić Jovetić, Vladimir Milutinović</i>	
NEGATIVAN UTICAJ INVAZIVNIH BILJAKA NA ZDRAVLJE LJUDI.....	157
<i>Dragica Obratov-Petković, Ivana Bjedov, Marija Nešić</i>	
DOPRINOS PRIRODNIH BILJNIH ZAJEDNICA POBOLJŠANOM ZDRAVLJU I BLAGOSTANJU LJUDI.....	167
<i>Dragana Čavlović, Ivana Bjedov</i>	
OD TRADICIJE DO ZDRAVLJA: HEMIJSKA KARAKTERIZACIJA I BIOLOŠKA AKTIVNOST ODABRANIH LEKOVITIH BILJAKA.....	181
<i>Dejan Stojković</i>	
INTERAKCIJE BILJAKA I ABIOTIČKIH STRESNIH FAKTORA.....	190
UTVRĐIVANJE EKOLOŠKIH ODGOVORA <i>IRIS PUMILA</i> NA GLOBALNO ZAGREVANJE .	191
<i>Katarina Hočevar, Ana Vuleta, Sanja Manitašević Jovanović</i>	
POTENCIJAL LINEARNE I GEOMETRIJSKE MORFOMETRIJE U BIOMONITORINGU – PRIMER ASIMETRIJE CVETA	206
<i>Nataša Barišić Klisarić</i>	
UTICAJ ABIOTIČKOG STRESA NA RANO RAZVIĆE DRVENASTIH VRSTA	210
<i>Golubović Ćurguz V. & Djunisijević Bojović D.</i>	

TOLERANTNOST NA SUŠU KLONOVA <i>SALIX</i> 'SW INGER', <i>SALIX</i> 'ESTER' I <i>SALIX</i> 'WILHELM' U ENERGETSKOM ZASADU PD RB „KOLUBARA“	213
<i>Danijela Đunisijević-Bojović, Dragana Skočajić, Nataša Barišić Klisarić, Vladimir Popović</i>	
PRIMENA OPTIČKIH NEDESTRUKTIVNIH METODA ZA DETEKCIJU STRESA KOD BILJAKA	215
<i>Katarina M. Miletić, Bečko V. Kasalica, Marija M. Petković-Benazzouz, Dejan A. Jeremić, Danijela M. Đunisijević-Bojović, Marijana Milutinović, Slobodan D. Milanović.</i>	
DIZAJN I IZGRADNJA ZELENE INFRASTRUKTURE U FUNKCIJI ZDRAVLJA KORISNIKA	
227	
KO OBLIKUJE ZDRAVE GRADOVE? PRILOG KRITIČKOM RAZMIŠLJANJU O PEJZAŽNOM OBLIKOVANJU GRADA BEOGRADA	228
<i>Nevena Vasiljević, Sandra Mitrović</i>	
KONCEPT PEJZAŽNO ARHITEKTONSKOG UREĐENJA CENTRA ZA RANI RAZVOJ DECE I INKLUZIJU	247
<i>Danijela Sparić</i>	
STAZAMA SRPSKIH KRALJEVA PARK U BANJI KOVILJAČI	256
<i>Branko Milošević</i>	
OBLIKOVANJE VIRTUELNOG OKRUŽENJA SA MODELIMA BIODIZAJNA U HORTIKULTURNOJ TERAPIJI.....	274
<i>Biljana Jović i Anđela Stanojević</i>	
KIŠNE BAŠTE (BIORETENZIJE) KAO TEHNIKA ODRŽIVOG UPRAVLJANJA ATMOSFERSKIM VODAMA.....	286
<i>Nadežda Stojanović</i>	
KA ZDRAVOJ I FUNKCIONALNOJ ZELENOJ POVRŠINI: DIZAJN I PLAN ZASNIVANJA TRAVNJAKA	297
<i>Nenad Stavretović</i>	
ODRŽAVANJE PEŠČANIH PREPREKA (BANKERI) NA GOLF TERENIMA	309
<i>Jelena Maletić, Jovana Petrović, Nevenka Galečić, Nenad Stavretović</i>	
KASETNI ZELENI KROVOVI ZA ZDRAV GRAD	319
<i>Ljiljana Tubić, Dejan Lazić, Nikola Petrović</i>	



УДРУЖЕЊЕ ЗА ПЕЈЗАЖНУ ХОРТИКУЛТУРУ СРБИЈЕ
ASSOCIATION FOR LANDSCAPE HORTICULTURE OF SERBIA
Кнеза Витослава 1, 11030 Београд, Србија, тел: 011 3553-990/869

Konca Viloslava 1, 11030 Belgrade, Serbia, tel: +381 11 3553-990/869



XX SIMPOZIJUM Pejzažna hortikultura Srbije 2023 "ZDRAVLJE BILJAKA – ZDRAVLJE LJUDI"

08:00 – 08:45 Registracija učesnika, **PRVI DAN: 09.02.2023. godina**

08:45 – 09:00 Uvodna reč: XX Simpozijum
Pejzažna hortikultura 2023
Otvaranje Simpozijuma

Dragana Skočajić, predsednik UPHS
predstavnik Uprave Šumarskog fakulteta

**PRVIH DVADESET GODINA
CELOŽIVOTNOG OBRAZOVANJA I RADA
UPHS**

Predsedavajući: Milka Glavendekić
i Dragana Skočajić

09:00 – 09:20 Dvadeset godina celoživotnog
obrazovanja iz oblasti pejzažne
arhitekture i hortikulture u Srbiji

Milka Glavendekić, Milan Topalović

09:20 – 09:40 Dvadeset godina Udruženja za
pejzažnu hortikulturu Srbije

Dragana Skočajić, Jovan Topalović,
Zoran Sremčević

**ARBORIKULTURA I UPRAVLJANJE
BIOTIČKIM FAKTORIMA KOJI UTIČU NA
ZDRAVLJE BILJAKA**

Moderatori: Milka Glavendekić i
Jelena Lazarević

09:40 – 09:55 20 godina Hrvatske udruge za
arborikulturu

Milan Pernek

09:55 – 10:20 Prezentacija o opremi za negovanje
drveća

Slobodan Vukčević

10:20 – 10:35 Nova kompleksna bolest u
Hrvatskoj uzročnik akutnog
odumiranja hrasta crnike i opasnost
širenja na kontinentalne šume

Milan Pernek, Marta Kovač

10:35 – 10:50 *Seiridium cardinale* - novi patogen na
ukrasnim biljkama čempresa u
Srbiji

Ivan Milenković, Zlatan Radulović,
Vesna Golubović Ćurguz, Dušan
Jovanović, Dragan Karadžić

10:50 – 11:05 *Diskusija*

11:05 – 11:35 **Pauza**

**ARBORIKULTURA I UPRAVLJANJE
BIOTIČKIM FAKTORIMA KOJI UTIČU NA
ZDRAVLJE BILJAKA**

Moderatori: Milka Glavendekić i
Jelena Lazarević

11:35 – 11:50	Mikrobiom i zdravlje biljaka Neuobičajene populacije mediteranskog potkornjaka u	Jelena Lazarević
11:50 – 12:05	Hrvatskoj – primjer rješavanja problema u Park šumi Marjan u Splitu	Milan Pernek
12:05 – 12:20	Problemi i fitosanitarni rizici u proizvodnji i njezi sadnog materijala ukrasnog bilja u Crnoj Gori	Bogoljub Kandić
12:20 – 12:35	Stanje i mogućnosti suzbijanja palminog surlaša <i>Rhynchophorus ferrugineus</i> u Crnoj Gori	Bogoljub Kandić
12:35 – 12:50	<i>Phytophthora ramorum</i> – prisustvo i status u Srbiji	Mira Vojvodić, Isidora Knežević, Miljan Grkinić, Aleksandra Bulajić
12:50 – 13:05	Karantinske vrste nematoda na ukrasnom bilju	Jasmina Bačić, Miloš Pavlović
13:05 – 13:20	Lisne buve (Hemiptera: Psylloidea) ukrasnih biljaka	Dušanka Jerinić-Prodanović
13:20 – 13:35	Novi rizik za zdravlje jasena – masovna pojava <i>Neoclytus acuminatus</i> (Coleoptera: Cerambycidae)	Milka Glavendekić, Darko Ivković, Ivan Rajčić
13:35 – 13:50	<i>Diskusija</i>	
13:50 – 15:00	Pauza za ručak	

**ARBORIKULTURA I UPRAVLJANJE
BIOTIČKIM FAKTORIMA KOJI UTIČU NA
ZDRAVLJE BILJAKA**

Moderatori: Milka Glavendekić i
Jelena Lazarević

15:00 – 15:15	Agrohomeopathy – a concept in organic horticulture for control of stresses and pests [Agrohomeopatija – kao koncept u organskoj hortikulturi za redukovanje stresa i štetočina biljaka]	Milica Fotirić Akšić, Mekjell Meland
15:15 – 15:30	Primena različitih tehnika daljinske detekcije u monitoringu vegetativnog stanja urbanog zelenila	Isidora Simović, Bojana Ivošević
15:30 – 15:45	Tradicionalni genotipovi jabuke iz zapadne Srbije - evaluacija kvaliteta i senzornih karakteristika	Ivana Radović, Aleksandar Radović, Slađana Savić, Milena Marjanović, Zorica Jovanović
15:45 – 16:00	<i>Diskusija</i>	
16:00 – 16:15	Pauza	
AKTIVNOSTI UPHS I SKUPŠTINA		Moderator: Dragana Skočajić i Zoran Sremčević
16:15 – 16:30	Prikaz međunarodnih aktivnosti UPHS izveštaj ENA	Jovan Topalović
16:30 – 16:45	Prikaz posete Međunarodnom društvu za razmnožavanje biljaka (International Plant Propagator's Society - IPPS)	Jovan Sremčević
16:45 – 17:00	Prikaz posete rasadnicima u Belgiji	Vladimir Milutinović
17:00 – 17:45	SKUPŠTINA UPHS	Dragana Skočajić, Jovana Majović, Zorica Bajić



XX SIMPOZIJUM Pejzažna hortikultura Srbije 2023 "ZDRAVLJE BILJAKA – ZDRAVLJE LJUDI"

08:45 – 09:00 Registracija učesnika, **DRUGI DAN: 10.02.2023. godina**

UTICAJ BILJAKA NA ZDRAVLJE LJUDI

Moderatori: Jelena Tomićević
Dubljević i Ivana Bjedov

09:00 – 09:15	Research on horticulture therapy: experience of Alnarp Rehabilitation Garden, Sweden [Proučavanja hortikulturene terapije: iskustva iz Rehabilitacionog Vrta u Alnarpu, Švedska]	Anna Maria Pálsdóttir
09:15 – 09:30	Razvoj šumskog velnesa u Srbiji	Gorana Isailović, Emilija Lipovšek, Gordana Pešalj, Zorica Zarić
09:30 – 09:45	Centar šumskog velnesa - Specijalni rezervat prirode Obedska bara: kupanje u šumskom vazduhu	Ivana Lozjanin
09:45 – 10:00	Benefiti primene hortikulturene terapije na prostoru Arboretuma Šumarskog fakulteta za osobe sa smetnjama u razvoju opštine Čukarica	Dragana Skočajić, Sandra Petrović, Miroslava Živanović, Tamara Muić Jovetić, Vladimir Milutinović
10:00 – 10:15	Negativan uticaj invazivnih biljaka na zdravlje ljudi	Dragica Obratov-Petković, Ivana Bjedov, Marija Nešić
10:15 – 10:30	Doprinos prirodnih biljnih zajednica boljem zdravlju i blagostanju ljudi	Dragana Čavlović, Ivana Bjedov
10:30 – 10:45	Od tradicije do zdravlja: hemijska karakterizacija i biološka aktivnost odabranih lekovitih biljaka	Dejan Stojković
10:45 – 11:00	<i>Diskusija</i>	
11:00 – 11:30	Pauza	

INTERAKCIJE BILJAKA I ABIOTIČKIH STRESNIH FAKTORA		Moderatori: Vesna Golubović Ćurguz i Danijela Đunisijević Bojović
11:30 – 11:45	Utvrđivanje ekoloških odgovora <i>Iris pumila</i> na globalno zagrevanje	Katarina Hočevar, Ana Vuleta, Sanja Manitašević Jovanović
11:45 – 12:00	Potencijal linearne i geometrijske morfometrije u biomonitoringu – primer asimetrije cveta	Nataša Barišić Klisarić
12:00 – 12:15	Uticaj abiotičkog stresa na rano razviće drvenastih vrsta	Vesna Golubović Ćurguz, Danijela Đunisijević - Bojović
12:15 – 12:30	Tolerantnost na sušu klonova <i>Salix</i> 'SW Inger', <i>Salix</i> 'Ester' i <i>Salix</i> 'Wilhelm' u energetsom zasadu PD RB „Kolubara“	Danijela Đunisijević-Bojović, Dragana Skočajić, Nataša Barišić Klisarić, Vladimir Popović
12:30 – 12:45	Primena optičkih nedestruktivnih metoda za detekciju stresa kod biljaka	Katarina Miletić, Bečko Kasalica, Marija Petković-Benazzouz, Dejan Jeremić, Danijela Đunisijević-Bojović, Marijana Milutinović, Slobodan Milanović
12:45 – 13:00	<i>Diskusija</i>	
13:00 – 13:15	Firma Vita Verde – prezentacija opreme za krovne vrtove, korenske barijere i usmerivače korena za sadnju u blizini podzemnih instalacija, moduli za sadnju na platoima i trgovima, podzemni ankeri, vreće za zalivanje	
13:15 – 14:00	Pauza za ručak	
DIZAJN I IZGRADNJA ZELENE INFRASTRUKTURE U FUNKCIJI ZDRAVLJA KORISNIKA		Moderator: Biljana Jović
14:00 – 14:15	Ko oblikuje zdrave gradove? Prilog kritičkom razmišljanju o pejzažnom oblikovanju grada Beograda	Nevena Vasiljević, Sandra Mitrović
14:15 – 14:30	Koncept pejzažno arhitektonskog uređenja Centra za rani razvoj dece i inkluziju	Danijela Sparić
14:30 – 14:45	Stazama srpskih kraljeva - park u Banji Koviljači	Branko Milošević
14:45 – 15:00	Oblikovanje virtuelnog okruženja sa modelima biodizajna u hortikulturnoj terapiji	Biljana Jović, Anđela Stanojević

15:00 – 15:15	Kišne bašte (bioretenzije) kao tehnika održivog upravljanja atmosferskim vodama	Nadežda Stojanović
15:15 – 15:30	Ka zdavoj i funkcionmalnoj zelenoj površini: dizajn i plan zasnivanja travnjaka	Nenad Stavretović
15:30 – 15:45	Održavanje peščanih prepreka (Banker) na golf terenima	Jelena Maletić, Jovana Petrović, Nevenka Galečić, Nenad Stavretović
15:45 – 16:00	Kasetni zeleni krovovi za zdrav grad	Ljiljana Tubić, Dejan Lazić, Nikola Petrović
16:00 – 16:15	<i>Diskusija</i>	
16:45 – 17:00	Zaključci Simpozijuma	Milka Glavendekić

*INTERAKCIJE BILJAKA I ABIOTIČKIH
STRESNIH FAKTORA*

UTVRĐIVANJE EKOLOŠKIH ODGOVORA *IRIS PUMILA* NA GLOBALNO ZAGREVANJE

Katarina Hočevar, Ana Vuleta, Sanja Manitašević Jovanović

Univerzitet u Beogradu – Institut za biološka Istraživanja “Siniša Stanković” – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Odeljenje za evolucionu biologiju, Beograd, katarina.hocevar@ibiss.bg.ac.rs

Uvod

Klimatski uslovi na planeti Zemlji ubrzano se menjaju i ove promene nesumnjivo utiču na biljne populacije (Franks i sar., 2013). Globalno zagrevanje, jedan od najštetnijih aspekata klimatskih promena, predstavlja trend povećanja prosečnih globalnih temperatura, prvenstveno zbog antropogenog povećanja emisije gasova sa efektom staklene bašte u atmosferi (Shaftel, 2022). Prosečna godišnja površinska temperatura Zemlje povećala se za 1,07 C, u odnosu na preindustrijski period (IPCC, 2021). Procenjuje se da će se mnoge oblasti zagrejati više od globalnog proseka, da će se povećati broj i jačina toplotnih talasa kao i učestalost prirodnih katastrofa poput suša, poplava i oluja (Jagadish i sar., 2021, IPCC, 2021). Sa daljim porastom temperature tokom vegetacione sezone i većim temperaturnim fluktuacijama doći će do promena u fenologiji, fiziološkim performansama i produktivnosti biljaka koje uspeju da prežive promenjene uslove (Jagadish i sar., 2021). Antropogeno globalno zagrevanje je već proizvelo brojne negativne efekte na prirodne ekosisteme uključujući promene u osnovnim ekološkim procesima, izmene u funkcionisanju ekosistema, kao i smanjenje biodiverziteta i izumiranje vrsta (Catullo i sar., 2019). Klima se menjala kroz celu istoriju života na Zemlji i mnogi biljni organizmi su se, tokom svoje evolucionarne istorije, suočili i preživeli uslove u okruženjima drugačijim od onih u kojima su živeli njihovi preci (Scheiner i sar., 2019). Opstanak prirodnih populacija u izmenjenim sredinskim uslovima omogućavaju tri mehanizma koja se međusobno ne isključuju: migracije, adaptacije i fenotipska plastičnost (Nicotra i sar., 2010). Migriranje disperzijom semena do staništa sa povoljnijim uslovima je ograničenog prostornog dometa, a antropogene aktivnosti koje dovode do fragmentacije zemljišta kao i dug generacijski period vrste dodatno smanjuju efikasnost ovog mehanizama. Osim toga, migracije mogu izazvati gubitak sinhronizacije populacije sa drugim abiotičkim ili biotičkim faktorima (Scheiner i sar., 2019; Franks i sar., 2013). Adaptivna evolucija se može definisati kao evolucionarna promena koja dovodi do

povećanja prosečne adaptivne vrednosti individue u populaciji u datoj sredini. Brza adaptivna evolucija na promenu životne sredine odvija se kod onih vrsta koje imaju kratak generacijski period i koje formiraju velike populacije sa visokim nivoom genetičkog variranja i protoka gena (Catullo i sar., 2019). Fenotipska plastičnost se može definisati kao sposobnost jednog genotipa da u različitim uslovima životne sredine formira različite fenotipove. Ona predstavlja izvor fenotipske varijabilnosti populacije, koja može da dovede do adaptivne divergencije, kao i do specijacije biljnih vrsta (Nicotra i sar., 2010). Ukoliko je stopa promena sredinskih uslova veća od stope evolucionih odgovora, fenotipska plastičnost će biti mehanizam koji će omogućiti brz odgovor na promenjene uslove (Scheiner i sar., 2019; Franks i sar., 2013). Najveći broj empirijskih dokaza ističe fenotipsku plastičnost kao dominantan način na koji se prirodne populacije biljaka suočavaju sa naglim porastom temperature u životnoj sredini (Scheiner i sar., 2019).

Funkcionalne osobine biljaka morfološko-fiziološko-fenološke karakteristike koje oblikuju performansu biljaka utičući na njihov rast, reprodukciju i preživljavanje, i nalaze se u osnovi odgovora biljnih zajednica na promene životne sredine (Violle i sar., 2007). Variranje u fenotipskoj ekspresiji funkcionalnih osobina se često koristi za utvrđivanje i predviđanje odgovora biljaka na promenu uslova životne sredine, kao što je globalno zagrevanje (Nicotra i sar., 2010).

Specifična površina lista, SLA (eng. Specific Leaf Area) je projektovana površina lista po jedinici suve mase i predstavlja važnu funkcionalnu osobinu biljke. SLA dovodi u vezu proizvodnju suve materije sa povećanjem lisne površine i, na taj način, reflektuje strategije biljaka za korišćenje resursa životne sredine (Wilson i sar., 1999). SLA se menja sa intenzitetom svetlosti, temperaturom, kao i sa salinitetom i dostupnošću vode i hranljivih materija u zemljištu (Li i sar., 2005, Rosbakh i sar., 2015, Wilson i sar., 1999, Witkowski i Lamont, 1991). Osim toga, SLA se smatra osobinom lista koja objašnjava distribuciju vrsta duž različitih gradijenata životne sredine (Rosbakh i sar., 2015).

Da bismo proučili strategije rasta, preživljavanja i prilagođavanja biljaka na globalno zagrevanje, analizirali smo fenotipsku ekspresiju SLA u odgovoru biljne vrste *Iris pumila* na povećanje ambijentalne temperature.

Metod rada

Ispitivana vrsta

Patuljasta bradata perunika, *Iris pumila* L., je monokotiledona, višegodišnja, klonalna, entomofilna biljka iz porodice Iridaceae. Prirodna staništa ove vrste čine livadsko-stepski predeli centralne i jugoistočne Evrope, a u Srbiji je zastupljena u severnim i istočnim oblastima. Vrsta je naročito brojna u Deliblatskoj peščari, gde naseljava dva tipa staništa sa različitim intenzitetom i kvalitetom svetlosti (Slika 1.).

Dinske populacije *I. pumila* mogu se naći na otvorenim površinama, obraslim jednogodišnjim i višegodišnjim zeljastim biljkama i niskim žbunjem, a šumske populacije



Slika 1 Klonovi *Iris pumila* u prirodnom staništu. Izgled otvorenog dinskog staništa (A) i zasenčenog šumskog staništa u Deliblatskoj peščari (B).

u delovima peščare koji su pošumljeni bagremom, belim i crnim borom. U prirodi, ova biljka formira klonove specifičnog kružnog oblika koji nastaju bočnim grananjem rizomskih segmenata u odnosu na roditeljski izdanak. Ramet, nova jedinica nastala vegetativnim putem, je u početku morfološki i fiziološki vezana za materinski klon, ali posle izvesnog vremena može prekinuti vezu sa biljkom od koje je nastala i nastaviti da postoji kao nezavisna, genetički identična biljka. Vrsta *I. pumila* se odlikuje izrazitim polimorfizmom boje cveta, koji je nastao segregacijom većeg broja genskih lokusa, pa se svaki od različitih cvetnih fenotipova u populaciji može smatrati za poseban klonalni genotip (Tucić i sar., 1989). U poređenju sa drugim vrstama roda *Iris*, *I. pumila* pokazuje visok nivo genetičke varijabilnosti (Tucić i sar., 1984).

Eksperimentalni dizajn

U ovom eksperimentu, korišćene su jedinke *I. pumila* dobijene iz rizoma klonalnih genotipova koji su poreklom iz dinske i šumske prirodne populacije Deliblatske peščare. Biljke su više godina gajene u eksperimentalnoj sobi za rast biljaka (Slika 2.) u Institutu za



Slika 2 Genotipovi *Iris pumila* u sobi za gajenje biljaka.

biološka istraživanja "Siniša Stanković", pri intenzitetu svetlosti od $110 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, fotoperiodu od 16 h i ambijentalnoj temperaturi od 23/19 °C (dan/noć). Biljke su zalivane jednom nedeljno i rotirane dva puta nedeljno kako bi se smanjio efekat položaja (korelacija genotip-sredina). Za potrebe eksperimenta, odabrano je 46 genotipova (23 iz populacije Dina i 23 iz populacije Šuma) u istoj fazi razvića, sa potpuno razvijenim najmlađim listom. Nakon višegodišnjeg rasta na ambijentalnoj temperaturi od 23/19 °C (dan/noć), koja je ovde označena kao kontrolna temperatura, TK, biljke su gajene na dva temperaturna tretmana:

T1 – ambijentalnoj temperaturi povišenoj za 1 °C (24/20 °C, dan/noć) i T2 – ambijentalnoj temperaturi povišenoj za 4°C (27/23 °C, dan/noć). Ovi temperaturni tretmani su odabrani tako da se uklapaju u niže i više projektovane režime zagrevanja koji se očekuju u toku ovog veka (IPCC, 2021).

Uzorkovanje i određivanje SLA

Postupak uzorkovanja potpuno razvijenog najmlađeg lista odabranih genotipova vršen je jednom na svakoj od tri temperature, počev od kontrolne. Nakon prvog uzorkovanja, ambijentalna temperatura je povećana za 1°C, a po završetku razvića novih listova, obavljeno je drugo uzorkovanje. Zatim je temperatura podignuta za još 3°C, a postupak uzorkovanja listova koji su se razvijali na novoj, povišenoj temperaturi, je ponovljen. Digitalni prikaz površine listova dobijen je individualnim skeniranjem svežih listova pomoću optičkog skenera (Epson perfection V600). Projektovane površine listova određene su pomoću programa ImageJ (Schneider, Rasband i Eliceiri, 2012). Listovi su potom sušeni na 60°C, do konstantne mase, i izmereni. SLA je izračunata kao količnik projektovane površine svežeg lista i njegove suve mase i izražena u $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ (Wilson i sar., 1999).

Statistička analiza

Sve statističke analize urađene su korišćenjem SAS statističkog softverskog paketa (SAS Institute, 2002). Za procenu osnovnih parametara deskriptivne statistike ispitivane osobine unutar svake populacije, za svaki temperaturni tretman, korišćena je PROC MEANS procedura. Merenje iste osobine (SLA) ponavljano je na svakoj jedinki kroz vreme, tako da su vrednosti uzastopnih merenja bile međusobno zavisne. Dinamika promene praćene osobine je određena korišćenjem analize varijanse sa ponovljenim merenjima (eng. Repeated ANOVA) (von Ende 2001). Ovaj model uključivao je sledeće izvore variranja: između subjekata (eng. between-subjects effect) – efekat populacije, unutar subjekta (eng. within-subject effect) – efekat temperature, kao i interakcija između populacije i temperature. Analiza profila testira tri hipoteze: o „nivou“, „paralelizmu“ i „jednoličnosti“ prosečne krive odgovora. Test „nivoa“ ispituje da li srednje vrednosti ispitivane osobine variraju u svakoj posmatranoj jedinici vremena, odnosno, da li se srednje vrednosti SLA dinske i šumske populacije razlikuju u svakom od posmatranih temperaturnih tretmana. Test „paralelizma“ ispituje da li su promene srednjih vrednosti ispitivane osobine iste kod svih posmatranih grupa tokom vremena, tj. da li je oblik krive odgovora SLA isti kroz tretmane za obe populacije. Test „jednoličnosti“ ispituje da li ima značajnih razlika u srednjim vrednostima merene osobine u odnosu na prosek tretmana tj. da li postoji variranje srednjih vrednosti SLA u okviru svake od populacija u posmatranim temperaturnim tretmanima. Obrazac odgovora na temperaturni tretman testiran je korišćenjem analize profila koja transformiše ponovljena merenja u set razlika (kontrasta) a zatim vrši jednovarijantne analize (ANOVA) na kontrastima (REPEATED/PROFILE opcija u SAS GLM proceduri). Kvantifikovanje plastičnosti pojedinačnih genotipova za SLA izvršeno je izračunavanjem indeksa plastičnosti PI (Valladares i sar. 2006):

$$PI = |X1 - X2| / (X1 + X2)$$

u kome su simbolima X_1 i X_2 označene vrednosti SLA istog genotipa u dva različita temepraturna tretmana. Određeni su sledeći indeksi plastičnosti: između kontrole i prvog tretmana (PI_{TKT1}), između prvog i drugog tretmana (PI_{T1T2}), kao i između kontrole i drugog tretmana (PI_{TKT2}). Za testiranje značajnosti razlika prosečnih vrednosti indeksa plastičnosti SLA između različitih populacija u istom temperaturnom tretmanu, korišćen je neparametarski Vilkoksonov test za dva uzorka (eng. Wilcoxon rank-sum test) (PROC NPAR1WAY procedura u SAS-u), dok je za ispitivanje značajnosti unutar-populacionih razlika pod različitim temperaturnim uslovima korišćen je neparametarski

Vilkoksonov test rangova (eng. Wilcoxon signed-rank test) (PROC UNIVARIATE procedura u SAS-u).

Rezultati rada i diskusija

Temperatura predstavlja jedan od najvažnijih abiotičkih faktora za žive organizme, jer utiče na sve biološke procese modifikujući osobine ćelijskih membrana, nivoa enzimske aktivnosti, brzinu odvijanja hemijskih reakcija, viskoznost ćelijskih tečnosti kao i brzinu difuzije različitih molekula (Zróbek-Sokolnik, 2012). Za razliku od homeotermnih životinja, biljke nemaju mehanizme koji im omogućavaju održavanje optimalne temperature u ćelijama i tkivu, zbog čega na njihov metabolizam, rast i razviće izuzetno utiču promene temperature spoljašnje sredine (Zróbek-Sokolnik, 2012). Antropogeno globalno zagrevanje je već dovelo do povećanja prosečne godišnje površinske temperature Zemlje za $1,07^{\circ}\text{C}$, u odnosu na preindustrijski period, a smatra se da će do 2100. godine taj porast biti od $1,8^{\circ}\text{C}$ do $5,7^{\circ}\text{C}$ (IPCC, 2021). Dakle, vrednosti temperature tokom vegetacione sezone kao i opseg temperaturnih fluktuacija će se povećati, što će nesumnjivo uticati na fenologiju, fiziološke performanse i produktivnost biljaka. Pored toga, očekuje se da će ove promene izazvati češće i destruktivnije toplotne talase koji će dovesti do smanjenja rasta, prinosa i mogućnosti za opstanak biljaka (Jagadish i sar., 2021). Thuiller i saradnici (2005) su projektovali distribuciju 1350 evropskih biljnih vrsta u odnosu na sedam scenarija klimatskih promena do kraja 21. veka i procenili da temperaturni efekti samostalno mogu dovesti do izumiranja čak do jedne trećine svih evropskih biljnih vrsta do 2080. godine.

SLA je lako merljiva, univerzalano primenljiva funkcionalna osobina za procenu odgovora jedne biljne vrste, zajednice ili čitavog ekosistema na promenu uslova životne sredine (Rosbakh i sar., 2015). Jedna je od najvažnijih i najčešće korišćenih funkcionalnih osobina biljke u ekološkim istraživanjima. Pozitivno je korelisana sa relativnim rastom biljke, RGR (eng. Relative Growth Rate) i maksimalnom stopom fotosinteze po jedinici površine (Atkin i sar., 2006, Rosbakh i sar., 2015). Na višim temperaturama, pozitivna korelisanost između SLA i RGR je visoka, dok je na nižim temperaturama ovaj odnos manje konzistentan (Atkin i sar., 2006). Vrednosti SLA odražavaju uslove životne sredine pod kojim biljka egzistira, što dokazuju promene u vrednostima SLA pod uticajem različitih faktora životne sredine kao što su suša, salinitet, intenzitet svetlosti, dostupnost nutrijenata, količina CO_2 (Li i sar., 2005, Rosbakh i sar., 2015, Wilson i sar., 1999, Witkowski i Lamont, 1991). U sredinama koje su bogate resursima, listovi sa većim SLA

su produktivniji, ali imaju kraću dužinu života i osetljiviji su na herbivore (Wilson i sar., 1999).

U našoj studiji, ispitivan je uticaj eksperimentalnog zagrevanja na fenotipsku ekspresiju SLA, u jedinkama *I. pumila* poreklom iz dve prirodne populacije koje naseljavaju staništa sa različitim svetlosnim uslovima: otvoreno dinsko i zasečeno šumsko. Dobijeni rezultati su pokazali da SLA raste sa porastom temperature. Listovi koji su se razvijali na temperaturama koje su bile za 1°C odnosno 4°C više od kontrolne temperature imali su značajno veće prosečne vrednosti SLA (Tabela 1.). Procentualno, ovaj porast se kretao u rasponu od 3% za tretman T1 do 8% za tretman T2. Pored toga, izmerene vrednosti SLA bile su, generalno, značajno veće u dinskim nego u šumskim genotipovima (od 14% za T1 do 17 % za T2 tretman).

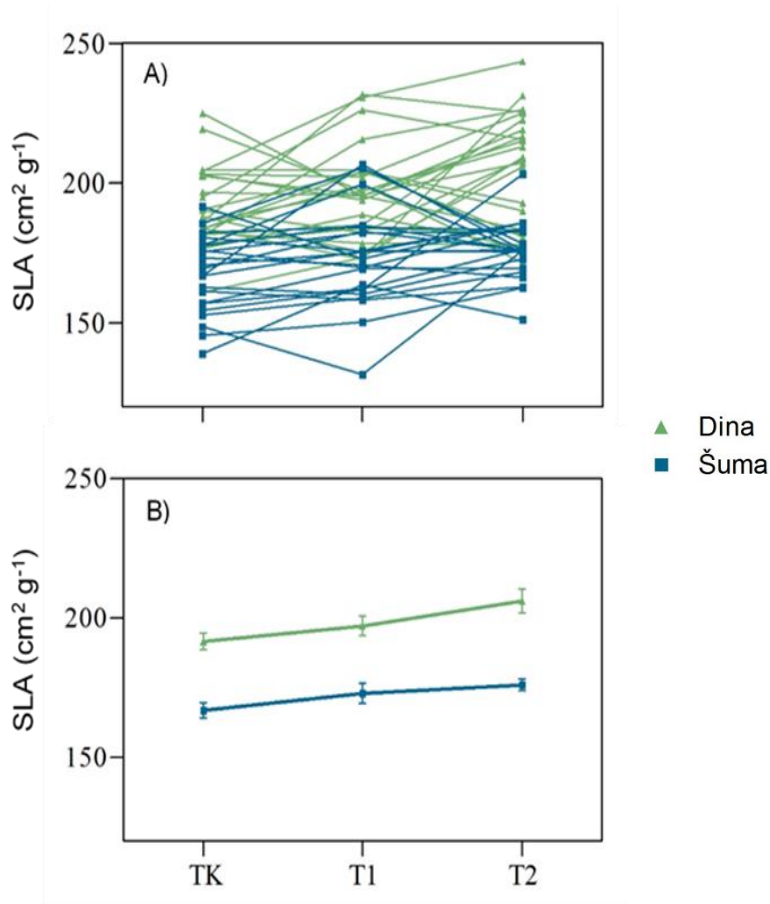
Za razliku od direktnog odnosa SLA sa RGR, odnos između SLA i temperature još uvek nije dovoljno istražen a postojeći rezultati nisu konzistentni (Rosbakh i sar., 2015). Pored studija u kojima veza između SLA i temperature nije uočena (Hovenden, 2001 i Henn i sar., 2018), brojne su studije koje potvrđuju postojanje ove korelacije, kako pozitivne tako i negativne.

Tabela 1. Veličina uzorka (n), srednja vrednost (\bar{X}), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijacije (CV%) za SLA ispoljenoj na tri temperature, kod biljaka *I. pumila* poreklom iz populacija Dina i Šuma. \bar{X}

Temperatura	Dina (n=23)			Šuma (n=23)		
	\bar{X}	SD	CV%	\bar{X}	SD	CV%
23/19 °C (TK)	191,6	14,3	7,45	166,9	13,5	8,08
24/20 °C (T1)	197,1	16,9	8,58	172,9	17,2	9,94
27/23 °C (T2)	206,1	20,2	9,81	176,0	10,4	5,91

Tako, npr., Loveys i saradnici (2002) su, analizirajući 16 brzo i spororastućih vrsta biljaka, pokazali da se vrednosti SLA menjaju sa temperaturom. Dodatno su, Atkin i saradnici (2006), zaključili da je ova promena specifična za biljnu vrstu i temperaturne uslove kojima su biljke izlagane, kao i da ne postoji systemska razlika u plastičnosti SLA između vrsta koje brzo i sporo rastu. Rosbakh i saradnici (2015) su u svojoj studiji potvrdili da je, uprkos velikom intraspecifičnom variranju SLA, svega 14 % istraženih biljnih vrsta ispoljilo značajne promene ove osobine sa temperaturnim gradijentom. Istraživanja Sandel i saradnika (2021) na 22 vrste trava su pokazala da kod njih 18 SLA raste sa temperaturom, kao i da je kod višegodišnjih biljaka pozitivna korelacija SLA i srednje godišnje temperature jača.

U našem eksperimentu, *I. pumila* iz obe populacije su na povećanje temperature odgovorile povećanjem vrednosti SLA (Slika 3.). Norme reakcija pojedinačnih genotipova međusobno su se razlikovale. Većina njih je pokazivala porast SLA sa temperaturom, dok je kod tri genotipa iz populacije Dina i pet genotipova iz populacije Šuma bio uočljiv suprotan trend (Slika 3A.).



Slika 3 Norme reakcije pojedinačnih genotipova I. pumila poreklom iz dve populacije Dina i Šuma, utvrđene za vrednosti SLA na tri temperature (A) i njihove prosečne vrednosti sa standardnim greškama (B).

Prosečne norme reakcije su bile kose, što ukazuje na načelnu sposobnost ovih genotipova da reaguju na promenu ambijentalne temperature variranjem SLA, odnosno fenotipskom plastičnošću (Slika 3B.).

Statistički značajna *F*-vrednost za procenu efekta temperature (test jednoličnosti u analizi profila) ukazuje da se srednje vrednosti SLA menjaju (rastu) sa temperaturom ($P=0,0002$) (Tabela 2). Iako se smatra se da je fenotipska plastičnost izazvana temperaturom jedan od najvažnijih načina na koji biljke odgovaraju na globalno zagrevanje (Nicotra i sar., 2010, Scheiner i sar., 2019), funkcionalni odgovori i njihova uloga u određivanju termičke plastičnosti biljaka zahtevaju dodatno istraživanje (Thiébaud i sar., 2020).

Tabela 2. Analiza profila sa ponovljenim merenjima za vrednosti SLA na tri temperature, kod biljaka *I. pumila* poreklom iz populacija Dina i Šuma.

<i>Izvor variranja</i>	SLA (cm ² g ⁻¹)		
	df	F-vrednost	P > F
A) Između subjekata			
Populacija (P)	1	58,99	<,0001
Greška	44		
B) Unutar subjekata			
Tretman (T)	2	9,47	0,0002
P x T	2	0,73	0,4834
Greška	88		

Variranje u funkcionalnim osobinama biljaka odvija se kako unutar tako i između populacija kao posledica evolucione istorije, konteksta životne sredine, genetičkih ograničenja i fenotipske plastičnosti (Henn i sar., 2018). Jedinke unutar vrste mogu pokazati izraženo variranje funkcionalnih osobina koje može odražavati lokalnu adaptaciju ili aklimatizaciju populacije na specifičnu životnu sredinu i uslove u njoj (Sandel i sar., 2021).

Henn i saradnici (2018) su u svom istraživanju na 10 vrsta trava pokazali da variranje u SLA zavisi najviše od populacije (35%), a zatim i od familije (24%), životne sredine (20%), roda (10,5%) i vrste (10,5%). Naši rezultati takođe pokazuju značajno međupopulaciono variranje u SLA. Analiza profila sa ponovljenim merenjima pokazala je da postoji statistički značajan efekat unutar subjekata – populacija (test nivoa) što ukazuje da se vrednosti SLA razlikuju između populacija u okviru svakog temperaturnog tretmana ($P < ,0001$) (Tabela 2.). Test paralelizma, koji omogućava procenu efekta interakcije populacije i temperaturnog tretmana ukazuje da nema statistički značajne razlike ($P = 0,4834$) u obliku kriva SLA između alternativnih populacija, tj. obrazac variranja SLA tokom svih temperaturnih tretmana je sličan u obe populacije (Tabela 2.).

Tabela 3. Analiza varijanse na kontrastima prikazuje efekat temperature na SLA kod biljaka *I. pumila* poreklom iz populacija Dina i Šuma.

<i>Izvor variranja</i>	SLA (cm ² g ⁻¹)		
	df	F-vrednost	P > F
<i>Kontrast: TK – T1</i>			
Srednja vrednost	1	6,01	0,0183

Populacija	1	0,01	0,9086
Greška	44		
<i>Kontrast: T1 - T2</i>			
Srednja vrednost	1	4,17	0,0471
Populacija	1	1,00	0,3220
Greška	44		

Individualne analize varijanse na svakom od kontrasta su pokazale da je došlo do značajnog povećanja srednje vrednosti SLA sa temperaturom (TK - T1: $P = 0,0183$; T1 - T2: $P = 0,0471$), ali efekat populacije nije bio značajan ni za jedan od kontrasta (TK - T1: $P = 0,9086$; T1 - T2: $P = 0,3220$) (Tabela 3.).

U ekološkim istraživanjima veoma je značajan način kvantitativne procene veličine fenotipske promene izazvane sredinskim uslovima, jer od toga zavise ekološke i evolucione implikacije fenotipske plastičnosti (Valladares i sar, 2006). U ovoj studiji, koristili smo indeks plastičnosti PI po Valladares-u i saradnicima (2006). Vrednosti indeksa plastičnosti za SLA prikazane su u Tabeli 4.

Tabela 4. Prosečne vrednosti indeksa plastičnosti i koeficijenti varijacije (CV%) za SLA u genotipovima *I. pumila*, poreklom iz populacija Dina i Šuma, između parova različitih temperaturnih tretmana: kontrole i prvog (PI_{TKT1}); prvog i drugog (PI_{T1T2}); kontrole i drugog tretmana (PI_{TKT2}).

Populacija	PI _{TKT1}	CV%	PI _{T1T2}	CV%	PI _{TKT2}	CV%
Dina	0,037	75,7	0,048	68,8	0,055	72,7
Šuma	0,031	83,9	0,038	97,4	0,034	88,2

Najveći indeks plastičnosti utvrđen je kod biljaka poreklom iz dinske populacije i to u odgovoru na povećanje temperature za 4°C (PI_{TKT2}). Iako su indeksi plastičnosti uvek bili veći kod biljaka poreklom iz dinske populacije, nisu nađene statistički značajne razlike između populacija u indeksima plastičnosti u okviru istog temperaturnog tretmana. Takođe, u okviru svake od populacija nisu utvrđene razlike između različitih temperaturnih tretmana (sve vrednosti $P > 0,05$). Ovi rezultati ukazuju na to da između dinske i šumske populacije *I. pumila* ne postoji razlika u veličini fenotipske plastičnosti u odgovoru na povišenu temperaturu, tj. da jedinke u obe populacije imaju istu širinu normi reakcija.

Zaključci

Ekperimentalno povećanje temperature dovelo je do plastičnog odgovora biljaka *I. pumila* u vidu značajnog povećanja vrednosti SLA. Obe populacije odgovorile su na isti način, ali sa značajno različitim nivoima odgovora. U okviru svakog od tretmana, biljke poreklom iz dinske populacije imale su veće vrednosti SLA u odnosu na biljke poreklom iz šumske populacije.

Prosečne vrednosti indeksa plastičnosti SLA nisu se značajno razlikovale kako između različitih populacija u istom temperaturnom tretmanu, tako i okviru iste populacije u različitim temperaturnim tretmanima.

Dobijeni rezultati sugerišu da *I. pumila* ima sposobnost da se odupre povećanju ambijentalne temperature plastičnim odgovorom SLA, kao i da nivo tog odgovora zavisi od tipa staništa iz kojih biljke potiču.

Zahvalnica

Ovaj rad je deo projekta koji finansira Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije, na osnovu Ugovora o realizaciji evidencioni broj: 451-03-68/2022-14/200007.

Literatura

- Atkin, O.K., Loveys, B.R., Atkinson, L.J. and Pons, T.L. (2005). Phenotypic plasticity and growth temperature: understanding interspecific variability. *Journal of Experimental Botany*, [online] 57(2), pp.267–281. doi:10.1093/jxb/erj029.
- Catullo, R., Llewelyn, J., Phillips, B., and Moritz, C. (2019). The Potential for Rapid Evolution under Anthropogenic Climate Change. *Current Biology*, 29(19), R996-R1007. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2019.08.028>
- Franks, S.J., Weber, J.J. and Aitken, S.N. (2013). Evolutionary and plastic responses to climate change in terrestrial plant populations. *Evolutionary Applications*, 7(1), pp.123–139. doi:10.1111/eva.12112.
- Henn, J.J., Buzzard, V., Enquist, B.J., Halbritter, A.H., Klanderud, K., Maitner, B.S., Michaletz, S.T., Pötsch, C., Seltzer, L., Telford, R.J., Yang, Y., Zhang, L. and Vandvik, V. (2018). Intraspecific Trait Variation and Phenotypic Plasticity Mediate Alpine Plant Species Response to Climate Change. *Frontiers in Plant Science*, 9. doi:10.3389/fpls.2018.01548.
- Hovenden, M.J. (2001). The influence of temperature and genotype on the growth and stomatal morphology of southern beech, *Nothofagus cunninghamii* (Nothofagaceae). *Australian Journal of Botany*, 49(4), p.427. doi:10.1071/bt01001.
- IPCC, 2021: 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., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:10.1017/9781009157896.
- Jagdish, S.V.K., Way, D.A. and Sharkey, T.D. (2021). Plant heat stress: Concepts directing future research. *Plant, Cell & Environment*, 44(7), pp.1992–2005. doi:10.1111/pce.14050.
- Li, Y., Johnson, D.A., Su, Y., Cui, J. and Zhang, T. (2005). Specific leaf area and leaf dry matter content of plants growing in sand dunes. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 46, pp.127–134. doi:10.7016/BBAS.200504.0127.
- Loveys, B.R., Scheurwater, I., Pons, T.L., Fitter, A.H. and Atkin, O.K. (2002). Growth temperature influences the underlying components of relative growth rate: an investigation using inherently fast- and slow-growing plant species. *Plant, Cell and Environment*, 25(8), pp.975–988. doi:10.1046/j.1365-3040.2002.00879.x.
- Nicotra, A.B., Atkin, O.K., Bonser, S.P., Davidson, A.M., Finnegan, E.J., Mathesius, U., Poot, P., Purugganan, M.D., Richards, C.L., Valladares, F. and van Kleunen, M. (2010). Plant phenotypic plasticity in a changing climate. *Trends in Plant Science*, 15(12), pp.684–692. doi:10.1016/j.tplants.2010.09.008.

- Rosbakh, S., Römermann, C. and Poschlod, P. (2015). Specific leaf area correlates with temperature: new evidence of trait variation at the population, species and community levels. *Alpine Botany*, 125(2), pp.79–86. doi:10.1007/s00035-015-0150-6.
- SAS Institute (2002) SAS/STAT Users Guide. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
- Sandel, B., Pavelka, C., Hayashi, T., Charles, L., Funk, J., Halliday, F.W., Kandlikar, G.S., Kleinhesselink, A.R., Kraft, N.J.B., Larios, L., Madsen-McQueen, T. and Spasojevic, M.J. (2021). Predicting intraspecific trait variation among California's grasses. *Journal of Ecology*, 109(7), pp.2662–2677. doi:10.1111/1365-2745.13673.
- Shaftel, H. (2022). Overview: Weather, Global Warming and climate change (2022) NASA. <https://climate.nasa.gov/resources/global-warming-vs-climate-change/>. Pristupljeno: 26.1. 2023.
- Scheiner, S.M., Barfield, M. and Holt, R.D. (2019). The genetics of phenotypic plasticity. XVII. Response to climate change. *Evolutionary Applications*, 13(2), pp.388–399. doi:10.1111/eva.12876.
- hiébaud, G., Tarayre, M., Jambon, O., Le Bris, N., Colinet, H. and Renault, D. (2020). Variation of thermal plasticity for functional traits between populations of an invasive aquatic plant from two climatic regions. *Hydrobiologia*, 848, pp.2077–2091. doi:10.1007/s10750-020-04452-2.
- Thuiller, W., Lavorel, S., Araujo, M.B., Sykes, M.T. and Prentice, I.C. (2005). Climate change threats to plant diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(23), pp.8245–8250. doi:10.1073/pnas.0409902102.
- Tucić, B., Milojković, S., Tarasjev, A., Vijčić, S., Tucic, B., Milojkovic, S. and Vijcic, S. (1989). The Influence of Climatic Factors on Clonal Diversity in a Population of *Iris pumila*. *Oikos*, 56(1), p.115. doi:10.2307/3566094.
- Tucić, B., Rak-Šoltes, E. and Tucić, N. (1984) Isoenzyme variability in *Iris pumila* species. *Archive of Biological Science*, 36:1-12.
- Valladares, F., Sanchez-Gomez, D. and Zavala, M.A. (2006). Quantitative estimation of phenotypic plasticity: bridging the gap between the evolutionary concept and its ecological applications. *Journal of Ecology*, 94(6), pp.1103–1116. doi:10.1111/j.1365-2745.2006.01176.x.
- Violle, C., Navas, M.-L., Vile, D., Kazakou, E., Fortunel, C., Hummel, I. and Garnier, E. (2007). Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116(5), pp.882–892. doi:10.1111/j.0030-1299.2007.15559.x.
- von Ende CN (2001) Repeated-measures analysis: growth and other timedependent measures. In: *Design and Analysis of Ecological Experiments* (Scheiner SM, Gurevich J, eds), 134-157, Oxford University Press, New York, USA.
- Wilson, P.J., Thompson, K. and Hodgson, J.G. (1999). Specific leaf area and leaf dry matter content as alternative predictors of plant strategies. *New Phytologist*, 143(1), pp.155–162. doi:10.1046/j.1469-8137.1999.00427.x.

Witkowski, E.T.F. and Lamont, B.B. (1991). Leaf specific mass confounds leaf density and thickness. *Oecologia*, 88(4), pp.486–493. doi:10.1007/bf00317710.

Żróbek-Sokolnik, A. (2012). Temperature Stress and Responses of Plants. In P. Ahmad & M. Prasad, *Environmental Adaptations and Stress Tolerance of Plants in the Era of Climate Change*. Springer.

ISBN: 978-86-916397-8-5